

Fitotecnia General. Aplicada a las Condiciones Tropicales.

Autores: MSc. Pedro León Noguera.
MSc. Reinaldo Ravelo Ortega.

Facultad de Agronomía.
Universidad Agraria de la Habana

Habana, Cuba
2005

Agradecimientos

Apremiados por la necesidad de mejorar el contenido del texto básico actual de la asignatura Fitotecnia General, para las carreras de Agronomía y Mecanización así como para el estudio de Post Grado; fue necesario actualizar este libro. El material que proponemos sabemos que aún tiene sus deficiencias y que erradicarlas es tarea inmediata, su cumplimiento será mejor en la medida que los interesados hagan llegar sus recomendaciones. No podemos pasar por alto la extraordinaria ayuda que han prestado de una manera u otra, sin especificar nombres, muchos compañeros en la elaboración de este texto; mencionaremos de los departamentos de: Producción Agrícola, Facultad de Agronomía; Dibujo y Scanner, UNAH; Dibujo y Fotografía del CENSA y los de Cultivos Varios de Melena del Sur y del Vivero del Wajay. Los autores de los libros y otras bibliografías, que tanto nos ayudaron sus consultas, especialmente los de Jesús Zayas Cañizares. A todos gracias y nuestro abrazo sincero.

Los autores.

Índice	pág.
Capítulo 1.	
Introducción al estudio de la agricultura y la fitotecnia	8
Agricultura. Concepto. Carácter. Ramas.....	8
Fitotecnia. Concepto. Campo.....	12
Alternativas de realización de la agricultura.....	14
Capítulo 2	
Fundamentos científicos de la producción agrícola	19
Introducción.....	19
Ley de insustituibilidad y la importancia por igual de los factores de la vida de las plantas....	20
Ley del mínimo, óptimo y exceso.....	20
Ley de la acción conjunta de los factores de la vida de las plantas.....	23
Leyes de la agricultura como base del sistema de medidas fitotécnicas.....	26
Capítulo 3.	
Propagación de las plantas	28
Introducción.....	28
Reproducción.....	31
Elementos de propagación.....	31
Vías de propagación.....	32
Vía gámica. Importancia y repercusión.....	32
Semilla. Concepto. Partes que la forman.....	32
Cualidades de las semillas; externas e internas.....	35
Cualidad general de las semillas. Valor real o agrícola.....	39
Periodo de reposo o latencia de las semillas.....	41
Madurez de las semillas. Madurez fisiológica y técnica.....	41
Germinación de las semillas. Factores que intervienen.....	42
Categorías de las semillas.....	48
Vía agámica. Importancia y repercusión.....	50
Propágulos y sus características.....	50
Estolón.....	51
Rizoma.....	54
Cormo.....	58
Bulbilo.....	61
Bulbillo.....	61
Macolla.....	61
Bulbo.....	62
Bulbito.....	63
Sierpe.....	63
Estaca.....	64
Injerto.....	72
Razones por las cuales se realizan los injertos.....	74
Clasificación de los injertos.....	79
Cuidados de los injertos.....	86
Acodos o margullos.....	90
Clasificación de los acodos.....	91
Cultivo de tejido.....	96
Simbiosis Micorrízica.....	96

Capítulo 4.

Labores de acondicionamiento y preparación del suelo para la siembra y plantación	99
Introducción	99
Concepto de laboreo	99
Labores de acondicionamiento y preparación para la siembra y plantación	99
Las labores de preparación de suelo y la protección de las plantas	102
Incorporación de restos vegetales y abonos al suelo	103
Las labores atendiendo al relieve del suelo después de ejecutada la labor	119
Planificación de las labores	124
Momento de realizar las labores	125

Capítulo 5.

Proceso tecnológico de la preparación de suelo para la siembra y plantación	131
Introducción	131
Teoría romana	131
Teoría clásica latina	132
Teoría de la sistematización del suelo	132
Teoría del laboreo conservacionista	132
Sistemas de preparación de suelo	133
Sistema convencional	133
Sistema especial	134
Sistema de Pelo Pardi	135
Sistema Louisiana	136
Tecnologías de laboreo conservacionista	137

Capítulo 6.

Semillero	144
Introducción	144
Tipos de semilleros	144
Aspectos generales de los semilleros	146
Construcción de los semilleros	147
Fertilización. Momento y cantidad de fertilizantes que se aplican a los semilleros	151
Desinfección de los semilleros	151
Siembra de la semilla	154
Atenciones culturales a los semilleros	156
Manejo de las posturas	157

Capítulo 7.

Vivero	159
Introducción	159
Establecimiento del vivero	159
Vivero tradicional o estacionario	161
Vivero móvil o sobre envases	164
Tierra, materia orgánica, drenaje y mezcla	166
Llenado de los envases	168
Atenciones culturales	173

Arranque de las posturas.....	176
Manipulación y transporte de las posturas.....	177

Capítulo 8.

Siembra y plantación.....	180
Introducción.....	180
Siembra.....	180
Plantación.....	180
Aspectos y factores que intervienen en la siembra y plantación.....	181
Orientación de la siembra y plantación.....	190
Épocas y periodos de la siembra y plantación.....	190
Métodos de siembra y plantación.....	191
Distribución de los elementos de propagación atendiendo a las distancias entre hileras y entre plantas contiguas.....	196
Siembra y plantación atendiendo a la distribución de las líneas.....	203
Trasplante.....	205

Capítulo 9.

Cuidado de los cultivos.....	206
Introducción.....	206
Reposición de plantas.....	207
Raleo o entresaque.....	211
Cultivo propiamente dicho.....	212
Efecto del arroje de tierra en la conservación de la humedad.....	212
Cuándo y como realizar los cultivos propiamente dicho.....	216
Riego.....	218
Momentos críticos (agua) en el ciclo de vida de las plantas.....	220
Fertilización.....	222
Momento de aplicación del fertilizante.....	225
Vegetación indeseable (Arvenses).....	226
Clasificación de la vegetación indeseable, de acuerdo a la duración de su ciclo de vida.....	229
Métodos de lucha contra la vegetación indeseable.....	230
Precauciones para un buen tratamiento.....	232

Capítulo 10.

Control del crecimiento y desarrollo de las plantas.....	240
Introducción.....	240
Control de la intensidad de la luz.....	242
Las fechas de siembra en función de las horas luz/días a través del año.....	243
Poda.....	243
Poda de formación.....	243
Poda de mantenimiento.....	247
Poda de fructificación.....	247
Poda de renovación.....	247
Desbotone.....	248
Deshije.....	250
Agobio.....	250
Aporque y des aporque.....	250
Métodos químicos.....	252

Capítulo 11.

Sistemas de cultivos	251
Introducción.....	251
Alternativa.....	254
Rotación.....	254
Necesidad de las alternativas.....	256
Características de una buena rotación.....	259
Sistemas de rotación.....	260
Elección de los cultivos.....	266
Esquemas de rotación.....	271
Orden de sucesión de las plantas.....	273
Ventajas de la rotación y alternativa.....	274
Estudio sobre el monocultivo.....	274
Asociación de cultivos.....	276

Capítulo 12.

Recolección y conservación de productos agrícolas	285
Introducción.....	285
Proceso de manipulación y almacenamiento de los productos cosechados.....	285
Limpieza.....	286
Selección y clasificación.....	286
Envasado y transporte.	286
Lavado.....	286
Secado.....	286
Encerado, abrillantado empapelado, marcación.....	287
Trilla y descascarado.....	287
Refrigeración.....	287
Tratamiento con productos preservadores y de otra naturaleza.....	287
Diferentes tipos de frutos agrícolas y sus características biológicas.....	288
Momento de la recolección de los frutos agrícolas.....	289
Estimado de cosecha.....	290
Métodos de cosecha.....	291
Características del fruto agrícola en función de sus cualidades para la recolección.....	292
Almacenamiento de los productos agrícola.....	294
Condiciones naturales.....	294
Congelación.....	295
Tratamiento post cosecha.....	296
Deshidratación.	296
Tratamiento térmico.....	296
Esterilización y pasteurización.....	297
Conservación por medios químicos.....	297
Irradiación por medios químicos.....	297
Bibliografía.....	294. 310

Capítulo 1.

Introducción al estudio de la agricultura y la fitotecnia.

Agricultura.

Concepto.

Etimológicamente la palabra agricultura proviene de las voces latinas ager que significa campo y cultural que se traduce como cultivo. Por lo tanto significa cultivo del campo; pero como en otros muchos casos, el concepto puro no da un cabal significado desde el punto de vista técnico científico. Observado desde este punto de vista el significado resulta incompleto y tampoco está acorde con el verdadero significado que habría que darle, acorde con los avances ocurridos en la empresa agrícola en los últimos tres decenios, admitirlo sería llevarnos un concepto muy lejos de la realidad y con poca objetividad práctica, ya que también significa intervención en los procesos naturales.

El concepto (más adecuado e integrador hoy en día) de agricultura es que constituye la ciencia y el arte de obtener mediante la explotación de los suelos y las plantas, con las técnicas más avanzadas, los productos vegetales y animales útiles al hombre, de la manera más racional y económica, por lo que se dispone de su verdadero significado técnico, que es ciencia, por cuanto se basa en esta y constituye una mezcla armónica de conocimientos verdaderos y sistemáticos, porque estudia los principios en que se basa la producción agropecuaria y la relación indisoluble planta-animal de una forma ágil, dinámica, basada en el equilibrio que existe entre ambos. Este concepto tiene muy en cuenta los criterios conservacionistas y de sostenibilidad agrícola y estos son fundamentales para el desarrollo de una agricultura científica.

En otras definiciones se plantea: “La agricultura consiste en esforzarse por colocar a la planta cultivada en las condiciones óptima de medio (clima y suelo) para obtener el máximo rendimiento en cantidad y calidad”.

Esta definición no tiene en cuenta un elemento esencial; el factor económico. La agricultura, como la industria y otras esferas deben ser rentables.

Una definición práctica sería: “La agricultura es el arte de obtener del suelo, conservando su fertilidad, el máximo aprovechamiento” o bien “. El arte de extraer del suelo, mediante el cultivo y de una forma más o menos permanente, el máximo de producción con el mínimo de gastos y de esfuerzos”.

La agricultura es una actividad de primerísima importancia para la sociedad humana. Como se sabe, a través de ella se obtienen productos vegetales y animales que han de satisfacer las necesidades de la sociedad en alimentos y en alto grado su abrigo.

Han existido diferentes concepciones a través de la historia y se considera que uno de los errores mayores fue el separar la agricultura como tal, de la ganadería, cuando bien es sabido que forma un todo, la agronomía y la ganadería.

La agricultura se trata de toda una serie de relaciones nuevas entre el hombre, la tierra, la vegetación y los animales. Implica la transición a un ecosistema totalmente diferente y comporta un nuevo orden de relaciones estructurales entre los participantes. Con la agricultura se crearon las bases económicas y las situaciones sociales propicias para el surgimiento de las sociedades estatales. La capacidad de producir alimentos les permitió aumentar su control sobre la naturaleza y multiplicarse. Los inicios de la agricultura aceleraron las innovaciones tecnológicas. Y cambios en la organización social.

La agricultura actualmente presenta dos retos importantes: la necesidad de atender una demanda de alimentos sanos de calidad y la reorientación agraria hacia la diversificación en un contexto general de conservación y mejora del medio ambiente y del medio rural. La agricultura ecológica da respuesta a ambos planteamientos. (Universidad de Castilla – La Mancha, 2001).

Carácter

Tiene un carácter enciclopédico, ya que para lograr sus objetivos, en la práctica necesita de los conocimientos de las ciencias puras, como por ejemplo las matemáticas, de las que emplea los principios que rigen las fuerzas siempre activas de la naturaleza y de las ciencias tecnológicas de las que utiliza las formas de combinar los principios de las ciencias puras para conseguir un fin.

Dentro de las ciencias fundamentales tenemos:

- a) Ciencias biológicas (botánica, fisiología, genética.)
- b) Agro meteorología y ecología.
- c) Edafología.
- d) Fisiología vegetal, física, química.
- e) Mecanización agrícola.

Puede considerarse, desde el punto de vista de su empleo, tres formas distintas:

Como **arte**, porque todas las operaciones se hacen con aplicación razonada de los conocimientos, apoyado en lo técnico-científico.

Como **técnica**, porque supervisa la ejecución de las operaciones y para ello posee conocimientos y medios.

Como **ciencia**, porque orienta la forma de ejecución de las operaciones y sabe su basamento científico, teniendo un carácter creador, pues mediante la experimentación, puede perfeccionar las operaciones o crear tecnologías más avanzadas.

Reseña histórica de la agricultura.

La agricultura es tan antigua como la misma humanidad, según Russell y Russell (1967), el crecimiento de las plantas ha interesado a los pensadores en todos los tiempos. El misterio de la transformación de una semilla aparentemente sin vida en una planta de desarrollo vigoroso, nunca pierde actualidad y constituye en realidad, una parte no pequeña del encanto de la agricultura. El autor continuó planteando que existía una extensa literatura sobre agricultura, en tiempo de los romanos la cual mantuvo en posición prominente a esta época relativamente reciente.

A pesar de todo esto, hasta las primeras décadas del siglo XVIII, en las actividades agrícolas predominaba el empirismo, pues muchas ciencias fundamentales en la agricultura nacían entonces, una de ellas, era la química agrícola, por lo que muchos fenómenos observados quedaban sin explicación.

León (1968), plantea la agricultura científica se inició hace poco más de un siglo y adquirió notable incremento desde 1840.

Esto se vio apoyado, en su inicio, por los descubrimientos de la nutrición mineral de las plantas que se ha ido desarrollando paulatinamente hasta constituir hoy en día la agroquímica, que posee un gran desarrollo científico. También surge por esta época una ciencia nueva que daba una explicación real a los fenómenos del mundo, esta fue el marxismo. Toma gran auge a partir de las últimas décadas del siglo XIX la maquinaria agrícola, donde aparecen implementos más adecuados y eficientes que realizan de forma más perfecta las labores agrícolas y también aparecen los primeros tractores con lo que se logra aumentar grandemente la productividad del trabajo agrícola. León, continua señalando que hoy, la agricultura científica no ha logrado aún, conquistar por completo los campos, pues tiene que luchar tenazmente contra la rutina y el empirismo de muchos agricultores, aferrados a la costumbre de seguir haciendo, invariablemente, lo que aprendieron de sus padres, lo que vieron hacer desde pequeños.

Cuba, hasta 1959 atravesó por una etapa de poco desarrollo técnico-científico en la agricultura a pesar de ser la actividad económica fundamental del país, porque el personal calificado que garantizaba el desarrollo prácticamente no existía, motivado por el modo de producción.

Después de 1959, se abren las posibilidades de estudio para todos, se comienza a fomentar el personal técnico (técnicos medios, obreros calificados, ingenieros) para garantizar el desarrollo de nuestra principal fuente de recursos económicos.

Esto se ha visto materializado con la apertura de numerosos institutos tecnológicos y centros de enseñanza superior, así como de una cantidad considerable de estaciones experimentales, que le van dando respuestas a nuestros problemas agrícolas. En fin la universalización de los cocimientos.

La técnica se ha ido aplicando cada vez más, a mayor escala, incluyendo el sector de los pequeños agricultores, que en la actualidad se agrupan en cooperativas donde la eficiencia técnica, económica y social resulta más eficiente, además de la educación (cursos, talleres, seminarios introducción de nuevos resultados de la ciencia y la técnica) que se les ha ido dando en este sentido, como única forma eficaz para el desarrollo y eliminación del empirismo.

En Cuba, después de 1959 se fue a la eliminación del monocultivo (característico de una agricultura subdesarrollada) a la aplicación de pesticidas, fertilizantes, herbicidas.

El comandante en jefe Fidel Castro Ruz (1975) planteo, en Cuba, después del triunfo de la revolución, se aplica en la agricultura tres veces más pesticidas y cinco veces más fertilizantes.

Según Pagés (2005), en Cuba, después del 17 de mayo de 1959." Se proscribe el latifundio", dijo el doctor Fidel Castro, en La Plata. Con esta legislación, 5 600 000 hectáreas de tierra fueron entregadas a los campesinos. La primera Ley de Reforma Agraria estableció un límite máximo de tenencia de tierra de hasta 402 ha. La segunda Ley de Reforma Agraria, firmada el tres de Octubre de 1961, la cual solo dejó un máximo de tierra de 66ha. En los grandes latifundios no se parceló la tierra para distribuir las en pequeñas fincas, sino que se organizaron granjas del pueblo que luego formarían parte de los programas de desarrollo de ganado, café, arroz y cítricos. Se introdujeron nuevas tecnologías para humanizar la faena agrícola y elevar la productividad agrícola. La primera forma de cooperativa que surgió fue para solicitar créditos y servicios, en las que los asociados continúan siendo dueños individuales de sus fincas, se les denominó cooperativas de créditos y servicios (CCS). Después, en 1976 surgieron las cooperativas de Producción Agropecuarias, en las cuales los agricultores aportaron sus terrenos y bienes voluntariamente para convertirse en dueños colectivos. Entre CCS y CPA, existen hoy más de 3 800 asociados campesinos. UBPC: Otro cambio trascendental. Hace doce años se produjo en la agricultura un proceso que ha sido reconocido como uno de los cambios más trascendentales en la historia de la agricultura cubana, después de que en 1959 se dictara La Primera Ley de Reforma Agraria. Las granjas estatales, de gran superficie, con altos niveles de mecanización y de consumo de combustibles y fertilizantes, tuvieron que modificarse para adaptarse a las nuevas condiciones impuestas por el periodo especial. Surgieron, en septiembre de 1993, las Unidades Básicas de Producción Cooperativa, a partir de la conversión de las granjas estatales a esta nueva forma de producción. Más de un millón de hectáreas se entregaron en usufructo gratuito a los colectivos de trabajadores que laboraban en granjas estatales. Se les vendieron los medios de producción. No solo se trataba de ajustar la estructura productiva a las nuevas condiciones, sino que comenzaban cambios rícales en la explotación de la tierra para asumir un modelo sostenible y rentable. Otro cambio que sobrevino con el periodo especial fue la entrega de tierra ociosa en usufructo gratuito, desde 1993, para diversos cultivos. Según resolución, hasta el momento se han entregado para el cultivo del tabaco 59 893 ha. Para café y cacao, en 1994 se han entregado alrededor de 75 440 ha para incrementar estas producciones en zonas montañosas. Para autoabastecimiento familiar se han entregado 73 420 ha. A los campesinos destacados se les entregaron las tierras ociosas colindantes a las suyas, con este fin se han entregado 11 600 ha, las CPA recibieron por este concepto 42 796 hectáreas para ampliar sus fondos de tierra. Los usufructuarios de tierra, beneficiados con fincas aptas para el cultivo del tabaco, café y cacao y para el autoabastecimiento familiar, suman más de 98 000 personas y se han integrado a La Asociación Nacional de Agricultores

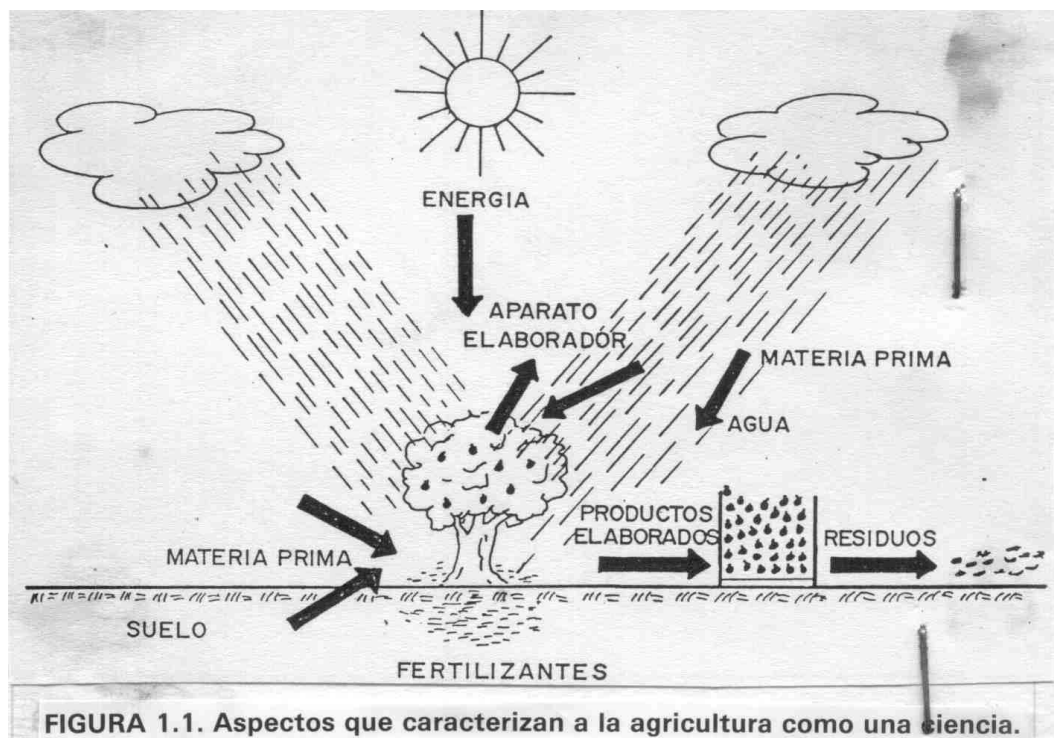
Pequeños, que agrupa a más de 327 380 afiliados, organizados en 4 355 cooperativas de producción agropecuaria y de créditos y servicios.

Con relación a la agricultura moderna, alternativamente a los métodos convencionales de la "Agricultura Moderna o de altos insumos", se vienen aplicando en los últimos años nuevas tecnologías de producción más sostenibles, las cuales tienen entre sus principios hacer un mayor aprovechamiento de los suelos, mediante una mejor distribución espacial y temporal de los cultivos, usando asociaciones, intercalamientos, permitiendo una alta diversidad de especies, logrando niveles importantes de estabilidad biológica y económica.

La agricultura moderna ha traído aparejado problemas con relación a la conservación de los recursos naturales y a la sustentabilidad de su uso, ya que se ha caracterizado por el empleo de sistemas tecnológicos que utilizan altos requerimientos en insumos, fertilizantes, herbicidas, pesticidas, energía fósil, maquinaria agrícola monocultivo, concentración de la tierra, desplazamiento de la población rural y otros.

La agricultura como industria.

En la agricultura intervienen una cantidad alta de factores que se interrelacionan y que su resultado final son los productos vegetales y animales útiles para la sociedad, que es, en última instancia, el objetivo supremo. Al analizar todos los factores y la forma en que actúan se arriba a la conclusión de que se puede considerar la agricultura como una industria, porque al igual que en esta, intervienen factores similares tales como materias primas representadas por el agua, el aire, el suelo, los fertilizantes y los abonos orgánicos. Las plantas representan el aparato elaborador y también se consideran a los animales; en el proceso intervienen: la energía representada por la luz y la temperatura. Como producto elaborado que constituye la fase final se tienen a las cosechas agrícolas y los productos de origen animal, quedando al igual que en las industrias, los residuos. Estos aspectos se representan en la fig. 1.1



Formas de organización de la agricultura.

Considerada la agricultura como una industria, se le puede aplicar los mismos métodos de organización de esta, por ejemplo:

- a) Computación para la programación de las labores (rutas críticas).
- b) Organización territorial (distritos campos típicos, lotes).
- c) Normación del trabajo.
- d) Planificación de viales (flujo de y hacia los mercados).
- e) Constitución de complejos agroindustriales. Tienen por finalidad integrar la producción del campo y de la industria, buscando una armonía máxima entre las necesidades de la fábrica y lo que la agricultura debe garantizar en los distintos territorios. Esto constituye una expresión de gran desarrollo y además, un paso socio-económico muy importante. En Cuba, los complejos agroindustriales están constituidos en la industria azucarera donde se han obtenido muy buenos resultados, porque permite, en forma más eficiente, aprovechar los recursos incluyendo los subproductos y los residuos.

Ramas de la agricultura.

La agricultura comprende:

- a) Agronomía.
- b) Zootecnia.
- c) Economía agropecuaria.

En Cuba, la agricultura comprende estas ramas fundamentales, la agronomía (fr: agronomie: conjunto de conocimientos aplicables al cultivo de la tierra, derivados de las ciencias exactas, físicas y económicas.) y la producción animal, apoyado por la economía agropecuaria. A su vez estas ramas se subdividen, en cuanto a la agronomía, en los grupos de cultivos siguientes:

Rama cañera.

Rama no cañera:

cultivos varios.

Cítricos y frutales.

Café y cacao.

Arroz.

La ganadería se subdivide por especies o grupos de especies.

La economía agropecuaria para su estudio, también tiene su estructuración.

En la educación superior, el estudio de estas ramas se encuentra agrupado en las facultades de:

- 1. Agronomía.
- 2. Veterinaria.
- 3. Mecanización de la producción agropecuaria.

La Fitotecnia. Su concepto.

La fitotecnia es una rama de la agronomía y resulta de gran importancia destacar los distintos nombres que ha tenido, a través de la historia, como consecuencia del desarrollo de las ciencias agrícolas. Primeramente la fitotecnia se llamaba "agrotecnia" (poco desarrollo de las ciencias en general), pero etimológicamente la palabra "agrotecnia" significa agro = suelo y tecnia = manejo, pues su significado era manejo del suelo. Posteriormente al desarrollarse las ciencias de mejora de plantas, la genética cogió un auge tal que se le llamó fitogenética, a lo que hoy es fitotecnia.

Con el de cursar del tiempo y el desarrollo de las demás ciencias biológicas, tecnológicas y también las ciencias sociales, el llamar fitogenética a la fitotecnia era englobarla solo en el

campo de la genética de plantas y por ello comenzó a recibir el nombre que tiene actualmente es decir, Fitotecnia.

La unión de los conocimientos biológicos de las plantas y la aplicación de la tecnología para la obtención de productos vegetales a través de las mismas, hizo surgir una concepción más amplia de la fitotecnia, la biología aplicada.

La fitotecnia de Phyton que significa planta y tecnia que significa técnica, es una rama de la ciencia agrícola que tiene por objeto estudiar y aplicar técnicas sobre las plantas y los suelos con vistas a lograr de ellas su mayor potencial obteniéndose mayores rendimientos, con una mayor calidad y de forma más racional y económica.

Otra definición: “La fitotecnia, es la aplicación de los conocimientos que proporciona la agronomía al cultivo de las plantas, con la finalidad de obtener productos vegetales útiles al hombre, directa o indirectamente, de forma económica.”

Objetivos e importancia.

La fitotecnia tiene como objetivo el de impartir los basamentos generales aplicables a todos los cultivos de la forma más dinámica y científica, ya que estos constituirán para el agrónomo parte de su trabajo cotidiano en una agricultura que cada día alcanza mayores logros, con el desarrollo y aplicación de la ciencia y la técnica, teniendo como premisa el principio de que: “ La técnica es un medio, no un fin”; apoyándose muy directamente en la aplicación de los resultados de las investigaciones científicas. Integra los conocimientos aportados por las ciencias auxiliares, formando técnicas aplicables a la producción vegetal. Su importancia también radica en que constituye el requisito fundamental de la fitotecnia especial, encargándose del estudio pormenorizado del proceso tecnológico de los cultivos.

División de la fitotecnia.

La fitotecnia para su estudio se divide en dos ramas:

Fitotecnia general. Se ocupa del estudio de los principios básicos generales de los cultivos, abarcando un campo amplio en este sentido, desde la ubicación de los cultivos en tiempo y espacio, sus elementos de propagación, la preparación de su lecho óptimo, ubicar en el suelo de los elementos de propagación en el momento más oportuno, utilizando los arreglos espaciales más apropiados, la protección de los cultivos, hasta su cosecha. Estudia y aplica las técnicas generales en la producción agrícola con criterios integradores, económicos y de protección del medio. Forma parte del plan de estudio del agrónomo en pre grado y postgrado.

Fitotecnia especial. Comprende el estudio particular y por menorizado de las plantas cultivables (sistemas de cultivos) y especialmente los de mayor importancia económica, así como sus exigencias y características. Es una rama integradora y rectora de los conocimientos fundamentales en la formación del agrónomo y especialmente los que convergen en el último año, constituyendo la fitotecnia una ciencia que comienza en el primer año y termina en el último de la carrera.

En las universidades agrícolas de Cuba, estas comprenden:

Sistema de producción I.

Pastos y forrajes.

Sistema de producción II.

Cultivo de la caña de azúcar.

Sistema de producción III. Horticultura, Viandas y granos.

Horticultura.

Cultivo del tomate.

Cultivo del pimiento.

Cultivo del ajo.

Cultivo de la cebolla.

Cultivo de la col y otras hortalizas.

Viandas:

- a) Cultivo de la papa.
- b) Cultivo de la malanga.
- c) Cultivo de la yuca.
- d) Cultivo del boniato
- e) Cultivo del plátano

Granos

- a) Cultivo del arroz
- b) Cultivo del maíz.
- c) Cultivo del frijol.
- d) Otros granos.

Sistema de producción IV (Fruticultura).

- a) Cítricos
- b) Cafeto
- c) Mango
- d) Aguacate
- e) Guayaba
- f) Fruta bomba
- g) Piña

El estudio de todos estos cultivos, se realizará dentro de la asignatura integradora Sistemas de Producción Agrícola. Cada Universidad del país desarrollará el estudio en dependencia de la importancia relativa de cada cultivo.

Alternativas de realización de la agricultura.

Agricultura tradicional.

Agricultura convencional

Agricultura migratoria.

Agricultura de tumba y siembra.

Agricultura de secano.
 Agricultura utilizando riego limitado.
 Agricultura utilizando riego. Agricultura intensiva.
 Agricultura extensiva.
 Agricultura orgánica.
 Agricultura sostenible.
 Agricultura ecológica.
 Agricultura vertical.
 Agricultura de precisión.
 Agricultura en casa de cultivo.

Agricultura tradicional. Esta forma de explotación de la agricultura se caracteriza por su constancia en su modo de realización de generación en generación, propia de una zona y de los campesinos. Los hijos realizan el tipo de agricultura que realizaban sus padres, y estos la que realizaban los abuelos de sus hijos, formando una cadena descendente y ascendente.

Esta tradicionalidad llega incluso hasta los cultivos que se van a establecer por las descendencias y tiene sus características propias en cada país.

Agricultura convencional. Los aumentos en la productividad de los cultivos en la agricultura convencional, también llamada moderna o de altos insumos, ha traído aparejado serios problema; degradación ambiental (erosión de suelo, contaminación por plaguicidas, salinización), problemas sociales (eliminación del predio familiar, concentración de la tierra; cambios en los patrones de migración rural/urbana, un uso excesivo de los recursos naturales, entre otros. (Altieri 1997).

Esta forma de realización de la agricultura es agresiva para el suelo (uso excesivo de la maquinaria, agro tóxicos, monocultivo); afectación del medio (ruptura del equilibrio biológico, aumento de los gases contaminantes); incremento de los costos (uso excesivo de energía, de insumos y bajos precios en los productos agrícolas de este tipo de agricultura).

Agricultura migratoria. Este tipo de agricultura se refiere al cambio de área, ya cultivada por algunos años, por otra que lleve tiempo sin cultivarse; así sucesivamente, cuando el suelo que se está cultivando, se encuentra agotado en sus reservas nutricias, problemas con plagas o enfermedades, enyerbamiento. Propia de zonas pobres y subdesarrolladas, con bajo o ningún uso de técnicas; esta forma de explotación de la agricultura es practicada por los campesinos más pobres.

Agricultura de tumba y siembra. Es propia de lugares montañosos o llanos, con dificultad para el uso de la técnica, con presencia de árboles, los cuales son talados y desramados en parte, para que penetre luz y aire, o se les deja que pierdan sus hojas las cuales le sirven de arroyo y abono para el suelo; en los espacios vacíos se siembran las semillas, de calabaza, maíz, malanga, frijol, entre otros, usando el método llamado a "jan". Esta agricultura es usada por los campesinos pobres.

Agricultura de secano. Esta forma de agricultura, depende totalmente de las lluvias y no se emplea el riego en ningún momento. La fecha de siembra del cultivo estaría sujeta al comienzo de las lluvias. Esta es una forma de explotación de la agricultura muy utilizada en todo el mundo y especialmente en los países más pobres que no disponen de fuentes de agua, o de recursos para utilizarla. En Cuba en la parte occidental representan ejemplos: la siembra de frijol, maíz o calabaza en el mes de septiembre; el maíz, boniato y pastos, en abril y junio. En la parte oriental por la escasez de agua, dependen de este tipo de agricultura, especialmente el campesino. La inmensa mayoría del cultivo de la caña es de secano, al igual que los pastos y otros muchos cultivos.

Agricultura utilizando riego limitado. Se utiliza riego para la etapa de germinación o para que la postura prenda y el resto del ciclo del cultivo depende de las lluvias; ejemplo maíz o

calabaza sembrados en marzo, el tomate se riega en el momento del trasplante y no se riega más. Ocurre también que se riegue en la etapa de floración y fructificación y el resto del ciclo del cultivo dependa de las lluvias. Existen sus variantes.

Puede ser el cultivo del maíz o frijol sembrados a principio de enero. Ambas formas de agricultura (secano y riego limitado), es muy variable, aunque muy utilizadas por el campesino, algunos países con sequías fuertes y escaso almacenamiento de agua (presas, ríos) tienen que utilizar estas formas de explotación en la agricultura, sembrando después del primer aguacero y en otros, casos se siembra con el suelo seco, utilizando cultivos resistentes como la yuca, confiando en la posibilidad de que llueva. Esta agricultura es propia de países pobres y subdesarrollados. Los trabajos de mejora de plantas juegan un papel vital en la agricultura al lograr variedades resistentes a la sequía.

Agricultura utilizando riego. En este caso se garantiza riego(diferentes métodos) a los cultivos en forma sistemática y especialmente en las fases de mayor necesidad de estos; como es la fase de germinación, llamada del crecimiento, floración fructificación, madurez y cosecha. Esta forma de explotación de la agricultura es la que garantiza producciones óptimas (en cantidad y calidad), en lo que a necesidad de agua se refiere Ejemplos los semilleros, viveros (móviles), el cultivo de la papa, entre otros. Siempre se tendrá en cuenta la lluvia, pues abarata esta labor y en general la producción agrícola.

Agricultura intensiva. Forma de aprovechamiento del suelo. Se caracteriza por los altos rendimientos debido a la utilización de sistemas mecánicos, regadío, rotación de cultivos y técnicas científicas (aunque puede haber agricultura intensiva con técnicas tradicionales). No se deja descansar al suelo. Con frecuencia se combina con ganadería también intensiva. Esta forma de ejecución de la agricultura, concentra los recursos en áreas reducidas y se aplican las técnicas más relevantes en cuanto a sustratos, estimulantes biológicos, variedades, control biológico y otros. Se puede señalar, como ejemplo los cultivos protegidos, organopónicos, hidropónicos. (Técnica de cultivo muy moderna, con medios artificiales, los cultivos se encuentran en soluciones de sales inorgánicas dentro de soportes de cemento, con grava, arena, o cenizas. Se puede establecer en zonas de suelo pobre o con excesiva sequedad; muy utilizado en hortalizas).

Agricultura extensiva. Forma de aprovechamiento del suelo. Se caracteriza por sus bajos rendimientos. Utiliza el barbecho. Suele ser una agricultura de secano y en suelos pobres. La agricultura se desarrolla en grandes extensiones de suelo, puede ser la parte agrícola o la producción animal. En la etapa antes de la revolución, en la zona de Camaguey, se desarrollaba la ganadería en grandes extensiones de tierra, perteneciente a los terratenientes, donde un grupo reducido de trabajadores (monteros) atendían esa producción. Después del triunfo de la revolución, se desarrollaron planes agrícolas en grandes extensiones de tierra, Quivicán, Melena, Güines, atendida esta producción por grandes grupos de trabajadores agrícolas, apoyados por obreros voluntarios.

Agricultura orgánica. Esta clase de agricultura es muy antigua y una de las más sanas para el suelo y su entorno, tubo su periodo de decadencia en algunos sectores, especialmente, con el auge de la agricultura de altos insumos; pero en la actualidad por suerte esta volviendo a ocupar el lugar que realmente merece, sobretodo con el desarrollo de nuevas fuentes de materia orgánica, como es el humus de lombriz (y su extraordinaria influencia en el rendimiento de los cultivos, esto ha sido corroborado por los resultados obtenidos y aplicados por varios profesores de química de la facultad de agronomía de La Universidad Agraria de La Habana), el compost y otros, así como la superación desarrollada en este sentido. Hay muchas áreas agrícolas en Cuba donde la materia orgánica forma parte fundamental del sustrato. En el mundo los productos agrícolas de origen orgánicos tienen gran valor, por su naturaleza sana, en contra posición a los productos obtenidos en la agricultura de altos insumos, por su

peligrosidad en cuanto a la acumulación de elementos tóxicos. El uso de la materia orgánica es de carácter universal, le imprime vida al suelo y en algunos casos constituye el ciento por ciento del sustrato, como es en los semilleros tecnificados y en otros muchos cultivos para obtener calidad en su fruto agrícola es obligatoria su presencia durante su crecimiento y desarrollo. En las condiciones de Cuba en los últimos años ha tenido un impulso fuerte a nivel nacional la agricultura orgánica, los conocidos organopónicos ubicados a la entrada o salida de las ciudades, con amplia diversidad de cultivos y un rendimiento anual de más de 20Kg.m⁻² (Heredia 2005).

Agricultura sostenible. El objetivo de la agricultura sostenible es producir alimentos de manera eficaz y productiva, pero conservando y mejorando el medio ambiente y las comunidades locales. El concepto de agricultura sostenible incluye la disminución (lo más bajo) de fertilizantes, plaguicidas, pero seguir produciendo cultivos de altos rendimientos y buena calidad, minimizar el efecto negativo sobre medio ambiente y mejorar las condiciones de la localidad (uclm, año)

Altieri (1997) plantea que la agricultura sostenible es un sistema de producción que se refiere a un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenibles a largo plazo, mediante el uso de tecnologías ecológicas de manejo; en este caso la agricultura y la investigación no están orientadas a la búsqueda de altos rendimientos de un producto en particular, sino más bien a la optimización del sistema como un todo. Se requiere ver más allá de la producción económica y considerar la cuestión vital de la sustentabilidad y estabilidad ecológica.

La agricultura sostenible trabaja por el restablecimiento de las rotaciones de cultivo, el uso de residuos de cultivo, abonos animales, leguminosa, abonos verdes, labranza mecánica, rocas minerales para mantener la productividad y fertilidad del suelo y aspectos de control biológicos de insectos plantas indeseables y enfermedades.

Agricultura sustentable es un concepto amplio en el cual convergen intereses tecnológicos, ecológicos, económicos y sociales. De un sistema agrícola sustentable se espera que sea capaz de mantener en el largo plazo los niveles de productividad y producción, la calidad del medio ambiente y los recursos naturales, los niveles de rentabilidad y un adecuado desarrollo económico y social de los productores. Las premisas más importantes de la sostenibilidad son:

Conservar los recursos naturales en que se basa la producción agropecuaria.

Mantener la fertilidad de los suelos.

Reducir el uso intensivo de insumos.

Disminuir el riesgo de contaminación ambiental.

Obtener un nivel adecuado de rentabilidad.

Alcanzar un adecuado nivel de desarrollo social de los productores (Lattanzi, 1998).

Agricultura ecológica. La agricultura ecológica es un método de producción que vela por la conservación del medio ambiente y respeta al máximo los ciclos biológicos. Sólo se utilizan productos naturales, no se usan variedades de semillas transgénicas y se fomenta la producción de especies vegetales autóctonas. (Cervantes s/a).

Se entiende por biológico, ecológico u orgánico a todo sistema de producción agropecuario, su correspondiente agro industria, como así también a los sistemas de recolección, captura y casa,

sustentable en el tiempo y que mediante el manejo racional de los recursos naturales y que evitando el uso de los productos de síntesis química y otros de efectos tóxicos real o potencial para la salud humana, brinde productos sanos, mantenga o incremente la fertilidad de los suelos y la diversidad biológica, conserve los recursos hídricos y preserve o intensifique los ciclos biológicos del suelo para suministrar los nutrientes destinados a la vida vegetal y animal, proporcionando a los sistemas naturales, cultivos vegetales y al ganado condiciones tales que le permitan expresar las características básicas de su comportamiento innato cubriendo las necesidades fisiológicas y ecológicas (Infoagro, 2004).

Agricultura vertical. En esta forma de agricultura, en que el sustrato puede ser materia orgánica sola o mezclada con suelo en diferentes proporciones, en el saco o tubo se echan fibras de coco semi descompuesta u otro material que retenga humedad y la ceda después por capilaridad. Utilizada en condiciones de espacios reducidos, o en dependencia del proyecto que se valla a realizar; el suelo debe estar bien alisado y que no se encharque, que dispongan de agua, luz, aire y sol. El sustrato se coloca dentro de bolsas o sacos de polietileno de 2,20m de largo y un diámetro de 24cm, las bolsas deben quedar bien llenas, para el drenaje puede usarse grava además de tener sus salidas de agua en el fondo, se colocan verticalmente y se utilizar una estructura de cabillas o tubos lo suficiente fuerte para sostener los socos o bolsas. En forma de espiral u otro arreglo espacial se le hacen perforaciones a la bolsa de arriba abajo y en ellos se colocan las semillas o posturas de los cultivos, que pueden ser: lechuga, pepino, ajo, cebolla tomate, pimiento, habichuelas, entre otros. El riego se realiza por la parte superior por goteo. También pueden utilizarse tubos de barro, de fibro, madera, u otros. Pudiendo llamársele también agricultura de jardín.

Agricultura de precisión. Según Martínez (s/a) la agricultura de precisión permite a través de determinadas herramientas dar a cada zona del campo cultivado el tratamiento agronómico más apropiado, tanto desde el punto de vista agronómico-productivo como del ambiental. Hasta hace poco cuando se analizaba el suelo de una parcela, lo importante habría sido tomar una muestra representativa, pero esta media no refleja lo que realmente sucede en el terreno, a menos que se trate de parcelas muy homogéneas y aún así se encuentran diferencias que pueden llegar a ser significativas. Sí conociéramos lo que sucede en cada zona del terreno, podríamos mejorarlo. Por medio de los sistemas modernos hoy en día ya podemos aplicar al campo este tratamiento diferencial, para lo cual debemos conocer, la variabilidad de los parámetros (pH, materia orgánica, fósforo, potasio) del suelo, la posición exacta de las maquinarias durante su recorrido por el terreno y disponer del sistema de información geográfica (SIG) y del sistema de posicionamiento global (GPS).

GPS. Consiste en una constelación de 24 satélites que giran en el espacio en orbitas definidas al rededor de la tierra, las cuales envían una señal a un receptor de GPS para la determinación de su posición o ubicación exacta en cualquier lugar de la tierra, se expresa la ubicación en términos de la latitud y la longitud u otro sistema de coordenadas. Para una mayor precisión en el cálculo se necesita recibir información de por lo menos cuatro satélites, en la práctica de trabaja con un máximo de ocho. Permite recopilar datos de los terrenos y permite trabajar el cultivo espacialmente y se hace un mejor uso de los recursos, semillas, riego, pesticidas.

SIG. Tiene tres componentes básicos:

- Programa de computadora.
- Datos.
- Personal (soporte técnico).

Se puede elaborar mapas de pH con la información recibida y comenzar a ejecutar el programa de enmiendas, de acuerdo con las exigencias espaciales. Así se pueden elaborar mapas de cada parámetro de suelo y esto ayudará extraordinariamente en las actividades agrícolas.

Junto al SIG y al GPS, son utilizadas otras herramientas: como las imágenes de satélites, sensores de suelo, muestreo de suelo, estudio de suelo, programas para la toma de decisiones y maquinaria.

Agricultura en casa de cultivo. Esta forma de explotación de la agricultura, llamada también cultivo protegido, ha tomado fuerza en Cuba en los últimos 5 años y se ha extendido a escala nacional. Consiste en una casa con estructura metálica y dimensiones (ancho, largo y alto, en dependencia de sus valores será la superficie cultivada, en algunos modelos del tipo Israelí (largo=41m y ancho=125m) puede llegar a 5125m²) preestablecidas y protegidas sus paredes y techo con una maya plástica fuerte que evita la entrada de insectos y regula la entrada de luz en el interior de la casa, actualmente hay diversos modelos de casas de cultivos y centros de origen. La tipología 1 con sus diferentes modelos y área total de cultivo y la tipología 2 también con sus múltiples formas procedencia y área total de cultivo. También es regulada la temperatura, ventilación y la humedad. Con esta forma de explotación de la agricultura los rendimientos de los cultivos (tomate, lechuga, pepino, pimiento, y otros), se han elevado extraordinariamente. Es necesario mantener una estricta vigilancia de la nutrición y las plagas del suelo, en particular los nemátodos, aplicar una correcta rotación de cultivos y, alta calidad de los elementos de propagación, riego por goteo, en el caso de los cultivos de tomate, pepino calabaza, se utilizan tutores especiales (cuerdas) que permiten mantener sus tallos suspendidos en el aire. Las casas de cultivo protegidos, nos permiten realizar siembras tardías puesto que en ellas se puede controlar la lluvia, la temperatura, la luz, la entrada de plagas y otros aspectos, que no podría lograrse en siembras a campo abierto. Estas casas de cultivos nos permiten la producción de algunas hortalizas durante todo el año.

Capítulo 2.

Fundamento científico de la producción agrícola.

Introducción

La tarea principal de la agricultura consiste en la obtención de los productos de alta calidad para satisfacer las necesidades crecientes de la población, en alimentos y en distintas materias primas para la industria.

En la solución de este problema, el papel más importante le pertenece a la producción vegetal, puesto que las plantas y los productos de su transformación, sirven no solo como alimento para el hombre, sino también para el ganado.

Para cumplir su tarea esencial, extremadamente difícil, la producción vegetal de hoy día no puede descansar sólo en la experiencia popular, como en tiempos antiguos. Hace más de cien años que ésta se apoya sobre la base, cada año más sólida, de una ciencia cuyo nombre es agronomía.

La agronomía es una ciencia compleja que se dedica a la elaboración de los fundamentos teóricos y los métodos prácticos de la elevación ulterior de la productividad de las plantas cultivadas, del mejoramiento de la calidad de las cosechas en base al uso racional de los insumos, el perfeccionamiento continuo de los recursos naturales y de la disminución de los gastos de la producción.

Esta ciencia lleva a cabo las investigaciones en tres direcciones principales, las cuales son: la búsqueda de los métodos de la modificación dirigida; la selección de las formas y variedades nuevas de los cultivos agrícolas más adaptadas a las condiciones del medio ambiente; la modificación de factores del medio ambiente, según las necesidades de las plantas cultivadas.

La agronomía, como una ciencia compleja, se divide en una serie de ciencias especiales, cada una o cierto grupo de las cuales, se apoyan no solo en las leyes universales del desarrollo de la naturaleza, descubiertas por La Filosofía Materialista, sino también en sus propias leyes fundamentales, descubiertas en el transcurso de su desarrollo.

La fitotecnia general y la especial, así como la agroquímica, la protección de las plantas, el mejoramiento del suelo y algunas otras, pertenecen a un grupo de ciencias agrícolas, biológicas que se dedican a la tercera dirección de las investigaciones de la agronomía, mencionadas anteriormente. En sus investigaciones actuales, éstas, al igual que la producción vegetal en sus estrategias y tácticas productivas, se apoyan en leyes fundamentales, descubiertas en el transcurso de los últimos dos siglos.

Ley de insustituibilidad y la importancia por igual de los factores de la vida de las plantas. Las plantas cultivadas, igual que otros seres vivos, en el transcurso de su vida se encuentran en interacción permanente con el medio en que viven y sus requerimientos ecológicos. El desacuerdo entre las condiciones del medio y las necesidades de los organismos vegetales causa la alteración de los procesos normales de su crecimiento y desarrollo, e incluso la muerte de las plantas. Al contrario, la satisfacción de las necesidades vitales de las plantas en el transcurso de todos los periodos de su crecimiento y desarrollo permite disfrutar más enteramente de las posibilidades de éstas, para obtener una cosecha máxima.

Las exigencias ecológicas de las plantas, son distintas no sólo para diferentes especies, sino para distintas variedades de la misma especie. Es por ello que el conocimiento profundo de estas exigencias le da al agricultor una posibilidad no solo de satisfacerlas sino también de elaborar correctamente la estructura de los distritos, las rotaciones de cosecha y su distribución en el territorio de una empresa.

Para sus actividades vitales, las plantas necesitan la luz, el calor, el agua, las sustancias nutritivas, el ácido carbónico y el aire. Las relaciones reciprocas entre las plantas y ciertos

factores de su vida, ha constituido un estudio largo y los intentos de sustituir un factor por cualquier otro no logró éxitos, en los experimentos ni en la práctica.

Sobre esta base fue establecida con firmeza la primera ley de la fitotecnia, la de la insostituibilidad de los factores, según la cual ninguno de ellos puede ser sustituido por otro. Esto quiere decir que la fertilización abundante no puede compensar la deficiencia del agua para las plantas; el fósforo no puede ser sustituido por el nitrógeno o por el potasio, así como la labor adecuada del suelo, con el fin de airearlo no es suficiente para evitar la influencia negativa de la acidez excesiva en el desarrollo de las plantas.

Como una consecuencia lógica de esta ley se llegó a la conclusión sobre la importancia fisiológica por igual de todos los factores, independientemente de la necesidad cuantitativa de la planta en un cierto factor para su vida; la importancia fisiológica de este, para el desarrollo de un cultivo dado, es igual que la de los demás factores. La necesidad mínima de una planta de cualquier micro elemento no satisfecha, puede alterar el proceso normal de desarrollo y hasta causar la muerte de la planta, igual que la deficiencia o falta del factor que la planta necesita en cantidades mucho mayor.

Actualmente, dicha ley se formula del modo siguiente: todos los factores de la vida de las plantas son iguales por su importancia fisiológica y ninguno de estos puede ser sustituido por cualquier otro.

La importancia fisiológica por igual de todos los factores para la vida de las plantas no significa la equidad de ellos. El hecho es que el déficit de un factor depende no solo del grado de exigencia de las plantas sino también del nivel de existencia del mismo en el suelo o de su flujo del exterior. En las condiciones de la producción sólo la diferencia entre estos debe de ser compensada por métodos fitotécnicos, por el mejoramiento del suelo o la aplicación de abonos. Como en Cuba hay mucha variabilidad de las condiciones edáficas y climáticas, así como en las plantas cultivadas, en la producción surgen muy a menudo, muchas combinaciones de éstas en una de las cuales el agricultor debe de tratar de satisfacer las necesidades del cultivo en agua, en distintos elementos nutritivos, en el mejoramiento del aire del suelo.

Ley del mínimo, óptimo y exceso.

En el aspecto histórico primeramente fue descubierta la primera parte de esta ley, ley del mínimo, que fue formulada por el científico alemán Justus Von Liebig en 1840, el cual sólo la relacionó con la nutrición de las plantas: según él la productividad del campo está en relación directa con el contenido de elementos nutritivos para la planta, que se encuentra en el suelo en las cantidades mínimas. Dicho autor creía que el aumento del rendimiento de un cultivo era directamente proporcional al aumento del contenido del elemento nutricio que se encuentra en el suelo en menor cantidad, expresando esta ley con la formula: $U = Ax$

Donde: U- es el rendimiento.

x- es la cantidad de sustancia nutritiva.

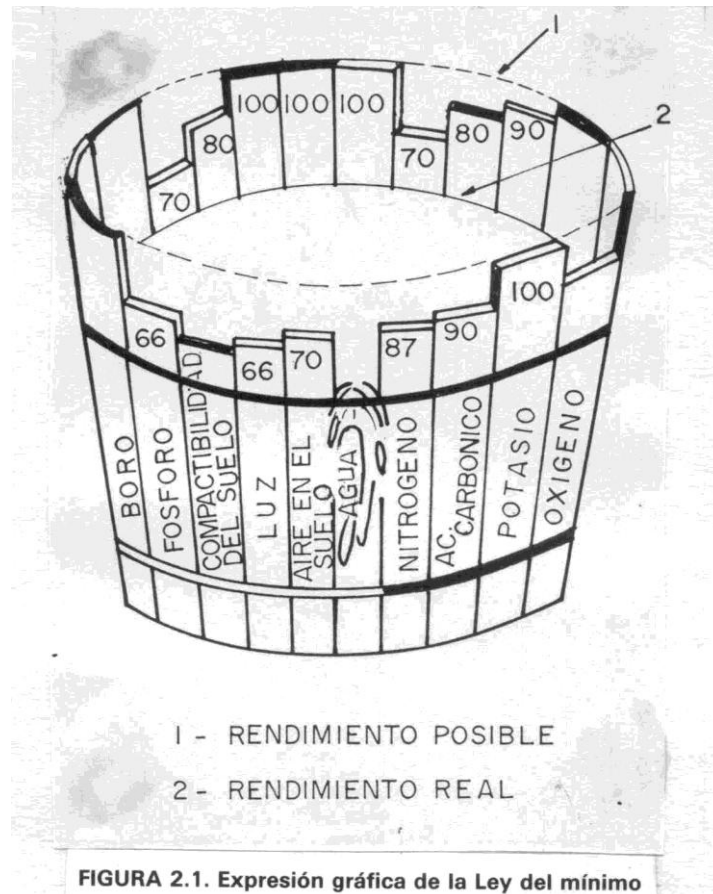
A- es el coeficiente de la proporcionalidad para el abono dado.

Sin embargo, posteriormente fue demostrado, que esta ley era más universal, que era válida para todos los factores de la vida de las plantas. Por eso se formuló del modo siguiente: el rendimiento de un cultivo se limita por el factor de su vida que está en un mínimo relativo. En la medida que se satisfacen las necesidades de la planta en ese factor, el rendimiento sigue aumentando hasta que sea limitado por el otro factor que entre en el mínimo relativo.

Es evidente que esta ley puede ser expresada en la forma de una curva, las curvas de la cual, significa distintos factores de la vida de las plantas (fig. 2.1).

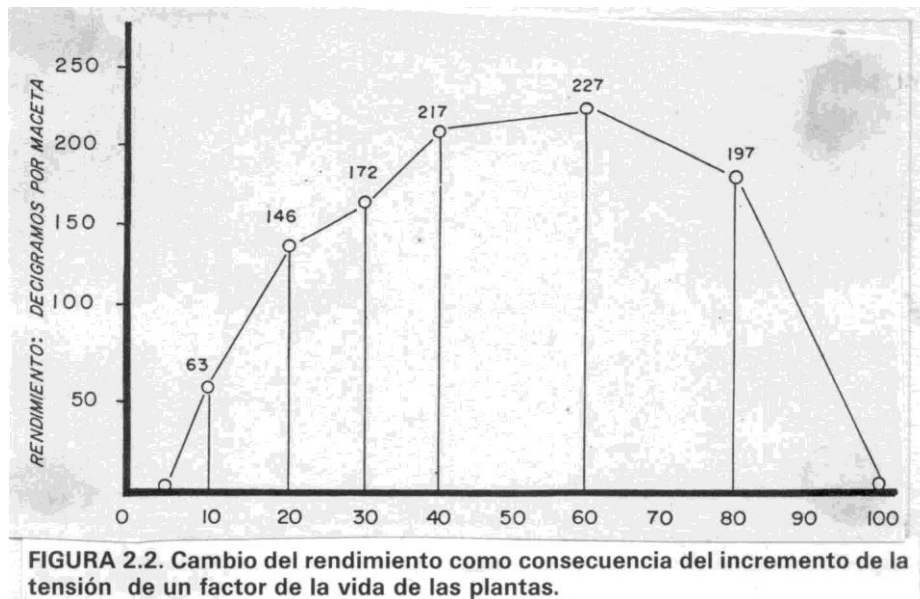
La altura de cada curva le corresponde al nivel del abastecimiento de las plantas con el factor dado, expresado en porcentaje. Con la línea punteada está señalado el rendimiento máximo (nivel máximo de agua), que lo podría constituir la especie y la variedad dada, si el abastecimiento con todos los factores fuera igual al 100%. La línea continua indica el

rendimiento real (nivel real del agua), que se obtiene en las condiciones del abastecimiento dado de las plantas con distintos factores y que se limita por la altura de la dula más baja. En la (fig. 2.1) se puede observar que el rendimiento está limitado por la deficiencia del agua. Se ve también con facilidad, que cuando las necesidades de las plantas en este factor se satisfagan, la compactibilidad del suelo se convertirá en el factor limitante.



Experimentos posteriores demostraron, que había deficiencia en los incrementos de la cosecha que provocaban las dosis iguales sucesivas de un factor. Así en un cultivo en macetas Guelriguel, citado por Vorobiov (1972) comparó la influencia de distintos niveles de la humedad del suelo en la cosecha de la parte aérea de la cebada. La cosecha más alta fue obtenida bajo las condiciones de 60% de la máxima capacidad retentiva. El suelo seco y en el saturado continuamente de agua el rendimiento fue igual a cero. (fig. 2.2).

Basándose en estos experimentos Saks, citado por Vorobiov (1972) formuló la ley del mínimo, óptimo y del exceso de un factor dado. Su idea consiste en que la máxima cosecha puede ser obtenida bajo la tensión óptima del factor, la disminución o sobre paso de este ocasiona la caída de la cosecha. Ello se puede comprobar observando la influencia de la temperatura. Cualquier proceso vital comienza en la planta con una temperatura mínima, evoluciona normalmente con la temperatura óptima y se hace más pausado y hasta cesa a medida que la temperatura sobre pasa el valor óptimo.



Hoy día, la ley del mínimo, óptimo y del exceso quiere decir que el rendimiento de un cultivo se limita por un factor de su vida que esté en el mínimo relativo y sigue aumentando a medida que éste se incrementa hasta que sea limitado por el otro factor que caiga en el mínimo relativo; el rendimiento mayor se obtiene con la presencia óptima del factor dado, la deficiencia o el exceso de éste provoca su disminución.

Ley de la acción conjunta de los factores de la vida de las plantas.

A finales del siglo pasado, con la incorporación de los experimentos multifactoriales, en las investigaciones agrícolas; se les brindó a los científicos una posibilidad extraordinaria de precisar, profundizar y ampliar muchas conclusiones que habían sacado de los experimentos monofactoriales empleados anteriormente.

Basados en muchos de dichos ensayos Libscher, citado por Timiriazev (1948) presentó una enmienda a la ley del mínimo, determinando que, "cuantos más factores están presentes de forma óptima tanto más productivamente utilizan las plantas el factor que se encuentra en el mínimo." Con ello se puso de manifiesto la interacción de los factores y la relación cierta del factor limitante con los demás.

Un paso nuevo del avance de la ciencia por el camino de la revelación de la acción conjunta de los factores de la vida de las plantas, fueron los trabajos del científico alemán E. A. Mitscherlich. Al analizar sistemáticamente los numerosos datos sobre la eficiencia de los fertilizantes, dicho autor expresó la ley de la acción de los factores del crecimiento por la ecuación siguiente $dy/dx = C(A - Y)$.

Donde: y - es el rendimiento esperado.

x - es la presencia del factor examinado.

A - es el rendimiento máximo, que varía dependiendo de la presencia de los demás factores.

C - es el coeficiente de la acción del factor examinado.

Después de integrar esta ecuación y determinar C bajo las condiciones de: $y=0$ y $x=0$, se obtiene:

$$Y = A(1 - e^{-Cx})$$

Donde: e - es la base del logaritmo natural.

Cada curva en la figura (fig. 2.3) se somete a esta fórmula. La serie de las curvas demuestra que con el incremento de cualquier otro factor (z) las curvas aparecen más altas y también aumenta el valor de A .

Ello se ve claramente, señala Mitscherlich (1948), que en el momento dado el rendimiento depende no sólo de un factor de la vida de las plantas (factor limitante según Liebig), sino, a la vez, de todos los demás factores.

Posteriormente, Mitscherlich incorporó en su formula el coeficiente de la depresión por el exceso del factor, por ejemplo, para las temperaturas muy altas:

$$Y=A(1-e^{-cx})e^{-kx^2}.$$

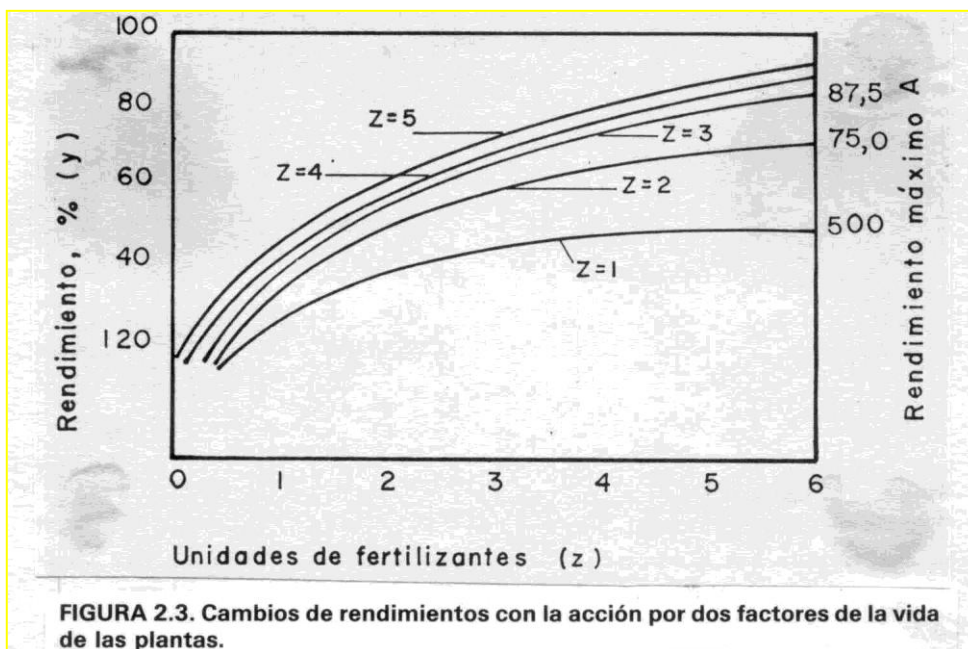
Donde: K es el coeficiente de la depresión.

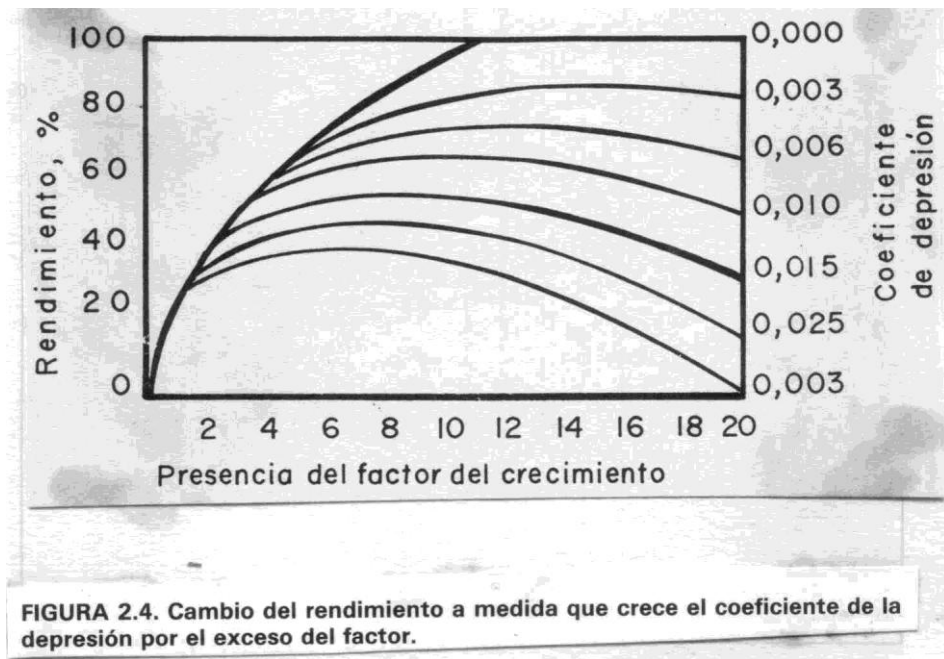
Tomando en consideración este coeficiente las curvas del cambio del rendimiento se transforman del modo indicado en la (fig. 2.4).

Que el principio de la acción simultánea de todos los factores de la vida de las plantas es correcto, fue confirmado por los experimentos de Seelchorst y Tukker con la avena y de Russell con los tomates, en las cuales vería la presencia de dos factores simultáneos: la humedad del suelo y la dosis de fertilizantes, así como por los ensayos de Lundehord sobre la influencia de la intensidad de la luz y de la concentración de CO_2 en la asimilación del ácido carbónico por las hojas de la remolacha azucarera.

Resultados análogos brindaron los ensayos de la estación experimental PA. Kostichev en La URSS en las cuales se estudio la acción comparativa de distintas humedades del suelo con y sin la aplicación de fertilizantes en el rendimiento del trigo. (fig. 2.5).

El desarrollo de la teoría de la acción conjunta de los factores de la vida de las plantas, dio un nuevo impulso a los ensayos trifactoriales. Analizando los resultados de uno de estos ensayos. William reveló que el aumento simultáneo y la proporción correcta de todos los factores cambiaban, principalmente, la curva del incremento de los rendimientos. En lugar de la influencia decreciente apareció el aumento del efecto de cada dosis siguiente de un factor dado.





Las conclusiones de esos ensayos y la experiencia práctica brindaron la posibilidad de descubrir la ley de la acción conjunta de los factores, que dice: que para obtener los rendimientos altos de las plantas cultivadas hace falta la presencia o el abastecimiento de todos los factores de su vida en relación óptima.

La acción conjunta de los factores de la vida de las plantas se manifiesta no sólo en el uso mejor de cada uno de ellos, sino también indirectamente, mediante la interrelación entre sí. Por ejemplo, los fertilizantes fosfóricos como tales no influyen en la cantidad de agua asimilable para la planta, sino disminuye su necesidad total, bajando el coeficiente de transpiración y contribuyendo a la maduración más rápida de la cosecha.

Las proporciones óptimas de la presencia de factores se determinan sobre la base de investigaciones científicas y de la experiencia práctica. Estas varían en el transcurso del desarrollo y crecimiento de las plantas igual que la complejidad de los factores dependiendo de las condiciones edáficas y meteorológicas. Son específicas para cada especie e incluso para cada variedad.

En un nivel dado del desarrollo de la ciencia y de las fuerzas productivas de la sociedad, la magnitud máxima del rendimiento es determinadas por las posibilidades biológicas de las plantas cultivadas, así como por la cantidad de luz solar suministrada y por su uso.

La ley de la acción conjunta de los factores no sustituye la ley del mínimo. La importancia de esta consiste en que el factor que cayó en el primer mínimo tiene una importancia decisiva en el incremento de los rendimientos. El arte de determinar en una situación concreta que factor está en el mínimo y el corregirlo le brinda al agricultor una oportunidad de aumentar las cosechas con los gastos mínimos.

Las bases de la ley de acción conjunta de los factores y la ley del mínimo la constituye la ley de insustituibilidad y la importancia por igual de los factores de la vida de las plantas. La interacción de los factores entre sí y las plantas, es capaz de modificar las necesidades cuantitativas de las mismas o causar un flujo adicional de un factor.

Por ejemplo el abonado fósforo-potásico influye positivamente en la regulación de la economía hídrica de la planta; la incorporación en el suelo del ácido silicio favorece la absorción más intensiva del ácido fosfórico. Sin embargo los fertilizantes no son capaces de hacer sobrevivir las plantas si les falta el agua, igual que el ácido silicio no influirá positivamente en la absorción del fósforo si el suelo no lo tiene. Esto quiere decir, que tanto la ley del mínimo como la de la

acción conjunta de los factores, presentan una consecuencia y concretización de la ley de insustituibilidad y la importancia por igual de los factores de la vida de las plantas.

También la fitotecnia científica emplea las leyes de la pedología y la agroquímica, en particular la ley de la devolución, descubierta por Liebig. Según esta el agricultor debe restituir al suelo las sustancias nutritivas extraídas del mismo por las plantas para restablecer su fertilidad. La violación de dicha ley causa la pérdida de la fertilidad, la caída de los rendimientos y el empeoramiento de la calidad de las cosechas.

Leyes de la agricultura como base del sistema de medidas fitotécnicas.

Después de haber analizado integralmente las leyes de la agricultura, se puede deducir que al plantearle la tarea de lograr los rendimientos más altos y de buena calidad, el agricultor debe tratar de concatenar los factores, tanto en el aspecto cualitativo como en el cuantitativo, que requieren las plantas en el transcurso de todas las fases de su crecimiento y desarrollo.

Generalmente el hombre no sabe manejar todas las condiciones de la vida de las plantas. Sin embargo, una gran parte de estas, esencialmente las condiciones pedológicas, son reguladas por distintas medidas fitotécnicas. Pero debe tenerse en cuenta que cada una de ellas sólo influye en alguno o algunos factores y no afecta o afecta muy débilmente en los demás. Por ello, es muy necesario emplear un sistema de medidas fitotécnicas que satisfaga todas las necesidades de las plantas en una manera económica.

Teniendo en cuenta la ley del mínimo, hay que emplear, en este sistema, medidas fitotécnicas en especial las que mejoren el factor que en ese momento este en el mínimo relativo, ejemplo, el abastecimiento de agua a las plantas, si sus recursos en el suelo no son suficientes, el mullido del terreno para airearlo, la aplicación de los elementos nutritivos que falten.

A la vez hay que tener en consideración otros factores que pueden estar en el mínimo cuando se satisfagan las necesidades de las plantas en el factor del primer mínimo – ejemplo la carencia de sustancias nutritivas después del riego - y prever medidas fitotécnicas capaces de regularlos.

El sistema de las medidas fitotécnicas constituye un medio eficaz en el manejo del desarrollo de las plantas, sólo cuando corresponda a las necesidades de las mismas, que varían a medida que estas pasan a distintas fases y periodos del desarrollo. Por las distintas condiciones edáficas y climáticas y por la diversidad de los cultivos, en distintas zonas del país estarán en el mínimo unos u otros factores de la vida de las plantas, a los cuales será menester corregir en el primer orden. Por eso, el sistema de medidas fitotécnicas debe ajustarse tomando en consideración las necesidades de las plantas y las condiciones concretas del medio. Para elaborar este sistema hay que prever tales medidas, las cuales permitirán, en las condiciones del campo dado, obtener el máximo rendimiento con alta calidad.

El sistema de medidas fitotécnicas será eficaz, solamente en el caso de que cada actividad se realice en la época y periodo mejor y con la calidad perfecta. El empleo prematuro o tardío de una medida fitotecnia baja mucho su eficiencia y muy a menudo pierde su objetivo. Una actividad fitotecnia mal realizada, por ejemplo, la profundidad inadecuada de una labor, la violación de las normas de siembra, la aplicación incorrecta de un fertilizante, herbicidas, fungicidas y pesticidas, no sólo pueden ser inútiles sino pueden provocar un daño irreparable.

En la sociedad socialista el sistema de medidas fitotécnicas debe asegurar la obtención de rendimientos altos y estables y a la vez crear bases sólidas para lograr rendimientos más elevados en el futuro, es decir, aumentar la productividad del suelo. Es por ello que al elaborar el sistema de medidas fitotécnicas, el ingeniero agrónomo debe tener en cuenta la ley de la devolución y de la regulación de intercambio de sustancias entre el hombre y el medio y también debe introducir en este sistema las medidas de corrección del suelo, tales como: el encalado de los suelos ácidos, mejoramiento de los suelos salinos y los hidromórficos, incorporación de materia orgánica.

En general, el sistema de medidas fitotécnicas no debe ser estático. A medida que la ciencia y la técnica se desarrollan, la fitotecnia va perfeccionándose. Las medidas nuevas elaboradas por las instituciones científicas y por la práctica más avanzada, deben introducirse con rapidez en la producción agrícola. Esto constituye una condición obligatoria del progreso permanente en la agricultura.

Capítulo 3.

Propagación de las plantas.

Introducción.

La propagación de las plantas tiene lugar a través de los fenómenos (Vía sexual y asexual de propagación) y mecanismos (Forma natural y artificial de disseminación de los elementos de propagación) en las especies vegetales en virtud de los cuales aseguran su presencia en cualquier lugar, región o parte del globo terráqueo en las que han de estar presentes.

La presencia de distintas especies vegetales en una región determinada, está asegurada por la reproducción de las mismas, bien a fin a ese medio o por adaptarse ha dicho medio por propia evolución, o debido a trabajos de mejora ejecutados en ellas por el hombre o por medidas fitotécnicas especiales realizadas a tal efecto.

Los factores que determinan el grado de la presencia de distintas especies de plantas en una región del globo terráqueo, fue estudiado por Harthey (1950). Este estudio lo realizó con las gramíneas (poaceas) y determinó la representación de las diferentes tribus de esta familia en regiones determinadas y comprobó que la temperatura y las lluvias eran los factores limitantes al grado de representación de cada tribu en las distintas regiones.

Para realizar este estudio agrupó las zonas del globo terráqueo en dos bandas: en una las que representaban temperaturas menores de 10⁰c y en otra las que estaban ubicadas en lugares con temperaturas mayores de 10⁰c quedando representadas esas líneas según Fig. 3.1a.

Por otro lado, para indicar el grado de representabilidad, distribuyo en distintos lugares geográficos las tribus que tenían número de especies equivalentes a la media agrostológica del lugar o por debajo de la media. Gráficamente señaló con círculos negros los lugares que representaban la media agrostológica y con círculos blancos los que no alcanzaban la media.

Como resultado de este estudio se presentan los datos de Harthey, en los cuales una tribu está limitada por la temperatura menor o mayor de 10⁰c y otra en que la lluvia es el factor más determinante.

La propagación de las plantas por el hombre es una de las ocupaciones básicas de la humanidad. La civilización está en gran parte sustentada sobre la habilidad del hombre para propagar y cultivar clases específicas de plantas, las que serán usadas con diferentes fines en dependencia de los intereses del hombre. Por lo que podemos definir la propagación de las plantas como “la reproducción o perpetuación de las plantas controladas por él para perpetuar individuos escogidos o grupos de plantas que tienen un valor específico para la sociedad”.

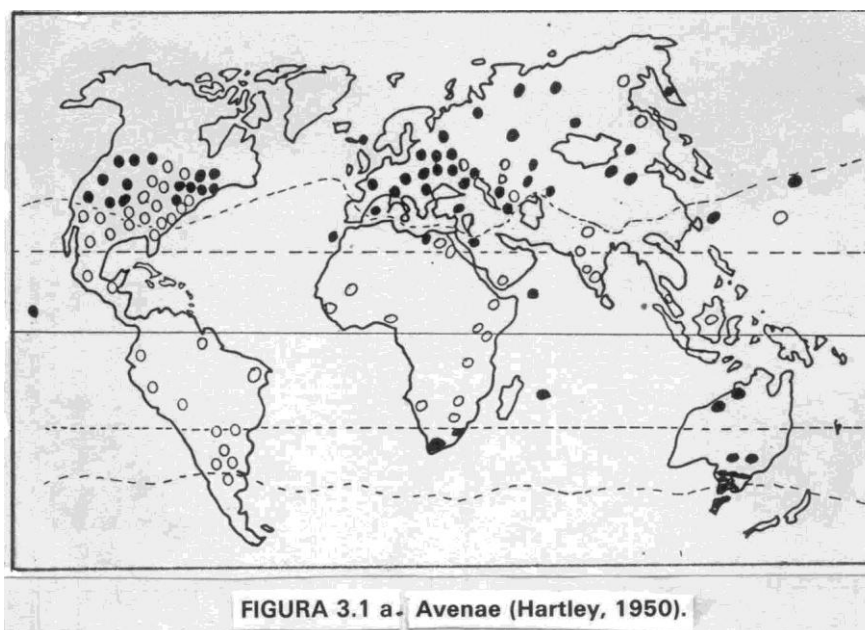


Fig. 3.1a Avenae (Hartley, 1950).

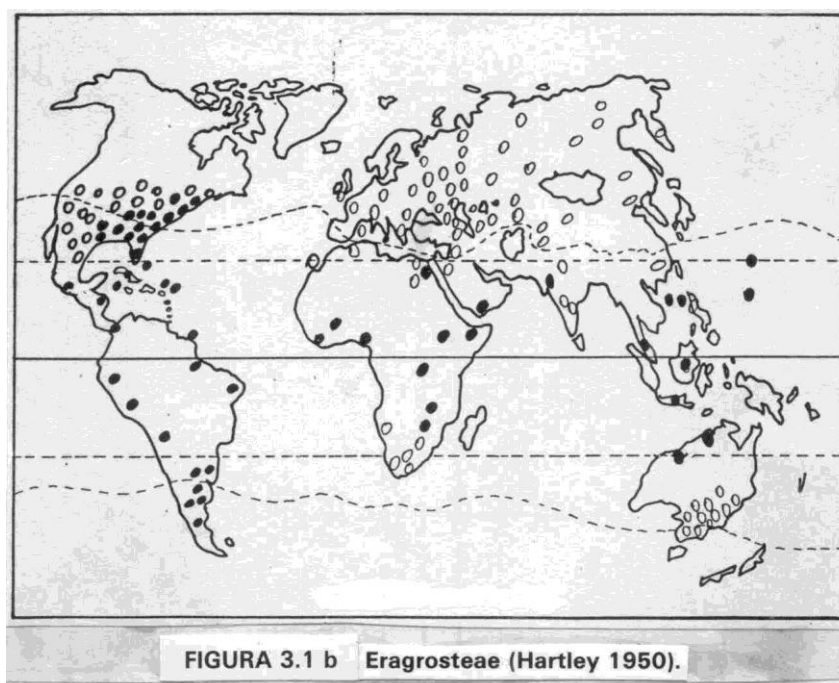
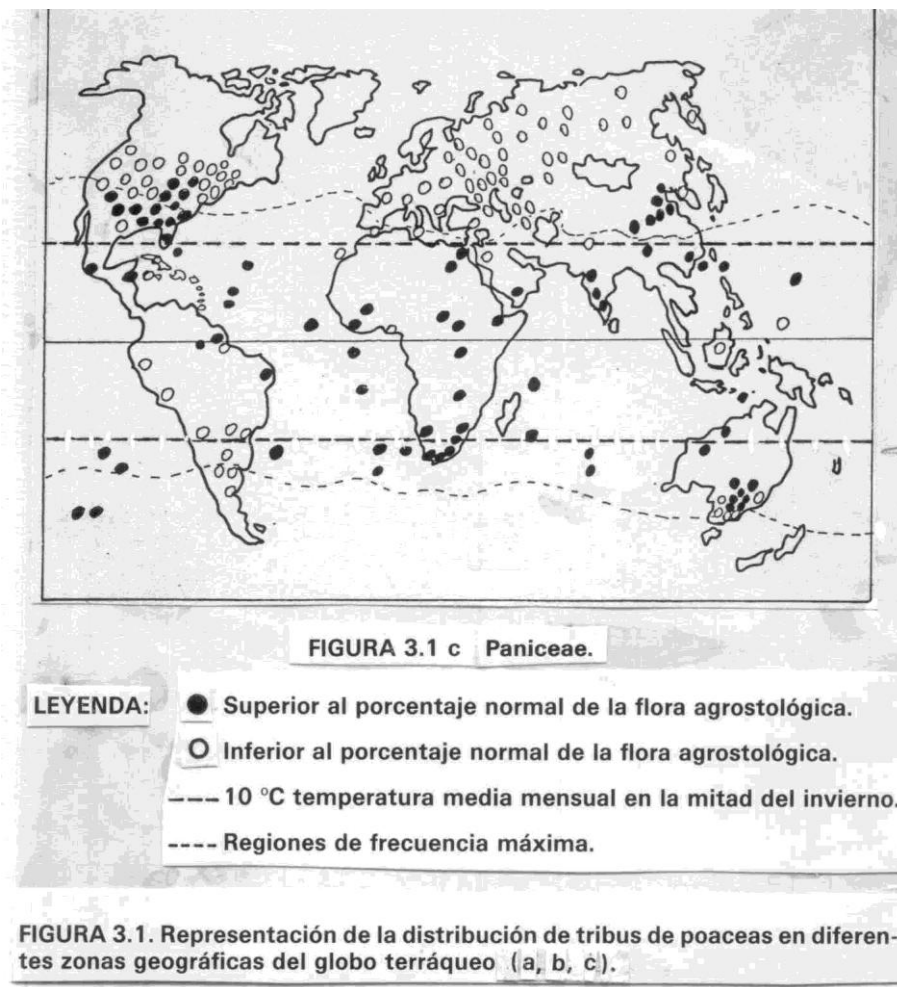


Fig. 3.1 b Eragrosteae (Hartley, 1950).



La mayoría de las plantas cultivadas son formas mejoradas que deben la continuidad de su existencia al hecho de que han sido propagadas en condiciones cuidadosamente controladas, la mayor parte de ellas desaparecerían o regresarían a formas menos deseables, si se les dejara reproducir sin control.

El estudio de la propagación de las plantas comprende tres aspectos diferentes. Estos pueden ser considerados como metas en cualquier estudio que se relacione con la propagación de las plantas; estos aspectos son:

1. Requiere conocimientos de las manipulaciones mecánicas y de las habilidades técnicas cuyo dominio requiere cierta cantidad de práctica y experiencia. Esto incluye prácticas tales como el injerto y la reproducción por estacas, a esto se le puede llamar el arte de la propagación.
2. Se requiere tener conocimientos de la estructura de las plantas. Esta información se adquiere trabajando con ellas y se complementa con la información obtenida en botánica, genética y fisiología, entre otras ciencias.
3. El conocimiento de las clases específicas de plantas y de los métodos particulares con los cuales esas plantas se pueden propagar.

El método a utilizar, en gran medida, debe adaptarse a los requerimientos de las clases de plantas que se desea propagar.

Estos tres aspectos enunciados son requisitos importantes para tener éxito en la propagación de las plantas.

Antes de continuar, el desarrollo de este capítulo, debemos dejar bien claro los siguientes términos:

Reproducción.

Es el conjunto de fenómenos que se efectúa en los seres vivos en virtud de los cuales es asegurada la perpetuación de las especies.

La reproducción en las plantas puede ser cuantitativa y cuantitativa-cualitativa. La reproducción cuantitativa es una multiplicación de un individuo a través de sus órganos vegetativos, en ella no se producen cambios en las cualidades de la nueva planta, es solo una multiplicación. Se efectúa en dicho fenómeno la mitosis, no se produce la meiosis.

La reproducción cuantitativa-cualitativa es la verdadera reproducción. Consiste en la propagación de las plantas, pero pueden aparecer individuos con diferentes cualidades a las de sus progenitores; tienen que ser progenitores de diferentes sexos o una planta con los dos sexos, pues en este tipo de reproducción interviene la meiosis.

Propagar.

Font Quer (1975) define la multiplicación como la acción o efecto de multiplicar o multiplicarse las plantas sin el concurso de los sexos; por tanto, equivale a reproducción asexual. La multiplicación propiamente dicha, asexual o vegetativa se ha calificado de cuantitativa, porque puede exaltar o disminuir los caracteres hereditarios, pero no transformarlos como la reproducción sexual, que por esta razón se ha llamado multiplicación cualitativa.

Formas de propagación.

Es el vehículo que poseen las semillas para diseminarse en el tiempo y en el espacio y con esto perpetuar la especie.

Estas pueden ser:

Natural. La propia naturaleza, sin la intervención del hombre, realiza la diseminación de las semillas mediante los agentes naturales: aire (anemocora), el agua (hidrocora) y los animales (zoócora).

Artificial. Esta se verifica mediante el concurso del hombre, constituyendo entonces la siembra y la plantación.

Elementos de propagación.

La propagación de las plantas se produce a través de órganos de la misma, estos órganos pueden ser semillas u órganos vegetativos especializados, denominados propágulos.

Hay plantas que pueden propagarse naturalmente por semillas solamente, como es el caso del maíz (*Zea mays* L.), por propágulo solamente, como es el caso de la pangola (*Digitaria decumbens* Stewt) y existen plantas que se pueden propagar a través de los dos elementos, como es el caso de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.).

Según Cañizares (1973), muchas especies del género agave y la casi totalidad de las del género *Fragaria* pueden reproducirse y multiplicarse concomitantemente.

En cuanto a la elección que hace el hombre para propagar una planta está, en primera instancia, determinada por su biología. Al elegir el órgano que es capaz de reproducir la planta lo hace basado en principios económicos. Así tenemos que en la producción de la caña de azúcar, el hombre escoge el propágulo estaca en vez de la semilla, pues con el uso de éste la producción se hace más económica.

El hombre, continuamente está en la búsqueda de variedades más productivas, para ello usa la vía genética y en este caso, la vía que tiene que usar es la gámica, es decir, el elemento que utiliza es la semilla.

También el hombre, buscando plantas que no sean susceptibles a plagas, emplea en la producción, los dos elementos de propagación para obtener un solo pie de planta, o sea, semilla y propágulo; así tenemos el caso del género citrus, que utiliza la planta denominada de injerto, en la cual usa patrón o sujeto de una especie e injerto u objeto de otra.

Vías de propagación. Concepto.

La propagación de las plantas se puede efectuar a través del elemento de propagación o semilla, esta vía es la gámica o sexual y por el elemento de propagación de órganos vegetativos especializados (propágulos), esta segunda vía es la agámica, asexual o vegetativa.

La vía gámica lleva su nombre atendiendo al origen del elemento de propagación, semilla, en la cual ha habido intervención de gametos masculinos y femeninos y la vía de propagación agámica al elemento de propagación, en la cual no ha habido intervención de gametos.

Por lo antes expuesto, en la vía gámica hay meiosis y mitosis y en la vía agámica solamente ocurre mitosis.

En las plantas vale establecer que existen dos formas de reproducción, la propiamente dicha, que es la de la vía gámica, o sea, donde se efectúa una propagación cuali-cuantitativa y la reproducción simplemente cuantitativa, o sea, que solamente ocurre multiplicación.

Vía gámica. Importancia y repercusión.

La vía gámica o sexual implica la unión de células sexuales masculinas y femeninas, la formación de semilla y la creación de nuevos individuos. La división celular que producen las células sexuales (meiosis) comprende la división reducción de los cromosomas, en el cual, el número de ellos queda reducido a la mitad. El número original de cromosoma es restaurado durante la fecundación, resultando nuevos individuos que contienen cromosomas del progenitor masculino y del progenitor femenino. En consecuencias, puede parecerse a alguno de los dos o a ninguno de sus progenitores, dependiendo de sus similitudes genéticas.

Entre la descendencia de una combinación de progenitores en particular, puede ocurrir una variación considerable.

Este fenómeno es de gran importancia, ya que debido a esta variabilidad genética, representada por los individuos surgidos, se obtienen muchos con características deseables en la agricultura, lográndose altas cosechas; también surgen individuos no deseables a los cuales se le practica una selección negativa (se desechan) debido a que han degenerado marcadamente; también pueden surgir individuos con características intermedias que pueden o no ser seleccionados.

Esta vía es muy importante en la obtención de nuevas variedades o cultivos en las cuales se busca mayor productividad y calidad del fruto, bien porque tengan mayor potencial productivo que sus progenitores, o bien porque concurren en ellos inmunidad o resistencia a plagas. Puede también señalarse la razón de obtener plantas con diferentes sensibilidades al fotoperiodismo.

Buscar mayor potencial productivo es una labor incesante del hombre, el cual al usar la genética, busca siempre seleccionar, dentro de la población, la de mayor producción de frutos con su mayor calidad. En cuanto a lograr resistencia a plagas, también constituye una lucha incesante del genetista, para obtener variedades resistentes a plagas que puedan surgir o desarrollarse en el cultivo.

Un ejemplo muy notorio en los trabajos realizados con vista a encontrar plantas que presentan resistencia a algún tipo de plaga, lo tenemos en el trabajo genético que se hizo en la caña de azúcar para obtener las variedades o cultivares resistentes al mosaico, el cual era muy común en las cañas nobles provenientes de *Saccharum officinarum* L. y al combinarse con otras especies se obtuvieron cultivares resistentes a esta plaga.

En Cuba se han obtenido plantas con mayor o menor grado de susceptibilidad al fotoperiodismo, como son los trabajos realizados en kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), en el cual se han logrado plantas denominadas de producción temprana, medias y tardías y plantas no sensibles al fotoperiodismo. En el primer caso tenemos la variedad Cuba 195, en

el segundo caso La Cuba 108 y en el tercer caso La Cuba 1087 y como insensible la variedad Cuba 961.

Semilla. Concepto. Partes que la forman.

Las semillas son una forma de supervivencia de las especies. Son el vehículo que sirve para que la vida embrionaria, renueve su desarrollo, aún años después de que sus progenitores han muerto y desaparecido. Constituyen los vehículos principales para propagar la nueva vida de un lugar a otro.

Podemos decir, que las semillas son el albergue de las planta en embrión, los futuros gérmenes de una nueva generación.

Para establecer el concepto de semilla nos remitimos a lo planteado por Font Quer (1975) y que textualmente dice:

En los antófitos, el embrión en estado de vida latente o amortiguada, acompañada o no de tejido nutricio y protegido por el episperma. La semilla procede del rudimento seminal, que experimenta profundas modificaciones después de fecundado el óvulo que en él se contiene; en las gimnospermas, las semilla se hayan al descubierto o protegidas por diversas piezas accesorias; pero en las angiospermas se encuentran encerradas en el fruto. Algunas semillas llamada por lo botánicos antiguos “desnudas”, son realmente frutos de pericarpio delgado, como los de las labiadas.

También podemos hacer referencia a lo que plantean Colman y Robbins (1961): que la semilla es el resultado de los cambios que experimenta el óvulo después de ser fecundado.

La semilla es el producto de la unión de gametos masculinos y femeninos y constituye el elemento de propagación de las plantas, es producto alimenticio para el hombre y los animales y también producto para la medicina.

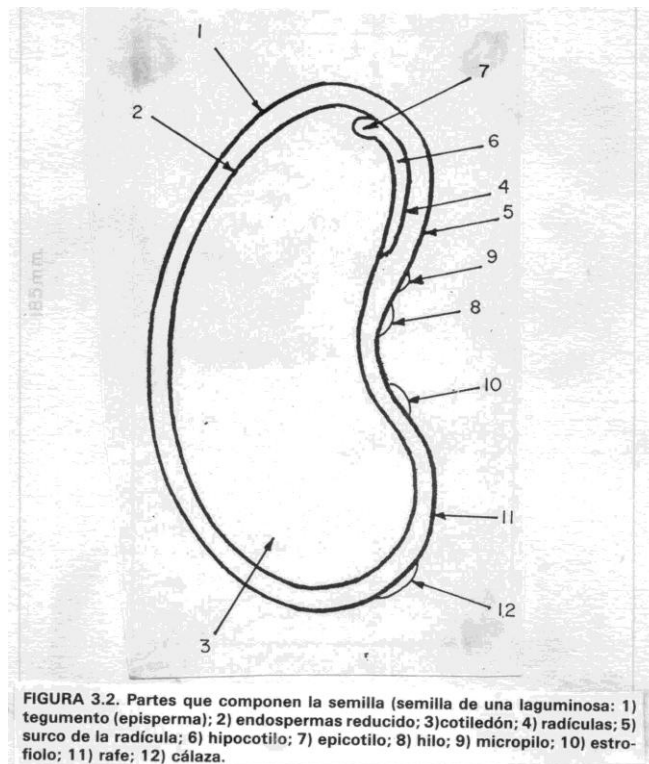
Nosotros consideramos erróneos algunos conceptos y definiciones que plantean sobre semillas algunos autores; uno de esos planteamientos, que no resulta todo lo correcto, es el de “semilla” es el “óvulo fecundado y maduro”; otro menos correcto es el de “óvulo fecundado, maduro y cubierto por el ovario”.

En el primer caso en vez de maduro, la palabra adecuada sería desarrollada como bien lo deja ver Font Quer (1975). En el segundo caso, el cual establece que es cubierto por el ovario, es incorrecto plantear esto, ya que sólo circunscribiría la semilla a las angiospermas.

Partes que componen la semilla.

La semilla está compuesta por tres partes fundamentales (considerándolas de afuera hacia dentro) que son:

1. Envoltura protectora o testa. Formada generalmente por dos membranas, pudiendo presentar diferentes consistencias y tonalidades, de acuerdo a las características de cada especie y variedad. Estas envolturas proporcionan protección mecánica al embrión, haciendo posible manejar las semillas sin dañarlas, pudiendo ser así almacenadas por periodo considerables de tiempo. También éstas pueden desempeñar un papel importante en el periodo de reposo de algunas semillas.
2. Tejidos de reserva. Son los cotiledones y el endospermo los cuales están constituidos por carbohidratos, proteínas y grasas minerales. Estos compuestos orgánicos son indispensables para el desarrollo de la planta a que ha de dar origen (embrión). Su naturaleza y las proporciones de cada uno de ellos difieren dentro de las muchas clases de semilla. En algunas de ellas, como el maíz, predomina el almidón. En las semillas de soya y girasol, el aceite o la grasa. Otras, tales como el chicharo y el frijol, son notables por su alto contenido de proteínas.
3. Pequeña planta (plántula). Plantita en estado incipiente, que resulta de la unión de los gametos masculinos y femeninos en la fecundación. Este será formado por: el eje hipocotílico radical con puntos de crecimiento en cada extremo, uno para la parte aérea o plúmula y otro para la raíz o radícula y una o más hojas seminales o cotiledones (fig.3.2)



El conocimiento de las distintas partes de la semilla es muy importante desde el punto de vista agronómico; así tenemos que las características de la cubierta nos indica si se trata de una semilla de testa dura o blanda. Cuando tenemos una semilla de testa dura, o sea, que ofrece dificultades a la penetración del agua es necesario, antes de sembrarla, someterla al proceso de escarificación, el cual puede ser por vía física o por vía química; como ejemplo de semillas de testa dura, tenemos la semilla de la guinea (*Panicum maximum* Jacq) y el kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides* Benth), entre otras. Un tratamiento con semillas de guinea, el cual fue usado en prácticas de la asignatura de Fitotecnia General en la Facultad de Agronomía de la UNAH, consistente en poner las semillas en agua, a 80-100°C y luego dejarlas hasta que se enfríen brindó los siguientes resultados: al ser sembradas en el mes de enero germinaron a los 7 días; mientras que las que no fueron tratadas demoraron treinta días en germinar.

En ganadería se usa como escarificador de semillas, quemar los potreros que tienen esta gramínea cuando presenta la inflorescencia con semillas maduras.

Desde el punto de vista botánico es importante conocer las características de la cubierta, ya que existen diferenciaciones de especies de plantas atendiendo a esta característica, por ello los cereales son carióspsides, porque el fruto y la semilla están unidos y soldados; en el caso de los aquenios, también están unidos pero no soldados, en otros casos como la bellota (*Ottoschulzia cubensis* Wr) las envolturas del fruto y de las semillas están separadas, pero la cubierta del fruto es indehisciente.

Un aspecto muy importante, es que, particularmente la semilla del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L), puede presentarse variedades que tengan, en su cubierta, predominio de tejidos esclerenquimatosos y esto le da un carácter culinario diferente, en el primer caso, estos frijoles demoran más en ablandarse. También es bueno señalar que, de acuerdo con el terreno, especialmente en su contenido de calcio y magnesio y en su pH, hace variar, en una misma variedad de frijol, las características antes señaladas. Así tenemos que en los

terrenos alcalinos con alta concentración de calcio y de magnesio el tejido de la cubierta se presenta más esclerenquimatoso que en los terrenos ácidos y con bajo contenido en calcio y magnesio. Esta característica es muy estudiada en la estación de leguminosas de Bulgaria, donde clasifican los distintos granos de frijol atendiendo a dicha característica.

El origen y las características de las sustancias de reserva también revisten gran interés en el campo agronómico e industrial.

Primeramente debemos mencionar que de acuerdo a las características químicas de las semillas son clasificadas industrialmente en semillas oleaginosas, proteicas y amiláceas. En el primer caso tenemos las semillas de soya (*Glycine max* (L), Merr), en el segundo el frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) y en el tercero el maíz (*Zea mays* L.).

Las características de estas sustancias tienen gran uso en el campo de la fitotecnia, así tenemos que las semillas oleaginosas son muy susceptibles de perder su poder germinativo cuando son almacenadas fuera de la vaina o capsula que la cubre y este almacén está en malas condiciones ambientales y también si son sembradas con poca humedad y estas condiciones perduran algún tiempo; esto se debe fundamentalmente al desdoblamiento de las grasas y al ataque de hongos y bacterias.

En el caso de las semillas proteicas, bajo las condiciones anteriormente expuestas, también tienden a perder su poder germinativo debido al ataque de hongos y bacterias. En cuanto a las semillas amiláceas, estas condiciones mencionadas actúan menos severamente que en los casos anteriores.

Por ello es que la semilla de maní (*Arachis hypogaea* L.) en condiciones ambientales debe mantenerse dentro de la cubierta del fruto (vainas) y extraerla de dicha cubierta momentos antes de sembrarla y no con mucho tiempo de antelación.

También, atendiendo a las características de las sustancias de reserva es definido el pesticida fundamental a emplear como protector de la semilla; así tenemos que en las semillas oleaginosas y proteicas no puede faltar un fungicida, sin embargo, en las amiláceas es fundamental el uso de un insecticida.

Cualidades de las semillas

Las cualidades de las semillas están representadas por sus características agronómicas: estas pueden ser externas e internas.

Características externas.

Forma. Las semillas tienen muchas formas; estas dependen de la variedad o especie de que se trate. Las formas más comunes son: la esférica en forma de lágrima, la ovoide y otras variaciones de la forma esferoidal.

Algunas semillas que tienen estas formas curvadas se aplanan o alargan o toman agradables formas de cinta. Otras veces están truncadas o esculpidas en algo de forma ruda e irregular. Pueden lucir prominentes apéndices, tales como alas, ganchos, espinas o sedosos cabellos.

Las variedades de forma que presentan las semillas nos permiten elegir convenientemente los órganos de la máquina sembradora en el momento de efectuar la siembra.

Tamaño. El tamaño de la semilla es variable, está en dependencia, al igual que la forma, de la variedad o especie de que se trate. Además, también depende del tamaño, de las condiciones ambientales en que se haya desarrollado la planta madre, donde haya o no desarrollado todo su vigor vegetativo, factor muy importante, por cuanto repercute en el tamaño de la semilla.

De acuerdo a su tamaño, la semilla podrá acumular mayor o menor energía, la cual determinaría decisivamente en su viabilidad.

El tamaño es una cualidad de suma importancia que debemos tener en cuenta, ya que nos permite determinar la profundidad a la cual debe ser colocada la semilla al ser sembrada.

Generalmente se toma el parámetro de cinco a ocho veces el diámetro medio de la semilla para la profundidad de siembra.

Reviste gran importancia el conocimiento del tamaño de la semilla y es de mucho uso agronómico, tanto para determinar la profundidad de siembra, como para elegir el tipo de máquina a utilizar para la siembra.

Toda vez que tenemos semillas grandes, medianas, pequeñas o finas y muy finas, como es el caso del aguacate en las semillas grandes, el frijol, el maíz, la calabaza, la soya, en las medianas, el arroz, el pepino en las pequeñas o finas y la cebolla en las muy finas, en el caso del tabaco, sumamente pequeña.

Existen máquinas para cada tipo de semilla atendiendo al tamaño y son denominadas de acuerdo al tamaño de la semilla, se tiene muy en cuenta el platillo distribuidor, existiendo el apropiado para cada tipo de semilla, su correcta selección es importante en la agricultura, si los orificios de este platillo son mayores que el tamaño de la semilla, la norma de entrega se ve afectada, en este caso aumentada y si es menor entonces la semilla no pasa al órgano sembrador en la cantidad prevista y se parte mucha semilla afectándose también la norma y la germinación de la semilla. De acuerdo al tamaño de la semilla, será el número de ellas que hay por unidad de masa o volumen, este dato se tiene en cuenta en las investigaciones de granos, maíz, frijol, soya, arroz, pues constituye un componente del rendimiento. Y así tenemos número de semillas por gramo, kilogramo, peso de 100 semillas o de un litro de semilla. Mientras más pequeña es la semilla, más precisión se exige en la máquina sembradora; la técnica de revestimiento de cada semilla será más eficiente a la hora de la siembra.

Color. El color de las semillas puede ir desde el blanco nieve hasta el blanco azabache. Pueden tener un solo color o una combinación de dos o más, esparcidos al azar. En rojos, color rosa, amarillos, verdes, púrpuras y los matices: marfil, tostado, café, azul acero y negro púrpura. Los colores pueden formar los diseños y normas que caractericen las especies y las variedades.

En ciertas ocasiones el color de las semillas refleja el tipo de sustancia que predomina, así tenemos en el maíz, que existen granos morados, granos amarillos, también existen granos blanco-amarillentos y blancos; en el primer caso (morado y amarillento) predomina la proteína y en el segundo grupo (blanco-amarillento y blanco) predominan los almidones.

Pureza física. Es el por ciento de semillas perfectamente formadas y desarrolladas contenidas en una muestra, incluyendo semillas partidas cuando la fracción alcanza un tamaño mayor que la mitad de la semilla entera y esta fragmentación no afecta al embrión de la misma. Con este análisis podrán conocerse las cantidades de semilla pura, semillas de hierbas, semillas de otros cultivos, materia inerte, e identificarse las diversas especies de semillas encontradas en el lote sometido a análisis. Teniendo en cuenta el grado en que las plantas indeseables afectan los cultivos y la economía, tendremos aquellas que se controlan fácilmente con prácticas culturales adecuadas y otro grupo que presentan dificultad para ser erradicadas de los suelos, o bien pueden afectar la pureza genética del cultivo, o servir de hospederos a plagas y enfermedades, o bien porque es difícil separar sus semillas durante la cosecha mecánica.

Esta cualidad es muy importante, entre otra cosa es componente del valor real o verdadero de la semilla. Para su determinación procedemos a recoger una muestra representativa del bulto o lote de semilla; la cantidad mínima para evaluar el lote, depende de la especie y así tenemos que para maíz o semillas iguales o mayores se recoge un kg; para semillas como la lenteja (*Ervum lens* L) y otras iguales o similares, la muestra debe tener 500g y para semillas como la lechuga (*Lactuca sativa* L), cebolla (*Allium cepa* L) y otras iguales o similares, la muestra debe tener 250g. De los valores antes mencionados no necesariamente hay que trabajar con esas cantidades, sino que de ellas se saca una muestra lo más representativa,

llamada muestra de trabajo y a ella se le hace la evaluación correspondiente. Esta muestra se pesa y este peso total se le denomina por P, luego se sacan todas las impurezas de la muestra y al peso de estas impurezas le llamamos q (se debe comparar el peso total con el peso de las semillas puras, para evitar posibles errores. También se puede determinar el porcentaje de cada impureza, sacada de la muestra de trabajo, para ello se divide el peso de cada una entre el peso total de la muestra de trabajo) y aplicando la siguiente fórmula obtenemos el PF.

$$PF = \frac{P - q}{P} \times 100$$

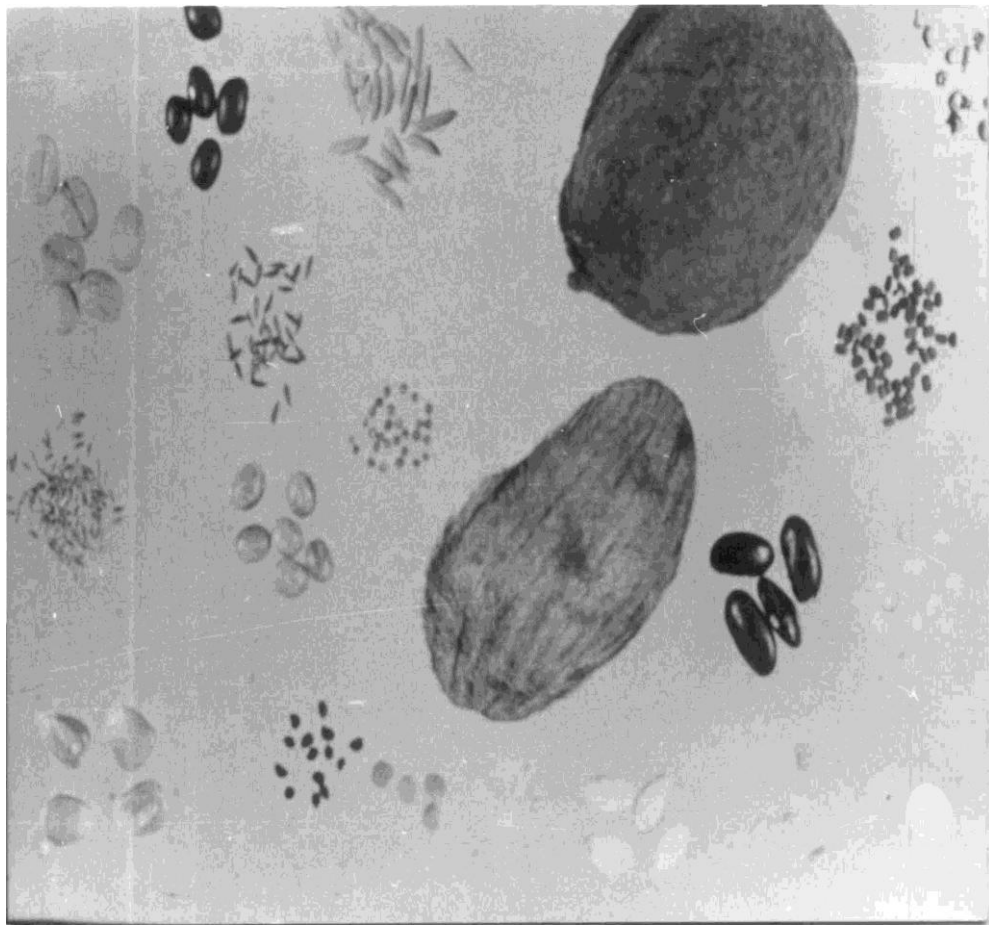


FIGURA 3.3. Distintos tipos de semillas.

Características internas

Pureza genética. Se entiende por pureza genética de una semilla al grado de homocigosis que la misma presenta y se estima por el porcentaje de segregaciones que experimenta al ser sembrada.

La pureza genética es una cualidad que hay que cuidar a toda costa en la producción de semillas pues si por razones de descuido o desconocimiento ocurre mezcla de semillas o combinación de genes o cruzamiento en un campo, esto trae fatales consecuencias.

Así tenemos, por ejemplo, si en un campo de arroz en el cual se sembró anteriormente una variedad de ciclo corto, sembramos una variedad de ciclo mediano y no hacemos las labores fitotécnicas adecuadas, traería como consecuencia, que puedan surgir plántulas de semillas de ambos tipos, esto produce grandes daños económicos, pues ambas están maduras en diferentes momentos.

En el caso, de las plantas alógamas es muy necesario cuidar la pureza genética, cuando vamos a producir semillas de las mismas, ello conlleva que la distancia de un campo de semilla de una variedad sea lo suficiente para que no ocurra la hibridación. En el caso del kenaf, Puentes (1955) determinó que la distancia mínima entre campos para evitar la hibridación entre variedades de esta especie, es de 200m una variedad de otra.

Humedad. El contenido de humedad influye en la retención de la viabilidad y la apariencia general de la semilla. Esta cualidad es de suma importancia para la cosecha de las semillas su almacenamiento y longevidad. En la cosecha de los granos, pues sí la humedad es alta más de 20% y la cosecha es mecanizada, la zaranda y otros órganos de la máquina pueden aplastar las semillas y ya esta pierde todo su valor, por el contrario sí es muy baja menos de 14%, los mencionados órganos pueden partir mucha semilla y de igual manera pierde su valor. Estando alrededor de un 18% para algunos granos la humedad de cosecha. Para el almacenamiento ocurre otro tanto, la semilla tiene que tener un por ciento de humedad el cual debe estar alrededor de un 12%, pues si es muy alto la semilla pierde rápidamente su poder germinativo y también ser afectada por hongo, sí es muy bajo también se afecta su germinación. En la producción de semillas esta cualidad interna tiene que ser atendida prioritariamente, de tal manera que la cosecha de algunos cultivos para semilla tiene que priorizarse la época de seca para su cosecha.

Poder germinativo o viabilidad. Se entiende por poder germinativo o viabilidad de la semilla, al número de semillas que germinan de una muestra (100 semillas), al ser colocadas en condiciones óptimas para este proceso. Es más acertado poner varias muestras de 100 semillas y promediar estos resultados. En ocasiones se dispone de poca semilla entonces se ponen a germinar cantidades múltiples de 100 ejemplo 50, 25, 10. Es indispensable conocer el poder germinativo de una semilla antes de sembrarla. Sembrar una semilla sin conocer su por ciento de germinación es un error grave.

En condiciones del municipio de Baracoa, provincia de Guantánamo se aplicó dos técnicas de manejo agroecológico en la germinación del cocotero, la primera consistió en estudiar el peso de la nuez y su grado de madurez y la frecuencia de riego y el entallado para la segunda técnica. Los resultados mostraron que al utilizar nueces con un peso entre 1 y 1,5kg y 12 meses de edad, tanto esta como la otra técnica; ambas resultaron altamente eficiente en la germinación.

También utilizando energía alternativa en la germinación de semillas de cítrico, se ha comprobado que al colocar grupos de semillas bajo una estructura piramidal orientada en sentido norte sur magnético de la tierra, a diferentes tiempos de exposición (24, 48, 72, 96 y 120 horas); midiéndose: capacidad, velocidad y homogeneidad de la germinación; los mejores resultados se obtuvieron en las semillas expuestas 24 horas en la pirámide con diferencia significativa con el testigo y los demás tratamientos. La energía radiónica no indujo adelanto en la germinación, sino que incremento el número de semillas germinadas con una velocidad superior trayendo consigo que a los 9 días de iniciada la germinación había un 93% de semilla germinadas, manteniendo un crecimiento homogéneo.

Energía germinativa o vitalidad. Es la propiedad que tiene la semilla de germinar en el tiempo más breve y vigorosamente.

Esta depende del poder germinativo (viabilidad) de la semilla, así como del grado de latencia que aún esté presente en la misma. También la energía germinativa de la semilla puede ser afectada por condiciones ambientales desfavorables.

Sobre la vitalidad de la semilla, Holman y Robbins (1961) afirman que es su capacidad para germinar y dar origen a plántulas capaces de convertirse en adultas. Los factores o condiciones que pueden afectar son, entre otros:

- a) Vigor de la planta madre.
- b) Condiciones ambientales a que están expuestas las semillas en su desarrollo (humedad, temperatura).
- c) Madurez de la semilla.
- d) Condiciones ambientales donde se almacenan.
- e) Edad de la semilla.

Cualidad general de la semilla

Valor real o agrícola. (Por ciento de semillas vivas en una muestra, representativa de un bulto o lote de semilla). El valor real o agrícola de la semilla sirve para determinar la verdadera viabilidad de la muestra de semilla o su representación. Consiste en determinar las pérdidas totales ocurridas en la muestra, tanto por pérdida de germinación, como por la presencia de impurezas que la misma pueda contener y referirlas a por ciento del peso total de la muestra.

El valor real se define como el por ciento en peso de semillas de un lote o bulto que normalmente germinan y terminan la fase de plántula.

De esto se desprende que valor real es la cantidad de semilla en peso, que germinan en una unidad de superficie, se refieren en quintales por caballería, lo correcto es usar el sistema métrico internacional, $t.ha^{-1}$; $Kg.ha^{-1}$; $g.m^{-2}$.

Se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$VA = (PG \times PF) / 100.$$

Donde: VA-valor real o agrícola.

PF-pureza física de la muestra.

PG-poder germinativo.

La determinación del poder real constituye un paso a realizar de forma insoslayable en la producción, pues si se cumple una norma de siembra sin antes determinar este valor, puede darse el caso de que no se tenga la población óptima propia de un determinado cultivo económico; como ejemplo podemos citar el siguiente: una norma de siembra de $18kg.ha^{-1}$ de semilla con un valor real de 100%, la población que se tiene corresponde a 18kg de semillas, sin embargo, si la norma es también de $18kg.ha^{-1}$, pero el valor real es de 70% sólo tendremos una población correspondiente a 12kg de semillas con valor agrícola de 70%.

Es muy común el caso de que en la etiqueta de identificación de la semilla aparezca un por ciento de germinación de 95 % y una pureza física de 100%, por lo tanto tendrá un valor agrícola de 95 %; pero, si esta semilla viene de un frigorífico en el cual no se controla temperatura y humedad relativa y es almacenada en condiciones ambientales por cierto tiempo, se produce el deterioro de la misma y el grado de deterioro estará en función del tipo de semilla. Si a este lote de semillas no se le determina el valor real, pues, aunque se cumpla la norma de siembra no se tendrá la población óptima.

A título de ejemplo, podemos señalar el siguiente caso y que corrección tenemos que realizar. Se tiene una norma de semilla de $10kg.ha^{-1}$, con un VA de 100%, la semilla que se va a sembrar se ha tenido almacenada en condiciones ambientales por cierto tiempo y al determinar el VA encontramos que es de 75%, en este caso tenemos que hacer la corrección siguiente a la norma, la cual se calcula por las siguiente operación Matemática.

$$\begin{array}{ll} 10kg-----100\% & X = 10 \times 100/75 \\ x-----75\% & \end{array}$$

$x = 13,3\text{kg}$ (se realiza una regla de tres inversa).

De no hacerse la determinación del VA y por lo tanto no hacerse la corrección a la norma, tendríamos que al no sembrar 3,3kg de semillas por encima de la norma original con un valor real de 75% dejaríamos de tener una población correspondiente ha:

$75 \times 3,3/100 = 2,47\text{kg}$ de semillas capaces de originar plántulas.

Periodo de reposo o latencia.

Es el estado de actividad reducida en que se encuentra la semilla debido a factores internos o externos que bloquean su germinación.

La falla en la germinación puede deberse a la ausencia de una o más de las condiciones ambientales requeridas: humedad, temperatura favorable, luz u oxígeno. A esto se le llama latencia externa, ocasionada por condiciones fuera de la semilla.

Ciertos aspectos de la semilla también pueden impedir la germinación aunque todos los factores externos sean favorables. Estos factores pueden ser:

- a) Condiciones existentes dentro del embrión (latencia embrionaria).
- b) Influencia de algunas cubiertas de la semilla sobre el embrión (latencia de las cubiertas de la semilla) que inhiben la absorción del agua, restringen el movimiento de los gases u oponen resistencia a la expansión del embrión.
- c) También puede ocurrir en algunos casos, una inhibición química provocada por sustancias específicas de alguna parte de la semilla o del fruto (latencia causada por un inhibidor).

El uso del termino latencia en su relación con las semillas está restringido por algunos técnicos de semilla a la falta de germinación causada, únicamente, por factores internos. En este sentido, una semilla latente es la que no germina debido a que una condición interna, de alguna parte de ella, impide su germinación, aunque los factores ambientales externos sean favorables (a esta condición a veces se le llama reposo). La necesidad de aplicar tratamientos pre germinativos específicos para inducir la germinación, tales como: escarificación, remojo de las semillas en agua, estratificación; o sí las condiciones ambientales exigidas por la germinación cambian con la edad de las semillas indican latencia interna.

El periodo de latencia es planteado por Holman y Robbins (1961), como la capacidad de germinar de las semillas inmediatamente después de madurar, aunque se les ponga en condiciones favorables para ello y con buena viabilidad.

La latencia o periodo de reposo se refiere al estado de actividad reducida de la planta o parte de ella, en la que no ocurre un crecimiento fácilmente perceptible y puede ser debido a efectos externos del medio o condiciones internas de la planta.

Los cambios que tienen lugar en las semillas y que hacen posible que la germinación se efectúe con prontitud, en condiciones normales de crecimiento son conocidos como post-maduración.

La latencia de las semillas tiene particular importancia debido a que contribuye a la supervivencia natural. En la naturaleza, uno de los efectos más importantes es el impedir la germinación inmediata después de la maduración, cuando con frecuencia las condiciones son adversas a la supervivencia de las plantas. El impedir la germinación prematura facilita la diseminación de las plantas, bien sea por medios naturales o por el hombre. Como resultado de ello, las especies pueden esparcirse a otras áreas de ambiente, tal vez más favorable.

Como el grado de latencia de las semillas puede variar entre los índices de un lote dado, la germinación dentro de una especie en particular puede tener lugar en un periodo de años, si se pierde las que germinan en cierto tiempo, se quedarán otras semillas para germinar en épocas posteriores, quizás más favorables.

En las plantas cultivadas, la latencia tiene ciertas desventajas, pero cierto grado de latencia es beneficioso en las semillas recién cosechadas ya que impiden la germinación prematura que puede ocurrir en la planta o en el campo de cosecha.

Madurez de la semilla. Madurez fisiológica y técnica.

Madurez fisiológica. Es cuando el embrión de la semilla está completamente desarrollado y puede comenzar su crecimiento, si las condiciones del medio (temperatura, humedad, luz y oxígeno) le son favorables, puede o no existir concordancia entre la madurez del fruto y la semilla.

Madurez técnica. Es aquella en que el embrión está completamente formado, sin que existan causas que impidan su germinación. Esto es importante para determinar la época de siembra de un cultivo.

Germinación. Factores que intervienen.

Germinación. La semilla, después de separada de la planta madre, permanece por cierto periodo de tiempo en un estado aparente de inactividad. En el proceso en el cual se reanuda la actividad de la semilla, transformándose el embrión en una nueva planta, se llama germinación. Esta nueva planta, en un periodo inicial, se alimenta a expensas de las sustancias almacenadas en sus tejidos, por carecer en esta etapa de la facultad de sintetizar su propio alimento.

La joven planta, durante el tiempo que se alimenta de su propia reserva, recibe el nombre de plántula, reservándose el calificativo de plúmula para la futura parte aérea y radícula para la parte subterránea.

En la germinación intervienen tres aspectos importantes:

1. La semilla debe ser viable, esto es, el embrión debe estar vivo y capaz de germinar.
2. La semilla debe ser puesta en condiciones ambientales favorables de: temperatura, humedad, luz y oxígeno.
3. Cuando las condiciones ambientales externas son favorables, deben superarse las condiciones internas que impidan la germinación (latencia).

Para superar esas condiciones a veces se hacen necesarios tratamientos pre germinativos (post-maduración).

El proceso de la germinación es una serie completa de cambios bioquímicos y fisiológicos que implican la iniciación del crecimiento y la movilización de los alimentos de reserva de la semilla para ser utilizados por el embrión en crecimiento.

A medida que avanza la germinación, se hace aparente la estructura de la plántula. El embrión consiste de un eje hipo cotilo-radicular que lleva una o más hojas cotiledonales. El punto de crecimiento de la raíz, la radícula, emerge de la porción inferior del eje hipocotílico-radicular. El punto de crecimiento del brote, la plúmula, se encuentra en el otro extremo del eje hipocotílico-radicular, encima de los cotiledones. El tallo de la plúmula se divide en dos secciones, la que se encuentra debajo de los cotiledones se llama hipocotileo y la sección que está encima de los cotiledones epicotileo.

El crecimiento inicial de las plántulas sigue dos formas:

- a) Germinación epigea: ocurre cuando el hipocotileo se alarga y levanta los cotiledones por encima de la tierra.(fig. 3.4)
- b) Germinación hipogea: En este caso la elongación del hipocotileo no levanta los cotiledones sobre el suelo y sólo emerge el epicotileo (fig. 3.5)



FIGURA 3.4. Germinación epigea en el frijo *Phaseolus vulgaris* L. Los cotiledones emergen fuera del suelo.

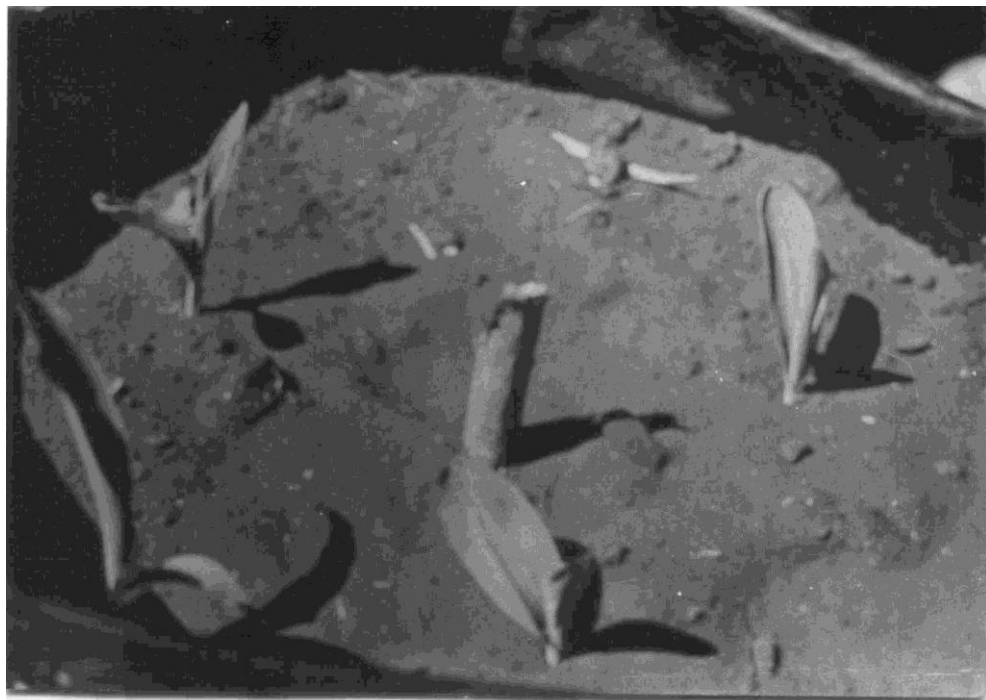


FIGURA 3.5. Germinación hipogea en el maíz (*Zea mays* L.) El cotiledón permanece bajo tierra.

En la germinación de la semilla influyen factores de carácter interno y externo. Nos ocuparemos esencialmente de estos últimos, entre los que figuran: la humedad, la temperatura, la luz y el intercambio de gases.

Para que una semilla germine es necesario que esta esté viable, es decir, el embrión debe estar vivo y capaz de germinar, por otra parte debe ser puesta en condiciones ambientales favorables y por último, debe superarse las condiciones internas que impidan la germinación, aún siendo favorables los primeros cuestión esta que se supera con tratamientos pregerminativos que pongan fin a la latencia de las semillas.

Humedad. La absorción de agua por la semilla es el primer paso en el proceso de germinación.

Existen dos factores de suma importancia que afectan la absorción del agua por las semillas y que son:

La naturaleza de las semillas y su cubierta.

La cantidad de agua disponible en el medio (Hartmann y Kester 1972). Estos autores plantean, que a medida que se ablanda la cubierta seminal y el protoplasma se hidrata, la semilla generalmente se hincha y rompe, algunas veces, su envoltura.

Binnal y et al (1970) señalan que el efecto de la temperatura sobre la germinación parece ser dependiente de la actividad del agua del medio. Según Vázquez (1981), las fluctuaciones de temperatura y humedad provocan en algunas semillas la hidrólisis de los polisacáridos y de otros compuestos de la cubierta, por parte de hongos y bacterias, reblandeciéndose la cubierta y permitiendo la penetración del agua.

Muchas semillas necesitan ser colocadas en un ambiente húmedo por un determinado periodo para que pueda tener lugar una germinación adecuada (Devlin 1975) indica que en algunas especies de semilla, cuando estas se dejan en remojo durante más de 20 horas, la respuesta a la germinación comienza a disminuir cuando éstas son tratadas con luz roja.

Para Bonner (1952), las semillas de muchas especies vegetales pueden conservarse en un estado inactivo después de recolectadas, sin más que mantenerlas secas, provocando la germinación cuando son colocadas en un medio húmedo adecuado.

De lo planteado por estos autores llegamos a la conclusión de que el agua es el factor fundamental con que se inician y activan los procesos bioquímicos en el interior de la semilla que conducen a la germinación de las mismas.

Temperatura. La temperatura es un factor decisivo en la germinación de las semillas, interactuando con el factor luz y humedad que aceleran los cambios bioquímicos del proceso germinativo.

La germinación se produce en la mayoría de los casos a altas temperaturas. Otras semillas requieren fluctuaciones de temperatura para su germinación. Las bajas temperaturas estimulan menos la germinación que la luz roja, pero esta estimulación puede ser invertida por la luz infrarroja, como sucede cuando a una semilla es tratada con luz roja y después con infrarroja (Vázquez 1981).

Devlin (1978) señala que muchas semillas necesitan un periodo de enfriamiento antes de que pueda tener lugar una germinación adecuada y una vez cumplida esa exigencia, la máxima eficacia en la germinación se produce alrededor de los 20°. En muchas semillas una alternancia de temperatura produce la germinación máxima, en tanto que en otras, la alternancia de temperatura, baja y alta, repetida varias veces, conduce a los mejores resultados.

Toole y Kearns (1968) plantean que la mayoría de las semillas germinan lentamente a bajas temperaturas, aunque en general su influencia varía con la especie.

Sobre este factor Bonner (1952) indica que cada especie vegetal posee una temperatura máxima, una mínima y una óptima para la germinación de sus semillas. A modo de ejemplo, la semilla de maíz no germina a temperaturas por debajo de 9,5° ni por encima de los 46°.

teniendo un óptimo en los 34⁰. El propio autor señala: “las diferentes especies no sólo varían mucho en cuanto a su óptimo sino también en cuanto a sus temperaturas máximas y mínimas de germinación” y continua señalando: “las bajas temperatura y una humedad también relativamente baja contribuyen muy particularmente a impedir que las semillas germinen, es decir, a incrementar el periodo vital en estado de reposo”.

Satake (1971) citado por Vázquez (1981), plantea que las bajas temperaturas pueden afectar las plantas en todos los estadios, retardando la germinación o inhibiéndola.

Muñoz (1975) en su trabajo: “germinación de las semillas de lechuga en condiciones de verano en Cuba” manifiesta que las variedades de lechuga que sus semillas, no germinan bien en condiciones de verano en el trópico, el tratamiento con bajas temperaturas de 7 a 14⁰ durante 48 y 72 horas puede mejorar, significativamente, su germinación.

Podemos concluir, que el factor temperatura es de suma importancia en la germinación de las semillas, existiendo una temperatura máxima, una mínima una óptima para cada especie.

Todas las semillas necesita una temperatura y humedad a propósito para la germinación, pero las necesidades exactas varían con las especies, teniendo los procesos tropicales una temperatura óptima más alta que las de zonas templadas. En este sentido, se han realizado una serie de investigaciones, como es el caso de Sprague (1949) citado por Whyte, Moir y Cooper (1964), el que anotó los efectos de temperaturas alternadas de 4.5⁰ a 12.8⁰C hasta de 29.4⁰ a 37.8⁰C, en la aparición de la plántula y primer desarrollo de varias especies pratenses. Incluso entre las especies de la misma región climática varían las tolerancias exactas de temperaturas.

Luz. Las semillas se clasifican en tres grupos según su respuesta a este factor: semillas que necesitan de luz para que germinen, un segundo grupo de éstas que necesitan oscuridad para que se efectúe el proceso germinativo y otras que son indiferentes, es decir, son capaces de germinar tanto en presencia de luz como de oscuridad..

Respecto a la germinación, las semillas varían considerablemente en cuanto a su respuesta a la luz. Unas tienen una necesidad absoluta para germinar, en otras la luz inhibe la germinación y en otras la germinación está relacionada con una respuesta foto periódica, es decir, con una alternancia de periodos de luz y oscuridad.

Devlin (1978) plantea que la estimulación de la germinación por efecto de la luz roja aumenta con el tiempo de exposición hasta 10 horas, en que se alcanza la saturación, pero si inmediatamente después se le aplica luz infrarroja, la germinación se inhibe, si posteriormente aplicamos de nuevo luz roja, nuevamente se estimula la germinación, el último tratamiento aplicado es el que determina la respuesta de la semilla.

Señala Toole (1959) que a temperaturas por encima de 25⁰ disminuye la sensibilidad de la germinación a los efectos de la luz roja y agrega “las condiciones de estimulación de la germinación originada por la luz roja pueden ser invertidas térmicamente, al igual que podrían ser invertidas por la luz infrarroja.

Vázquez (1981) plantea que las semillas fotosensibles, como las del tomate, pepino, germinan tanto bajo la luz como en la oscuridad. Las semillas fotosensibles, continúa diciendo el autor, dan diferentes respuestas a la luz con la variación del tiempo que estas hayan sido sumergidas en agua. Plantea además, que la luz roja estimula la germinación, la infrarroja la inhibe.

La acción prolongada de irradiación de luz roja cercana a la germinación de semillas de tomate y lechuga impedían la germinación. Este efecto inhibitor de dichas radiaciones era disminuido con el prolongamiento de los intervalos entre radiaciones sucesivas y con el incremento de la temperatura, Yaniv et al (1967) citado por Díaz (1976) expresa: “la luz no influye en la germinación de muchas clases de semillas, pero en otras, este fenómeno está controlado por la presencia o ausencia de ella”.

Cuando semillas de lechuga completamente humedecidas se conservan en la oscuridad completa a 19.9° muy pocas de ellas germinan.

Toole y kearns (1968) citado por Díaz (1976), plantea que la luz roja y ultrarroja presente en la luz solar y en la mayoría de las luces artificiales son las que más estimulan la germinación.

Al igual que los factores mencionados, la radiación solar es de vital importancia en la germinación de las semillas de algunas especies, mientras que en otras es menos importantes; ésta, está muy interrelacionada con el factor humedad y fundamentalmente con la temperatura. Se puede extraer como conclusión, que la radiación solar es más efectiva en el proceso germinativo, por lo que el conocimiento que debe poseer el ingeniero agrónomo y el agricultor de las exigencias de cada especie de semilla, es importante para aplicar las técnicas más adecuadas, con el objetivo de lograr un mayor porcentaje de germinación.

Oxígeno. El oxígeno es indispensable para la vida sobre el planeta, la semilla no es la excepción, también necesitan oxígeno, variando la exigencia en función de que la semilla se encuentre en estado de latencia o germinando.

Hartmann y Kester (1966) citado por Díaz (1976), expresan que toda semilla viable respira. En las semillas que no están germinando, la respiración es baja y necesita poco oxígeno. Durante la germinación, la respiración aumenta y se utiliza considerablemente más oxígeno. El efecto de una proporción reducida de oxígeno sobre la germinación puede retardar y hasta inhibir completamente la germinación.

Vázquez (1981) señala que los procesos respiratorios en las semillas son estimulados cuando esta se embebe en agua, porque el embrión está compuesto de células meristemáticas y deben tener acceso al oxígeno y a sustancias que incrementan la respiración. El mismo autor indica: la imbibición en agua y el alargamiento de las células no requiere oxígeno y es enteramente posible que la radícula atraviese la envoltura seminal aún en ausencia de oxígeno, mientras que en otras semillas el empuje de la radícula requiere la imbibición de agua, el alargamiento y la división celular. Puesto que la división celular incluye la síntesis de metabolitos celulares por procesos aerobios, el oxígeno si es requerido para la germinación de estas semillas.

De lo expresado anteriormente podemos llegar a la conclusión de que, para aquellas semillas que requieren oxígeno para germinar, es necesario garantizarles una adecuada relación aire-agua en el suelo, mediante una correcta preparación del mismo para la siembra.

Longevidad de la semilla.

El periodo de tiempo que puede permanecer una semilla almacenada sin perder su viabilidad (poder germinativo). La longevidad de una semilla la podemos clasificar en tres periodos:

Longevidad corta (microbióticas). Semillas de vida corta. Son aquellas que pierden con rapidez su viabilidad, que puede suceder en unos cuantos días, meses o a lo más, en 3 años.

Longevidad media (mezo bióticas). Son aquellas semillas que resultan viables por periodos de 3 o acaso hasta 15 años, dependiendo de las condiciones de almacenamiento. En esta categoría se incluyen la mayoría de las semillas comercialmente cultivadas de hortalizas, flores y granos.

Longevidad larga (macrobióticas). Se incluyen aquellas semillas que mantienen su viabilidad por un periodo largo, de unos 15 años o más. Generalmente estas semillas tienen dura su cubierta, lo que hace que sean impermeables al agua y los gases.

Esta clasificación es conveniente pero arbitraria. Se supone que nosotros conocemos las condiciones óptimas para preservar la viabilidad en muchas clases de semillas, lo cual no es

enteramente cierto, ya que actualmente se desconocen incluso, cuales son las condiciones óptimas para muchas clases de semillas económicamente importantes.

Se ha reportado que bajo las condiciones de las tumbas de los faraones se han encontrado semillas que permanecen viables durante miles de años.

Determinación de la calidad de la semilla.

Los factores de calidad de las semillas comprenden:

- a) pureza genética de la semilla.
- b) Semillas de otras especies.
- c) Semillas de especies nocivas.
- d) Semillas duras.
- e) Porcentaje de germinación.
- f) Materias inertes.
- g) Humedad de la semilla.
- h) Solubilidad de la semilla.
- i) Lugar de origen.
- j) Peso específico.

El propósito principal en el análisis de semilla, es discernir el valor de cada lote de muestra ensayada, de acuerdo con los factores de calidad. Para hacer un análisis que tenga éxito, se requieren facilidades adecuadas, personal entrenado, métodos o procedimientos uniformes y un programa de investigación que tienda al mejoramiento de los métodos y procedimientos.

En el desarrollo de métodos estándares para análisis será consideración primordial lograr métodos por los cuales se pueda obtener una información precisa y confiable. Esto es esencial si los resultados del análisis han de ser estudiados a la hora de la siembra.

La segunda consideración, es establecer métodos mediante los cuales se pueda obtener resultados uniformes.

Finalmente los métodos deben ser prácticos.

El grado de precisión, la uniformidad de los resultados y el número de muestras que pueden ser analizadas, están limitadas por el equipo y la cantidad de trabajo requeridos para hacer la prueba; el número de días que deben pasar para obtener los resultados; la clase de semilla y el grado de limpieza de las mismas.

Las reglas internacionales para el análisis de semillas, proporcionan métodos uniformes para la evaluación de la calidad de las semillas que se mueven en el comercio internacional. Medimos la calidad de la semilla mediante el análisis de una muestra representativa del lote. Con frecuencia esta muestra es pequeña en comparación con el lote en sí. Sin embargo, un análisis de esta pequeña muestra es confiable si la semilla estaba uniformemente mezclada y si la muestra se toma y se maneja en forma apropiada.

La semilla que se utilice para la siembra debe ser la de mejor calidad, tanto desde el punto de vista morfológico y fisiológico, como desde el patológico y el genético.

La obtención de semilla de alta calidad, requiere de tiempo, dinero y de conocimientos científico-técnicos.

En Cuba este renglón se desarrolla con rapidez tanto en estaciones experimentales (cultivos específicos) como en unidades de la Empresa de Semillas.

En un sistema de agricultura especializada, tal como lo reclama el actual incremento de las explotaciones agrícolas, se hace necesario que el agricultor tenga una correcta información sobre la calidad de la semilla que va a emplear. Por lo que debe conocer que las cualidades de una buena semilla son:

- Valor real o agrícola elevado: pureza y germinación.
- Que responda a la línea o variedad: pureza genética.
- De gran capacidad de rendimiento.

-Resistencia a plagas y enfermedades.

Adaptabilidad a las condiciones locales, a las técnicas agrícolas más avanzadas, siembra y cosecha mecanizada.

A la hora de considerar una semilla como apta para la reproducción, es necesario que la misma ofrezca la suficiente garantía en lo que se refiere a calidad y rendimiento, pilares básicos en la planificación de la producción agrícola.

Categorías de las semillas.

Como resultado de un arduo trabajo, se obtienen distintas categorías o clases de semillas que son mantenidas a diferentes niveles de pureza. De acuerdo a la asociación internacional para el mejoramiento de las cosechas, éstas pueden ser:

Semilla original. Es la semilla o material vegetativo propagado que descende de una selección de origen conocido y que se encuentra bajo control directo del genetista o, en ciertos casos, del fitotecnista o de un representante de la estación de mejoramiento de las cosechas. También se le conoce como semilla de fundación. Sirve de base para la obtención de semilla básica.

Los genetistas producen semilla de fundación en un lote de mejora de plantas en la cual puede haber otras líneas o variedades cercanas entre sí. Cuando esto es así y especialmente en las plantas alógamas, se trata de garantizar de que en un 100% se produzca la autofecundación; para ello se trabaja evitando que se abra la corola de la flor mediante el uso de goma.

Semilla básica. Es la semilla que se obtiene como resultado de la primera multiplicación de la semilla original. Esta debe ser manejada en tal forma, como para mantener lo más aproximadamente posible su identidad genética y pureza y que puede ser denominada o distribuida por la estación experimental. Su producción deberá ser cuidadosamente supervisada o aprobada por los representantes de la estación. La semilla básica, deberá ser la productora de todas las otras clases de semillas, registrada y certificada.

Semilla registrada. Se obtiene como descendencia directa de la semilla básica. Esta semilla, en su Obtención, necesita una inspección menos rigurosa que la semilla básica de la estación experimental que la creó, ya que la inspección la puede ejecutar cualquier personal capacitado al respecto, sin que tenga que ser necesariamente de la estación de origen. La semilla registrada puede producirse en distintas regiones del país y no en la región donde apareció originalmente. Esta clase de semilla debe ser de la calidad apropiada para la producción de semilla certificada. La cantidad que se produce de este tipo de semilla es mayor.

Semilla certificada. Se obtiene de la descendencia de la semilla básica o registrada que ha sido manejada de modo que mantenga su identidad genética y pureza satisfactorias y que haya sido aprobada y certificada por organismos competentes.

Podemos decir en este caso que se trata de la semilla de una variedad o línea, que cuando se someta al análisis de pureza cumpla los requisitos establecidos, es decir, elevado porcentaje de germinación, estar libre de plagas y enfermedades. Se obtiene en las granjas productoras de semillas por un personal calificado que evitara la mixtificación de ella con otras variedades. Esta semilla debe utilizarse en tres reproducciones sucesivas solamente.

En la producción de semilla básica y certificada hay que evitar a toda costa la polinización cruzada. Para ello se separan los lotes de semillas de distintas variedades a distancias previamente determinadas para evitar cruzamientos, bien por los insectos o por el viento. Puentes (1955) determinó que la distancia mínima necesaria en kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) para evitar cruzamiento era de 200m entre lotes de distintas variedades.

Hay casos en que la producción de semillas es de híbridos o sintéticos y la semilla original constituye la propia semilla certificada ya que si se hacen reproducciones esta pierde su vigor híbrido, como ejemplo tenemos el híbrido T-66 de maíz cubano.

La certificación de semillas es el sistema que se utiliza para mantener registros de genealogía, para las variedades cultivadas y para tener disponibles fuentes de semillas y materiales de propagación genéticamente puros para distribución general.

La certificación de semillas logra esto por medio de reinspecciones de los campos y semillas y por reglamentos para supervisar la producción, cosecha y limpieza de cada lote de semillas. Los distribuidores y los agricultores tienen, de esta forma, la seguridad de obtener semillas certificadas genéticamente puras.

Sin este sistema, las semillas de las variedades tienden a contaminarse, mezclarse y a perder su identidad.

La certificación de semillas es responsabilidad de los estados. Por medio de una legislación se da autoridad para llevar a cabo este servicio a una organización cuya responsabilidad para el trabajo, se define en la ley.

Los organismos de certificación trabajan en estrecha relación con las estaciones agrícolas experimentales, el servicio de extensión, los departamentos de agricultura estatales, los analistas de semillas y los funcionarios de control de semillas. Lo relativo a política y reglamento para la certificación generalmente se inicia por la acción conjunta de la estación experimental y el organismo de certificación. Los requisitos para aceptar la certificación de variedades son variables. Una razón para esto es que se debe tener muy en consideración la naturaleza del mejoramiento o selección involucrada en el desarrollo de la variedad. Los hábitos de reproducción que deben tenerse para mantener un comportamiento uniforme en las multiplicaciones sucesivas de las semillas. El método de mejoramiento determina con frecuencia la cantidad de pruebas necesarias para establecer el valor de una variedad.

Es además importante decidir si la variedad va a ser producida para uso dentro del estado o fuera del estado. Las semillas de cereales, oleaginosas y cultivos para fibras, se pueden producir en las zonas donde se desarrollan y utilizan más extensamente; para las semillas de algunos cultivos, especialmente forrajes, deben producirse en regiones a considerables distancias del lugar donde las variedades fueron mejoradas o donde vayan a usarse. Una vez que este aspecto se ha decidido se establecen los requisitos específicos para proteger las características originales de las variedades.

La efectividad del aislamiento para evitar contaminación en campos para semillas certificadas depende de la temperatura, humedad, barreras naturales, diferentes fechas de madurez, tamaño de los campos, cantidad de floración y del atractivo que las flores tengan para los insectos.

La semilla certificada se empaca en varias clases de recipientes, usando para cada uno de ellos el método apropiado para sellarse. Con frecuencia las semillas se reempacan en costales de tela. El hilo, con el que dichos sacos son cosidos o atados, se sellan con un sello metálico que no debe quitarse o usarse nuevamente. El sello es propiedad del organismo de certificación y su uso por cualquier otro es ilegal. El sello protege a cada saco para no ser abierto y evitar que la etiqueta oficial de certificación sea removida.

Vía agámica. Importancia y repercusión.

Vía agámica. La propagación agámica o asexual como se dijo anteriormente es aquella que se efectúa sin la intervención de sexos, efectuándose mediante diferentes órganos especializados de las plantas, tales como: raíces, ramas y hojas, llamados estos propágulos. Esto es posible en muchas plantas debido a que las partes vegetativas separadas tienen la capacidad de regenerar, bien sea un nuevo sistema radical, un nuevo sistema de ramas o ambos, o bien tiene capacidad para unirse con otra parte de la planta. Por ejemplo las estacas del tallo (partes de ramas que tienen cuando menos una yema) tienen la capacidad de formar raíces adventicias mientras que las yemas existentes reanudan su crecimiento. Las estacas de raíz regeneran un nuevo sistema de vástagos. Una púa (o una yema) puede formar una conexión vascular cuando se insertan en forma apropiada en otra planta.

La propagación asexual, no implica cambios en la constitución genética de la nueva planta (con excepción de algunos casos producidos por mutaciones) ya que no hay unión de gametos con la consiguiente recombinación de genes. Sólo están comprendidas las células somáticas o vegetativas y por lo mismo las nuevas plantas tienen el mismo contenido genético de las células de las plantas progenitoras, es decir, todas las características de la planta madre se presentan en la nueva planta.

Sin embargo, los factores ambientales, tales como el clima, tipo de suelo o ataque de enfermedades, pueden modificar la apariencia de la planta, de las flores o de los frutos producidos de modo que aparezcan diferentes aunque no hayan ocurrido cambios genéticos, ejemplo en un mismo campo, un árbol que crezca en una parte del suelo pobre no tendrá la apariencia exuberante y vigorosa de un árbol de la misma variedad que crezca en una porción fértil. En las regiones de poca lluvia, las plantas que se cultivan bajo riego pueden tener una apariencia diferente a las mismas plantas cultivadas sin riego suplementario.

La existencia misma de nuestras variedades valiosas de frutos, forestales, ornamentales, que se cultivan por sus flores vistosas y perfumadas o de ciertas especies tuberosas como la papa y el boniato, depende del hecho de que puedan ser y son propagadas asexualmente. Muchas de estas plantas son altamente heterocigóticas y al multiplicarse por semillas no producen con exactitud el tipo de que proceden. Si por alguna razón el hombre ya no pudiera propagar por métodos asexuales estas variedades con sus valiosas características de planta, flor o fruto, estas se perderían tan pronto como muriera la planta original. Las variedades se perderían para siempre, porque sembrando semillas tomadas de los frutos no producirían la misma variedad deseada.

Muchas plantas se pueden propagar por vía sexual y asexual en determinadas zonas geográficas y no se pueden reproducir sexualmente en otras zonas geográficas distintas del planeta. Esto ocurre en las plantas foto periódicas; así de esta manera tenemos las plantas cuyo punto crítico de floración es de 16 horas o más, estas no se pueden reproducir sexualmente bajo las condiciones de Cuba, ya que en nuestro país la duración máxima del día solar es de menos de 15 horas. En estos casos la única vía de propagación de estos tipos de plantas es la vía asexual.

Propágulos y sus características. Tipos.

Al definir el propágulo debemos referirnos a lo planteado por Font Quer (1975) que lo define de la siguiente forma: "En términos generales, todo lo que sirve para propagar o multiplicar vegetativamente la planta."

Tocante a las plantas superiores, estolón, o más concretamente, en el sentir de Colmeiro y de Acosta; ramitas, "semejantes a los latiguillos, terminados como en la hierba puntera (semper vivum) por una roseta de hoja capaz de constituir otra planta que se propaga como la primera".

En los biofitos, fragmento de tejidos constituido por pocas células que, en algunos grupos tienen formas características, situados en los bordes foliares, o en las asilas de las hojas, en los extremos de las ramitas y del tallito y que desprendido y caído al suelo, si las condiciones son favorables, se desarrollan y constituyen el gametofito. Los corpúsculos son originados por vía agámica mediante gemación, de forma estrellada y que en número de cientos o miles engendra la *Atichia glomerulosa* (endomicetal). Estos propágulos son diseminados por el viento y la lluvia y forman nuevos cojinetes si el sustrato es favorable. En diversas algas, brotes o ramitas rudimentarias, formado por dos o más células. La inferior sirve de pedículo (aplicase a cualquier soporte en forma de cabilla o radillo, que no sea pedúnculo, pedicelo o pecíolo) y se rompe en un momento determinado, dejando libre el resto del propágulo, que sirve como elemento asexual de reproducción.

Pérez et al; (1998) hablan sobre la semilla artificial, se refieren a dos clases la semilla sintética deshidratada y la semilla sintética hidratada, gracias a la posibilidad de regenerar plantas a partir de embriones recubiertos por un endospermo artificial. En cuanto al concepto de semilla artificial, señalan que la preparación de una cápsula no es más que el revestimiento de un material de cultivo, órgano o porción de tejido, el cual puede crecer y convertirse en una planta completa, nutriéndose de una lámina artificial. Esta lámina artificial está formada por una lámina externa que fortalece y protege la semilla (tegumento) y una lámina interna que se forma por capsulación y que contiene los nutrientes requeridos por el embrión para su desarrollo y fitohormonas para el control de la germinación (endospermo). Se reconocen dos grupos de semillas artificiales: las hidratadas y las deshidratadas. Las primeras consisten en embriones somáticos encapsulados individualmente en un hidrogel, como el alginato de calcio, efectuado en alfalfa, o embriones somáticos contenidos en un gel fluido, realizado en zanahoria.

Los elementos de propagación agámica o propágulos son muchos y de características variadas, dependiendo estas del material y especies utilizadas como medio de propagación; estos pueden ser de dos tipos: naturales y artificiales.

Naturales son aquellas que en condiciones normales sirven para propagar la especie, sin intervención del hombre, como es el caso de los estolones y rizomas, es el caso especial de los bulbillos y el henequén (*Agave furcroydes* Lemaire).

Artificiales, son aquellas en las cuales el hombre interviene en la propagación, como es el caso de la estaca y el acodo o margullo.

	Estolón.
	Rizoma (simple, o compuesto (tubérculo caulinar)
	Cormo
	Bulbilo
	Bulbillo
Natural	Macolla
	Bulbo
	Sierpe
	Estaca
	Injerto
Artificial	Acodo o margullo.

Estolón. Con el nombre de estolón se conoce una rama anual que nace en la base del tallo de una planta herbácea, la cual puede ser rastrera. En el primer caso es foliada, en el segundo escamoso. Es generalmente larga y delgada y durante el periodo de su crecimiento va emitiendo nudosidades a tramo, las que a su vez emiten raíces y brotes foliáceos, con lo cual va multiplicando la planta de que procede. Esos nudos ya enraizados y coronados por brotes cargados de hojas están en condiciones de hacer vida independiente, por lo que pueden ser separados para constituir nuevas plantas iguales a las de su procedencia. Gran número de especies, muchas del género *Fragaria* como la fresa (*Fragaria* sp) entre los frutales, son plantas estoloníferas. A los estolones epigeos también se les llama latiguillos. Hartmann y Kester (1972), define al estolón como un brote aéreo que se pone en contacto con el suelo y echa raíces. Puede ser un tallo postrado o rastrero que crece horizontalmente de la corona como en el *Camus stolonifera* o de algunos zacates, ejemplo la pangola (*Digitaria decumbes* Stewt). (fig. 3.6). O puede ser una rama que crece hacia arriba durante cierto tiempo y luego desciende al suelo, como en los acodos de punta de la zarzamora y de la frambuesa negra.

Una rama enraizada en esta forma simplemente se corta de la planta progenitora y se trasplanta al lugar deseado.

Mientras que Font Quer (1975), plantea que el estolón es un brote lateral, más o menos delgado, a menudo muy largo, que nace de la base de los tallos, tanto si se arrastra por la superficie del suelo como si se desarrolla debajo de el y que enraizado y muriendo en las porciones intermedias, engendra nuevos individuos y propaga vegetativamente la planta.

El fresal produce estolones epigeos; la menta piperita los da subterráneos. En uno y otro caso, la planta se llama estolonífera.

Cuando las plantas que se propagan por estolones proceden de climas templados, generalmente después de varias generaciones en clima tropical dan muestras de debilitamiento como es el caso de la fresa; pero, como es el único medio económico de propagarlas, ya que su fácil manipulación permite garantizar el control de la pureza de la forma, de la salud de las plantas, así como una buena selección y además prodigarles las mejores atenciones, culturales no queda otra alternativa.



FIGURA 3.6. Estolones de pangola (*Digitaria decumbens* Sten).

Los estolones, como material de propagación, ofrecen la ventaja de su gran resistencia física. Los de fresa, por ejemplo, embalándolos bien después de podarles sus raíces y suprimidas las hojas, pueden vivir hasta dos meses.

Dentro de los pastos existen especies que tienen las características que al alargarse los brotes vegetativos puede ocurrir que en vez de crecer erectos, se arrastren al nivel del suelo y formen estolones, produciendo en los nudos, raíces e hijuelos laterales, que han de crecer erectos por poco tiempo y que se desarrollan después en forma de estolones. Son especies típicas estoloníferas La *Agrostis stolonífera* L; *Phleum nodosum* L. y *Poa trivialis* L. en las regiones de clima frío, el pasto búfalo (*Buchloe dactyloides* Wut), Engelman y el mezquite rizado (*Hilaria belangeri*) entre las hierbas de pastizal, La *Xonopus compressus* (SW) y Beaur y La *Chloris gayana* Kunth, en las regiones tropicales. Este hábito de crecimiento no solo hace que todos los puntos axilares de crecimiento y muchos de los apicales estén por debajo del nivel de defoliación, sino que supone también un método eficaz de propagación vegetativa y de exploración del suelo para la extracción de agua y elementos nutritivos. Aún después de un pastoreo intenso se ha de conservar una cantidad considerable de tejido para que sea capaz de realizar la fotosíntesis y un buen número de puntos de crecimiento.

En los pastizales, las especies estoloníferas, como el pasto pangola (*Digitaria decumbens* Stewt) aumenta con el pastoreo intenso, o sea, rebrota, en contra posición a lo que ocurre con las hierbas erguidas, mientras que las especies estoloníferas de clima templado son clásicas de las praderas pastadas con moderación.

Las plantas estoloníferas, de tallo aéreo constituyen excelentes pastos, ya que al tener los puntos de crecimiento al nivel del suelo y además, aéreos, por un lado, al ser pastados estos puntos escapan del alcance de la lengua de la vaca o de la segadora y por otro, como fotosintetizan, se restablece el pasto nuevamente después de ser pastado o cortado.

Rizoma. Font Quer (1975) define al rizoma como “metamorfosis caulinar debido a la adaptación a la vida subterránea, o dicho de manera más simple, tallo subterráneo”.

Por lo que al ser un tallo subterráneo carece de hojas capaces de asimilar y transpirar, presentando en su lugar cata filos, que en la mayoría de las veces tiene forma de escamas

membranosas. Tanto el tallo como sus cata filos no fotosintetizan y por lo tanto para su crecimiento depende completamente de la parte aérea.

El rizoma, posee yemas y echa vástagos folíferos y floríferos, suele producir también raíces. Por su condición mecánica de sostener a la planta, por su falta de hojas y de clorofila, por su vida hipogea, podría confundirse con la raíz, pero a su vez difiere de ella por su cata filos y sus yemas y principalmente, por su estructura, que es caulinar y no radical.

Atendiendo a su forma, los rizomas pueden ser definidos o determinados, cuando su yema terminal sale de la tierra y se desarrolla en el aire, para formar la planta, mientras que las partes subterráneas se alargan por el desarrollo de sus yemas laterales, como es el caso de la caña de azúcar (*Saccharum* sp); o indefinido o indeterminado, cuando la yema terminal se desarrolla en alargamiento indefinidamente por vía subterránea, siendo los brotes secundarios nacidos en las yemas laterales, los que se desarrollan en el aire, tal es el caso de la hierba Don Carlos o cañuela (*Sorghum halepense* Per.) (fig. 3.7).

Un rizoma depende de la fotosíntesis que tiene lugar en las hojas para la continuación del crecimiento de su tallo subterráneo, para el almacenamiento de nutrientes en los rizomas carnosos durante el invierno o periodo seco y para la producción de una buena yema florífera

En consecuencia, el follaje no deberá ser removido después de la floración, pues se inhibirá el crecimiento y el desarrollo de las flores futuras.



FIGURA 3.7. Rizoma de tipo indefinido en la poacea Don Carlos (*Sorghum halepense* Pers).

Caracteriza a los rizomas el hecho de que mientras se alargan en su proceso de crecimiento hacia un lado, se van muriendo del otro, desapareciendo su parte vieja. Podemos decir que la planta, tiende a trasladarse de lugar, como sucede con el plátano (*Musa* sp), que presenta un rizoma vertical que recibe el nombre de cormo.

Los rizomas, para ser utilizados en la propagación, se arrancan cuando las plantas hayan terminado su ciclo vegetativo, ya que poco después de este momento se iniciará, de nuevo, el siguiente ciclo. Estos rizomas se arrancarán cuidadosamente y se dividirán en trozos provistos de yemas, aprovechando con preferencia aquellos más jóvenes y mejor formados, desechando los viejos y agotados. Tales trozos, si se quiere, se pueden almacenar en un sitio fresco, pero no muy ventilado, donde podrán permanecer por varias semanas, o bien se pueden sembrar seguidamente. En ambos casos las yemas se desarrollarán y producirán plantas vigorosas. Cuando se trate de rizomas definidos se tomarán yemas terminales, no así cuando sean indefinidos, ya que entonces se tomarán yemas secundarias o laterales.

Una planta, de gran valor comercial, que se propaga por rizomas definidos en forma de hijuelos o retoños del pie, es el plátano, de la cual varias especies de infinidad de clones se cultivan en todas las zonas tropicales del mundo. Los hijuelos no son más que las yemas brotadas en su primera fase de crecimiento. Cuando el “cormo madre” es fuerte, saludable, dará vástagos vigorosos y sin hojas, los cuales se llaman “pelones” o “puyones”. Por el contrario, si es débil y enfermizo dará retoños delgados, de aspecto raquítico y poblado de hojas, a los cuales se le llama “barbudos” u “orejones”. Estos últimos no se deben usar.

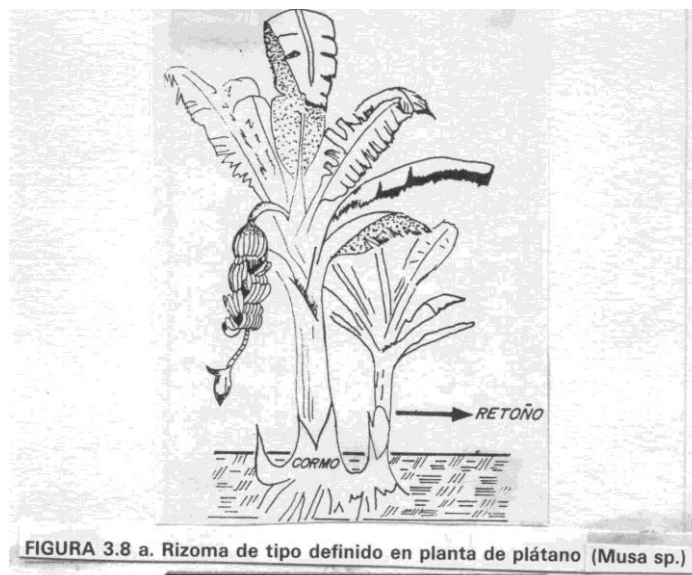


FIGURA 3.8 a. Rizoma de tipo definido en planta de plátano (*Musa* sp.)



FIGURA 3.8 b. Rizoma de tipo definido en planta de caña de azúcar (*saccharum* sp.)

Generalmente el corno de plátano se usa entero como elemento de propagación y previamente se utiliza en el, el mondado como vía de protección, aspecto que será tratado posteriormente.

En muchas especies de pasto podemos observar que, al alargarse, los tallos vegetativos pueden crecer horizontalmente bajo el suelo y formar rizomas. La *Agropyron*, (L) Beaur, bromas inermes Leyss, Zerna inermes Leyss y *Poa pratenses* L., son ejemplos de especies rizomatosas de las regiones templadas y el *Andropogom halli* Hack y las gramas occidentales (*Agrophyron smithie* Rydb) en los pastizales y la hierba elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) en los trópicos. Las especies tropicales (*Acroceras magrum*, L., *Cynodon dactylon* (L) Pers y *Pennisetum clandestinum* Hochst, tienen la característica de presentar rizomas, pero además, han de observarse en ellas la existencia de estolones.

Aunque el rizoma presenta un hábito de crecimiento que sirve para la propagación vegetativa y para la exploración de nuevas capas o zonas del suelo tiene, además, otros dos importantes efectos; permite el almacenamiento de hidratos de carbono en los rizomas y hace que algunos puntos vegetativos queden bajo tierra donde están más eficazmente protegidos contra las heladas, la sequía o la quema. Un aspecto negativo que presentan es que al quedar los puntos de crecimiento debajo de la tierra, tienen un proceso respiratorio más pronunciado que las raíces, por lo tanto, si en el terreno en que ellos se desarrollan

permanece un largo tiempo sobresaturado de humedad, este tipo de vegetación desaparece.

Existen especies que además de tener estolones o rizomas, van a producir un gran número de tallos altos, erectos, siendo de gran utilidad para el pastoreo y la henificación. Sin embargo, podemos observar que las especies rizoma tosas no son tan resistentes al pastoreo intenso como las estoloníferas, ya que los tejidos que quedan después de la defoliación, no podrán realizar el proceso de la fotosíntesis, por lo que el rebrote dependerá exclusivamente de las reservas almacenadas en los rizomas. Sin embargo, las especies que presentan rizomas y estolones como es el caso de los *Cynodon dactylon* L., constituyen excelentes especies pratenses. Las especies que presentan rizomas, tienen el inconveniente que su extirpación puede ser difícil, por lo que pueden convertirse en especies nocivas muy perjudiciales. Además, las especies rizoma tosas no suelen ser buenas para el laboreo. Cuando la vegetación existente en un suelo que va a ser sometido al proceso de preparación para la siembra o plantación presenta especies rizoma tosas, hay que tener cuidados especiales para su extirpación, pues en ciertos casos podemos multiplicarla en vez de destruirla, en dependencia del equipo utilizado. Cuando la vegetación indeseable (Arvenses) está constituida por especies rizoma tosas, estas ocasionan daños al cultivo, debido a que su respiración es más alta que la del sistema radical de la planta cultivada y porque a veces segregan ciertas sustancias nocivas al cultivo económico. Un caso muy significativo es el de los cítricos, cuando presentan vegetación indeseable rizoma tosa. Sin embargo, para fines especiales, como la conservación de suelo, pueden resultar muy útiles y también para ser cortadas para forraje, dándole un tiempo prudencial entre un corte y otro, como es el caso de la hierba elefante (*Pennisetum purpureum* Schum).

Los rizomas se clasifican atendiendo a la cantidad de sustancias de reserva que acumulan en: rizomas simples y rizomas compuestos. Como simple podemos citar el de la caña de azúcar y el Don Carlos *Sorghum halepense* Pers.) y compuestos los tubérculos caulinares, ejemplo, la papa, los cuales son producto de la acumulación de carbohidratos en cantidades considerables y radical el boniato (*Hipomoea batata* L.), (fig. 3.9)



FIGURA 3.9. Tubérculo radical del boniato (*Ipomoea batata* L.) presentando brotes.

Cormo Es un rizoma vertical engrosado y en el se encuentran representadas todas las partes de la planta, o sea, sistema radical, tallo propiamente dicho y hojas secas o escamosas. Las cormofitas se caracterizan por la existencia del cormo, según Font Quer (1975). El cormo es de gran importancia en el cultivo del plátano. En el, además de estar rodeado por las hojas secas insertadas en al mismo, presenta una capa hipodérmica de un espesor considerable y al brotar el sistema radical y las yemas vegetativas de la zona cortical, esta capa hipodérmica protege a los puntos de crecimiento radical y vegetativos. Esta característica facilita que el plátano pueda ser mondado antes de ser plantado. Con este tratamiento, que consiste en cortarle casi toda la capa hipodérmica permite que sean eliminadas muchas plagas, especialmente el picudo y gran parte de los nemátodos. Los cormos pueden ser plantados enteros o pueden ser fraccionados en pedazos que porten yemas, como es el caso del cormo de la malanga (*Xanthosoma* sp. Schott). En los cormos aparecen dos puntos de origen del sistema radical, uno en la base del mismo y el otro se origina en los brotes laterales del cormo.



FIGURA 3.10. Cormo de malanga (*Xanthosoma sp.* o *Colocasia sp.*).

Bulbilo. Los bulbilos se definen como las yemesillas epigeas transformadas en órganos de multiplicación vegetativa, con la parte axial y los cata filos más o menos engrosados y ricos en sustancias de reserva. Los bulbilos nacen de las axilas de una hoja ordinaria (*Ficaria*, *Dentaria*, *Saxífraga*), en la inflorescencia (diversos *Allium*) o sobre las propias hojas (varios helechos). Estos bulbilos pueden desarrollarse ya sobre la planta madre o desprenderse de ella antes de brotar. (Font Quer 1975).

Un caso de bulbilo, que constituye una apomixis vegetativa, es el que aparece en el escapo floral del henequén (*Agave fourcroyde* Lemaire); constituyendo una yema vegetativa dentro del mismo escapo donde aparecen yemas florales. Al desprenderse de la planta madre los bulbilos van al suelo, al que se fijan mediante raíces adventicias, dando lugar a una nueva planta.

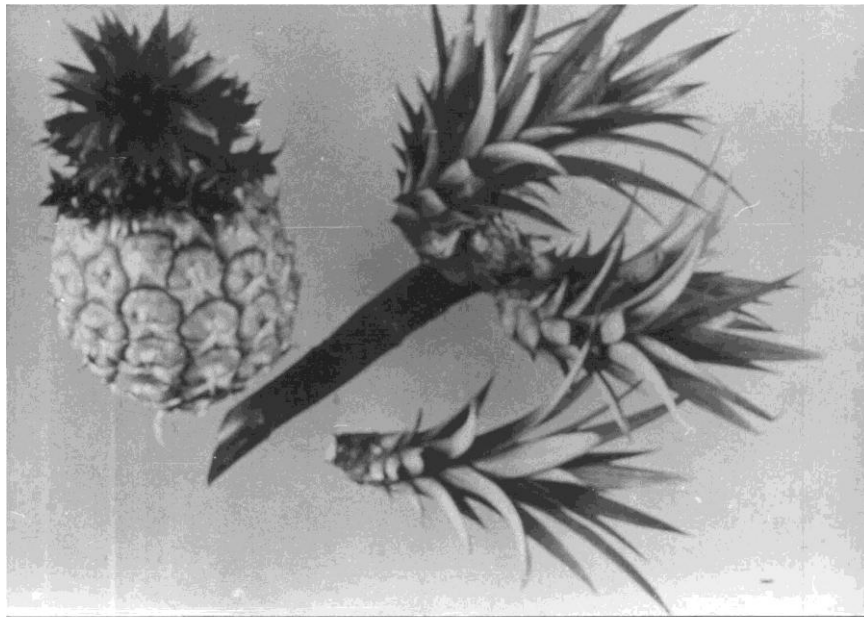


FIGURA 3.11. Bulbilo de piña (*Ananas Comosus* L.).

Como es el caso de los bulbos, en los bulbilos también podemos distinguir un variado número de tipos. Los hay desde aquellos de ciertas especies, que no difieren en nada de las yemas ordinarias, hasta los que aparecen como verdaderas flores en su origen. Hay bulbilos de ciertas especies acuáticas que se desprenden de la planta “madre” en el otoño y van al fondo del agua y se desarrollan en la primavera siguiente. Otras especies, como la avispa: *Tigridia pavonea* Ker-Gawl emite un vástago floral, generalmente ramificado. En el ápice de cada rama aparece un receptáculo del cual salen las flores escalonadamente, sin que aparezcan más de tres juntas, siendo por lo común una sola, la que abre. Esas flores tienen un pedúnculo largo y blando protegido por un grupo de hojas envainadoras que conjuntamente con los pedúnculos tienen como base una cabezuela. Las flores, abortan generalmente y no desarrollan y cuando el grupo termina su ciclo, la cabezuela convertida en yema da lugar a un brote foliáceo que crece rápidamente y su base se hincha casi siempre y emite raíces adventicias y cuando el tallo del vástago floral se seca y los bulbos caen, siguen viviendo ininterrumpidamente en el suelo donde arraigan.

También en las bifurcaciones de esos vástagos florales aparecen yemas que originan bulbilos. Tanto estos como aquellos se pueden desprender antes de que lleguen a su perfecta madurez y se siembran como cualquier planta, aún cuando no tengan raíces. Varias especies del género *Kalanchoe*, producen bulbilos, ya en el ápice de sus hojas cuando son cilíndricas o en los bordes, cuando son laminadas. La alpinia purpúrea se propaga por bulbilos similares a las de tigridia y la piña, emite bulbilos en la base y en el ápice del sin carpo o fruto, los cuales se utilizan ventajosamente como material de propagación.

Bulbillo. Bulbo de pequeñas dimensiones que nace en la axila de una cata filo del bulbo madre. A veces se forman gran número de bulbillos, como en el *Ornithogalum pater*, familia (Estrella de Belén).

Con frecuencia se ha dado el nombre de bulbillo al bulbilo, pero conviene reservar este último término para el que no se forma de un bulbo y bajo tierra, sino que se origina en cualquier otra parte epigea de la planta. Los bulbillos son órganos destinados a la acumulación de materia de reserva.



FIGURA 3.12. Cormo de malanga presentando bulbilo.

Cañizares (1973) define al bulbillo como una yema hipogea que se encuentra en las axilas de los cata filos de tallos subterráneos, que se engrosan por sustancias de reserva y que son capaces, al ser desprendidos de la planta madre, de originar una nueva planta, con las mismas características de su progenitor.

Existe una gran diferencia fisiológica entre bulbito y bulbillo y ello es que los bulbillos presentan color verde, producto de la fotosíntesis efectuada en ellos, mientras que los bulbillos presentan coloraciones blanquecinas, pardas, carmelitas, o sea, nunca de color verde. Por esta razón estos últimos no fotosintetizan. También al igual que los rizomas, el bulbillo sufre mucho con un suelo sobresaturado de humedad sistemáticamente, no tanto, así en el caso del bulbito.

Macolla. La macolla es una forma de crecimiento de ciertas plantas, las cuales crecen ahijando prolifera mente y constituyendo plantones aislados; un ejemplo es el caso de la hierba de guinea (*Panicum maximum* Jacq) y también en el arroz (*Oriza sativa* L); sobre todo en forma muy especial en las variedades IR.

Se entiende por macolla al conjunto de vástagos que nacen de la base de un mismo pie, sobre todo tratándose de especies de poaceas. Esos vástagos al producirse en la base lo hacen en forma de yemas que al iniciar su proceso de crecimiento constituyen lo que se conoce con el nombre de hijuelos. En ciertas plantas, esos vástagos no se forman precisamente en el cuello sino en el tallo, en la zona próxima a su base y entonces se llaman retoños del tallo (Font Quer 1975).



FIGURA 3.13. Macolla de Guinea (*Panicum maximum* Jacq.).

Si la planta es anual, echa muchos vástagos, agrupados en un haz o manojo, florece, fructifica y muere.

Gran número de poaceas se pueden propagar mediante la división de sus macollas, ya que sus vástagos provistos de fuertes y abundantes raíces arraigan nuevamente sin gran dificultad. Ejemplo la hierba de guinea.

Según Cañizares (1973) entre otras plantas que se propagan por los retoños del tallo figura en primer lugar, la palma datilera (*Phoenix dactylifera* L., ya que con este sistema se aseguran la forma y el sexo, pues como planta dioica que es, se seleccionan para propagar ejemplares femeninos. Otras plantas que se propagan por retoños del tallo son algunas especies del género *Cycas*, La *Hemerocallis* y otras.

Bulbo. El bulbo constituye una forma de crecimiento de ciertas plantas muy importantes, constituyendo a veces material alimenticio para el hombre y es un órgano de propagación, como en el caso de la cebolla, el cual el bulbito o bulbo chiquito es usado, según Gonzáles (1970), como excelente propágulo con el cual se puede conseguir que se tenga cosechas de cebolla más temprano en las condiciones de Cuba. Al definir el bulbo, Font Quer (1975) plantea yema subterránea con los cata filos o las bases foliares convertidos en órganos reservantes; la porción axial reducida y generalmente disciforme, el llamado platillo del bulbo.

Cañizares (1973), define al bulbo hinchado, ya subterráneo o simplemente sobre el suelo, el cual va siempre provisto en su parte inferior de una abundante cabellera radical.

El bulbo está constituido por un tallo muy breve, que recibe el nombre de “platillo”, el que a su vez está circundado por gran número de hojas modificadas en forma de grandes escamas, de tal manera que se cubren una a otras. En el interior del bulbo y precisamente en la parte superior de la base se encuentra la yema o cono apical, la cual no es más que una planta en potencia; esa planta al desarrollar producirá hojas normales y también flores, en algunos casos. A causa de su constitución y por el hecho de que tanto en el “platillo” como en las escamas o cata filos hay acumulado almidón y otros elementos nutritivos, los bulbos son capaces de vivir por algún tiempo fuera del terreno y separados de la planta

madre haciendo vida latente y entran nuevamente tan pronto se le ponga en tierra otra vez y bajo condiciones favorables.

Según Hartmann y Kester (1972), existen dos tipos de bulbos: bulbo tunicado en el cual la cebolla es un representante del mismo y bulbo no tunicado, estos no presentan cubierta seca ni carnosa que los envuelva como en el caso de los tunicados.

El bulbo es tunicado cuando sus escamas son anchas y envolventes y dispuestas de tal modo que las interiores queden perfectamente cubiertas por las exteriores. Ejemplo de este bulbo tenemos la cebolla (*Allium cepa* L.). fig. 3.14.

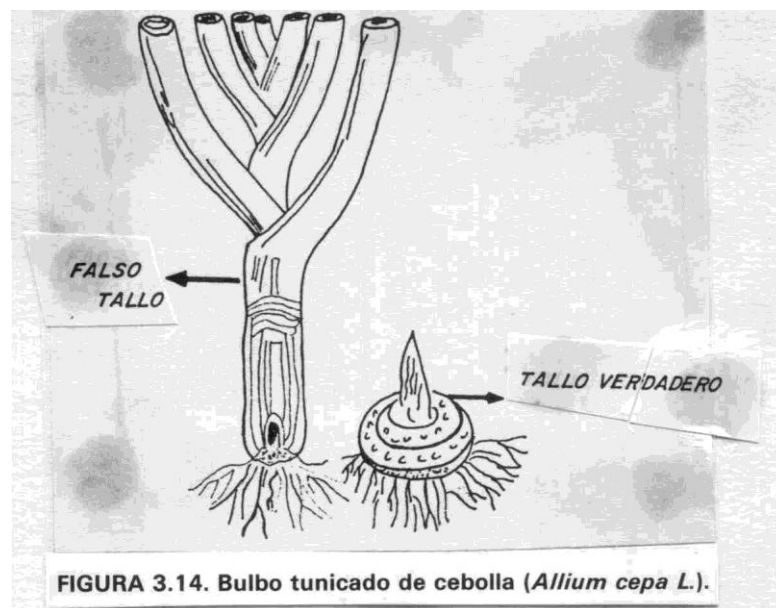


FIGURA 3.14. Bulbo tunicado de cebolla (*Allium cepa* L.).

En el caso del ajo, el bulbo presenta dientes o hijuelos los cuales cada diente o hijuelo constituyen un elemento de propagación.

Por considerar que los bulbos no son más que una modificación de los rizomas, aquellos pueden ser determinados o indeterminados. El bulbo es determinado cuando la yema terminal se alarga para formar un tallo floral, como sucede con el gladiolo, (*Gladiolus communis*, L) y la cebolla, el cual muere después que ha terminado la madurez de sus frutos o semillas.

El bulbo indeterminado se caracteriza por el hecho de que la yema terminal se queda corta y da lugar a plantas de hojas largas y la floración se produce exclusivamente de yemas laterales llamadas cebolletas y brotan en las axilas de las hojas carnosas o escamas.

Los bulbos como material de propagación se multiplica de diversas maneras, algunos como las cebollas producen otro bulbo en el centro; en otras especies se forma un bulbo nuevo al lado del anterior, como en los *Hippeastrum*. En otros casos los nuevos bulbos se producen arriba, como en el caso del género *Crocus* y en otros, alrededor del bulbo madre, como sucede en los gladiolos.

Conforme las yemas nacen en las axilas de las hojas, los bulbos nacen en las axilas de sus escamas. Los bulbos nuevos o cebolletas se recolectan cuando la planta original ha entrado en reposo o cuando ha muerto la parte aérea en algunas especies.

Bulbito. El bulbito es un bulbo de pequeñas dimensiones, es un elemento de propagación importante, muy utilizado en el cultivo de la cebolla. Se obtiene realizando siembras directas, densas en los meses de enero y febrero se deja que el planta seque completamente, que sierre bien el cuello del bulbo se recogen los pequeños bulbos se les quita el resto de follaje

que pueda tener se clasifican por tamaño y se guardan al fresco y a la sombra sin que formen capas muy grandes, nunca se permitirá que les de sol. Periódicamente se les revisa y se elimina cualquiera que este afectado, recuerde que deben estar bien secos y ventilados en su almacenamiento, A partir de septiembre se comienza su plantación.

Sierpes. En ciertas plantas, vemos brotaduras desde el suelo donde ellas están plantadas y estas brotaduras surgen desde las raíces de las mismas. Estos brotes son los que constituyen las denominadas sierpes, siendo un material de propagación o propágulo. Se define las sierpes como aquellos vástagos que, brotan de la planta madre, se arrastran un poco antes de salir a flor de tierra. Este es un término muy utilizado en botánica para designar los tallos que, a cierta distancia del tronco, brotan de las raíces de los árboles y se arrancan con partes de ellas para asegurar que prendan puestas en otro lugar.

Las sierpes son el resultado del brote de gran número de yemas adventicias, que se forman en las raíces superficiales de las plantas, el influjo de aquellos agentes atmosféricos que actúan en la formación de este tipo de yema.

Sabemos que las plantas disponen del recurso supremo de transformar unos órganos en otros. Esto es, regenerar aquellos órganos que le son indispensables para perpetuarse y vivir. En este caso esa formación de yemas adventicias en las raíces donde naturalmente no existen, manifiesta lo que es de realizar, el imperativo de la especie para sobre vivir, ya que con ello está reforzando el cause normal de su perpetuación: la semilla, que en no escaso número de especies de este tipo de plantas tiende a perder su función reproductiva, como sucede en algunas del género *Spondias*.

Al mismo tiempo y de modo espontáneo la especie garantiza de esta forma la integridad de su pureza, salvando el obstáculo desviante de hibridación natural o artificial, pues los híbridos son individuos con caracteres o individualidades propias y generalmente distintas a las de sus progenitores.

Sucede a veces que esos brotes o sierpes emiten a su vez cabelleras radicales que le permiten plena autonomía, esto es, vivir separado de las raíces de que proceden. Pero en otro caso no es así. Entonces precisa estimularlos a enraizar, lo cual se consigue en dos formas: cortando la parte superior de cada vástago, como a la mitad de su altura, o raspando la corteza de la raíz cerca del nacimiento de cada brote.

En las especies que se pueden propagar por este sistema, figuran la variedad del árbol del pan, que carece de semillas (*Artocarpus altilis*, Fosberg) y algunas especies del género *Casuarina*, tales como la *C. cunnighamiana* Miq; la *C. fraseriana* Miq; la *C. cristatamia*; la *C. lepidofolia* Muell; la *C. glauca* Sieber y otras. Las sierpes se manipulan como los injertos de aproximación.

Estacas.

Llamase estaca, estaquilla o esqueje en fitotecnica, a cualquier parte de una planta que cortada y colocada en un medio favorable, sea capaz de emitir raíces y ramas, o sea, restituir los órganos que le faltan y dar lugar a una planta, la cual, en la mayoría de los casos, es idéntica a la planta original. Las estacas pueden ser de distintas naturalezas, según las especies de plantas de que procedan y las partes del vegetal que han de utilizarse.

Las ramas, las raíces, las hojas, los troncos carnosos y las cepas de ciertas plantas son susceptibles de convertirse en plantas, regenerando todos sus órganos, siempre que se traten debidamente, aplicándoles la técnica adecuada en cada caso.

Importancia de la propagación por estacas.

Este es el método más importante de propagación de arbustos ornamentales. Las estacas también se usan ampliamente en la propagación comercial de muchos cultivos de flores de invernaderos y su uso es común en la propagación de muchas especies frutales.

Ventajas. Para las especies que puedan ser fácilmente propagadas por estacas, este método tiene numerosas ventajas.

En un espacio limitado se pueden iniciar numerosas plantas nuevas partiendo de unas cuantas plantas progenitoras.

Es económico, rápido, simple y no exige las técnicas especiales necesarias como otras formas de propagación agámica.

No hay problema de incompatibilidad con los patrones o malas uniones de injertos.

Presenta mayor uniformidad debido a la ausencia de la variación que a veces ocurre por la variabilidad de los patrones de las plantas injertadas. Generalmente la planta progenitora es reproducida sin cambios genéticos.

Sin embargo, no siempre es aconsejable reproducir plantas por medio de estacas, aún cuando es posible hacerlo. Con frecuencia es ventajoso o necesario usar un patrón resistente a alguna enfermedad, o alguna condición adversa del suelo.

Desventajas. Las plantas propagadas por estacas tienen un sistema radical superficial, razón esta que las mantiene expuestas a los efectos de la sequía y de los vientos fuertes. Se alega en contra de las estacas un agotamiento prematuro que muestran muchas plantas así propagadas durante varias generaciones. Sin embargo, esta vejez de tiempo se nota más netamente y con mayor frecuencia, en las plantas herbáceas. Parece que en los árboles leñosos ese envejecimiento se hace sentir menos, pues se cultivan todavía variedades muy antiguas de árboles frutales o de ornamento que no han perdido casi nada su fuerza o vigor primitivo.

Clasificación de las estacas.

La clasificación de las estacas es larga y variada, según su naturaleza y estructura estas pueden ser entre las más importantes: de rama de raíz, de hoja, de sembradura. También según la ubicación en los tallos de las plantas que le dan origen se clasifican en basales, medias y apicales.

Estacas de rama. Estas pueden ser leñosas, herbáceas o semi leñosas y a su vez simple o con talón.

Estaca simple leñosa. Es una porción de rama dura de uno a dos años de edad. Su longitud está subordinada al menor número de yemas que puede haber en el menor tramo. Estas no pueden tener nunca menos de dos o tres yemas.

El grupo de estacas puede variar desde algunos milímetros hasta 10cm, esto está en relación con la especie y con la finalidad de ellas. En términos generales, el grueso medio para todas las estacas debe fluctuar entre 1 y 3cm.

Estas estacas no requieren cuidados tan esmerados como las herbáceas o las semi leñosas, aunque siempre es conveniente evitar una desecación excesiva. El medio en que se mantiene debe estar siempre húmedo. Se insertan en el medio apropiado enterrándose dos tercios de su longitud de manera que formen un cierto ángulo con el terreno.

Estaca simple herbácea o semi leñosa. Es aquella que se corta formando pedazos de rama tierna, es decir, que aún no se han lignificado. Se prefieren aquellas de las puntas o terminales y de ser posible que aún conserven su coloración verde. Este tipo de estaca

requiere un cuidado exquisito en lo que se refiere a la temperatura y humedad, pues fácilmente se pueden desecar y morir. Bajo condiciones favorables, enraízan relativamente en poco tiempo. Ejemplo de plantas que pueden propagarse por estacas la tenemos en el clavel, geranio, tomate, boniato, son muchas las especies que pueden propagarse por estaca.

Las estacas semi leñosas se cortan de los brotes desarrollados en la estación más favorable, generalmente están constituidos por las puntas de las ramas que todavía tienen un crecimiento activo y que acaban de completar su desarrollo. Los tejidos de las estacas semi leñosas son generalmente tiernos y succulentos, si estas estacas no se cortan los tejidos se convertirían en leñosos, pudiendo entonces la planta multiplicarse por estaca leñosa.

A las estacas herbáceas o semi leñosas no se les deben suprimir todas las hojas, pues ellas activan todo el enraizamiento, ya que no se detiene el proceso fisiológico de la nutrición. Hace algunos años, en Cuba, se utiliza mucho este tipo de estaca para la propagación de la guayaba (*Psidium guajaba* L) en los viveros, según (FAO 2001) consiste en el enraizamiento de ramas herbáceas o esquejes con uno o dos pares de hojas situadas en un lecho de enraizamiento compuesto con grava (piedra gruesa), gravilla de 1/2 pulg. (1.27cm)-3/4pulg. (1.90cm) y zeolita con una altura de 10-15cm de espesor en cada uno de ellos para favorecer un buen drenaje y evitar que la zeolita se contamine; situado debajo de una malla plástica para disminuir entre 50 y 70% de luminosidad y un sistema de riego automatizado en forma de neblina de 20 a 30 segundos cada 5 a 7 minutos durante el día y parte de la noche según las condiciones climáticas. Los esquejes, en su parte basal, deben ser tratados con alguna sustancia estimulante del enraizamiento. Puede colocarse de 80 a 120 esquejes por m² evitando que queden demasiado juntos, lo cual favorece el exceso de humedad y la pudrición del esqueje, alrededor del mes debe comenzar su enraizamiento y se trasplantan a bolsas de 24x12cm o similares con un sustrato a partes iguales de tierra, turba o humus, aserrín no resinoso, zeolita u otro material adecuado manteniendo estas durante 10a 12 días bajo las mismas condiciones que enraizó. Después se trasladan a otro lugar con un 25a 35% de luz y una frecuencia de riego más espaciada, deben permanecer de uno a dos meses bajo estas condiciones para que broten y finalmente se trasladen a pleno sol, estarán de uno a dos meses con una frecuencia de riego de 3a 4 veces por día con una duración de 3a 5 minutos según las condiciones climáticas. Los esquejes estarán listos para plantar en el campo entre 4a 6 meses. Durante la fase de enraizamiento y a pleno sol los esquejes serán protegidos de las plagas y enfermedades y se aplicará nitrato de potasio a 10g.L⁻¹ de agua.

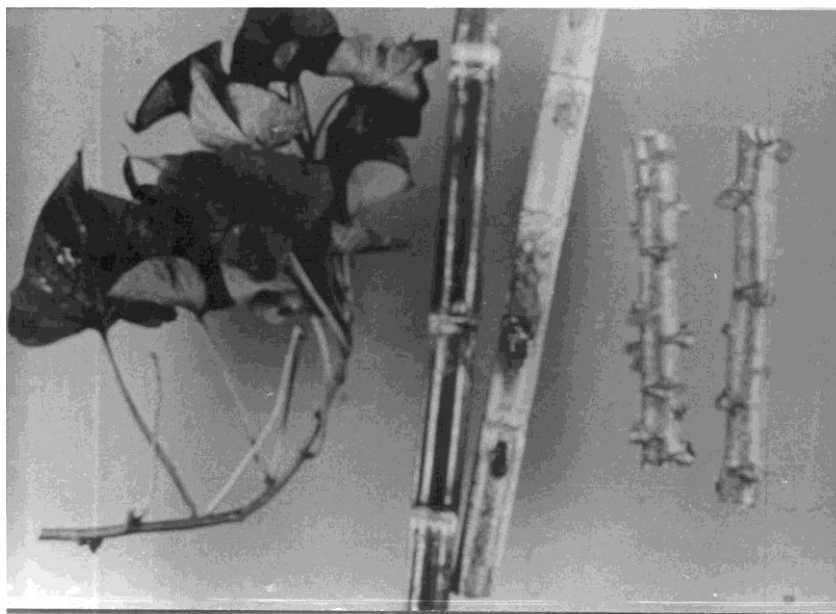


FIGURA 3.15. estacas herbáceas: boniato, caña y yuca.

Cuando las hojas son muy grandes, lo recomendable es cortarlas a la mitad. Estas estacas al igual que las leñosas se pueden poner en camas de tierra, de mezclas, o de arena; las estacas de talón deben colocarse únicamente en camas de arena o en mezcla de arena silíceo y polvo de carbón vegetal a partes iguales y cubiertas con tapas de cristal o polietileno incoloro dado la naturaleza sensible de los tejidos de este tipo de estaca.

Estaca de talón. Este tipo de estaca lleva adherido a la base una porción de la rama más vieja de la cual procede. Su longitud está sujeta a las mismas condiciones de la estaca simple.

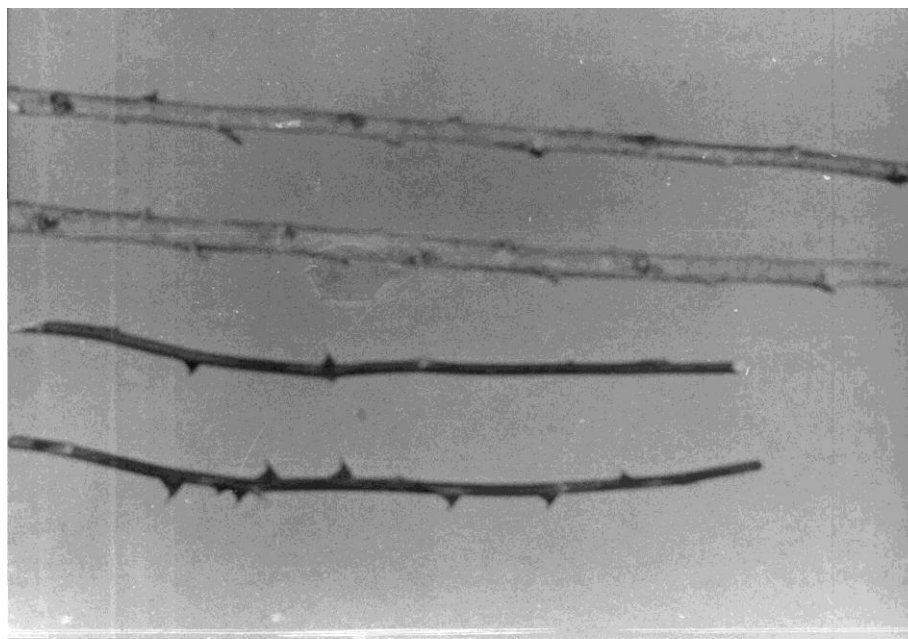


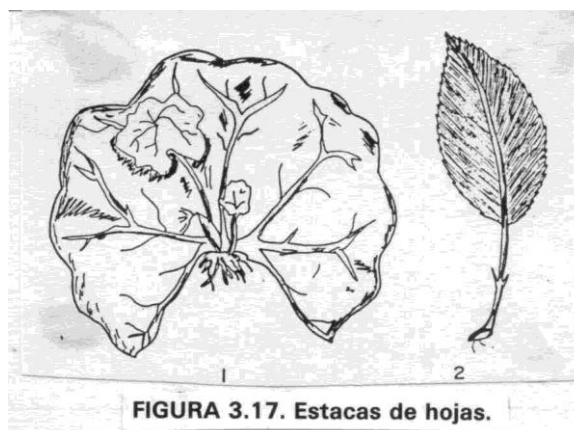
FIGURA 3.16. Estacas leñosas, simple.

Estaca de raíz. Cuando se utilizan trozos de raíz de 5 a 10cm de longitud. Estas estacas se emplean para multiplicar ciertas plantas que no responden bien a otro medio de propagación. Ejemplo: árbol del pan.

Como en el caso de las estacas leñosas, estas pueden colocarse en lechos de tierra, procurando dejarlas expuestas a la luz, esto es, sus extremos gruesos fuera de la tierra para incitarlas a formar yemas.

Estacas de hojas. Este proceso de multiplicación se basa en la propiedad que tiene el pecíolo y las hojas de ciertas especies tropicales de desarrollar yemas adventicias que dan origen a un sistema radical y a un desarrollo foliáceo. Estas plantas generalmente tienen hojas carnosas con venas gruesas. Las estacas de hojas pueden ser de limbo o pecíolo. Las estacas de limbo, se practican sobre todo en algunas especies de begonias. Las hojas se colocan sobre el medio y se cortan transversalmente por las venas cubriéndolas entonces con una capa poco gruesa del medio, también se pueden insertar en el medio como si fueran estacas. Es indispensable que la humedad no sea excesiva, para evitar pudrición de la hoja. Otro procedimiento consiste en cortar la hoja en secciones triangulares que lleva una vena gruesa y parte del pecíolo; estas secciones se colocan en el medio como si fueran estacas.

Las raíces y los brotes se desarrollan en la base de la estaca; el material usado para la propagación casi nunca llega a formar parte de la nueva planta.



Una modificación de este método consiste en usar una hoja con una parte de pecíolo. El pecíolo se corta del tallo de la planta y se coloca en el cajón quedando el limbo afuera. Si la hoja se pone en contacto con el medio es posible que se pudra, como sucede con la violeta africana y las gloxinas.

Estaca de sembradura. Con el nombre de estaca de sembradura se designa el caso específico de aquellas estacas que se siembran directamente, cubriéndolas con tierra total o parcialmente; ejemplo: la yuca, la caña, el boniato y otras.

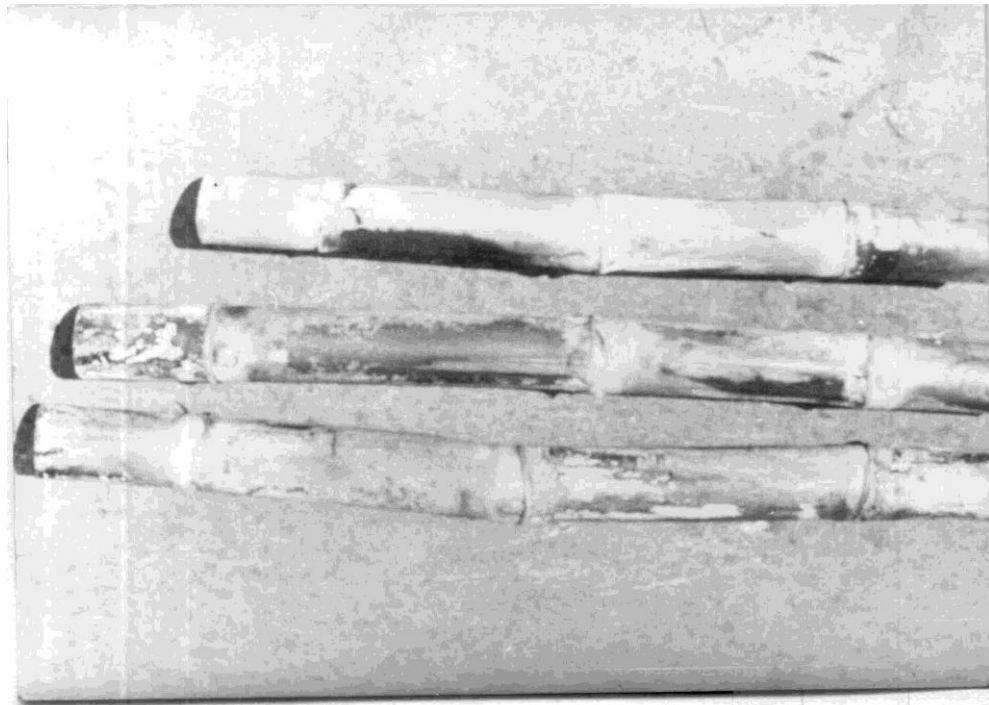


FIGURA 3.18. Estaca de sembradura.

Factores que intervienen en la formación de las raíces y ramas de la estaca.

1). Selección del material.

La nutrición de la planta original ejerce una fuerte influencia sobre el desarrollo de las raíces y ramas de las estacas tomadas de tales plantas. Es por eso que al seleccionar el material para las estacas deben utilizarse porciones de la planta que estén en el estado nutritivo deseado. Por ejemplo, deben tomarse los brotes laterales en los que ha disminuido el crecimiento y se han acumulado los carbohidratos y no aquellos brotes terminales suculentos que están en crecimiento rápido.

Las ventajas que presentan un alto contenido de carbohidratos y un bajo nivel de nitrógeno, en muchos casos favorecen el enraizamiento de las estacas tomadas de estas plantas. Un método utilizado frecuentemente para determinar el contenido de carbohidratos en la planta es aquel que toma en cuenta la firmeza del tallo. Tienen bajos contenidos en carbohidratos aquellos tallos que son suaves y flexibles, mientras que los más ricos son firmes y se rompen más al doblarse. Este método tiene el inconveniente de confundirse con la firmeza debido a la maduración de los tejidos, causada por el engrosamiento y lignificación de las membranas celulares.

Existe un método mucho más preciso para escoger el material para estacas que tengan alto contenido de almidón deseado, este consiste en la prueba del yodo. Los extremos recién cortados de un haz de estacas, se sumerge por espacio de un minuto en una solución al 0,2% de yodo, en forma de yoduro de potasio. Las estacas que se tiñen de un color más intenso, esas serán las que tengan un mayor contenido de almidón.

2). Edad de la planta progenitora.

En las plantas que se propagan fácilmente por estacas, la edad o condición de la planta madre es de escasa importancia, pero en plantas que enraízan con dificultad, este es un factor importante que debe considerarse. Generalmente las estacas tomadas de plántulas jóvenes enraízan más fácilmente que aquellas tomadas de plantas más viejas y maduras. A

esto se le ha llamado factor de juventud. Así tenemos que en la caña de azúcar (*Saccharum* sp) la edad de la planta para ser usada como estaca de tallo es entre 9 y 12 meses.

Muchas especies muestran que en una variedad de plantas la producción decrece con el aumento de la edad de la planta procedente de semilla.

3). Tipo de madera que se selecciona para estaca.

Existen muchas alternativas para escoger el material a usar en la propagación por estacas; este varía en las plantas perennes leñosas desde los brotes terminales muy suculentos en desarrollo hasta las grandes estacas de madera dura de varios años de edad.

Es posible establecer un tipo de estaca que sea adecuada para todas las plantas, pero debemos tener presente que lo que puede ser bueno para una planta será un fracaso en otra. Sin embargo, lo que se ha encontrado valedero para algunas especies, con frecuencia puede hacerse extensivo a otras especies.

En un trabajo realizado durante dos años en el Centro de Mejoramiento de "Semillas Agámicas", con el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta*), en el cual se compararon estacas de 20cm de largo cada una, procedentes de diferentes partes de la planta, tallos primarios, secundarios y terciarios tomadas de abajo hacia arriba. Se determinó que las estacas procedentes de tallos primarios poseen un mayor porcentaje de arraigamiento y más rápida cobertura del campo que las de ramas secundarias y terciarias. Las plantas procedentes de estacas de tallos primarios poseen un mayor vigor, desarrollo y potencial productivo que las de estacas de ramas secundarias y terciarias.

4). Época del año en que se cortan las estacas.

Las estacas pueden cortarse en cualquier época del año, pero es preferible hacerlo en los meses de invierno. La época más conveniente para cortar las estacas es aquella en que las yemas axilares están en estado de reposo de manera que las raíces se desarrollen antes que las yemas broten. En Cuba, la mejor época, en general, es de diciembre a mayo.

Condiciones ambientales que afectan el enraizamiento.

a). medio.

Las estacas de muchas plantas enraízan con tal facilidad que hay poca diferencia en el medio de enraizamiento que se use. Uno de los medios más usados para el enraizamiento de las estacas, es la arena. Si se usa arena de mar es conveniente lavarla previamente a fin de quitarle el exceso de cloruro que contiene. Es preferible el uso de la arena de río. Si la arena contiene terrones de arcilla, piedras o materia orgánica, se debe pasar por la zaranda. Es conveniente evitar el uso de arena que contenga materia orgánica, pues esta, puede provocar el desarrollo de hongos y bacterias que al atacar la estaca antes de que enraíce provocaría en ella la muerte. Las ventajas de la arena como medio de enraizamiento son: buen drenaje y la facilidad con que se calienta y deja pasar el aire.

b). Temperatura.

El calor es un elemento esencial para el enraizamiento de las estacas; afortunadamente, en nuestro país la temperatura del medio en que se inserta la estaca es siempre la necesaria para que se desarrollen las raíces (la temperatura óptima oscila entre 21,1 a 26,7°C diurnas y 15,6 a 21,1 °C nocturnas). Debemos señalar que la exposición directa a los efectos del sol y del aire es peligrosa y perjudicial a las estacas, ya que ambas cosas activan la desecación del suelo y la deshidratación de los tejidos de estas, sensibilizados por los cortes.

c) Humedad.

Se debe mantener una humedad lo más alta posible en el cantero o cajón de propagación a fin de impedir el desecamiento y muerte de las estacas antes de que esta tenga oportunidad de enraizar, pero si la humedad fuera excesiva es casi seguro que la estaca se pudra antes de la formación de las raíces.

d) Luz.

El efecto de la luz sobre la formación de las raíces en las estacas varía de acuerdo con el tipo de estaca que se esta enraizando. Es sabido que la ausencia de luz en los tejidos del tallo en algunas plantas es conducente a la formación de primordios radicales. Por otra parte, los esquejes (estacas) requieren la exposición de las hojas a la luz para que ocurra la formación de raíces.

Sustancias químicas estimulantes del desarrollo de las raíces.

Se han utilizado muchas sustancias químicas para provocar la formación de las raíces en aquellas especies que son difíciles de propagar, o para aumentar el número y desarrollo de las raíces de otras especies en las cuales la ramificación tiene lugar muy lentamente.

Se ha obtenido buenos resultados utilizando el permanganato de potasio, en una disolución de 5% molecular (7.9g.L^{-1}), que se aplica a razón de $2\text{L}/0.3\text{m}^2$, se dejan transcurrir 24 horas y entonces se insertan las estacas. El permanganato de potasio actúa como oxidante, estimulando la respiración de las células y evitando, al mismo tiempo, el desarrollo de sustancias tóxicas.

Las sustancias que se usan para estimular el brote de raíces y el desarrollo de yemas tienen su dosificación y esto es muy importante pues un producto hormonal puede inhibir el crecimiento o brote de las raíces o el desarrollo de las yemas.

En estos últimos años ha despertado gran interés el uso de las hormonas para provocar y estimular el desarrollo de las raíces de las estacas. Desde luego, las llamadas hormonas en el comercio no son propiamente cuerpos orgánicos elaborados por las plantas, sino sustancias químicas sintéticas cuyas propiedades, en este aspecto, son muy parecidas a las hormonas naturales. La composición química de esas sustancias responde a la de los ácidos orgánicos indolacético, indolbutírico y el fenil-acético. Son fuentes de producción de estas sustancias ciertos productos vegetales y animales, como la orina, la lanolina, grasa o lana de oveja, la malta, los aceites de maní, girasol, mostaza, la cáscara de arroz y otros. Las concentraciones de las disoluciones con estos productos orgánicos varían de 20 hasta 200 ppm.

El efecto de las concentraciones del AIA en las distintas partes de la planta, para inducir el crecimiento, varía según el órgano de la planta. Una concentración de AIA a razón de 50-100 ppm estimula grandemente el crecimiento del sistema radical en las estacas; sin embargo, ya en 1000 ppm tiende a la inhibición.

Estas sustancias pueden ser usadas con previo embebimiento de la estaca en la cual se va a realizar el tratamiento, es decir, de 24 a 48 y más horas. Esto facilita la acción de la fitohormona. Dichas sustancias se emplean en forma acuosa, muy diluidas, en la que se sumerge las estacas por varias horas, según la especie a propagar y la concentración de la disolución. También se utiliza en pastas para unturas y polvos, como el talco para ciertos tratamientos.

Ventajas del empleo de hormonas.

- 1) Es posible lograr plantas que nunca se pudieron obtener por estacas.
- 2) El porcentaje de arraigue en el lecho de enraizamiento es mayor.

3) El tiempo de enraizamiento es menor, que en los casos no tratados.

Preparación de las estacas para la plantación.

Los cortes en las estacas deben practicarse en los puntos definidos, con el fin de alcanzar mayor éxito en la formación de raíces. El corte basal (corte que va a quedar bajo tierra) debe practicarse inmediatamente por debajo de un nudo o yema, si la tiene, sin lastimar esta. Debe darse normal al eje, porque el corte inclinado tiene tejidos de diferentes densidades, lo que disminuye las probabilidades de prender las estacas. El corte apical, se hará a 1cm sobre el nudo o yema; este corte debe ser inclinado porque cicatriza mejor y el agua no se deposita.

Cuidado de las estacas durante el enraizamiento.

Las estacas leñosas o las de raíz, iniciadas a la intemperie en los surcos del vivero requieren, solamente, los cuidados usuales que se dan a otras plantas cultivadas, tales como, humedad adecuada del suelo, ausencia de plantas indeseables y control de plagas y enfermedades.

Con la mayoría de las especies, los mejores resultados se obtendrán si el vivero se establece a pleno sol, donde no hay sombra ni la competencia de las raíces de los árboles grandes y arbustos.

Las estacas herbáceas, las semi leñosas y las estacas con hojas y yemas o los esquejes, como se enraízan en condiciones de humedad elevada, requieren una estrecha atención durante todo el periodo de enraizamiento. La temperatura deberá ser cuidadosamente controlada. No se deberá permitir que las estacas muestren signo de marchites en ningún momento. También es necesario mantener condiciones sanitarias en los lugares de propagación.

Las hojas que se caen se deben retirar con rapidez, así como, cualquier estaca que esta muerta. Si se observa algún problema de infección en las hojas por organismos que producen pudriciones, puede ser útil sumergir las estacas antes de plantarlas en una disolución desinfectante. Como se realiza con los esquejes del boniato. (Dirección Provincial Sanidad Vegetal de La Habana 2004), recomienda para este cultivo desinfectar los propágulos con biopreparados a base de *Beauveria bassiana* cepa Bb-1 o *Metarhizium anisopliae* cepa Ma-11 en solución de 10^8 conidios.ml⁻¹ en el mismo lugar del corte (Banco de propágulo). También recomienda para este cultivo utilizar esquejes de punta y prepunta, evitar la colindancia con campos de más de 15 días de plantado y con áreas cosechadas procedente de bancos de propágulos certificados. Los organismos patógenos encuentran condiciones ideales en una cama de propagación con alta humedad encerrada y con baja intensidad luminosa y si no se controlan pueden destruir miles de estacas de un día para otro. Si sobre las hojas de las estacas aparecen insectos tales como araña roja, áfidos o chinches arinosas, se deben tomar inmediatamente medidas para controlarlas. No debemos concluir este aspecto sin dejar bien claro que aunque la humedad elevada es importante en la estructura de enraíce, mientras se están formando las raíces, es también necesario que se proporcione un drenaje adecuado de modo que el exceso de agua pueda escapar y no ocasione que el medio de enraíce este empapado de agua, lo que favorecería el ataque de enfermedades fungosas. Cuando se usa turba o musgo sphagnum como componente del medio de enraíce, es especialmente importante que se tenga cuidado de que no se vuelva demasiado mojado.

Manejo de las estacas.

La estaca de tallo del tipo de sembradura, debe fragmentarse en trozos con no menos de una yema, los cortes deben hacerse rectos. Esto es muy necesario, ya que si se usara el tallo entero, sin fragmentarse pudiera producirse diferenciación en el brote de la población del campo plantado trayendo grandes inconvenientes. Este hecho está avalado por la denominada

preponderancia apical y al ser fragmentados los tallos se rompe dicha preponderancia y la población tiene más uniformidad.

Con las estacas de boniato (*Ipomoea batata* L.) es recomendable después de cortadas, hacer grandes bultos con un volumen considerable y en el momento de ir haciendo las tongas debe tratarse con insecticida, especialmente para luchar contra el Tetuán (*Cilas formicarius Elegantulus*) y se deja varios días en dicha pila. Esto acelera el desarrollo de los esbozos radicales.

Manejo de las estacas después de enraizadas.

Terminado el proceso de enraizamiento y brotación de las estacas, estas deben trasplantarse al vivero o ser llevadas al lugar definitivo, procurando hacer esta operación antes de que los brotes hayan crecido mucho, ya que de no ser así, este trabajo sería laborioso y al mismo tiempo peligroso para la vida de estas estacas, toda vez que sus raíces habrán profundizado grandemente en la pila. Es recomendable al practicar el trasplante podar las raíces que se hayan lastimado, así como las hojas y ramas excesivas.

Injertos.

Se define como injerto el proceso mediante el cual parte de una planta se une con otra, viviendo y desarrollándose a expensas de los elementos nutritivos que las raíces de esa última toman del terreno. La operación de injertar consiste en poner en contacto íntimo, mediante gran superficie de tejido viviente, dos plantas o parte de una planta con otra, con la cual tenga afinidad, un sistema de tejidos para que se pueda producir la unión celular que garantice la vida de ambas partes, como si se tratara de una sola. El ser o individuo que se obtiene así se llama "injerto".

Chandler (1972) define el injerto como el proceso que consiste en unir una rama o yema a un patrón enraizado, de tal manera que los cambium de injerto y patrón queden en íntimo contacto, para que nuevos tejidos, procedentes de la división celular de ambos queden fuertemente unidos y puedan transportar agua y alimentos a través de la unión, sin ningún impedimento, ya se haga la unión insertando una yema, o un trozo de tallo con varias yemas.

Antes de que se inicie la unión celular, el injerto tiene que recibir algo de agua del patrón, mediante un firme contacto en las superficies de corte. Desde luego, la cantidad evaporada desde el injerto es pequeña hasta que forme hojas, pero es necesario reemplazar esa pequeña cantidad, para que el injerto pueda vivir y crecer.

La división celular empieza relativamente pronto y cuatro o cinco días después de haber insertado la yema o estaquilla al patrón, callos nuevos de injerto y de patrón pueden constituir un puente de células vivas, a través de las cuales pasen el agua y los elementos nutritivos con mayor facilidad.

González Sicilia (1968), plantea que el injerto es una operación que consiste en fijar un trozo vivo de una planta provisto de una o más yema, sobre otra planta para que se suelden ambos y vivan constituyendo una unidad.

El uso de los injertos ha sido muy variado en muchos cultivos, llegando a ser la principal forma de multiplicación en algunos de ellos. Horsford (1969), nos dice que la mayoría de las variedades comerciales del género citrus en su propagación por semillas, no reproducen fielmente las características de la planta original, por lo tanto deben ser propagadas por alguna forma vegetativa, ejemplo, los injertos.

Terminología.

El vocablo injerto da a entender un todo integrado por dos partes muy definidas: el sujeto y el objeto.

El sujeto, llamado en fitotecnia pie, porta injerto o patrón, es aquella parte que va a constituir la base de la planta en la cual se encuentran las raíces, las que a más de fijarlas al suelo tienen a su cargo la función fisiológica de tomar de este, los elementos minerales disueltos en agua que le son indispensables para nutrir el organismo de los miembros de cada especie, para que desarrollen y vivan con salud y vigor. El agua enriquecida con elementos minerales se le llama sabia bruta y tiene un movimiento o recorrido ascendente.

El objeto, denominado fitotécnica mente yema, es lo que constituye el injerto propiamente dicho, atendiendo a la verdadera acepción de la palabra y que se puede definir diciendo que es la parte que se inserta en un punto determinado del patrón para que se suelde, brote y constituya la copa o ramaje de la nueva planta. Esta copa toma inmediatamente del aire (con el auxilio de sus hojas y ramas verdes), oxígeno y otros elementos imperativos para la vida de las plantas, los que al combinarse con los elementos disueltos en agua, que fueron tomados del suelo por las raíces, pasan a formar una sustancia alimenticia que va a nutrir el vegetal y a enriquecer su economía en forma de nuevos tejidos y reservas. Esas sustancias alimenticias, ya asimiladas, se denomina sabia elaborada y tiene recorrido descendente. La operación bioquímica que activa esa función se llama fotosíntesis o función clorofiliana, ya que se produce únicamente bajo los efectos de la luz natural, o artificial, pero si precisa que esta sea de marcada intensidad.

Para los vegetales podemos decir que, injertar equivale a asociar en una sola planta las aptitudes de dos individuos que vivieron separados y que ahora, en unión estrecha, cada uno de ellos pone a concurso sus cualidades específicas hacia un fin común, ya sea económico o científico. Así, una especie acomodada a las condiciones ecológicas de un medio dado, pero cuyos frutos carecen de valor, puede ser el pie indicado para llevar sobre si otra especie de flores o frutos de alto valor, pero que sucumbiría en las condiciones de aquel si se plantara sobre su propio pie.

Razones que llevan a la práctica de injertar.

- 1) Para aprovechar los beneficios de ciertos patrones. Hay plantas de ciertas especies o variedades que pueden ser resistentes a algunas enfermedades de las raíces. Si injertamos la yema traída de la copa de un árbol cuya especie, variedad o cultivo es sensible a enfermedades en las raíces y la injertamos sobre un patrón de otra especie o cultivo, en la cual sus plantas son resistentes a dichas enfermedades radicales, pues logramos una planta libre a dicha enfermedad. Ejemplo, el injerto de naranja dulce (*Citrus sinensis* L.) sobre naranjo agrio (*Citrus aurantium*, L.), para evitar la gomosis y los estudios que se realizan para lograr plantas injertadas resistentes a la tristeza, enfermedad que es devastadora para los cítricos.
- 2) También tenemos clones que no pueden propagarse por estacas y económicamente la mejor forma es por injerto. Este es el caso de los clones de manzanos, perales y otros.
- 3) Para acelerar el inicio de la etapa de vida útil de una planta, así tenemos ciertas especies que si la reproducimos por semillas tardarían 10 y más años para comenzar a dar frutos; sin embargo, si hacemos un injerto sobre una plántula que halla desarrollado lo suficiente, para que su talluelo tenga el grosor óptimo para ser injertado, trayendo la yema de una planta adulta ya productora de frutos, acortamos grandemente el comienzo de la fructificación en la nueva planta. Hasta en un 50%.
- 4) Para cambiar las variedades o cultivares en una plantación. Así tenemos, que en una plantación de manga blanca o amarilla (*Mangifera indica*, L) si realizamos el injerto sobre ella de otras variedades de mango, hemos cambiado la plantación. También puede darse el caso de tener en una plantación, por descuido o desconocimiento, plantas de otras especies, variedades

o cultivares, sobre especies, que no corresponden a la plantación o cultivar en cuestión, uniformaremos la plantación con la variedad que deseamos que prevalezca.

5) Para salvar un árbol que ha sido dañado, o desprendida su corteza en forma anular. En este caso, practicando el llamado injerto de puente, que consiste en injertar ramas tiernas que unan ambas cortezas, queda restablecida la planta.

6) Para programas de mejoramiento genético. Es muy importante, para el mejorador, el poder realizar dos generaciones en el año, de una planta determinada, cuando las condiciones así lo permitan. Hay variedades de ciertas especies foto periódica, que con ellas puede lograrse dos generaciones al año. Pero hay otras variedades de esa misma especie que por tener un comportamiento foto periódico distinto al anterior, no se puede lograr las dos generaciones. Así tenemos en el primer caso el ejemplo de las variedades de kenaf Cuba 195 y Cuba 108 y en el segundo caso tenemos la variedad Cuba 1087 los dos primeros, comienzan el cambio de primordio desde los últimos días de agosto y la segunda no antes de noviembre, independientemente de la fecha en que se siembre. Con semillas producidas de las variedades Cuba 195 y Cuba 108, que comenzaron a florecer en los últimos días de agosto, se puede sembrar, nuevamente en noviembre o diciembre y obtener una nueva generación. Pero con la semilla que se obtiene de La Cuba 1087 no puede volverse a obtener otra generación, ya que florece muy tardíamente, no permitiendo las dos generaciones. Para obtener dos generaciones en La Cuba 1087, se puede recurrir a injertar en ella, yemas de las variedades Cuba 195 o Cuba 108, logrando con ello que desde septiembre comience a florecer esta variedad y también esto se logra trayendo yemas de la variedad Cuba 1087 e injertándolas sobre plantas de La Cuba 108 o Cuba 195 esta práctica de injerto, se realiza en ambos casos, antes de comenzar a florecer una y otra; para lograr obtener las dos generaciones de La Cuba 1087.

7) Hacer posible la multiplicación de un híbrido de caracteres deseados y que no exista disgregación. Para ello obtenemos el híbrido y lo injertamos en un patrón determinado, con esto logramos perpetuar las características del híbrido en cuestión.

Condiciones necesarias para el injerto.

Cuando se realiza el injerto y se llega a obtener una planta en la cual se logra la unión en la forma óptima, es necesario que exista una relación estrecha entre el patrón y el injerto.

Si se injertan plantas de la misma especie el éxito es de esperarse, si las demás condiciones son óptimas. En este caso se plantea que hay afinidad inmediata. Pero si son de distintas especies, pero del mismo género la afinidad es próxima, resultando afinidad remota cuando son de distintos géneros, pero de la misma familia. En el primer caso el injerto es siempre posible y se llama franco; en el segundo caso es posible y en el tercer caso es casual.

Cuando injertamos puede haber la unión perfecta entre dos plantas y esto es lo que se llama compatibilidad; existiendo la incompatibilidad cuando hay situaciones en que el patrón, el injerto o ambos mueren con bastante rapidez.

También puede existir incongeniabilidad, en estos casos la combinación vive, pero ocurre algunas modificaciones del patrón, del injerto o de ambas. Esto comprendería hinchamiento en la unión o achaparramiento del injerto. Generalmente se aprecian síntomas consistentes en una combinación de patrón e injerto, bajo una amplia variedad de condiciones ambientales, entre ellos Hartmann y Kester (1968), señalan:

- a) No formar con éxito una unión de injerto en un alto porcentaje de los casos.
- b) Muerte prematura de los árboles; los árboles pueden vivir uno o dos años en los surcos del vivero y luego morir.
- c) Un obvio estado de mala salud de los árboles, el crecimiento puede ser débil, con follaje amarillento y con caída prematura de sus hojas en el otoño.
- d) Una diferencia marcada en la razón de crecimiento o de vigor del patrón y del injerto.

e) Diferencia entre el patrón y el injerto en la época del desarrollo vegetativo para el comienzo o fin de la estación.

f) Sobre crecimiento en la unión del injerto, encima o debajo de ella.

Existen dos síntomas especiales que, denotan que las combinaciones son incompatibles, tales como:

- 1) Producirse rompimiento del árbol en el punto de unión, particularmente cuando ha estado en crecimiento durante varios años observándose en la fractura, limpieza y superficie liza y no desapareja o dentada.
- 2) La presencia de masa o membrana de tejido parenquimatoso o tejido cortical en lugar de tejido diferenciado normal, esto puede apreciarse muy bien al observarse un abultamiento prolongado en la unión del injerto y el patrón. Esto interrumpe la conexión vascular normal entre patrón y púa.

Pueden existir distintas razones para no tener éxito en el injerto, como son:

a) No semejanza en la estructura anatómica, así, tenemos que los vasos conductores entre el patrón y el injerto son muy diferentes, pues ocurren ciertas anomalías fisiológicas. Esto tiene carácter de diferencia anatómica.

b) Falta de uniformidad de la dinámica de la savia que circula entre el patrón y el injerto.

c) El periodo del año en que se injerta, ya que para tener éxito en el injerto debe haber un desarrollo vegetativo óptimo, para que las zonas meristematicas estén óptimamente activas y la yema no esté muy desarrollada aún.

Esto generalmente ocurre en las condiciones tropicales, como en Cuba de noviembre a marzo.

Es muy importante señalar que cuando se ha efectuado una combinación incompatible y es descubierta a tiempo, esta puede corregirse y hacer que el árbol continúe viviendo. Esto se realiza mediante el injerto de puente, trayendo la púa que va a unir las dos partes de una variedad mutuamente compatible.

Relaciones entre el patrón y el injerto.

Partiendo de combinaciones compatibles y no teniendo en cuenta los casos de incompatibilidad, pueden presentarse en la combinación hechos deseados, producto de la interacción entre el injerto y el patrón y que puede ser usado comercialmente. Además, se presentan otros casos en los cuales ocurren efectos no deseados, lo cual hay que evitar. Esto puede ser inducido por el injerto o el patrón. A continuación trataremos algunos efectos del patrón sobre la variedad injertada y también el efecto del injerto sobre el patrón.

Efecto del patrón sobre la variedad injertada, el hábito de crecimiento y el tamaño.

En estudios realizados en la estación de investigaciones de East Malling, Inglaterra, reportado por Hartmann y Kester (1968), comprobaron alteraciones en la copa de los árboles injertados y clasificaron estas alteraciones en cuanto al vigor impartido a la variedad injertada en: muy achaparradores, semi-achaparradores, vigorosos y muy vigorosos; este estudio fue realizado en manzanos. Pero también se han estudiado efectos muy marcados del patrón en el injerto en cítricos, Ensveller et al (1953) reportaron que en La India, trabajos al efecto mostraron que después de 4 años los árboles de naranjo dulce de la variedad malta eran tres veces más grandes si eran injertados de yemas sobre limón rugoso (*Citrus limon* Burm.) que si se injertaban sobre cidra (*Citrus medica* L.).

Efecto del patrón sobre la fructificación precoz.

El tejido calloso que se forma en la soldadura dificulta hasta cierto límite el paso de los jugos: sin embargo, de los estudios realizados se desprende que la savia bruta que procede de las raíces del patrón pasa más fácilmente a través del mencionado tejido, lo que da por resultado que la cantidad de elementos nutritivos de que dispone este último es mayor que la de un árbol

franco de pie; consecuencia de esto es que su fructificación tiene lugar más temprano y es mayor que la de una planta no injertada. Si bien es verdad que desde un cierto punto de vista esto es una ventaja, en cambio esa fructificación tan precoz hace que el injerto se agote y envejezca más rápidamente que un árbol franco de pie. Así que la vida de un injerto es más corta que la de una planta no injertada.

Efectos sobre el tamaño, calidad, color y madurez del fruto.

Entre las especies de plantas hay una variación considerable respecto al efecto del patrón sobre las características de los frutos del injerto. Según estudios reportados por Hartmann y Kester (1968), entre las especies de plantas hay una variación considerable respecto al efecto del patrón. En cítricos se observan efectos extraordinarios del patrón sobre los frutos del injerto. Si se usa como patrón el naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.), los frutos del naranjo dulce (*Citrus cinensis* L.), de la mandarina (*Citrus reticulata* Blanco) y de la toronja (*Citrus paradisi* Macf), resultan lisos de piel delgada, jugosos, de excelente calidad y se almacenan bien sin sufrir deterioración. Los patrones del naranjo dulce también producen frutos jugosos, de cáscara delgada y de alta calidad. Los cítricos injertados sobre toronja son generalmente de excelente tamaño, clase y calidad si se les fertiliza con abundancia. Pero cuando se usa como patrón el limón rugoso, los frutos son con frecuencia de cáscara, algo grandes y bastos, inferiores en calidad y bajos tanto en azúcar como en ácidos.

Efecto del injerto sobre el patrón. Efecto sobre el vigor del patrón.

El vigor del patrón parece ser la principal influencia del injerto sobre el patrón. Si sobre un patrón débil se injerta una variedad de desarrollo vigoroso, el crecimiento del patrón será estimulado, de manera que se vuelva más grande que si se hubiera dejado de injertar, recíprocamente si sobre un patrón vigoroso se injerta una variedad de crecimiento débil, el desarrollo del patrón será menor de la que podría ser, si se hubiera dejado de injertar. En los cítricos por ejemplo, cuando la variedad que se injerta es menos vigorosa que la que sirve de patrón, es la yema, más que el patrón, la que determina la razón de crecimiento y el tamaño final del árbol.

Ventajas del injerto sobre la estaca y el acodo.

El injerto anticipa mucho más el desarrollo y fructificación de la rama que se quiere propagar que la estaca o el acodo.

Como el patrón tiene un sistema radical pivotante y más grande que el de la estaca o acodo, se agarra mejor al terreno, sufre menos la acción del viento y resiste más las condiciones adversas del medio.

Cuando debe practicarse el injerto.

En los países tropicales, el injerto puede realizarse durante todo el año, siempre que los patrones y las plantas suministradoras de yemas estén en plena actividad vegetativa, con excepción de las anonáceas, que deben estar en periodo de reposo. La época más convenientes en Cuba para ejecutar con efectividad los injertos son los meses de sequía, desde noviembre hasta mayo, por ser los meses de más baja temperatura. Los meses de julio y agosto son los menos propicios para hacer injerto, por el excesivo calor. Los injertos sueldan mejor y en mayor porcentaje en los periodos de sequía, ya que en esa época existe menor humedad relativa y por lo tanto, el desarrollo de hongos y otros agentes extraños que son favorecidos por la humedad, no es tan abundante.

Cañizares (1973) plantea que el gran porcentaje de injertos malogrados en los periodos de alta temperatura, tienen relación con la proteína de las células lesionadas, las cuales quedan expuestas al calor y se coagulan más fácilmente, esto no ha sido comprobado.

Las plantas que van a ser injertadas deben encontrarse en plena actividad vegetativa, lo que se justifica por dos aspectos básicos:

1) Cuando no hay circulación de savia, o cuando las plantas están “descansando” la corteza se haya fuertemente adherida a la madera, lo que hace difícil o casi imposible la operación mecánica de injertar.

2) Únicamente durante el curso de la actividad vegetativa, ciertos elementos reguladores llamados hormonas, incitan a la multiplicación celular y pueden aparecer en las heridas o cortes que se practican, provocando la regeneración de las células mutiladas originando una masa de tejidos cicatrizantes, a lo que se llama “callosidad”, lo que permite la entrada de la yema en actividad vegetativa, pues se establece la circulación de savia y hormonas entre el patrón y la yema.

Selección del patrón y de las yemas.

Patrón o porta injerto.

El patrón, como base forzada de la nueva planta que se forma con el y la yema que se injerta, debe reunir varias condiciones que garanticen el desarrollo normal, futuro de la planta. Estas condiciones pueden ser:

- 1) El patrón o porta injerto debe ser hijo de madre vigorosa y prolífera entre las de su especie.
- 2) Que manifieste en lo posible, resistencia a las enfermedades y a los insectos dañinos.
- 3) Que sea resistente a los periodos prolongados de sequía.
- 4) Debe poseer un fuerte y amplio sistema de raíces.

En resumen, debe preferirse toda aquella planta que se destaque en el semillero por su desarrollo, que posea un tallo recto, corteza lisa y con ese brillo natural que indica salud; que presente copa robusta y hojas perfectas. En fin, debe reunir todas aquellas características que denotan lozanía y pujanza.

Yemas.

La yema es el elemento que va a constituir el cuerpo aéreo y por tanto productor de la planta; es allí donde radica el mayor interés económico de la operación y por consiguiente, es en su selección donde debemos poner nuestro especial cuidado y esmero. Estas deben reunir las características generales siguientes:

- 1) Es preciso asegurarnos que corresponden a la especie o forma que nos interesa.
- 2) Se debe procurar que procedan de plantas fuertes, saludables que fructifique normal y abundantemente cada año, así como que su fruto o su flor sean de tamaño, color y calidad apetecidos por los consumidores.
- 3) Las yemas deben provenir de plantas resistentes a las plagas y enfermedades habituales de su especie.
- 4) Se prefieren aquellas yemas que procedan de plantas bajas, bien formadas y muy especialmente de ramas laterales cuando se trate de frutales.

Útiles necesarios para injertar.

Para injertar hay que valerse de varios útiles como son: navaja común, navaja de injertar (cuchilla) de corte convexo para hacer incisiones en el patrón y con una uña de marfil o hueso en el mango para levantar la corteza; serruchos curvos y rectos, tijeras, mazos, cuña de madera, cuerdas de lana o de materiales vegetales flexibles (rafia, esparto) para hacer las ligaduras y finalmente ungüentos o betunes para tapizar las heridas, debiendo ser mezclas que no se resquebrajen por el frío ni se fundan por el calor; como cera, sebo resina, pez rubia y ceniza o polvo de ladrillo. También se protegen los injertos con telas enceradas; existen varias fórmulas para preparar tela encerada; la más corriente de ellas es a partir de cera y pez rubia. Para preparar la tela encerada se procede de la siguiente manera:

En una lata se echará la cera picada en pedazos muy pequeños; se pone al fuego y una vez que la cera está fundida se añade la pez rubia que se ha triturado hasta hacerla polvo. Cuando todo esté bien fundido, pero sin dejar hervir la mezcla, se introduce la tela que previamente se ha picado en tiras, para facilitar la operación las tiras deben enrollarse. Siempre es conveniente quitar la lata del fuego, para evitar que se queme la tela, al ponerse en contacto con el fondo del recipiente que se encuentra bajo la acción directa del fuego. La tela se debe dejar dentro de la mezcla el tiempo suficiente para que se impregnen todas sus partes. Después de sacadas, se desenrollan las tiras y se dejan escurrir dentro de la lata.

Es conveniente recordar que no se debe preparar la tela con una mezcla ni muy fría ni muy caliente. En el primer caso sería demasiada la cantidad de cera con que se impregnaría; en el segundo se quemarían sus fibras, rompiéndose la tela a la menor tensión.

Hoy en día se sustituye la tela encerada por bandas de nylon, que son más fáciles para trabajar, menos costosas y de mayor efectividad. Para amarrar los injertos se emplean ligas de injertar (bandas estrechas de elásticos). En el mercado las hay de distintos tamaños y gruesos, que se emplearán de acuerdo con el diámetro del patrón.

Clasificación de los injertos.

Todos los tipos de injertos, los podemos agrupar en dos grandes grupos. Esto atendiendo al momento en que se decapita el patrón, así tenemos, el grupo de patrón decapitado en el momento de hacer el injerto y el grupo en el cual se realiza el injerto y después de un tiempo prudencial es decapitado el patrón.

Patrón decapitado	{de púa	{de corona, de hendidura, tangencial, de caballete o caballito}	
Patrón sin decapitar	{De corteza	{De escudete	{T normal.
Al momento de			T invertida.
Realizar el injerto.			En chapa.}
	{Púa de incrustación		
	Lateral en la corteza.		
	{De aproximación.	{De costado	
		De cabeza.}	

Injertos sobre patrón decapitado.

Esta clase de injertos se realiza decapitando el patrón o el árbol en el momento de realizar el injerto. La yema viene con una estructura de vástago compuesto o púa. En este grupo, están comprendidos los injertos que se realizan en el mango (*Mangifera indica* L.) y en el aguacate (*Persea americana* Mill) cuando se realiza el de caballito o el de caballete. Los injertos de este grupo se realizan en forma muy especial en plantaciones viejas, bien porque se quiera cambiar la copa de todos los árboles de dicha plantación o porque se quiera cambiar árboles de dicha plantación, bien porque estén mezcladas las variedades o porque existan árboles que presenten cierto deterioro.

Injerto de púa.

Este grupo de injerto incluye numerosas formas, que se caracterizan porque el injerto propiamente dicho lo constituye una rama o porción de rama (púa) que se inserta sobre el patrón. Esta porción de rama debe estar provista de una o más yemas; por lo que puede ser púa con yema axilar o con yemas terminales. Las púas con yemas axilares se obtienen de las ramas que se cortan por ambos extremos y las de yema terminal cuando solo se efectúa un corte, el basal, ya que el ápice queda integrado por la yema propiamente dicha. Una de las condiciones básicas para que este injerto se logre es utilizar púas cuya vegetación esté más atrasada que la del patrón; de no reunirse esta condición, las yemas formadas por un tejido nuevo brotarán y comenzarán su desarrollo antes de que se haya verificado la soldadura, evaporan toda su humedad y como no pueden reponer la del patrón se secan y mueren.

a) **Injerto de corona.** El patrón se descabeza dando un corte normal al eje de la planta en el punto donde se quiere realizar el injerto. Con una cuchilla o una trinch, si el tronco es de gran diámetro, o la madera muy dura, se alisa bien la superficie del corte a fin de evitar que se deposite el agua de lluvia o de rocío lo que provocaría pudriciones. Para colocar la púa se hace en la corteza una incisión paralela al eje del tallo y de 2 a 3 cm de largo. A la púa se le da un corte a bisel de un solo lado, lo más largo posible; a veces en la parte superior del corte se le hace una muesca que asiente bien sobre el patrón. Si el diámetro de la púa fuera relativamente grande es conveniente darle al corte una forma cóncava, utilizando una gubia; de esta manera la púa abrazará mejor el cambium del patrón.

Si el diámetro del patrón es muy grande, la púa se amarra con un cordel, cubriendo todo con tela encerada. Este es el tipo de injerto que se emplea en plantas de gran diámetro. Para poderlo ejecutar es necesario que la savia del patrón se encuentre en movimiento, a fin de que la corteza se pueda desprender con facilidad. (fig. 3.19)

b) **Injerto de hendidura.** El injerto de hendidura es muy propio de árboles de tronco de diámetro considerable. Este consiste en hacerle hendidura al patrón decapitado, en la cual se interesa la madera, con una longitud de 5 a 8 cm. a través del centro del tocón a injertar; esto se hace con una sierra o serrucho apropiado, con hoja bien afilada. La porción del tallo o de la rama donde se hace el corte, debe ser en un lugar tal, que permita que el tocón que quede sea liso, derecho y sin nudos, por lo menos en unos 15 cm.

Después se prepara la púa, la cual debe tener de 7.5 a 10 cm de longitud y llevar dos o tres yemas. El extremo basal de cada púa debe cortarse en forma de una cuña larga con los lados en declive suave de cerca de 5 cm de largo. El lado de la cuña que va a quedar del lado de afuera del patrón debe ser ligeramente más ancho que el lado que va a quedar dentro, así, de esta manera habrá más unión íntima de las dos zonas de cambium del patrón y el de la cuña. Toda vez que la corteza del patrón es casi siempre más gruesa que la corteza de la púa, para poder hacer coincidir las capas de cambium es necesario generalmente que la superficie externa de la púa quede ligeramente más adentro que la superficie externa del patrón. Los cortes diagonales que se hacen en la púa deben quedar bien lisos y por lo tanto deben realizarse con una cuchilla bien afilada. Ambos lados de la púa deben quedar firmemente apretados contra el patrón, en toda su longitud. Una de las formas que facilita la colocación de la cuña en la hendidura es mantener abierta la misma con una herramienta apropiada y una vez colocada la púa, se retira.

c) **Injerto tangencial.** Esta forma de injertar, también es realizada en patrón decapitado, el cual consiste en insertar la púa tangencialmente al patrón, en el que previamente se ha realizado una hendidura que nada más interesa la corteza; se puede insertar una, dos o más púas. (fig. 3.20)

d) **Injerto de caballete o caballito.** Estas modalidades de injerto se realizan mucho en aguacate. El patrón usado debe provenir de una planta joven y en el extremo de dicho patrón, al

ser decapitado (5cm por debajo de la yema terminal), se le hace una terminación en forma de cuña o se le hace una hendidura. Para el primer caso la púa se prepara realizando en ella la hendidura y para el segundo caso la púa debe terminarse en forma de cuña. Las púas preparadas deben provenir de extremos de ramas con las yemas ápicales y pueden tener o no algunas yemas laterales. La mejor época para llevar a cabo cualquier tipo de injerto de púa o de yema es después que el crecimiento activo haya estimulado un desarrollo suficiente del cambium, para que la corteza pueda desprenderse con facilidad y cuando la madera del injerto se ha endurecido lo bastante, para que la corteza no esté demasiado succulenta.

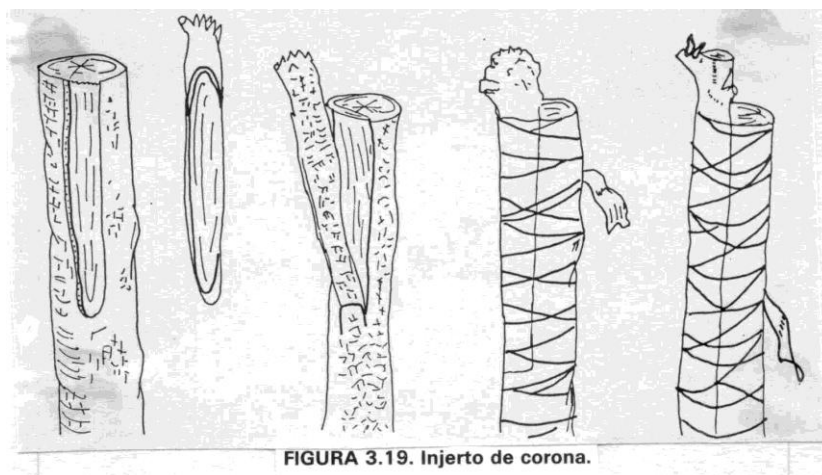


FIGURA 3.19. Injerto de corona.

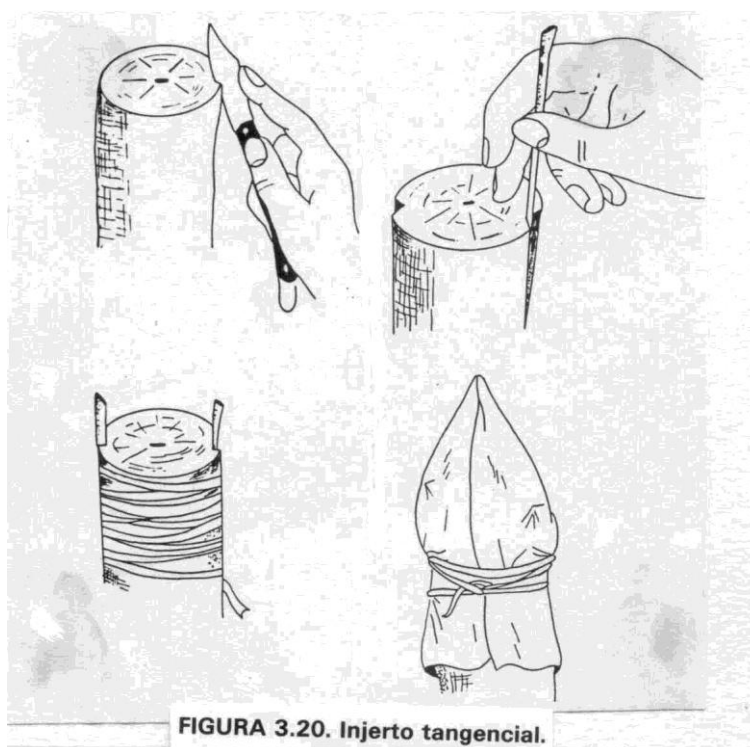
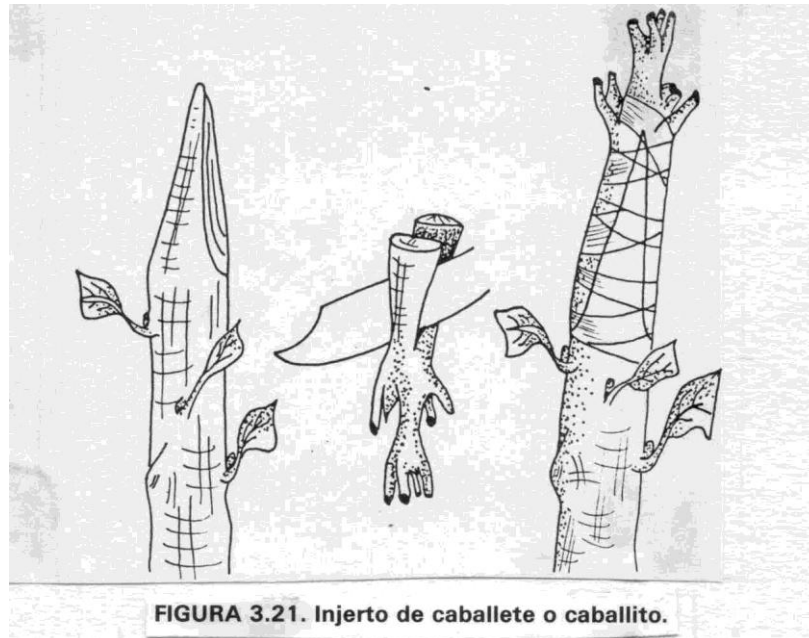


FIGURA 3.20. Injerto tangencial.



Injerto sobre patrón sin decapitar al momento de realizar el injerto.

En este grupo están los injertos que se realizan lateralmente en el patrón y no se decapita dicho patrón al momento de realizar el injerto. Este injerto es clásico en los viveros móviles de cítricos, de rosales.

Es muy importante señalar que generalmente este injerto se realiza en patrones con menos de 10cm de diámetro. La altura a que se debe realizarse el injerto debe ser en la base del tallo de 15 a 20cm de la superficie del suelo, de hacerse a una altura superior trae consigo el que haya muchos brotes laterales del patrón y sea necesario desyemar más intensamente. Generalmente, en los viveros se realiza este grupo de injertos cuando el patrón tiene no más de 5 o 6 meses.

Injerto de corteza. Se llama así, porque el injerto propiamente dicho, está constituido por una pequeña porción de corteza que lleva una yema. El injerto puede ir acompañado de la madera como en el caso del injerto de escudete en el naranjo, o a veces es necesario separar la madera; un ejemplo lo tenemos en el injerto de chapa en el aguacate y escudete en la rosa.

a) **Injerto de escudete.** Se denomina así por la forma de escudo que se da al pedazo de corteza que se corta; puede estar o no acompañado de una porción de madera de la planta. Este injerto se utiliza en patrones o ramas jóvenes, cuyos tejidos sean nuevos, encontrándose en movimiento la savia. Es el más fácil y sencillo.

Para insertar el escudete se hace en el patrón, en el punto de injerida, una incisión que interese la corteza, pero teniendo cuidado de no profundizar demasiado con la cuchilla para no cortar la madera. Esta incisión puede tener diversas formas: T derecha o normal, T invertida, una cruz, una L, con la uña o con el filo de la cuchilla poniendo mucho cuidado a fin de no dañar el

cambium, se levanta y desprende la corteza, insertándose entonces la yema o escudete. Se amarra con rafia, tela encerada o nylon. El amarre es indispensable a fin de asegurar el contacto entre los dos cambium. Tan pronto como la yema haya brotado se zafa el amarre.

En algunas especies es necesario que exista un mayor contacto entre los meristemas, para que sobre viva un buen tanto por ciento de las yemas.

Dentro de las técnicas de los injertos se ha introducido una innovación recientemente, que se trata del injerto de escudete en chapa, el que puede ser utilizado en muchos géneros de plantas frutales y ornamentales. Da muy buenos resultados en todas las especies de cítricos, en las que se utilizaba el injerto de escudete con corte en el patrón en forma de T, el cual presentaba con frecuencia ciertas dificultades difíciles de superar. La técnica del injerto de escudete en chapa sufre su modificación en el patrón, no en la yema; esta sigue manteniendo su forma de escudete, pero se trata de dotarla de una base lo más ancha posible (6-10mm) con vistas a que tenga un amplio asentamiento, con un largo de 3cm y que presenta con preferencia la yema en su zona media; debe tener un grueso de alrededor de 5mm, con el fin de asegurar un alto contenido de tejido meristemático en la base. En el patrón, el corte en la corteza y zona generatriz se realizará de arriba hacia abajo, mediante el cual se retira una fracción de este y una ligera cantidad de cambium (madera en formación). Esta zona que es retirada debe tener una longitud y un ancho de 5mm mayor en ambas direcciones que la yema, para que el área de esta quede asentada totalmente sobre el área de tejido meristemático y descubierto en el patrón.

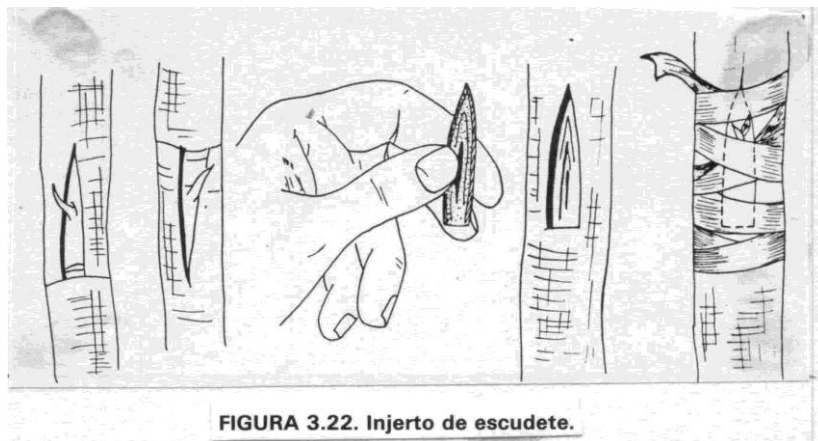


FIGURA 3.22. Injerto de escudete.

Esta innovación tiene como ventajas que no es necesario que los patrones estén en savia para ejecutar los injertos, lo que sí es imprescindible para poder realizar los otros injertos de escudete; pues de no ser así, la corteza no se desprendería, lo que no es necesario en el injerto de escudete en chapa, la corteza se retira. Otra ventaja, es que como el patrón es cilíndrico y la base de la yema es plana, al colocar esta entre la corteza y la madera del patrón, quedan indefectiblemente dos áreas o zonas, a ambos lados y debajo de la yema, no cubiertas, las que constituyen verdaderas cámaras de aire que favorecen el desarrollo de pudriciones que muchas veces originan grandes fallas en los injertos. Mediante el enchape se evita esa circunstancia. Además, podemos señalar que como la yema es verde, al cubrirse con vendaje transparente y recibir cantidad suficiente de luz continúe realizando su función clorofiliana.

Cañizares (1973) ha observado que mientras más expuesto a la luz están estos injertos, más alto es el porcentaje de prendimiento.

Este tipo de injerto se usa con gran acierto en guayaba y en estos momentos se obtienen buenos resultados en cítricos, en algunas anonáceas y en otras especies. El éxito de los resultados se eleva en ocasiones al ciento por ciento.

a) **Injerto de púa de incrustación lateral en la corteza.** La púa está constituida por un brote semi herbáceo cuya yema terminal, al desarrollar, reproducirá la planta madre. Para colocarla en el patrón se le dará un corte a bisel por uno de sus lados, se suprimirán todas las hojas dándole corte a nivel de la corteza, a fin de evitar que queden porciones pequeñas de pecíolo que dificultarían la introducción de la púa en la incisión que se práctica en el patrón. La incisión en el patrón se hace en forma de T derecha; con el filo de la cuchilla se levantan los bordes superiores del corte vertical. Para colocar la yema terminal, se coge esta con la mano derecha y se introduce en los bordes levantados, con el corte en chanfle hacia dentro, haciéndola penetrar, empujándola con la mano. Para evitar que se desvíe se sujetan los bordes de la incisión con el índice y el anular de la mano izquierda. Terminada la operación se amarra con tela encerada.

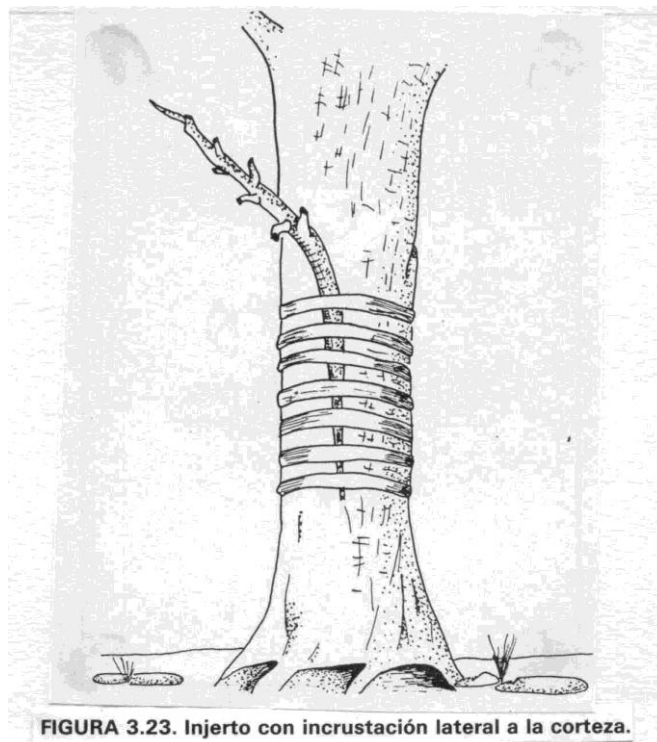


FIGURA 3.23. Injerto con incrustación lateral a la corteza.

Injerto de aproximación.

Esta forma de injerto puede resultar más conveniente, en aquellas especies en que la soldadura no se produce con suficiente rapidez para evitar la muerte del injerto. Se hacen cortes limpios en la corteza, tanto del injerto como del patrón. Después se ponen en contacto las superficies de ambos cortes y se ligan firmemente injerto y patrón. Tanto el injerto como el patrón deben conservar sus propias hojas y raíces, hasta que se haya producido una soldadura fuerte, momento en el que corta el injerto por debajo de la unión y el patrón por encima de esta. Este injerto se diferencia de los otros en que la rama que se va a propagar no se separa de la planta madre. Hay gran analogía entre el injerto de aproximación y el acodo.

La importancia que tiene el injerto de aproximación estriba como es fácil comprender, en que mediante este sistema podemos injertar plantas que con los otros métodos sería dificultoso su multiplicación asexual. Ejemplo, el mamey(*Calocarpum sapota*, Jacq Merr).

El injerto de aproximación es generalmente, el método de injerto más costoso y tiene además, el inconveniente que las raíces pueden llenar completamente el recipiente y retorcerse. Pero en algunas especies y en ciertos climas no se formaría el puente de callo con suficiente rapidez, para mantener vivo el injerto si este fuera desprovisto de su propio sistema radical.

Algunas veces se comprueba que los árboles establecidos ya, tienen un sistema radical demasiado débil o que sus raíces están dañadas. Tales árboles se pueden salvar, en ocasiones, recurriendo al injerto de aproximación. Se plantan alrededor del árbol algunos jóvenes cuyas raíces estén en buenas condiciones. Cuando estos árboles están ya bien establecidos y en la época en que la corteza se puede desprender bien, se cortan y se hace una hendidura oblicua en el tronco del árbol grande en la generatriz más cercana a cada uno, de modo que este pueda insertarse en el a través de la corteza, hasta llegar al cambium, después se cubre de cera cada inserción. El desarrollo de este tallo joven y de su sistema radical, puede ser muy rápido, debido a la aportación de alimento que hace el árbol grande.

En el mango, muchos árboles se propagan por el método laborioso de injertar por aproximación plantas desarrolladas en macetas, sostenidas de modo que se mantengan a nivel con ramas buenas del árbol deseado, y que formarán el injerto.

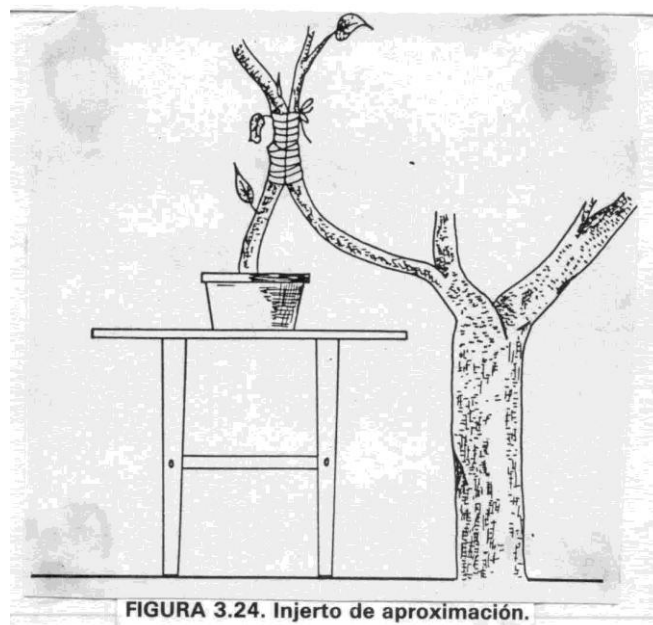


FIGURA 3.24. Injerto de aproximación.

Injerto de puente.

El injerto de puente se utiliza en los casos en que la corteza del tronco ha sido dañada, pero que su sistema radical se encuentra en perfecto estado. Los daños a la corteza del tronco pueden ser provocados por los implementos de cultivo, roedores o algún tipo de enfermedad. Para realizar este tipo de injerto se va a recortar toda aquella región de tejido dañado, de forma que lleguemos hasta el tejido sano o ileso. En la región de arriba y de debajo de la herida se hacen muescas en la corteza y en estas muescas se insertan las púas, cada 5 a 8cm. Para lo anterior se preparan las púas agudizando ambas puntas, pues sus dos extremos deben quedar en la corteza viva del patrón.

Es importante que las púas se inserten en su polaridad correcta. Si se insertan invertidas, pueden soldar y vivir por un año o dos, pero no se desarrollarían ni aumentarían su diámetro como si hubiera insertado correctamente.

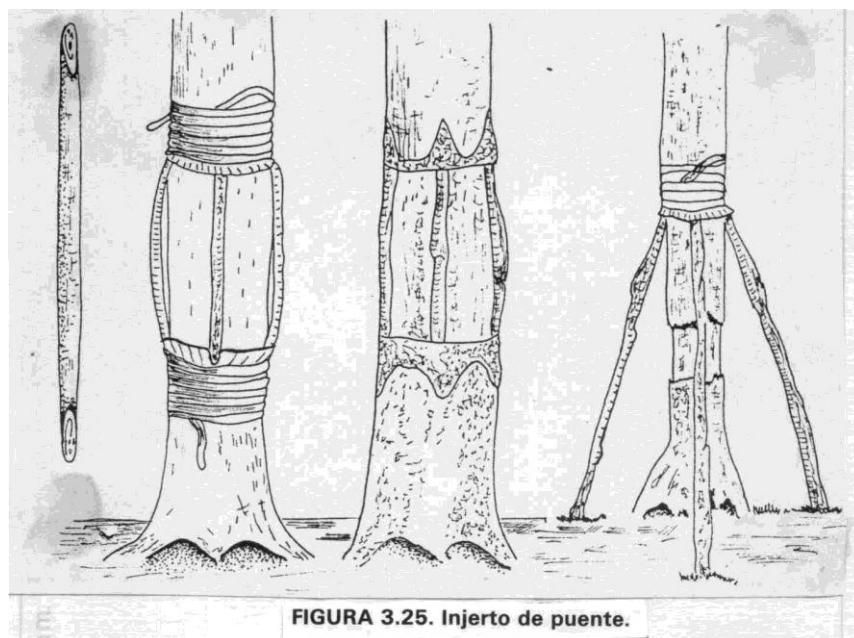
Micro injerto.

Esta clase de injerto tiene gran importancia en la producción. El mismo consiste en transportar solamente la porción meristemática, fundamentalmente apical de una rama o de una porción de tejido y es injertada en un patrón por el método de corteza. La importancia del micro injerto es que con el se multiplica un material exento de virus, así tendremos que la población injertada puede considerarse fuera de virus transportado.

Cuidado de los injertos.

Los injertos en general precisan de cuidados esmerados para asegurarles una buena soldadura y un desarrollo perfecto. Muchas de esas atenciones son comunes a todos los tipos de injertos y a todas las especies de plantas injertables, pero al mismo tiempo cada tipo de injerto y cada especie de planta injertada requiere atenciones específicas para cada caso. Las atenciones comunes principales se refieren a mantener las plantas injertadas en perfecto estado de salud y constante crecimiento, mediante escardas, irrigaciones periódicas, tratamientos fitosanitarios. Las atenciones especiales aún cuando parezcan comunes demandan distintas manipulaciones. El injerto de escudete en el aguacate, por ejemplo, no se manipula igual que en los cítricos, por tanto conoceremos estas modalidades separadamente, según su caso.

Los injertos de escudete, transcurridas dos semanas de ejecutados, deben visitarse por vez primera para conocer cuantos han prendido y para reinjertar aquellos patrones en que hayan fallado. Si el injerto ha soldado, el escudete con la yema presentará un color verde brillante y tendrá toda la apariencia de vida. Si no ha prendido, lucirá con una coloración generalmente avellanada o amarillenta, cuando no, totalmente seca. A todo patrón donde el injerto haya soldado se le practicará lo que se conoce con el nombre de media savia, si se trata de cítricos, anonácea y mango; no así si es aguacate. Esta media savia consiste en practicar un corte,



En el patrón, hasta la mitad de su diámetro, a unos 10 a 20cm más arriba del injerto y por su mismo lado, doblando la copa medio cortada hacia el lado contrario. En esas condiciones se dejarán transcurrir los días hasta que el vástago de la yema o injerto tenga sobre 50cm de alto. Después se suprime totalmente aquella parte de la copa que se dobló y el injerto se atará, para

que se desarrolle recto, a una estaca que oportunamente se clava junto a su pie. En muchos casos es necesario atar el injerto al tocón del patrón antes que a la estaca, para que siga recto. Cuando el injerto tenga entre 50 y 80cm de alto, inmediatamente sobre la soldadora, pero lo más próximo a ella que sea posible, se corta el tocón con una tijera de mano o de descornar. A esto se llama destocoado. El corte será ligeramente oblicuo. Es rigurosamente indispensable suprimir todos los brotes que surjan en el patrón con lo cual se obliga a este a mantener bien nutrido el injerto. Si las ligaduras o amarras no se han podrido o si se nota que tienden a estrangular la corteza de los patrones, se aflojan según el caso aconseje.

Cuando se trata de aguacate, una vez visto los que soldaron, como en el caso anterior, se repiten los fallos y se procede a cortar la yema terminal o ápice de todos los patrones que tengan injerto y según transcurran los días se irán suprimiendo paulatinamente las hojas de arriba hacia abajo hasta que el tocón quede totalmente deshojado. El injerto crecerá y el tocón morirá lentamente hasta desaparecer por sí solo. Esto es en el caso del injerto de escudete. Como en el caso anterior, se suprimirán continuamente los brotes inútiles.

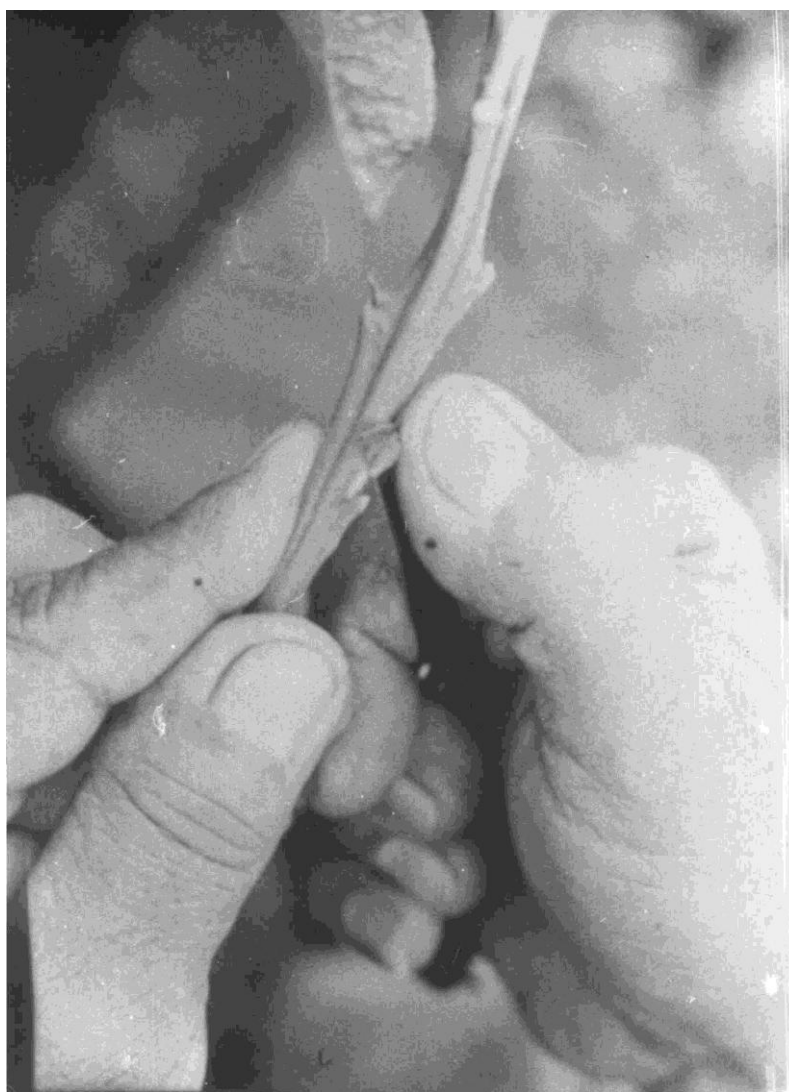


FIGURA 3.26 a



FIGURA 3.26 b



FIGURA 3.26 c. Etapas en la realización del microinjerto (a, b y c).

El injerto de corona se revisará a los 20- 25 días de ejecutado, para lo cual se separa la cubierta de papel. Para esa fecha, la yema de púa que no haya soldado estará muerta. En cambio, la que haya prendido habrá brotado o estará próximo a hacerlo. En casos de fallos deben repetirse estos. Los brotes que no correspondan a los injertos se suprimirán invariablemente. El injerto de aproximación es algo más exigente: cuando han transcurrido seis semanas de ejecutado se procede primero a suprimir lentamente la copa del patrón sobre el injerto mediante cortes progresivos durante varios días. La misma operación se sigue para separar la rama de la planta madre. Con esa separación lenta se obliga a la rama yema a que se acostumbre a vivir a expensas de las raíces del patrón. Cuando los injertos son separados totalmente, se llevan a un sitio sombreado y se mantienen allí por varios días. Durante el proceso de soldadura se mantendrá la tierra de las macetas debidamente humedecida.

Acodo o margullo.

Cuando las ramas o raíces de ciertas plantas son llevadas al suelo para de esta forma estimular la formación de callosidad y emisión de raíces, sin haberla separado de la planta materna y una vez enraizada puede ser separada, es decir, cortada y sembrada para que se convierta en una planta independiente, que crece sobre sus propias raíces, es a lo que conocemos por acodar o margullar.

El acodo ha de utilizar los elementos nutritivos de la planta madre, en tanto va a emitir su sistema radical.

Acodo es definido como: “Sistema de multiplicación artificial de las plantas”, que consiste en introducir en el suelo una de sus ramas, sin separarla del tronco y dejando que sobresalga su extremo superior, con objeto de que, arraigado, pueda luego cortarse en la base de unión y constituir un individuo independiente. (Font Quer, 1975).

Factores que afectan la propagación de plantas por acodo.

La formación de raíces durante el acodo es estimulada por varios tratamientos del tallo que causan una interrupción del traslado, hacia abajo, de materiales orgánicos (carbohidratos, auxinas y otros factores del crecimiento) procedentes de las hojas y puntos de las ramas en desarrollo. Estos materiales se acumulan cerca del punto de tratamiento y el enraizado ocurre en esta área, en general, cuando el tallo está aún unido a la planta progenitora. El mismo fenómeno pasa con las estacas pero con la diferencia de que este último caso la rama desprendida tiene que utilizar sus propias reservas. Esta es una razón importante del porque en muchas plantas, el acodado tiene más éxito que la propagación por estaca.

La formación de raíces en los acodos depende de que la zona de enraíce tenga humedad continúa, buena aireación y temperatura moderada. Una prolongada sequía y suelos compactos pesados impiden el desarrollo de raíces, principalmente en la etapas iniciales de enraíce. La aplicación de sustancias estimuladoras del enraizamiento durante el acodado a veces puede ser benéfica como lo es en las estacas. Aunque los métodos de aplicación pueden ser algo diferentes.

Ventajas de los acodos o margullos.

La principal ventaja del acodo o margullo es el éxito con que las plantas se enraízan por este método. Pudiendo señalar además como ventajas:

- 1) Casi todas las plantas pueden multiplicarse por acodos o margullos, particularmente aquellas de consistencia leñosa y semileñosa.
- 2) Este método es muy sencillo y requiere pocos conocimientos y práctica para su aplicación; cualquier persona inexperta puede emplearlo propagando muchas especies que requieren gran habilidad para multiplicarlas por otros procedimientos.
- 3) En pequeña escala se usa con gran ventaja sobre la estaca, pues no requiere como esta una atención tan esmerada en cuanto a riegos, humedad y temperatura.
- 4) Es el único método posible para propagar aquellas plantas que tardan mucho en formar un sistema de raíces propio y que por lo tanto no pueden multiplicarse por estacas.
- 5) Desde el punto de vista económico este sistema ofrece la ventaja de que en un tiempo mucho más corto que el de usar otro propágalo se puede obtener ejemplares mucho más grandes y de buena forma.

Desventajas.

1) El número de acodos que se puede hacer sobre una planta es muy pequeño, por lo tanto para obtener una cantidad de acodos es necesario disponer de muchos pies de plantas; además, la zona radical que corresponde con esa rama se ve sensiblemente afectada por no poder recibir sustancias elaboradas.

2) Este método de propagación tiende a ser caro y no se presta para las técnicas mecanizadas de propagación en gran escala usados en los viveros modernos.

3) Las raíces de los acodos son superficiales, expuestas a las variaciones extremas del medio: sequedad o humedad. Este sistema radical superficial hace al acodo poco resistente a la acción de los vientos fuertes.

Época del año en que se efectúan los acodos o margullos.

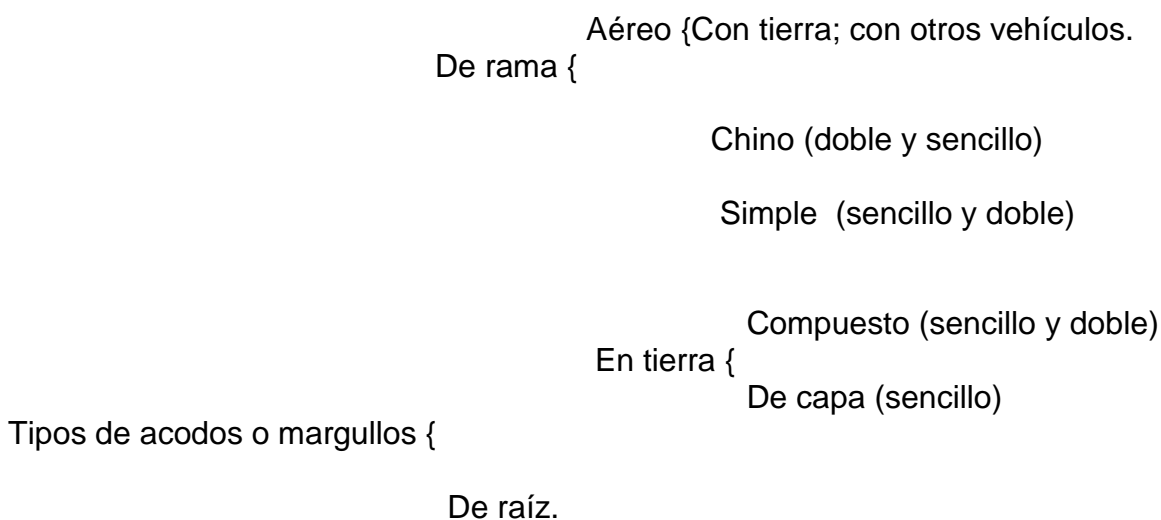
Los acodos o margullos se pueden practicar en cualquier época del año, pero se prefiere realizar esta operación al principio de la primavera, esto es, cuando hayan caído las primeras lluvias o durante el verano, porque en este momento las plantas donde han de ser ejecutado el acodo están en plena actividad y desarrollo. En estos momentos la humedad suministrada por las lluvias, más el calor propio de la estación hacen que la savia circule con mayor rapidez, facilitando esto el desarrollo de las raíces adventicias, en el punto donde la rama está acodada. La época tiene gran importancia sobre todo en las plantas de difícil enraizamiento. Practicando el acodo en el momento señalado tiene la ventaja de que las lluvias mantienen húmedo el medio en el cual se han de formar las raíces.

Forma de realizar los acodos o margullos.

Cuando se valla a realizar el acodo o margullo, las ramas o raíces que se empleen pueden tener más de un centímetro de diámetro. Así tenemos por ejemplo, el caso de varias especies del género Ficus, en las cuales se hacen en ramas hasta de 10 y 15cm de diámetro. La longitud puede fluctuar entre 30cm y 3m según la especie y la finalidad a que se valla a destinar de inmediato.

Clasificación de los acodos.

Basado en el lugar donde es practicable, los acodos se clasifican en: de rama y de raíces. Los de rama pueden ser en tierra y aéreos; estos últimos se realizan cuando no es posible llevar la rama hasta el suelo ya que se encuentra muy elevada o porque su grueso y dureza no lo permiten.



Para realizar este tipo de acodo se procede de la siguiente forma: en el punto elegido de la rama para hacer el acodo, que deberá ser entre 15 y 30cm sobre la bifurcación de dos

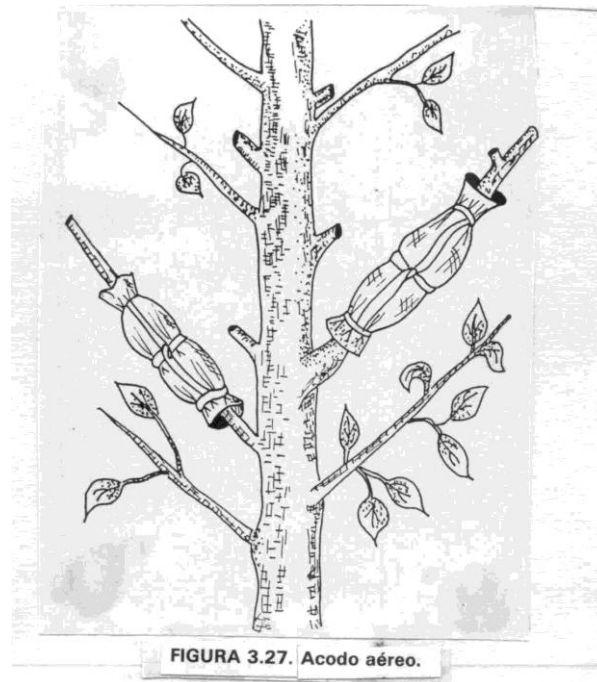
ramas, preferentemente, se practicará un corte anular en la corteza, lo suficientemente ancho para no permitir una unión posterior. En este corte se procurará no afectar mucho la madera, o se hará una hendidura de abajo hacia arriba que afecte a esta hacia la mitad o más de su diámetro, la cual se debe conservar abierta con una pequeña cuña de madera. Una vez realizada esta operación se debe cubrir con tierra y arena mezclada, o musgo, esa zona lastimada para que forme callosidad y emita raíces. Esa tierra o musgo será soportado o contenida en recipientes o macetas, que pueden ser de madera, barro, hoja de lata. También se emplean nylon y papel de aluminio.

Las macetas tienen una abertura lateral por donde se introduce la rama, tratando de que esta coincida con el eje central de la vasija. Se procede entonces a llenar la maceta con musgos o cualquier otro material que conserve bien la humedad. En las macetas de barro, la abertura lateral se tapa con una tira de yagua, para evitar que la tierra se salga. A las macetas de hojas de lata se les da un amarre con un alambre con fin de que no se abran una vez llenas de tierra. A veces la tierra se mantiene junto a la rama, mediante un saco, o un pedazo de lona, de nylon o de papel de aluminio, que se amarra fuertemente alrededor de la parte acodada. Si la rama por ser más débil se dobla bajo el peso del acodo se amarra a un tutor. Por último, se debe mantener la humedad para provocar su enraizamiento. Para mantener húmeda la tierra o el musgo del acodo se puede recurrir a una botella con agua que se coloca más alta que el acodo. El agua pasará de la botella a la tierra a través de una mecha.

El principal factor limitante en el acodo aéreo ha sido la dificultad de conservar bien humedecido el medio de enraíce.

En algunos casos es recomendable ir practicando cortes semianulares en la corteza, a intervalos cortos de tiempo, por debajo del margullo. Esto activa el enraizamiento. Cuando las raíces empiezan a salir, lo cual se ve a través de la cubierta del acodo, es indicio de que pronto se puede cortar. Una vez cortadas esas ramas o margullos, se deben colocar en un sitio sombreado y plantarse en macetas hasta que se repongan y se acostumbren a vivir independientemente. El tiempo que media desde que se hacen hasta que se deben cortar los acodos varía desde 40 días a 6 meses o más según las especies, (Cañizares 1973).

Los acodos aéreos se hacen en primavera, en la madera del crecimiento de la estación anterior, o en otros casos, a fines del verano en ramas parcialmente endurecidas. La técnica de este acodo es fácil, pero algo laboriosa, ya que es preciso trabajar sobre escaleras o simplemente trepado en el árbol, cuando se trata de plantas grandes, así como de las labores subsiguientes que se requieren.

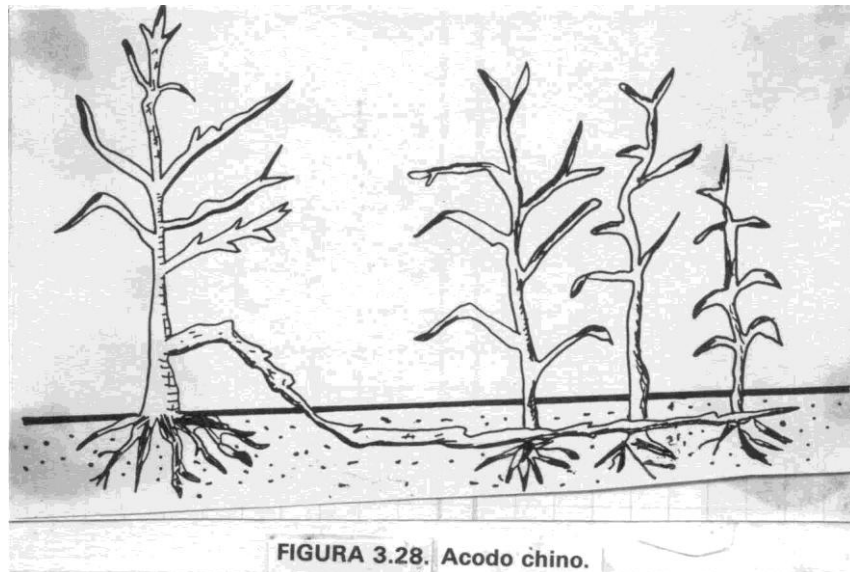


Acodo en tierra.

El acodo en tierra se puede realizar cuando la rama que se va acodar se puede doblar fácilmente y llevar al suelo. Esos pueden ser de diferentes tipos como: chino, simple, compuesto, de capa. Este tipo de acodo se presta más para aquellas especies de plantas sarmentosas, como la de la familia Pasiflorácea o alguna del género *Tecomaria*, familia de las Bignoniáceas. Aunque también pueden ser propagadas mediante acodos de tierra, algunas especies arbustivas como por ejemplo el jazmín del cabo (*Gardenia jasminoides*, Ellis) y otras especies cuyas ramas pueden ser inclinadas hacia el suelo con relativa facilidad, como es el caso de la cidra (*Citrus medica*, L).

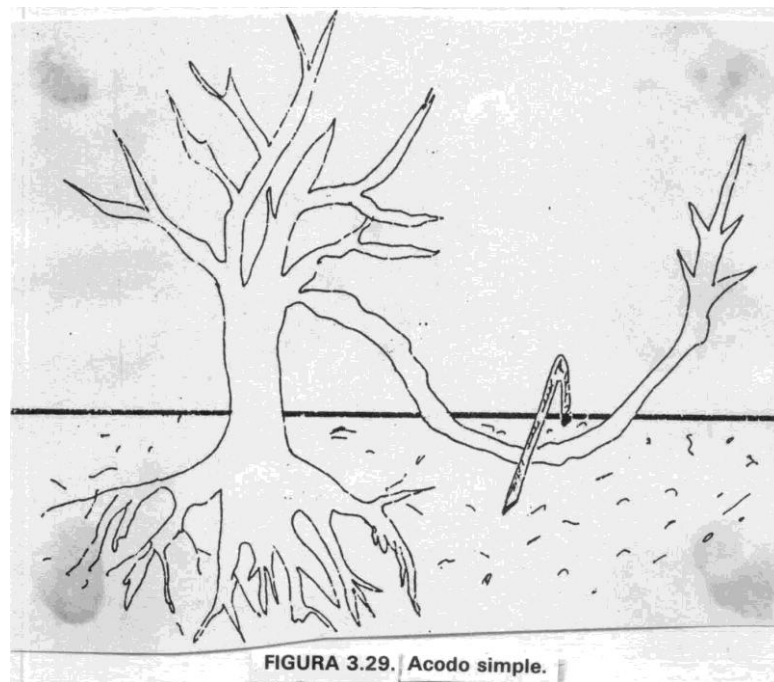
Acodo chino.

Para realizar este tipo de acodo consiste en coger una o varias ramas y colocarlas horizontalmente en el fondo de unos surcos pequeños y se fijan a los mismos mediante horquillas, para evitarles cualquier movimiento y que de esta forma puedan enraizar. A todo lo largo de esas ramas y en la parte que toca con la tierra, por debajo, se harán incisiones, ya en forma de anillos o simplemente muescas o raspaduras para incitarlas a encallecer y emitir raíces. Los surcos pequeños no se taparán hasta tanto no se hallan formado brotes y raíces para lo cual habrá que mantener un buen grado de humedad constantemente. Cuando los brotes hayan desarrollado unos 10cm se llenarán los surcos referidos. Pasados algunos meses se pueden proceder a separar las ramas de la planta y varios días después se cortarán los entrenudos. Ya para esta fecha se pueden trasplantar y su manipulación es igual a la que recomendamos para los acodos. El acodo chino puede ser sencillo o doble, según se haga en una o más ramas.



Acodos simples.

Para hacer este acodo se dobla la rama, enterrándola por la parte encorvada, pero de manera que su parte terminal quede fuera del terreno. Para que permanezca bajo la tierra, se sujeta con una horquilla, quedando fija de esta manera al fondo del hoyo en que se hace el acodo; la parte terminal que queda fuera de la tierra se sujeta con un tutor elevado verticalmente. Al hacer el acodo se debe tener cuidado de encorvar la rama por la parte donde exista, por lo menos una yema, a fin de que las raíces se formen lo más rápidamente posible. Antes de enterrar la rama, se le debe practicar los cortes ya conocidos en la curva de la rama, para activar la formación de raíces.



Acodo ondulante.

El acodo simple, llamado también ondulante, pues se hace aprovechando ciertas ramas largas y flexibles, las cuales se doblan y esos dobleces se entierran a tramo, dejando partes descubiertas y curvadas hacia arriba, lo que da por resultado una línea ondulante con partes soterradas y partes no. En este caso se sigue la misma técnica que en los anteriores. La ventaja de este sistema, al igual que el “chino”, es que se pueden conseguir varias plantas de una misma rama. Como en los casos anteriores este acodo puede ser doble y sencillo, según se haya utilizado de cada planta una o más ramas.

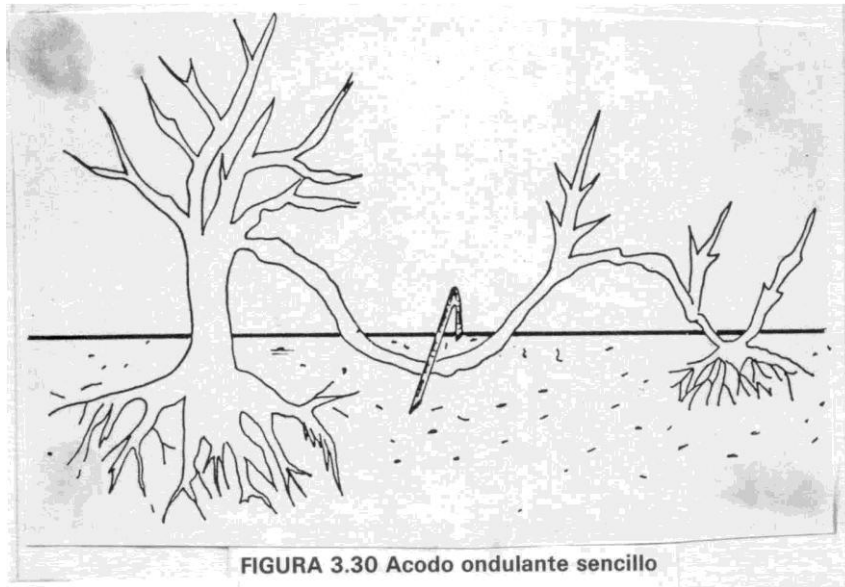


FIGURA 3.30 Acodo ondulante sencillo

Acodo de sepa.

Este acodo consiste en cortar la planta que se desee propagar a ras del suelo y cubrir con tierra el tocón para provocar la formación y desarrollo de un gran número de vástagos, los cuales se entresacan en su oportunidad dejando solamente los más saludables y mejor formados. Una vez seleccionados esos vástagos se procede a practicar los cortes basales que ya conocemos para que se produzcan las raíces en cada retoño. Pasados algunos meses, manteniendo la humedad, se podrán separar y trasplantar las nuevas plantas en la forma conocida.

Existen otros tipos de acodos de rama entre los que se pueden señalar el acodo de punta, el que tiene la característica de que el enraíce tiene lugar en la punta de las ramas, para lo cual son dobladas hacia el suelo. En un inicio la punta de la rama comienza a crecer en el suelo hacia abajo, pero se curva para producir una vuelta pronunciada en el tallo y en esa vuelta se desarrollan las raíces. Es muy utilizado este método en la zarzamora y en las frambuesas. Otro es el acodado en trinchera, que se hace cultivando una planta o una rama de planta en posición horizontal en el fondo del surco y cubriendo con tierra los nuevos brotes a medida que se desarrollan. Las raíces se forman en la base de esos nuevos brotes. Este tipo de acodo es utilizado para la propagación de ciertos frutales que son difíciles de propagar por otros métodos.

Acodo de raíz.

El acodo de raíz es el que se lleva a cabo en el sistema radical de la planta, para lo cual previamente se selecciona la raíz o raíces en que se llevará a cabo la operación de injertar.

Para ello se pone al descubierto varios tramos de las raíces en las que se llevará a cabo cortes anulares con vista a obligarlas a formar yemas adventicias y raíces auxiliares en esos puntos. Una vez que las yemas hayan brotado y los vástagos dispongan de raíces que les permitan vivir independientemente, se podrá proceder a separarlos de la planta madre. Cuando los brotes tengan un buen sistema de raíces y una altura conveniente se procederá a su trasplante. Varias son las especies que se pueden propagar por este sistema, pero especialmente el árbol del pan. (*Artocarpus altilis*) La manipulación de estos margullos se ajusta estrictamente a la técnica que hemos venido explicando para los demás.

Cultivo de tejido.

Por la importancia, la aplicación y la generalización que ha alcanzado esta técnica, relativamente joven que ha revolucionado el campo de la propagación vegetativa de las plantas, es que, cuando se hable de la propagación, no se puede dejar de mencionar dicha técnica.

Fernández et al, (2001) plantean que la micro propagación es una técnica de propagación vegetativa basada en la capacidad de multiplicación que poseen las células vegetales cuando son sometidas a condiciones nutritivas y ambientales adecuadas y son estimuladas con determinados reguladores del crecimiento. Es una técnica, que debe realizarse en instalaciones específicas, donde se mantienen condiciones asépticas en todas las manipulaciones para evitar las contaminaciones por hongos y bacterias, que se desarrollan fuera del ambiente natural, en cámaras de ambiente controlado en las que se mantienen a niveles óptimos para el crecimiento, en la que no participan los órganos reproductores de las plantas, sino que se realiza por medio de una estimulación de la inducción de yemas, que dan lugar a nuevos brotes que, una vez enraizados forman la nueva planta. Es un sistema de propagación que puede hacerse en un relativamente corto espacio de tiempo, cuyas ventajas puede ser entre otras la obtención de plantas de las mismas características genéticas que las de origen, la facilidad de enraizamiento en aquellas especies difíciles de enraizar por medio de técnicas convencionales, la producción de plantas en cualquier época del año, el mantenimiento de las especies por tiempo indeterminado para ser utilizadas en el momento requerido por el productor y la inducción de características de interés agronómico mediante la utilización de microinjertos.

El proceso de micropropagación incluye una primera fase de preparación de la planta madre, una segunda fase de establecimiento del cultivo en condiciones de asepsia una tercera fase de multiplicación de brotes, una cuarta fase de enraizamiento y por último cuando las plantas están formadas, un proceso de aclimatación a las condiciones de intemperie, para lo cual, una vez enraizada, cuando sus hojas están bien desarrolladas, los esplantes se deberán transferir a un sustrato limpio, no necesariamente estéril, que este libre de organismos patógenos, en contenedores cubiertos por un plástico, para mantener la humedad relativa elevada hasta que comience su desarrollo. Al hacer propagación in vitro es de vital importancia el medio de cultivo, el cual es una combinación sólida o líquida de nutrientes y agua, que incluye sales inorgánicas, carbohidratos, vitaminas y aminoácidos, suplido con algún regulador del crecimiento y con otras sustancias. La diferencia principal surge por ser variable los requerimientos nutritivos de las especies y ser específico para la parte de la planta que se este cultivando y para la respuesta que se desea obtener. Al preparar el medio de cultivo, después de añadir todos sus componentes, se debe proceder a ajustar el pH, ya que su valor final es importante pues puede afectar, entre otros, a las enzimas y algunos componentes del medio de cultivo. También es conveniente considerar que el ambiente necesario para la micropropagación requiere que la temperatura a la que esta sometido el explante se adapte al intervalo característico de cada especie, el cual varía en función del genotipo, del órgano del que se ha extraído, de la época del año, de la edad de la planta madre, del fotoperiodo. También hay que considerar la irradiación o cantidad de luz que incide sobre las plantas en los cultivos in vitro, que puede ser inferior a la que

necesitan las plantas en vivo y que como dato indicar que es habitual usar solo un 10% o incluso menos de dicho valor, que el mejor fotoperiodo es el que se corresponde con las necesidades de las plantas madre y que para la propagación in vitro la esterilización, tanto del material vegetal como de los medios frescos, es esencial.

Pérez et al; (1998) plantean que los orígenes del cultivo de tejido se remontan a 1902 con los intentos realizados por Haberlandt de cultivar células aisladas de plantas, quien postuló el principio de la totipotencia celular, que es la base teórica sobre la que se sustentan todas las técnicas del cultivo in vitro. Las herramientas necesarias que hicieron posible el avance de estas técnicas, tales como el desarrollo de los medios de cultivo y el conocimiento de los reguladores del crecimiento, no estuvieron disponibles hasta finales de los años 50. A partir de este momento se sucedieron una serie de acontecimientos, como la regeneración de plantas a partir de callos mediante la formación de embriones somáticos in vitro y posteriormente la demostración de que estos embriones somáticos se originan a partir de células aisladas, lo cual confirmó totalmente la capacidad de totipotencia de las células vegetales. El cultivo de tejido puede definirse como un conjunto de técnicas que permiten el cultivo en condiciones asépticas de órganos, tejidos, células y protoplastos empleando medios nutritivos artificiales.

Simbiosis Micorrízica.

Sé esta desarrollando con fuerza la técnica relacionada con la micorrización de los elementos de propagación con varios resultados relevantes, obtenidos por el Instituto Nacional de ciencias agrícolas (INCA), en este sentido Rivera et al, (2003) plantean: que la simbiosis micorrízica, fascinante asociación que se establece entre la mayoría de las especies vegetales de importancia económica y ciertos hongos edáficos, es la regla y no la excepción. Los hongos micorrizogenos son tan antiguos como las plantas (400 millones de años) y ambos han ido evolucionando de forma conjunta hasta nuestros días. Lo que se pretende es definir las bases para el manejo efectivo de la simbiosis, así como las vías para su establecimiento y su inserción con las prácticas agrícolas en los diferentes sistemas productivos; sistemas que se basan en el modelo biológico de plantas micorrizadas eficientemente, donde la simbiosis con sus beneficios sobre los procesos de adsorción de nutrientes y el agua, el crecimiento y vigor de las plantas y el propio rendimiento, sea un elemento constitutivo de la sostenibilidad agrícola. Cómo se considera el funcionamiento micorrízico?. Pues no es más que el comportamiento intrínseco de la simbiosis micorrízica bajo determinadas condiciones edafoclimáticas, el cual puede verse afectado por diversas razones, tanto de índole biótica (especies fúngicas y vegetales que forman esta interacción-mediada a su vez por ambos genomas-, otros microorganismos que cohabitan el mismo nicho ecológico-rizosfera y micorrizosfera- y las relaciones interespecíficas que se establecen entre ellos), como abiótica (clima en sentido general, tipo de suelo y en especial la concentración de nutrientes presentes en los mismos). En cuanto a la influencia de la simbiosis micorrízica sobre la nutrición mineral de la planta. No hay dudas de que la simbiosis actúa favorablemente sobre la absorción del fósforo, debido a que es un elemento que se mueve por difusión en la solución del suelo, presentando además una alta capacidad de fijación en los suelos tropicales y en primera instancia cualquier mecanismo que incremente la superficie de absorción y la accesibilidad de nutrientes, influiría directamente sobre la absorción del mismo. Según estos autores, la dosificación para recubrimiento de elementos de propagación, este inoculante se aplica de acuerdo a ellos.

Propágulos: Papa, Boniato, Yuca, malanga.

Cantidad de inoculo: 20% peso de la semilla total.ha⁻¹.

Cantidad de agua: 5% semilla total.ha⁻¹.

Aplicación: Mezcla de agua + inoculo+semilla.

Semillas medianas: Maíz, Soya, Sorgo, Algodón.

Cantidad de inoculo: 10% peso de la semilla total.ha⁻¹.

Cantidad de agua: 2% semilla total.ha⁻¹.

Aplicación: Mezcla de agua + inóculo + semilla.

Semillas pequeñas: Arroz, pastos.

Cantidad de inóculo 10% peso de la semilla total.ha⁻¹.

Cantidad de agua: 2% semilla total.ha⁻¹.

Aplicación: Mezcla de agua (1%) + inóculo + semilla.

Capítulo 4.

Labores de acondicionamiento y preparación del suelo para la siembra y plantación.

Introducción.

Desde hace mucho tiempo, el hombre ha utilizado acciones mecánicas ejercidas por diversas categorías de máquinas para llevar el suelo al estado físico más deseable. Cada una de estas categorías de máquinas producen efectos de orden mecánico que le son propios. Pero el resultado del paso de un instrumento en un suelo dado depende ampliamente del comportamiento de este último.

Concepto de laboreo.

Son todas las operaciones mecánicas y bioquímicas que se llevan a cabo en el suelo con o sin la planta y sobre la planta, para la obtención de una cosecha.

Las labores, de acuerdo al orden en que se ejecutan, se distinguen las siguientes:

- 1) Labores de ubicación de los cultivos
- 2) Labores de preparación o acondicionamiento del suelo.
- 3) Labores de siembra y plantación.
- 4) Labores de cultivo.
- 5) Labores de recolección.

Este capítulo tratará de las labores de preparación y acondicionamiento del suelo, para la siembra y plantación, las operaciones mecánicas realizadas con los implementos ocupándose los demás capítulos de las restantes labores agrícolas.

Labores de acondicionamiento y preparación del suelo para la siembra y plantación.

Estas son todas las labores que se realizan en el suelo previo al momento de la siembra o plantación.

El objetivo fundamental que se persigue alcanzar con el laboreo del suelo para la siembra y plantación, es el de crear condiciones en el suelo para lograr una buena germinación de las semillas o brote de los propágulos, óptimo crecimiento de las plántulas y contribuir al buen desarrollo de las mismas.

Los aspectos que se tienen en cuenta en un lecho óptimo son los siguientes:

-Mejorar las condiciones hidrofísicas.

-Protección de las plantas.

-hacer más asimilables los elementos nutricios existentes en el suelo y los que se apliquen para el logro de buenas cosechas.

Es, pues, con relación a estos criterios de muy diverso orden como debe ser juzgada, una operación de laboreo del suelo.

¿Cuáles son las condiciones hidrofísicas óptimas en el suelo? Según Thompson (1967) un suelo ideal desde el punto de vistas hidrofísico es aquel que la capa arable (efectiva) contiene, de su volumen total, el 50% de sólidos y el 50% de poros, estando del 50% de los poros, 25% ocupado por aire y el otro 25% con agua. Al ser preparado un suelo para la siembra o plantación se mejoran las condiciones hidrofísicas en la capa arada por las razones siguientes:

1. Se modifica el grado de compactación existente en el suelo.

Los suelos, independientemente de su estructura propia, por la acción de las aguas, pisoteo, tienden a compactarse ocurriendo esto en forma más significativa en los suelos de estructura menos friable, como son los de origen montmorilloníticos. Al ararse el suelo y quedar invertido el prisma de tierra, la acción meteorizante del sol, del aire, y del agua contribuye decididamente a cambiar la condición física del mismo y esto, a su vez, es

complementado por la acción de los equipos mullidores, como son: gradas, tiles, dejando al final un suelo mullido.

Para la mejor germinación de la semilla y obtener mayor uniformidad en la población, con un desarrollo inicial óptimo en la mayor parte de los cultivos, es requisito indispensable que la semilla encuentre un suelo mullido y aireado.

No hay dudas de que por un lado las condiciones físicas del suelo de adecuada friabilidad contribuyan a que la planta haga mejor utilización de los elementos nutricios del suelo, tanto de los naturales del mismo como de los aplicados a través de la fertilización. Y por tanto, de que las labores producen, por lo menos momentáneamente, soltura al suelo, o sea, más friabilidad que la que en el hay antes de efectuarse las mismas.

Un suelo Ferra lítico rojo compacto, en trabajos en Cuba ha tenido una densidad aparente de $1,40\text{g.cm}^{-3}$ y ha bajado a $1,10\text{gcm}^{-3}$ después de realizado el laboreo.

Pero lo que sí tenemos que tener muy presente es que el laboreo excesivo del suelo, en forma sistemática, tiende a disminuir el grado de granulación del mismo, siendo esto la parte negativa de las labores. Más se acentúa esto cuando se usan con exceso ciertos implementos en la preparación del suelo. La estructura granular es la forma en la cual el suelo tiene su mayor potencial productivo, por lo tanto en todo el proceso de preparación del suelo, tenemos que evitar el deterioro de la estructura granular y estado grumoso del mismo. A este respecto en la revista soviética URSS (1976) aparece un trabajo titulado "Aire no rejas", en el cual se plantea que la aireación del suelo a través de inyección de aire con un equipo subsolador apropiado al efecto, evita el uso en exceso de la reja y con ello se mantiene la estructura granular del suelo.

En la estación experimental del maíz en Knella, Bulgaria (1971), a través de seis años de experimento, no usando rejas en la preparación del suelo, sino sólo herbicidas, se obtuvieron resultados progresivos superiores en el rendimiento del maíz y mantuvieron óptimas las condiciones físicas del suelo.

León et al (1998) trabajando sobre un suelo Ferra lítico Rojo Típico con el cultivo de la papa, determinaron al comparar tres sistemas de preparación de suelo; convencional, especial y laboreo reducido, la dinámica de la densidad aparente, en las diferentes profundidades estudiadas (0-40cm), variando de la siguiente forma: en el sistema Convencional, que recibió el mayor número de labores (9), con la familia de implementos disco, durante 90 días, la densidad varió entre $1,10$ y $1,19\text{Mg.m}^{-3}$; en el Especial, que recibió (5 labores) utilizando disco para la aradura y tiler como implemento mullidor en 45 días, la densidad varió entre $1,06$ y $1,13\text{Mg.m}^{-3}$ y por último el Laboreo Reducido y en la cortina rompe viento, los valores de la densidad fueron muy similares y variaron entre $1,04$ y $1,09\text{Mg.m}^{-3}$. En Laboreo reducido se efectuaron 4 labores utilizando (vertedera una aradura) y tiler en 3 días en la cortina rompevientos hacían 15 años no se realizaban labores. En todos los casos la densidad aumentó con la profundidad del suelo y el mayor valor fue de $1,19\text{Mg.m}^{-3}$ entre 20 y 30cm de profundidad, logrado con el sistema convencional, siendo este el de más bajo rendimiento de los tres estudiado y precisamente este valor de densidad es alto para el logro de buenos rendimientos en el cultivo de la papa. Pues se puede estar formando en esa profundidad una capa dura, que dificulta el desarrollo óptimo del tubérculo y de ahí los bajos rendimientos del cultivo. Los menores valores de la densidad se determinaron en el Laboreo Reducido y en la cortina, ello refleja el efecto beneficioso de reducir la reja en el suelo para su conservación. En cuanto a la porosidad del suelo; en la total varió en un rango estrecho en los diferentes tratamientos y profundidades, siendo menor en el sistema Convencional variando entre 56,68% y 59,30%; Especial varió entre 59,93% y 61,13%; Laboreo Reducido entre 60,45% y 62,40% y por último en la cortina varió entre 60,85% y 62,83%. La porosidad capilar o microporosidad fue similar en los diferentes tratamientos, ligeramente mayor en el Convencional, variando entre 37,57% y 41,14%;

Especial, entre 36,29% y 38,90%; Laboreo Reducido, entre 35,61% y 37,63% y en la cortina rompervientos, entre 35,62% y 37,19%. En cuanto a La Pa o macroporosidad, presentó los menores valores en el Convencional, variando entre 17,12% y 23,10%; el Especial, entre 21,21% y 25,52%. Laboreo Reducido entre 21,01% y 24,83% y por último la cortina entre 23,37% y 27,07%.

La porosidad es una propiedad que influye en todos los procesos del suelo y directamente en los rendimientos.

En cuanto al Límite inferior de plasticidad, disminuyó en general con la profundidad del suelo, los mayores valores fueron los del convencional entre 41,42% y 45,35%; en el Especial entre 40,00 y 42,88%; en el Laboreo Reducido, varió entre 39,25% y 41,48% y en la cortina con los menores valores, varió entre 38,93% y 41,00%. Determinar esta propiedad del suelo, es fundamental para el laboreo, la misma esta relacionada con el tipo de arcilla predominante, con el contenido de humedad del suelo y ambas una relación directa con el laboreo, sobre todo la humedad, pues cualquier labor debe realizarse cuando el suelo esté en sazón o tempero, punto este de partida para lograr reducir el laboreo del suelo.

En este sentido de la reducción del laboreo, Quiroga et al, (1998) determinaron que en la mayoría de los estudios realizados, mostraron una influencia positiva de la siembra directa sobre los contenidos de materia orgánica y de esta sobre propiedades físicas de los suelos: densidad aparente, densidad aparente máxima, susceptibilidad a la compactación, distribución de tamaño de agregados, estabilidad estructural, resistencia a la penetración, retención de agua, entre otras.

Un adecuado estado físico del suelo para la producción agrícola ha estado asociado frecuentemente a un laboreo intensivo. Sin embargo, mientras que a corto plazo el laboreo puede suponer una mejora de dicho estado físico, a largo plazo puede conducir a una degradación de la estructura del suelo. De ahí el interés de comprobar en que medida las técnicas de laboreo de conservación pueden asegurar el mantenimiento de un buen estado estructural en suelos con riesgos de degradación física. (López y Arrúe, 1997).

Trabajando con tecnologías reducidas de preparación de suelo con el cultivo de la papa en un Ferra lítico Rojo, se determinaron los siguientes valores de densidad antes de su preparación:

0-10cm	1,09Mg.m ⁻³ .
10-20cm	1,11Mg.m ⁻³ .
20-30cm	1,17Mg.m ⁻³ .

Después de la primera aradura, disminuyó considerablemente la densidad en la profundidad de 0-10cm, aumentando posteriormente con el pase de los equipos. (Borma 1988).

León et al (1999), comparó dos sistemas de labranza de suelo, la convencional y el laboreo reducido en relación con la densidad aparente y el rendimiento del cultivo de la papa. Los resultados demostraron que la densidad del suelo fue superior en la labranza convencional, en las diferentes profundidades estudiadas (0-40cm); llegando a existir una diferencia entre los valores de densidades de 0,10Mg.m⁻³. Esto demuestra una tendencia de aumento de la compactación, afectando los rendimientos del cultivo, los cuales fueron inferiores en dos t.ha⁻¹ en comparación con el laboreo reducido. Además de un incremento en los costos en la labranza convencional.

2. Se modifica el contenido de aire del suelo.

Cuando el suelo se encuentra muy compacto, la cantidad de aire que puede encontrarse en los distintos horizontes y especialmente en la capa arable, es mucho menor que el que se encuentra en ese tipo de suelo al hacerlo más friable.

Cuando la cantidad de aire del suelo se encuentra muy enrarecida, tiene repercusiones negativas en los procesos biológicos que se desarrollan en el mismo, y además, puede afectar el mejor desarrollo biológico de la planta. Todo esto tiende a repercutir en la productividad y en los rendimientos de los cultivos.

3. Se modifica el contenido de agua del suelo.

La retención del agua en el suelo esta en dependencia de su grado de compactación, ya que la cantidad de poros y el tamaño de los mismos tiene gran incidencia: cuando el suelo está compactado la capacidad de infiltración del mismo es limitada y no hay dudas de que la cantidad de agua caída se pierde en mayores proporciones, sí a este suelo no se le modifica su condición física mediante las labores, ya que el agua tiende a deslizarse por la superficie hacia zonas más bajas.

También cuando la capa superior del suelo está compactada, las pérdidas por evaporación son mucho mayores, pues hay mayor capacidad capilar en el suelo cuando realizamos una labor de subsolado aumenta la cantidad de agua en las capas más profundas, debido a que la infiltración se ha aumentado. También disminuyen las pérdidas por evaporación cuando rompemos la costra en la superficie del suelo con labores superficiales.

La capacidad de retención de agua por el suelo se ve afectada por las labores continuas, ya que éstas afectan la estructura del suelo y el contenido de materia orgánica.

Al respecto, Thompson (1967) reporta que un suelo “virgen” (sin realizar labores en el durante varios años) presentó una densidad aparente de $0,93\text{gcm}^{-3}$ y al ser sometido a labores aumento la densidad a $1,13\text{gcm}^{-3}$, por lo tanto se aumentó la compactación en dicho suelo.

Las labores de preparación de suelo y la protección de las plantas.

Es muy beneficioso el efecto del laboreo del suelo en su preparación para la siembra y plantación en lo que respecta a la protección de las plantas objeto de cultivo económico, entre otras, por las siguientes razones:

Contribuye a la disminución de la vegetación indeseable (arvenses) por:

- a) Destruye la vegetación existente al comienzo de la preparación del suelo.
- b) Promueve el brote y germinación de la nueva vegetación durante dicho proceso.
- c) Destruye esa nueva vegetación, consiguiéndose con esto que la vegetación indeseable en el cultivo, sea disminuida.
- d) Inhibición de germinación de semillas finas.

Sí en un terreno cubierto de vegetación indeseable, tiramos o sembramos una semilla y ésta germina y llega a crecer, su desarrollo no sería el óptimo y en muchos casos sería precario y el rendimiento muy bajo o nulo; entre otras razones, se tiene la gran capacidad de absorción por la vegetación indeseable (arvenses) del agua y de los nutrientes. Una de las finalidades más importantes de la labor de preparación es precisamente la erradicación de la vegetación indeseable existente y reducir el grado de incidencia en los cultivos sembrados.

La destrucción de la vegetación indeseable por medio de la aradura y el gradeo, es fácil de comprender. El arado, al invertir el prisma de tierra no solo priva a las raíces del suministro de agua, sino que al exponerlas a la acción del sol y de los vientos, se desecan; al mismo tiempo, las partes aéreas enterradas o semienterradas mueren rápidamente.

La acción de equipos para el mullido, como son grada y tiler en la preparación de un suelo, destruye la vegetación nueva y la grada al apelmazar un poco el suelo, contribuye a la mejor germinación de las semillas existentes, las cuales son destruidas por las labores siguientes. El tiler al enterrar profundamente las semillas finas, de la vegetación indeseable hace que estas no germinen durante el desarrollo del cultivo establecido.

El laboreo permite enterrar y en otros casos llevar a la superficie semillas de “malezas”(Terrón 1992).

Se debe crear un modelo sobre la base de combinaciones de factores que afecten el desarrollo de las malezas; labranza, métodos de manejo de malezas y cultivos, así como rotaciones de cultivos (Gamboa 1994).

Restrepo (1996), señala que: "Malezas, adventicias, espontáneas, malas hierbas, plantas inútiles, hierbas indeseables", son las denominaciones más comunes que la agricultura moderna o industrializada le atribuyen a estas plantas mal conocidas, sin embargo las mismas son el reflejo de las buenas o malas prácticas agrícolas.

El control de las malas hierbas, la resistencia a la impedancia mecánica y la creación de las condiciones favorables para el establecimiento de los cultivos son las principales razones que justifican el laboreo del suelo (Basch y Carvalho, 1997)

También es importante señalar que las labores de preparación de suelo ejercen control sobre las plagas.

Las labores contribuyen a un cierto control de las plagas; muchos insectos colocan sus huevos en el suelo y allí evolucionan; al exponer la superficie interior del terreno al aire, muchas larvas quedan al alcance de los rayos del sol y de los pájaros, otras veces cuando las larvas están muy superficialmente, son colocadas a mayores profundidades cuando el prisma del suelo es invertido, dificultando su desarrollo final, pues la capa de suelo será demasiado grande y mueren. Lo mismo sucede con los huevos de muchos insectos. También hay una acción contra los nemátodos, pues al virar el prisma estos sufren deshidratación y mueren, especialmente cuando la labor se realiza con disco, pues al cortar este el suelo e invertir el prisma queda totalmente expuesto a la acción de los rayos solares.

Hacer más eficiente los nutrientes que se encuentran en el suelo y los que se aplican como abonos y fertilizantes.

Al mejorar las condiciones físicas del suelo, estos aumentan en aireación, o sea, en oxígeno y mejora las condiciones hídricas(drenaje) del mismo en la capa arable. Con esto estamos estimulando al desarrollo de los microorganismos del suelo y a la acción de estos sobre las sustancias nutritivas del suelo para facilitar su asimilación por parte de las plantas, también entre ellos, los encargados de las transformaciones de aquellas sustancias del suelo que no son asimilables inmediatamente por las plantas, como son la vegetación destruida por las labores y los restos de cosecha, en otras que si lo son, aumentando estos la productividad del suelo.

Se compararon 5 sistemas de preparación de suelo (Ferra lítico Rojo Compactado) sobre algunas características químicas de este y su relación con el cultivo del maíz y 5 sistemas con el cultivo de la papa en relación con la fertilización y las principales características químicas del suelo, ambos cultivos en rotación (1^{era} cosecha), al analizar los resultados en el cultivo de la papa se comprobó que los sistemas de preparación de suelo estudiados tuvieron influencia significativa sobre los elementos asimilables del suelo y los rendimientos de la papa. Se lograron los rendimientos más altos con el Convencional y el Luisiana. No se encontró interacción significativa entre los sistemas de preparación de suelo y el fertilizante empleado, en relación con las propiedades químicas y los rendimientos de la papa. Respecto al cultivo del maíz, se encontró que el efecto residual de los fertilizantes aplicados a la papa, influyó significativamente en el rendimiento del maíz. No se encontró interacción entre los sistemas de preparación de suelo y el efecto residual de los fertilizantes y el rendimiento de este cultivo.

Incorporación de materiales extraños y abonos al suelo.

Los restos de cosecha y abonos de establos necesitan ser incorporados o enterrados en el terreno para su mejor aprovechamiento por las plantas sometidas a cultivo. Si se dejan sobre la superficie del suelo esos restos de vegetales, su descomposición y transformación en productos útiles a las cosechas, sería muy lento, pues solamente aquellas partes en

contacto íntimo con el suelo encontrarían la humedad necesaria para que los microorganismos encargados de su transformación puedan actuar en forma eficiente, además, una parte importante de los productos formados durante los procesos bioquímicos a que se hace mención se perderían en la atmósfera, con perjuicio de las futuras cosechas. Al incorporarse al terreno los restos de vegetales se le proporciona las condiciones adecuadas para que los cambios bioquímicos se lleven a cabo correctamente y las sustancias producidas puedan ser retenidas por el complejo coloidal del suelo.

Sí durante el proceso de descomposición de la vegetación indeseable, se siembra una semilla, por un lado hay competencia por el nitrógeno entre los microorganismos nitrificadores y la planta y por otro se pueden producir afectaciones de índole patógena en las plantas jóvenes, sobre todo en especies de las solanáceas, de ahí que un suelo en su preparación deba sufrir la descomposición de todos los restos de vegetales antes de sembrarse la semilla en él.

Para el enterramiento de todos los desechos vegetales, el arado resulta el mejor implemento, debido a la inversión que realiza del prisma de tierra. El ángulo que debe formar el prisma de tierra invertido, con la superficie del terreno es de 40-45°.

Sí la cantidad de rastrojo fuera grande, se aconseja pasar primero una grada de disco pesada, con los discos bien afilados o pasar una chapeadora, a fin de picar en partes pequeñas los restos vegetales, con esto se facilita el trabajo del arado y se aumenta la superficie de los rastrojos al ataque de los microorganismos y agentes químicos. También puede darse el caso que el volumen por m², de plantas indeseables (número de plantas y de especies) sea muy alto y además, vegetación vieja, lignificada, semillada o próximo a esta fase y se dispone de poco tiempo para la preparación de ese suelo, entonces en estas circunstancias sería necesario utilizar el implemento llamado silo cosechadora que además de repicar la vegetación, lanzarla a través de una torre con ventiladores potentes para una carreta, se sacan millones de semillas del campo que ya no van a germinar en él y por supuesto vegetación menos que habrá que controlar después, estos restos vegetales se pueden convertir en materia orgánica (compost, humus de lombriz) y devolverlo de nuevo al suelo, lo cual puede lograrse en corto tiempo y enriquecido en sustancias estimulantes para las plantas, como es el caso del humus de lombriz. Al eliminar este alto volumen de vegetación estamos realizando una labor de acondicionamiento del suelo, lo cual facilita las posteriores labores. En este caso nos referimos a la vegetación indeseable; pero bien pudiera ser, recogida de piedras, troncos, árboles, u otros obstáculos naturales o propios de la cosecha anterior.

La incorporación de los restos de vegetales evita que estos puedan ofrecer dificultades durante las labores que se llevan a cabo en el terreno; de quedar muchos rastrojos sobre la superficie, pudieran ser interferidas muchas labores u operaciones, como la siembra mecanizada, los rastrojos pudieran tapar las salidas de las toberas o acumularse en las rejas o discos que sirven para tapar, evitando que estos órganos trabajen adecuadamente.

Los abonos químicos, cuando son aplicados a voleo, deben incorporarse al terreno, en este caso, no se utilizará un arado de vertedera porque colocaría el abono muy profundo; se utilizará una grada que lo dejará a una profundidad de 8-12cm. El abono de establo puede incorporarse con arado de vertedera, pero regulando este de manera que no quede muy profundo. Después se pasa una grada.

Crear las condiciones para la posterior mecanización.

a) Darle al terreno la superficie adecuada para utilizar eficientemente las máquinas para sembrar.

A fin de evitar que la superficie del terreno quede ligeramente ondulada (siempre tendremos ligeras ondulaciones o depresiones en ciertos lugares y levantamientos en otros), es que se aconseja el uso del alisador agrícola, creando, además, las condiciones para efectuar, todas las atenciones culturales en forma óptima.

b) Poder realizar los cuidados del cultivo (labores culturales). Casi todos los cultivos necesitan labores de escarificación y muchos el aporque y algunos el desa porque; estas atenciones culturales, esencialmente la escarificación, por realizarse con implementos no muy resistentes, tendrían grandes dificultades de no encontrar un lecho uniformemente preparado.

c) Tipos de labores. Características e implicaciones.

Atendiendo a los objetivos que se quieren lograr y a la profundidad de las labores, estas se dividen en:

Labores superficiales.

Labores ordinarias.

Labores profundas.

Labores superficiales.

Son aquellas labores ejecutadas en el suelo a una profundidad no mayor de 15cm. Las finalidades fundamentales son: romper la costra superficial para favorecer la aireación del suelo y la percolación, así como, disminuir la evaporación. En diferentes suelos, pero especialmente en los pesados.

Evitar que se produzca la erosión laminar en el suelo y destruir la reventazón de la vegetación indeseable. Ejemplos de estos tenemos: pase de cultivadora, pase de grada fina, pase de rotovactor. Podemos también encontrarnos este tipo de labor en los aporques ejecutados a ciertos cultivos para brindarle suficiente tierra mullida que favorecen su lozano desarrollo y también puede ser una labor propia de preparación de suelo, en aquellos en que su capa arable sea de poco espesor, para no restarle fertilidad al no mezclar suelo y subsuelo, resultando este último menos fértil al ser una capa componente del suelo no meteorizado.

Labores ordinarias.

Son aquellas labores que se realizan a una profundidad de acuerdo con el suelo y el cultivo que se va a sembrar y por lo general no son superiores a una profundidad de 25 a 30cm. En relación con la profundidad de la preparación de suelo, hay que decir que se manejan diferentes criterios, pues existen muchas condicionales para preparar un suelo; desde la labranza convencional hasta el laboreo cero, por una parte y por otra la exigencia de los cultivos, están los cultivos de la caña, el plátano y otros que son muy exigentes con profundidad de preparación, pero tenemos otros que no exigen esa profundidad de preparación, ejemplo la cebolla el rábano y otros. En este sentido León (2005), trabajando con cuatro profundidades de preparación, laboreo reducido y cero durante tres años, en una alternativa de cultivos integrados por: maíz, frijol, lechuga y remolacha; no encontró diferencias significativas en el rendimiento de esos cultivos, la diferencia se presentó en los años. En el área experimental no se introdujo ningún equipo mecanizado durante el tiempo de estudio, por lo que el suelo no se compacto producto del efecto de dicho equipos.

Las labores ordinarias, son el conjunto de labores de preparación de suelo para la siembra y plantación. Dentro del proceso tecnológico de los cultivos, estas labores son las que más tiempo llevan, las que más afectan el suelo, las que más energía gasta, en general las más costosas. Con relación al gasto de energía, trabajando con la labranza conservacionista se demostró que la energía correspondiente al combustible representó el 58,46 y el 61,91% en los sistemas de labranza reducida y cero respectivamente. Así como que los gastos energéticos totales por unidad de área del sistema de labranza cero, son menores en

66,18% a los gastos de la labranza reducida (De las Cuevas et al, 2004) Las labores ordinarias son:

Labores de aradura.

Labores de picadora.

Labores de mullido.

Labores de alisado.

Labor de aradura. Repercusión.

La labor de aradura tiene como función romper el suelo e invertir el prisma, hasta una profundidad que está en función del suelo, del cultivo y de la propia labor de aradura.

Al invertir el prisma se ponen en contacto las capas inferiores con los agentes meteorizantes. Esta labor se realiza con diferentes implementos y puede realizarse, manual (tridente), con tracción motora y animal. En este capítulo explicaremos la que se realiza con tracción motora, utilizando el implemento denominado arado; que son los encargados por excelencia de la roturación del suelo, existiendo el arado de disco, el de vertedera y en Cuba se usa también el multi arado, de fabricación nacional, este tiene la ventaja de no invertir el prisma de suelo y dejarlo en un estado de mullido avanzado, de los distintos arados ya señalados este es el que menos afecta el suelo, además de realizar un buen control de la vegetación indeseable especialmente la rizomatosa y estolonífera.

Primera labor de aradura.

Esta labor se hace a menos profundidad que las demás araduras y tiene su razón, porque en la primera labor no se puede conseguir llegar a la profundidad deseada, (tenga en cuenta los diferentes suelos), ya que se necesitarían grandes y, además, innecesarios esfuerzos, pues en las labores siguientes se puede conseguir la profundidad requerida. Cuando la profundidad a que se realiza la primera labor de aradura es mayor que la requerida, el gasto de energía aumenta considerablemente y es muy seguro que también las posibilidades de compactación y por supuesto el prisma de suelo también será mayor y con menos eficiencia actuarán sobre los agentes del interperismo. En el mundo hay autores que están en contra de que esta labor sea muy profunda y señalan como posible profundidad para la misma entre 12 y 15cm. Es denominada labor de rotura, aunque no es exactamente así, pues el terreno queda totalmente roturado cuando se hacen todas las labores de aradura. Esta primera aradura debe realizarse lo más uniforme posible sin que queden porciones de terreno crudo y el prisma debe quedar invertido adecuadamente. De quedar porciones de terreno sin arar, además de las dificultades mecánicas que se crean, se dificultan las siguientes labores, no hay uniformidad en la preparación y contribuimos a la degradación del suelo. Cuando se está realizando esta labor en un campo, la misma termina después de que se roten las cabeceras de dicho campo.

Segunda labor de aradura.

Con la segunda labor de aradura podemos aspirar a que el terreno quede uniformemente roturado hasta la profundidad deseada. Esta labor debe ser realizada en sentido perpendicular a la anterior labor de aradura; así contribuimos a que el suelo quede uniformemente roturado, con esto hemos conseguido virar un prisma desde capas de suelo más profundas y por lo tanto, lograr la meteorización de las mismas. Esta labor tiene como finalidad, además: destruir la vegetación surgida por la germinación de semillas existentes en el suelo, los rebrotes que hayan surgido de algún material vegetativo, mezclar con el suelo cualquier resto vegetal que pueda haber quedado de labores anteriores y es un paso importante en el mullido de la capa arada.

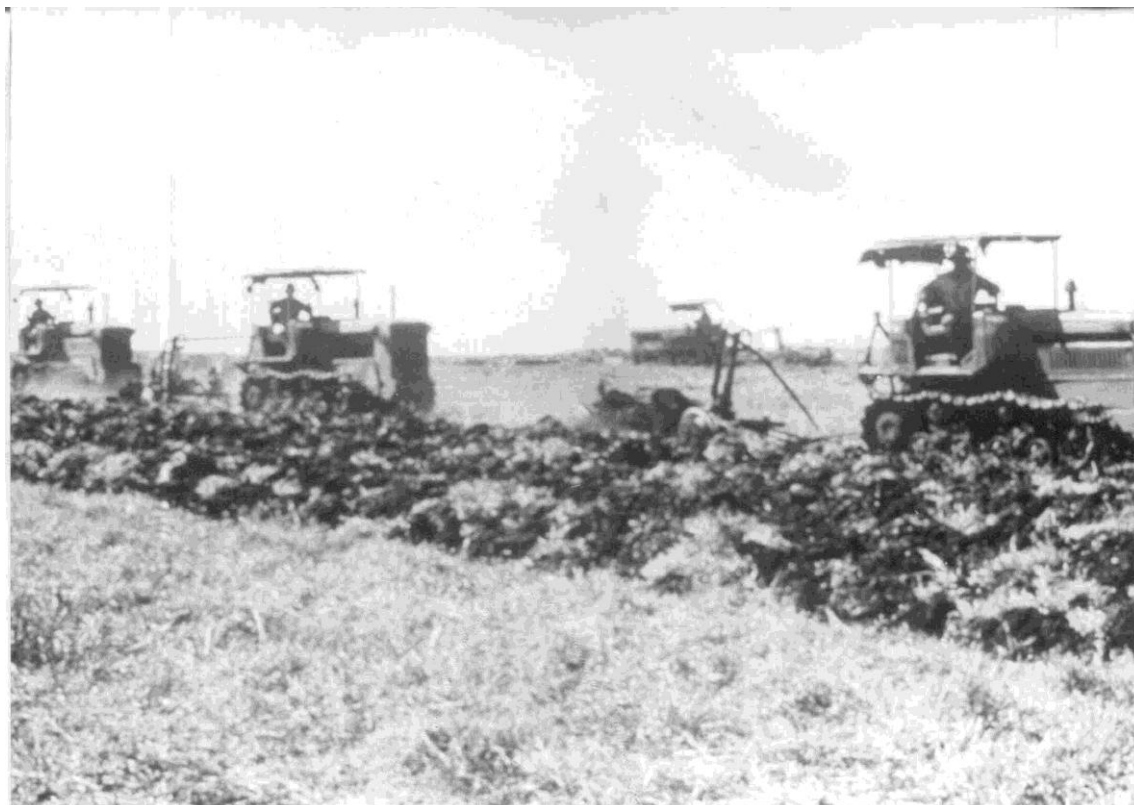


FIGURA 4.1. Primera labor de aradura con un arado de 4 discos.

En ciertas ocasiones esta labor, llamada también cruce, realiza una función algo similar a la picadora, especialmente en los suelos de estructura muy compacta y en los cuales la picadora ordinaria no realizó una labor acabada, lo cual se pone de manifiesto en estos tipos de suelos, cuando la rotura fue profunda y más aún, si a este suelo no se le ha dado un tiempo suficiente entre la aradura y el pase de picadora, en esta segunda labor se debe cumplir estrictamente con la profundidad de la aradura establecida.

Debe quedar establecido que las labores básicas de rotura del suelo son: la primera y segunda labor de aradura, con ellas el suelo debe quedar uniformemente roturado. No obstante, porque ciertas circunstancias lo requieran, por ejemplo, época del año, determinados tipos de cultivos, características del suelo, se hace necesario realizar otras labores de aradura; lo más común es la “tercera labor de aradura”.

Tercera labor de aradura.

Esta labor tiene como finalidad, como en los casos anteriores, mullir el suelo y destruir la vegetación indeseable. Debe ejecutarse en las mismas condiciones y con los mismos implementos que las anteriores. La labor debe hacerse perpendicularmente a la labor de rotura anterior (cruce) y se le denomina “terciar”. Tiene que ser perpendicular al cruce por la misma razón explicada con respecto al cruce y la primera labor de aradura.

Un aspecto muy importante que tiene lugar en la labor de aradura es que al virarse el prisma y exponer diferentes capas del suelo a la acción del sol, muchos nemátodos son eliminados. Esto se logra con mayor magnitud cuando se rompe el suelo en dos etapas como se explicó al principio, o sea, dar la primera labor de aradura a cierta profundidad y dar la segunda hasta la profundidad necesaria para el cultivo, pues de esta manera son colocadas las capas del suelo indistintamente a la acción de los rayos del sol, particularmente en la época de seca, en los meses de abril y mayo, en Cuba el sol es muy fuerte y la temperatura del suelo aumenta considerablemente en ese periodo.

Como se mencionó anteriormente, la labor de aradura se realiza, bien con un arado de discos, con un arado de vertederas o con un multigrado (no invierte el prisma). La inversión del prisma totalmente puede lograrse en forma general, más uniforme, cuando se usa el arado de vertedera y esto de manera muy especial, en los terrenos arcillosos compactos. Dicha inversión nos permite tapar los restos vegetales para su incorporación al suelo; esto por un lado por otro, tiene el inconveniente que al airear el suelo el desarrollo microbiano se acelera y también la descomposición de la materia orgánica. El inconveniente del arado de vertedera es que necesita condiciones más particulares que el arado de disco; por ejemplo: un suelo muy pesado, o que tenga raíces, troncos enterrados, lajas, u otros obstáculos similares el arado de vertedera puede llegar hasta no usarse en dichos lugares. Sin embargo, el arado de disco, por sus características, puede trabajar en estas condiciones y hasta puede realizar araduras, donde el arado de vertedera no puede funcionar. Con el multiarado ocurre algo similar al arado de vertederas, en terrenos con obstáculos no puede trabajar; pero a diferencia de los otros dos, no invierte el prisma, esto en países con altas temperaturas, es muy importante en la conservación de suelo.

Ventajas y desventajas que se observan entre los arados de: disco, vertedera y multiarado.

Arado de vertedera. Ventajas.

- a) Vira mejor el prisma, dejando las capas del suelo más expuestas a la acción del sol y del aire.
- b) Hace una rotura uniforme a lo largo del surco, no deja irregularidades en el piso de arado, facilitando esto que no se deposite agua en dichas irregularidades.
- c) Entierra mejor los restos vegetales, especialmente en la primera labor.
- d) Remueve el suelo a profundidades considerable.

Arado de vertedera. Desventajas.

Necesita condiciones adecuadas para trabajar, pues ciertos obstáculos dificultan y hasta imposibilitan su funcionamiento.

Se necesita más tracción, cuando se ara a una misma profundidad, con arado de vertedera que con un arado de disco.



FIGURA 4.2. Aradura con un arado de vertedera.

Arado de disco. Ventajas.

- a) Más factible su uso en la aradura, desde el punto de vista mecánico, cuando existan ciertas condiciones en el suelo como piedras, raíces, mucha vegetación indeseable.
- b) Se necesita menos tracción en la labor de aradura, en comparación con la vertedera.

Arado de disco. Desventajas.

- a) Los prismas de tierra tienden a quedar menos uniformemente invertidos, por lo que hay una meteorización menos efectiva.
- b) El disco deja el relieve interior (piso de arado) y el exterior (superficie del suelo) más irregular, con los inconvenientes de que por un lado, las raíces de las plantas encuentran una capa arable menos uniforme en profundidad y por otro que se producen depósitos de agua en las irregularidades del piso de arado.

3). Multiarado. Ventajas

- a) Este arado no invierte el prisma de suelo.

b) Realiza muy buen control de las plantas indeseables, especialmente rizomatosas y estoloníferas.

c) Deja el suelo desmenuzado.

Multiarado. Desventajas.

Requiere trabajar un suelo sin obstáculos.

Labor de picadora.

Esta labor se realiza posteriormente a la primera labor de rotura y en sentido perpendicular a esta, en el caso de los suelos muy pesados la primera labor se puede realiza en el sentido de la aradura anterior, se dan uno o dos pases de picadora perpendiculares entre sí, la misma se ejecuta con el implemento denominado grada de disco.

Funciones de la labor de picadora.

- 1) Preparar el suelo emparejándolo y desmenuzándolo para facilitar las labores posteriores, sobre todo en suelos arcillosos pesados (predomina la arcilla montmorillonita).
- 2) Picar y mezclar con el suelo la vegetación indeseable para facilitar labores posteriores y la descomposición de la misma.
- 3) Mata la reventazón (vegetación en fase de plántula) y contribuir al brote de nueva vegetación.

Labor de mullido.

Esta labor tiene como finalidad mullir (desmenuzar) el suelo, contribuir a la eliminación de la vegetación, a la aireación y la percolación del agua en el suelo. Esta labor se realiza con los implementos grada y tiler, estos no deben considerarse como implementos roturadores de suelo, sino mullidores.

Labor de grada.

Las funciones de la grada son contribuir al desmenuzamiento del suelo hasta 10 o 15cm de profundidad, pero es necesario que se plantee que no debe usarse la grada como único elemento desmenuzante, pues incurriríamos en un hecho antieconómico y anti técnico-científico. La labor de grada mata la reventazón y promueve la reventazón nueva (facilita la germinación de las semillas), tiende a pulverizar la superficie del suelo (falso mullido), no puede mullir el suelo hasta la profundidad de aradura, formando una especie de piso de grada, contribuyendo a la erosión eólica y a la formación de costras superficiales. Cuando esta labor la realizamos con mucha frecuencia, se erosiona el suelo. En el terreno se realiza en las llamadas formas cerrando y abriendo y cerrando. En el primer caso se marca la amelga o parcela donde se va a realizar esta labor, se comienza por la parte derecha de la parcela y se realizan las vueltas necesarias hasta cerrar dicha parcela y después se marcará otra y se vuelve a realizar el mismo proceso, y así sucesivamente hasta gradar todo el campo. En el segundo caso, se marca la amelga, comenzando también por la parte derecha de la misma y cuando se vaya a dar la segunda vuelta, esta ira por la parte de afuera (derecha) del primer viaje y así sucesivamente hasta cerrar la amelga y entonces se abrirá otra y seguirá el mismo proceso hasta terminar el campo. La segunda forma es más práctica y efectiva que la primera.



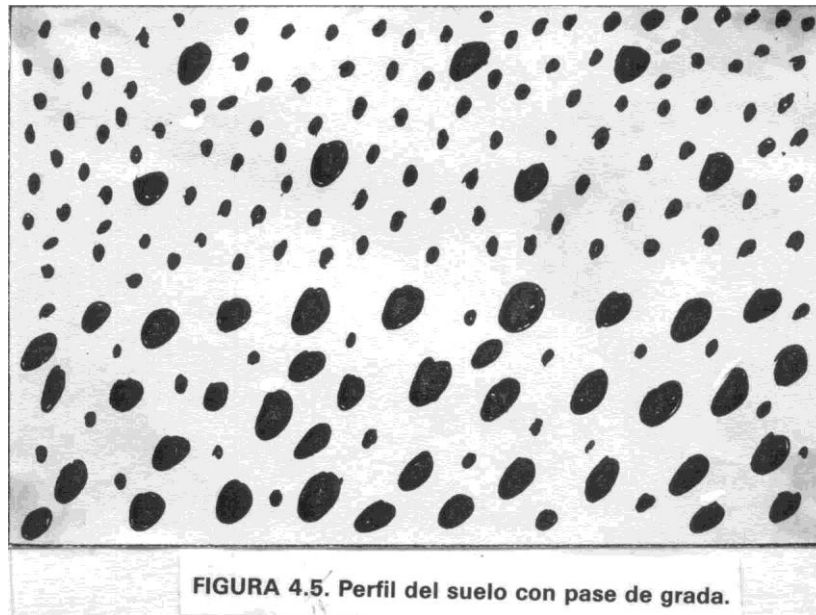
FIGURA 4.3. Labor de grada, observe la gran formación y elevación de polvo.

Desventajas de la grada.

- a) Contribuye a la formación del piso de grada.
- b) Tiende a pulverizar la superficie del suelo, afectando su buena estructura granular y migajosa.
- c) Contribuye a la erosión del suelo, ya que al traer hacia la superficie las partículas finas, por un lado ayuda a la erosión eólica y por otro, al contribuir a la formación de costra facilita la erosión hídrica y pérdida de agua del suelo por evaporación, ya que promueve la formación de los capilares al quedar el suelo aparentemente mullido.
- d) Crea un suelo falsamente mullido, porque solo actúa en la capa superficial trayendo hacia la misma las partículas finas y las mayores las lleva hacia abajo. (fig. 4.4)
- e) Sí la vegetación indeseable es rizoma tosa o estolonífera, no facilita su extirpación, pues al picarla en pedazos, aumenta su multiplicación

Ventajas de la grada.

- a) Empareja el suelo.
- b) Contribuye a desmenuzar el suelo hasta la profundidad de penetración.
- c) Destruye la reventazón.
- d) Promueve el surgimiento de nueva reventazón, la posterior destrucción de esta vegetación disminuye su efecto en el cultivo siguiente.
- e) Incorpora los abonos y residuos de vegetales al suelo
- f) Su uso, como implemento mullidor, puede hacerse en suelos que presenten obstáculos.
- g) Por su mecanismo de movimiento, gasta menos energía en su uso.

**Labor de tiler.**

Esta labor muelle el suelo hasta cerca del piso de aradura, puede utilizarse en sustitución de la grada con la ventaja de que no contribuye a la formación de un piso duro como lo tiende hacer la grada. Nunca debe considerarse al tiler como un implemento roturador de suelo por lo que los pases de tiler deben ser progresivos y no debe rasgar el piso de arado. Los pases de este implemento se realizan perpendicularmente entre sí, con el se puede doblar a la izquierda o a la derecha pues se levanta y se baja con el hidráulico a diferencia de la grada que es de arrastre y solo puede girar en un sentido.

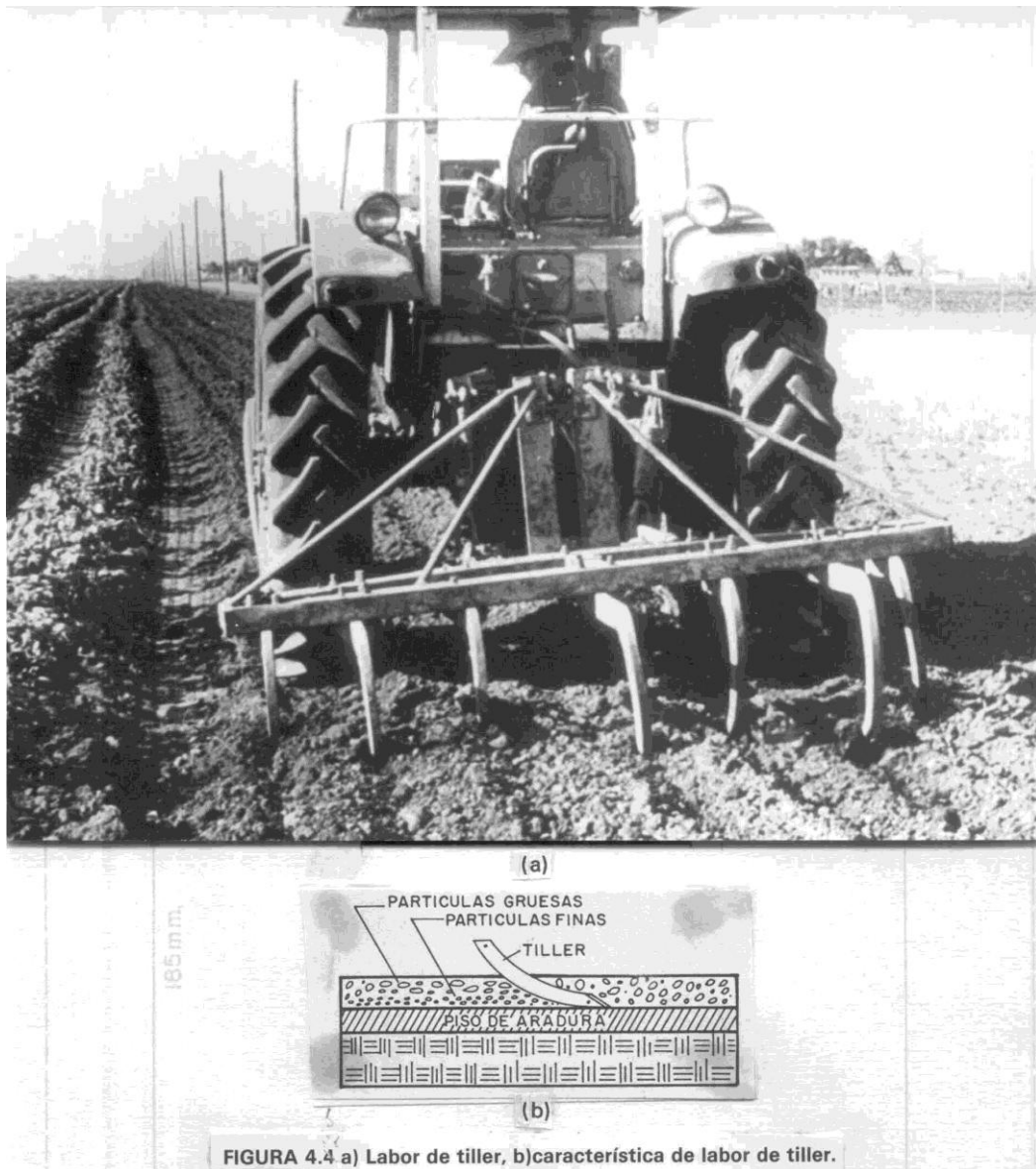


FIGURA 4.4 a) Labor de tiller, b) característica de labor de tiller.

Ventajas del tiller.

- Empareja el suelo.
- Crea un suelo uniformemente mullido desde su superficie hasta cerca del piso de arado.
- Extrae los terrones y restos de vegetales hasta la superficie del suelo, pero no a las partículas finas. Esto tiene la ventaja de que por un lado las porciones vegetales vivas son expuestas a su deshidratación y mueren. Esto es muy importante cuando la vegetación es de plantas rizoma tosas y estoloníferas. Por otro, que al ubicar las partículas finas en cierta profundidad, las pone en mejor contacto con las semillas del cultivo establecido y su posterior sistema radical.
- Elimina la reventazón y ayuda a la eliminación de nuevas vegetaciones, ya que entierra las semillas finas a profundidades que inhibe su germinación. En este sentido Rodríguez (1999), determinó el banco de semillas en un suelo Ferra lítico Rojo Compactado, preparado durante 4 años con tracción animal, realizando 3 labores de aradura con vertedera, hasta 25cm de profundidad y 2 labores de mullido con grada de púa hasta 20cm y una labor de alisado con raíl de 2m de largo. Se tomaron muestras de 0-5cm; 5-

10cm y 10-20cm. Los resultados mostraron que la mayor cantidad de semillas estaba en la profundidad de 5-10cm, le siguió en orden decreciente de 10 a 20cm y 0-5cm. Estos resultados nos muestran el efecto que tiene en cierta medida este tipo de implemento (tiler) en enterrar las semillas en el suelo, pues la mayor cantidad de semillas se encontró en la profundidad de 5-10cm; corroborando el que este implemento entierra las semillas en el suelo. Las semillas muy pequeñas se dificulta su germinación a partir de los 10cm.

- e) No contribuye a la formación de piso de arado.
- f) No es coadyuvante en la erosión del suelo.

Al introducir en el suelo las partículas muy finas, especialmente las producidas al fragmentarse con los implementos los gránulos de la estructura granular, hace que estas partículas se pongan en contacto con las hifas de los hongos y por ello se lleva a cabo la unión de estas partículas y se restablecen los granulos, fenómeno este reportado por Thompson (1967) como enmienda biológica de la estructura del suelo.



Fig. 4.6. Planta desarrollándose en un perfil con labor de tiler.

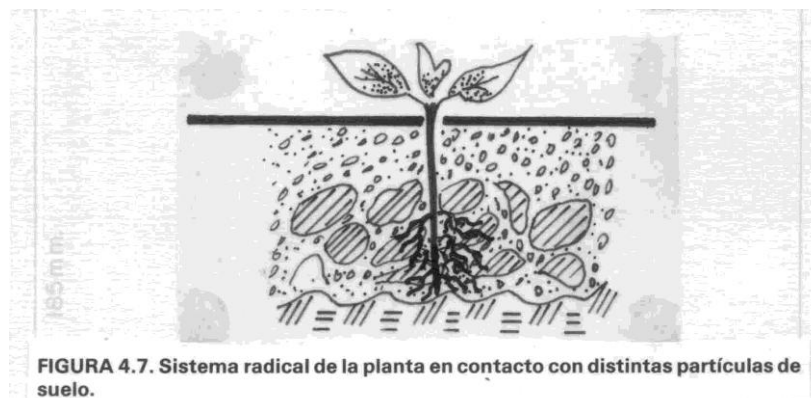


Fig. 4.7. Planta desarrollándose en un perfil con labor de grada.

Desventajas del tiler.

Necesita de un suelo libre de obstáculos para realizar su trabajo y uniformidad en la profundidad de las labores de aradura.

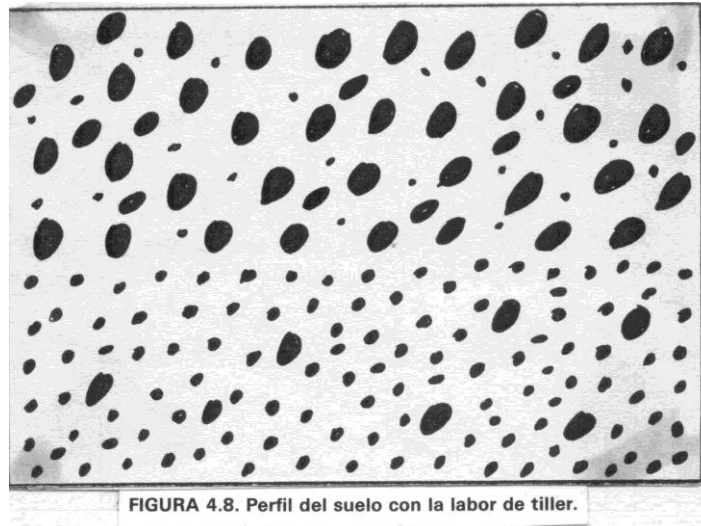


FIGURA 4.8. Perfil del suelo con la labor de tiller.

Labor de alisamiento.

La labor de alisamiento tiene como finalidad, crear un relieve uniforme del suelo. Esta labor se realiza con los equipos alisadores, entre los cuales se encuentra el land plane, o alisador agrícola. Siempre que el suelo lo necesite, se deben dar los suficientes pases con este implemento para que el suelo quede parejo. En la producción agrícola esta labor no se realiza con la sistematicidad necesaria, dejando su realización para aquellos cultivos en los cuales en extremo es necesario, ejemplo el cultivo del arroz (*Oriza sativa* L.), la papa (*Solanum tuberosum* L.). El arroz por sus necesidades hídricas y su cosecha totalmente mecanizada, la papa porque es muy sensible a enfermedades fungosas cuando se presenta encharcamiento en el campo por falta de alisamiento o compactación, un suelo que su superficie este bien pareja, todas las actividades agrícolas se pueden realizar en forma excelente, en muchas ocasiones con un alisamiento ligero se puede resolver el desnivel de la superficie de un suelo y de no hacerlo se incrementa dicho desnivel, en especial con el laboreo que es una de las actividades agrícolas que más incide en el desnivel del suelo y puede ocurrir la erosión hídrica. Esta labor se realiza en las diagonales del campo, de esta forma es como mejor se empareja el suelo. En Cuba esta labor se esta realizando en algunos lugares, con la utilización de rayo láser y la computación un ejemplo lo es La Empresa de Cultivos Varios La Horquita en la provincia de Cienfuegos, todas sus tierras se han sometido a una cierta nivelación de su superficie y los rendimientos de los cultivos se han mejorado considerablemente.

Ventajas del alisamiento.

- a) El agua de los riegos por surco, correrá perfectamente, sin acumularse en ninguna parte.
- b) Al asperjar, las boquillas quedan siempre a la misma altura y por lo tanto esta labor será uniforme.
- c) En la siembra con máquinas, la semilla quedará a la misma profundidad.
- d) En la recolección de ciertas cosechas, las cuchillas estarán a la misma altura del suelo, realizándose una labor eficiente.

Esta labor de alisamiento debe realizarse; en un suelo sin obstáculos (tronco, piedra lajas, mucha vegetación) y con el terreno seco (por debajo de la sazón o tempero), época de seca. Sí hubiese humedad, la alisadora arrastrará mucha tierra, además esta se apelmazará, pegándose a la cuchilla de la máquina, que puede envasarse; otro inconveniente es que el

suelo se apretará mucho. Se aconseja que después de la labor de alisado se pase un tiler o una grada para aflojar la tierra.



FIGURA 4.9. Vista de un campo alisado con *land plane*.

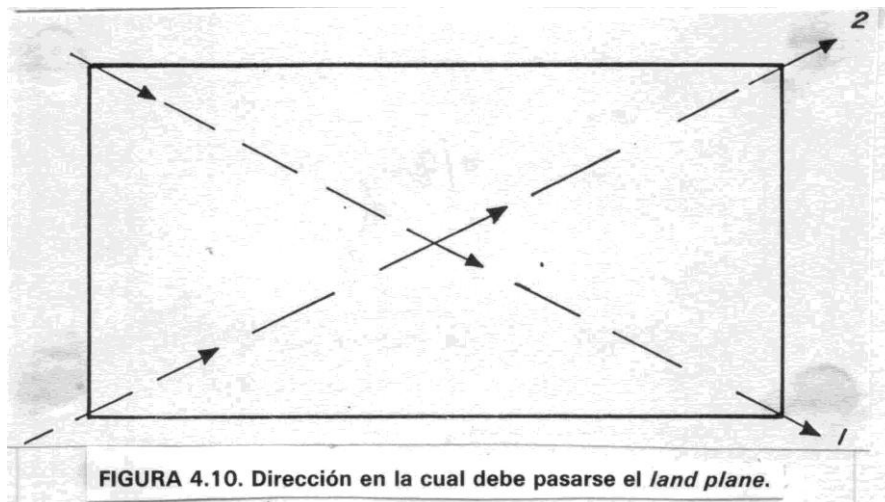


FIGURA 4.10. Dirección en la cual debe pasarse el *land plane*.

Labores profundas.

Las labores profundas son las que se realizan por debajo de la capa que comúnmente se ejecutan las labores ordinarias y pueden llegar hasta profundidades de más de 50cm.

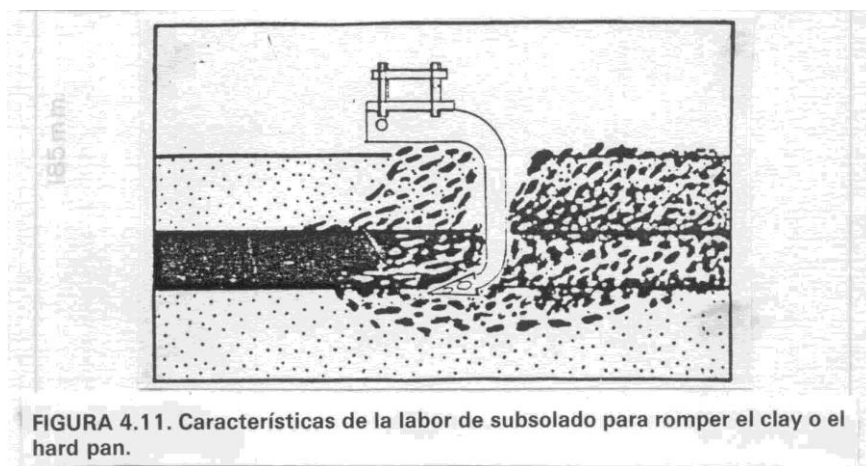
Como ya fue señalado, las labores ordinarias de preparación de suelo se ejecutan a una profundidad, que interesa parte de la capa arable del suelo, y en terreno de capa arable normal, esta profundidad es de 25a 30cm. Las labores profundas se ejecutan para lograr los objetivos siguientes:

- a) Romper el hard-pan o clay pan que se forma después de sucesivas labores de aradura.
- b) Aumentar la capa arable del suelo.
- c) Aumentar la acumulación de agua en un suelo que por sus características y condiciones climáticas sea necesario lograrlo.
- d) Mejorar el drenaje en los suelos.

Esta labor se puede realizar con arados de vertedera, o subsoladores.

Uso de la labor profunda para romper el hard pan o clay pan.

Primeramente queremos señalar que el hard pan es una capa o piso duro que se forma a cierta profundidad en los suelos producto de la aradura a la misma profundidad durante varios años y clay pan, también es ese piso o capa duro, pero formado por la lixiviación de partículas finas de naturaleza arcillosa inorgánica que se van depositando al fondo de la capa arada. También esto es producto de la acción de percusión de la reja de los arados, sobre todo el de disco, que van apelmazando el suelo y formando el piso de arado.



La labor profunda para romper el hard pan o clay pan es conveniente el realizarla cada cierto tiempo en terrenos bajo cultivo y la frecuencia estará en función de la intensidad de aradura anual a que ha estado sometido ese suelo; en condiciones de gran intensidad de uso, debe ser cada 4 o 5 años. Esta labor es muy útil, pues ese piso de arado, además de traer como consecuencias el que se sobre sature por mucho tiempo la capa arada, producto de la no buena percolación de las aguas con el consiguiente daño al cultivo, también no permite el libre crecimiento del sistema radical de las plantas utilizadas como cultivo económico. Este tipo de labor se usa mucho en frutales por tener estas plantas un sistema radical pivotante que penetra a grandes profundidades. En el cultivo del plátano, por la profundidad que requiere en su plantación, por el desarrollo radical de sus plantas, por el apisonamiento que se realiza al sacar la cosecha del campo y esto se hace con frecuencia.

Uso de las labores profundas para aumentar la capa arable del suelo.

Hay suelos que presentan una capa arable de poca profundidad (10a 15cm). Estos suelos aunque presentan buena fertilidad en la capa arable, no tienen la productividad deseada por su estrecha capa efectiva; al realizar la labor profunda, se puede lograr el aumento de esta capa.

Cuando se usa el arado de disco o el especial de vertedera para mejorar la profundidad de la capa arable, hay que operar tomando las siguientes precauciones: al voltear el prisma, este debe traer hacia la superficie sólo unos 3 a 5cm del subsuelo pues si trae más capa de una sola vez perjudica la productividad de la capa arada. Esto es muy válido en los suelos alcalinos y sobre todo en los suelos que contengan en el subsuelo, álcalis negros.

En estos tipos de suelo, el mejor arado para lograr los objetivos señalados es el subsolador, pues con el mismo se puede lograr aumentar la capa arable en tiempo más breve que cuando se usa el arado de disco o el de vertedera especial. Esto sucede por las razones siguientes:

-Se puede arar más a menudo con este tipo de arado, sin el peligro de mezclar en forma descompensada como cuando se usa el arado de vertedera o de disco.

El arado subsolador va rompiendo y aireando las capas profundas sin traerlas a la superficie. Este tipo de arado ejerce la misma función que realiza el tiler, respecto a transportar partículas finas hacia capas profundas. Estas partículas finas con buen contenido de materia orgánica por ser activas biológicas y químicamente, llevan a las capas profundas, junto con el aire que allí penetra producto de esta labor, excelentes condiciones meteorizantes por lo que esas capas inertes se van transformando en activas desde el punto de vista productivo.

-Aumentar la cantidad de agua acumulada en las capas profundas del suelo.

Debido al pisoteo de los animales o el pase de los equipos sobre la superficie, los suelos disminuyen su grado de percolación, esto también es característico de ciertos suelos compactos. En suelos ondulados las escorrentías ocasionadas por las lluvias impiden la infiltración del agua hacia las capas profundas del suelo, corriendo por la superficie hacia los lugares bajos y arroyos.

Para que el agua de lluvia caída sea acumulada en las capas profundas del suelo es muy recomendado el realizar labores profundas, bien con arado de disco, vertedera especial, multi arado, o subsolador, en uno u otro caso se recomienda el arar siguiendo las curvas de nivel o en sentido perpendicular a la pendiente. Esta medida es más eficaz aún en zonas de baja pluviometría.

-Mejorar el drenaje de los suelos.

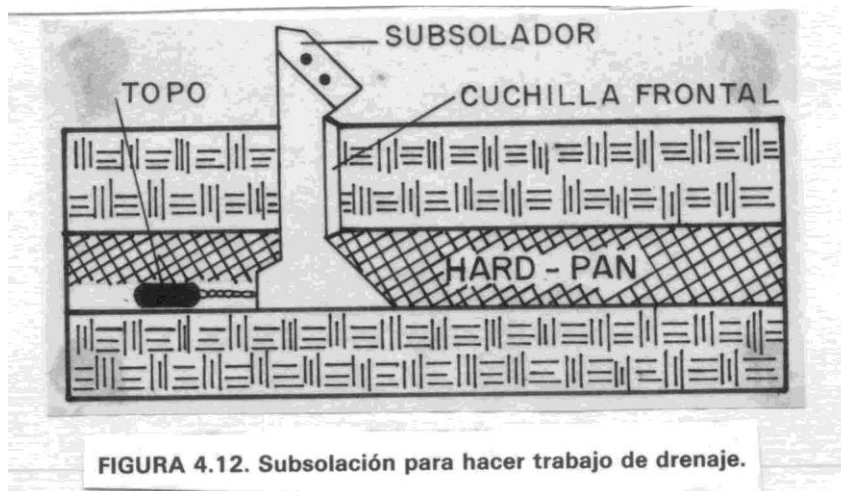
Se expresó ya, que las condiciones hídricas perfectas son aquellas en las cuales el 50% del volumen del suelo es de poros y de esta cantidad, el 25% está lleno de agua, pero no más de ese por ciento. De ser más, ello va contra la productividad de ese suelo, pues afecta la flora bacteriana y además, son menos asimilables ciertos nutrientes, pues el aire se enrarece y las reacciones químicas de reducción, entre ellas el nitrógeno nítrico, pasa a nitrógeno o nitrógeno libre, los cuales no son absorbidos por las plantas como sucede con el nitrógeno nítrico. Además, un exceso de agua en el suelo trae consigo una alta dilución de los nutrientes y por diferencias de solutos, hay transferencia de sólidos solubles en el interior del protoplasma de las células del vegetal y este se torna amarillento primero, más tarde blanco amarillento, después ocurre el marchitamiento y hasta la muerte de la planta.

Para evitar estos trastornos que produce el exceso de agua, especialmente en suelos de mal drenaje interno y externo, es que se acude a las labores profundas, con las cuales aumentan el drenaje interno y evita que las capas superiores se saturen o sobresaturen de agua por mucho tiempo. El exceso de agua desciende hacia las capas profundas del suelo.

Es preciso señalar que en los suelos de arcilla montmorillonítica, en particular los vertisuelos, esta medida no es duradera, pues, por su gran plasticidad, en estos suelos el estado compacto vuelve a su lugar. En ellos, esta labor, es excelente, como labor de cultivo. Sin embargo en los suelos que predomina la arcilla caolinita, el subsolado tiene muy buen efecto alto grado de fragmentación de la capa superior del suelo y con varios años de duración.

Cuando se quiere conseguir un buen drenaje en los vertisuelos y que esto dure un buen tiempo es preciso el realizarlos con medidas especiales que constituyen un sistema de drenaje. Ello consiste en lo siguiente: establecer zanjas profundas colectoras de agua, ubicadas con cierta separación entre ellas. Entre zanja y zanja perpendicularmente a ellas se pasa un subsolador con un topo en la parte trasera. Con este topo se consigue que vaya

quedando un canal subterráneo y el agua que percola va al interior de este canal y a través del corre el agua hasta los canales colectores.



Las labores profundas, son muy útiles en la eficiencia del uso por las plantas de los elementos nutricios que existen en el. En la estación del maíz en kneya, Bulgaria, en suelos profundos de las llanuras del Da nubio, se realizó un experimento en el cual se usaron tres niveles de fertilizantes compuestos conteniendo NPK y tres profundidades de aradura, éstas a 15, 25 y 40cm de profundidad y se determinó que el nivel tres de NPK fue el más eficiente a la profundidad de 15cm, pero con el nivel uno se obtuvo la misma eficiencia del fertilizante que con el nivel tres a la profundidad de 40cm. Esto indica que con la labor de 40cm podía ahorrar fertilizante.

Es conveniente señalar que las labores profundas interesan gran parte de la capa efectiva del suelo, por lo que el momento de realizarlas es en plena seca, en Cuba en los meses de marzo y abril, siempre antes del comienzo de las lluvias en otro momento se corre el riesgo de que el suelo no tenga la humedad apropiada y se convierta esta labor en destructiva para el suelo. Por otra parte esta labor demanda del gasto de mucha energía, de equipos potentes y fuertes, por lo que es muy costosa y la decisión de realizarla tiene que estar técnicamente justificada y apoyada por los análisis de suelo.

Las labores atendiendo al relieve del suelo después de ejecutada la labor.

Según las circunstancias de la naturaleza del suelo, de la clase de cultivo y muy a menudo, sin otro motivo que las costumbres del país o localidad, la superficie del terreno después de la labor puede quedar con diferentes relieves al original.

- a) Perfectamente plana, esto es, continua, sin bajos ni altos, que no sean las ondulaciones naturales del terreno.
- b) Plana, las que se realizan adosando o hendiendo, quedando sólo los surcos muertos o contra surcos.
- c) En surcos paralelos, o sea, con desigualdades, bien en lomas o en camellón plano.
- d) En planchas, formando planchas o fajas ligeramente convexas.

Labor perfectamente plana. Es una labor que deja la superficie del terreno completamente desmenuzada y lisa, invirtiendo los prismas de tierra hacia un mismo lado; el campo presenta, cuando ha sido laborado así, una superficie uniforme sin surcos. Esta labor se realiza en terrenos que presentan topografía ondulada y siguiendo las curvas de nivel del suelo, no quedando zanjas ni surcos en toda la superficie arada. De esta manera se evita la

erosión hídrica. Esta labor se realiza con arado de vertedera reversible. (Fig. 4.13) Y no es necesario trazar las llamadas amelgas, se comienza a roturar por uno de los bordes del campo y se va avanzando hacia el interior de este hasta llegar al otro borde.

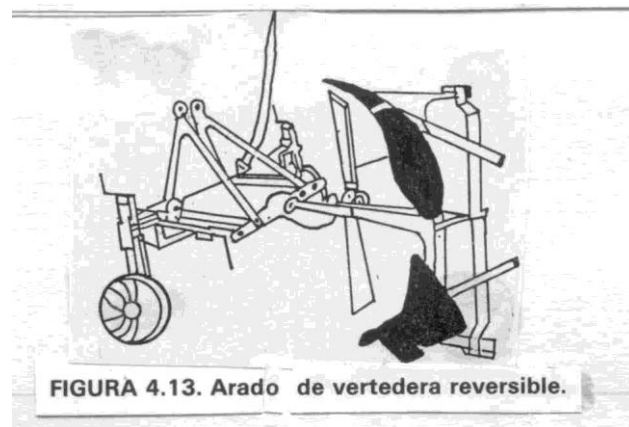


FIGURA 4.13. Arado de vertedera reversible.

Labor plana. Se realiza con arados de disco o de vertedera no reversible o multiarado, adosando o hendiendo y sólo queda en el relieve del terreno surcos abiertos y contra surcos. En la labor plana y perfectamente plana, el terreno es removido a una profundidad uniforme, la evaporación es menor que en las otras formas de labor, conservando mejor la frescura y también las aguas de lluvia penetran más fácilmente a través de la superficie. Esta labor presenta menos superficie a la acción del sol, lo cual trae ciertas desventajas para cuando resulte necesaria la acción deshidratante y desinfectante del mismo. Además, en esta clase de labor la repartición e incorporación de abonos y semillas resulta más práctico y uniforme, encontrándose las plantas, en condiciones de humedad y principios nutritivos más uniformes, extirpándose con menos dificultad la vegetación existente en el momento de ejecutarlas. Esta labor tiene también la ventaja de su facilidad para realizarla y permite hacer una segunda labor transversalmente a su dirección; además la labor perfectamente plana, mejor aliada de la mecanización es imprescindible hacerla en suelos alomados.

Labor surcada o en camellón. En esta clase de labor se adosan, unas a otras, 2, 4 o 6 bandas de tierra, según que el camellón se haga con una, dos o tres vueltas de arado. La labor surcada o en camellón, se impone en las tierras compactas, facilitando la salida del agua en exceso y también en los suelos pobres, porque a través de ella se acumula tierra alrededor de la planta, lográndose así el que aumente el espesor de ese suelo cerca de la planta. Este tipo de labor se utiliza en el cultivo del ñame (*Dioscorea alata* L.).

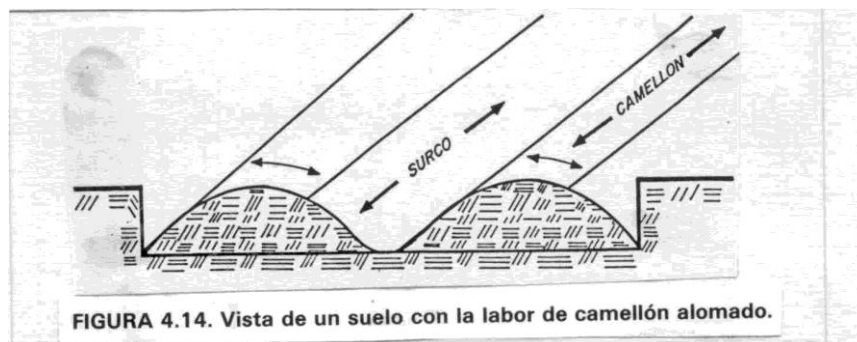


FIGURA 4.14. Vista de un suelo con la labor de camellón alomado.

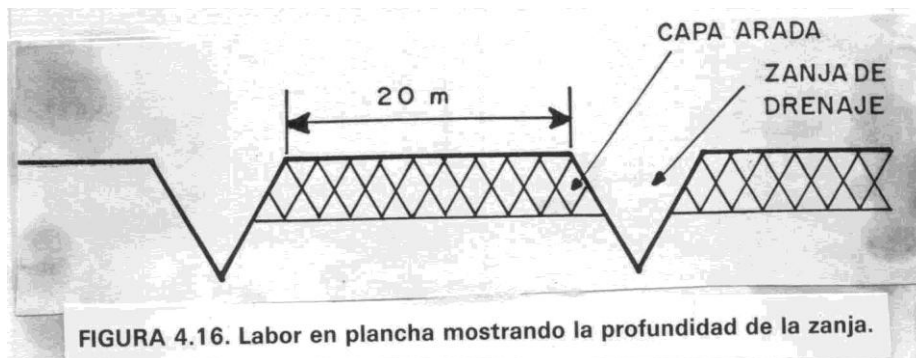


Esta labor presenta varios inconvenientes, no solamente por la pérdida considerable de terreno y dificultades que crea para la circulación y empleo de implementos, sino también porque ofrece, a las plantas un suelo de espesor y frescura desiguales, obstaculizando la repartición uniforme de la luz, de la lluvia y de los abonos.

Todo ello, por consiguiente, ocasiona una desigualdad grande en la vegetación y en la maduración de la planta. Además, en la preparación de la tierra para los cultivos subsiguientes, si se quiere destruir los camellones, para arar de nuevo, esto exige el esfuerzo de repetidas labores.

En una agricultura perfeccionada por el drenaje y la aplicación de abonos complementarios, la labor surcada o en camellones tiende a desaparecer.

Labor en plancha. Esta clase de labor necesaria en los terrenos poco permeables o de subsuelo impermeable. En ella se divide el terreno en planchas o en paralelogramos regulares separados uno de otros por surcos profundos que sirven de zanjas de saneamiento. Cada plancha recibe una labor plana y queda limitada por dichos surcos.



A esta clase de labor se le atribuye el inconveniente, cuando se trata de planchas muy estrechas, de no permitir el uso de instrumentos e implemento perfeccionados para realizar labores complementarias que requieren las atenciones del cultivo y también durante la cosecha mecanizada.

Esta labor tiene como finalidad el drenaje de los campos lo cual se consigue mejor al arar la plancha a diferentes profundidades del centro hacia los bordes. El ancho óptimo de la plancha es de 20m.

Atendiendo a la forma de realizarse las labores.

Labores adosando y labores hendiendo.

En Cuba, las labores se realizan bien “adosando” o bien “hendiendo”; como se trabaja con arados de vertedera o de discos fijos, los prismas de tierra no quedan volteados todos hacia el mismo lado como en la labor propiamente plana que se verifica con un arado de vertedera

reversible, sino que, tanto el caso de “adosar” como el de “hender”, los prismas quedaran en una mitad, hacia la izquierda y en la otra mitad hacia la derecha.

Labor adosando.

Esta labor se comienza por el centro de la amelga o campo. El prisma de tierra levantado en el primer viaje quedará invertido sobre una faja de tierra cruda de igual ancho que el prisma levantado. El prisma levantado en el segundo viaje será echado sobre la misma faja; que se echó en el primer viaje, formando un camellón de doble alto, de aquí que esta labor sea denominada “alomada” o “adosando”. Al lomo formado por los prismas levantados en los dos primeros viajes se le llama “contra surco” que, como vimos anteriormente, descansa sobre una faja de tierra cruda de doble ancho de la labor que se está trabajando. El cruce del terreno es indispensable a fin de trabajar y mullir el contra surco, ya que de no hacerlo, las plantas que se desarrollen sobre este serán más pequeñas y de menor rendimiento que las que se desarrollan en el resto del campo.

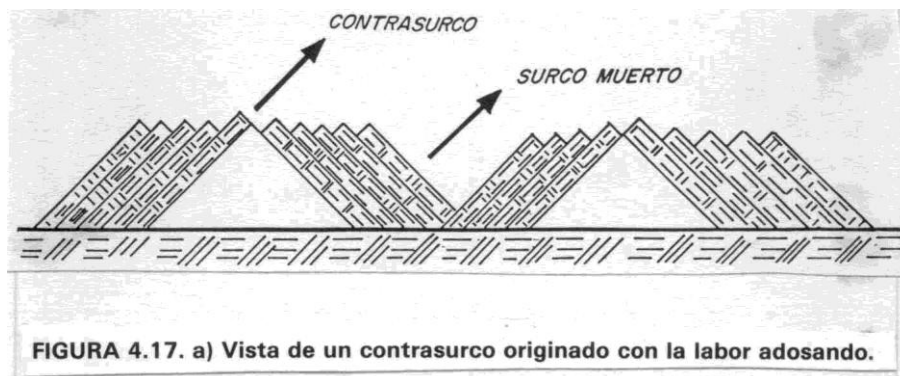


FIGURA 4.17. a) Vista de un contrasurco originado con la labor adosando.



FIGURA 4.17. b) Labor adosando en cada amelga que da un contrasurco.

En el tercer viaje, el prisma de tierra será invertido dentro del surco hecho en el primer viaje; en el cuarto, el prisma caerá dentro del surco correspondiente al segundo viaje, y así sucesivamente quedando un surco muerto en ambos extremos de la franja arada cuando todas las amelgas se aran con este método.

En la labor adosando, las vueltas aumentan de longitud, según avanza la labor; en los dos o en los cuatro primeros viajes, será necesario verificar las viras en forma de lazo, con el fin de facilitar el movimiento del arado y del tractor.

Labor hendiendo.

En este tipo de labor, se comienza trabajando por los bordes longitudinales del campo; esto es, por la periferia. Se iniciará el trabajo por la derecha del campo; el primer prisma quedará volteado sobre la guardarraya o campo no arado, al llegar al extremo del campo se levanta el arado y se lleva sobre la guardarraya o campo no arado, hasta el otro extremo longitudinal del campo para facilitar el realizar otro surco. En este segundo viaje, el prisma quedará invertido o volteado sobre la otra guardarraya; en el tercer viaje, el prisma será invertido dentro del surco realizado por el arado en el primer viaje; en el cuarto viaje, el prisma caerá dentro del surco efectuado por el arado en el segundo viaje, de manera que los surcos pares quedarán en una mitad de la franja arada y los impares en la otra.

Según vamos aproximándonos al centro de la franja se acortarán las vueltas en los dos o cuatro últimos viajes; las viras tendrán que hacerse en forma de lazo, para facilitar el movimiento del tractor y del arado. Al terminar el campo, el eje o línea media del mismo queda un surco o zanja de doble ancho que el corte del arado; de aquí, que a esta labor se le denomina hendiendo; a este último surco se le llama “surco muerto”.

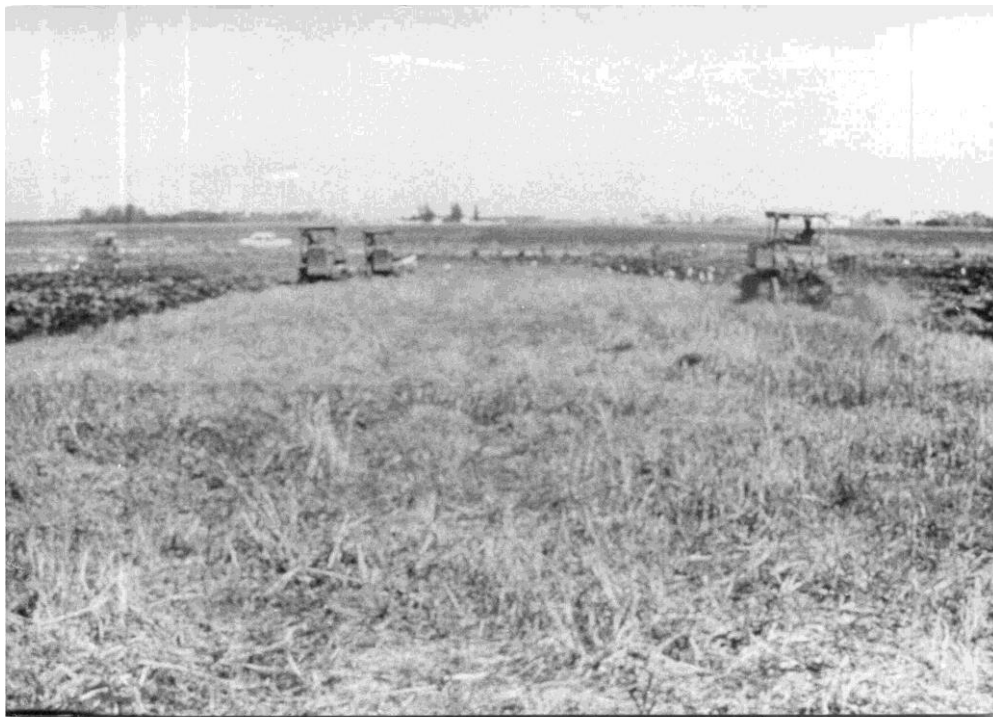
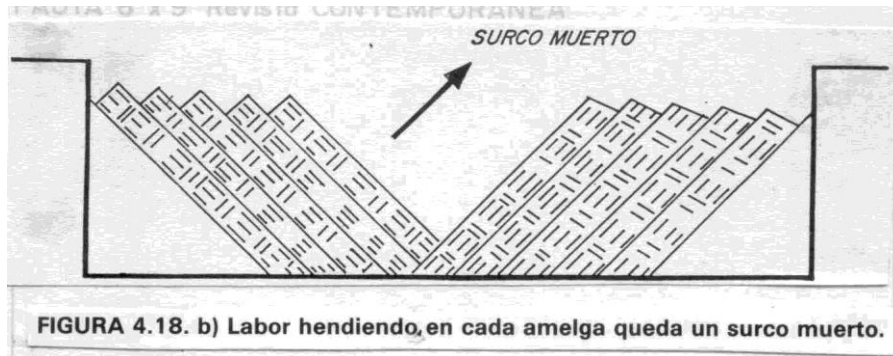


FIGURA 4.18. a) Vista de un surco muerto originado por la labor hendiendo.



Planificación de las labores.

La planificación de las labores debe realizarse sobre bases y principios económicos y científicos-técnicos.

Es necesario, antes de hacer las labores, realizar una buena planificación de la misma, porque de no hacerlo se puede incurrir en la pérdida de productividad de los equipos y del suelo.

En los elementos de la planificación entran: el trazado de las labores en el campo y el momento apropiado de hacer las mismas.

- 1) **Amelga.** Llamadas por nuestros campesinos “envergas”, son parcelas o áreas en que se subdivide el campo que se va a arar.

La división del campo en amelgas ofrece muchas ventajas: en primer lugar, sirve para controlar fácilmente el trabajo realizado por los operarios, ya sea

Por normas o sin normas. Si trabajamos sin norma y toda la amelga no se termina en el mismo día, se debe investigar si es por causa de la máquina o malas condiciones del terreno o si es culpa del obrero.

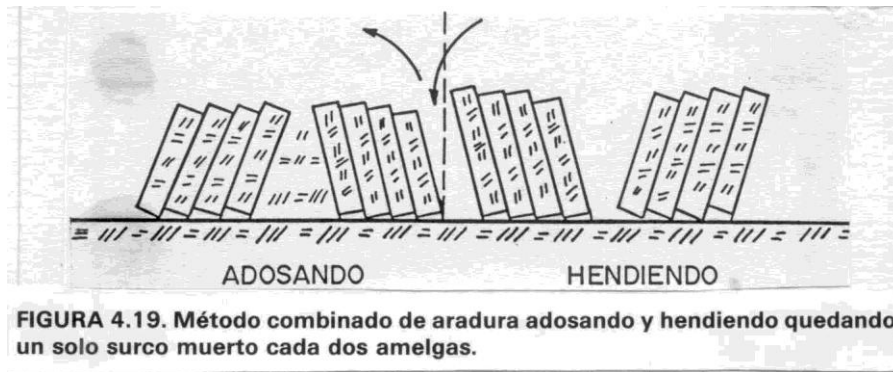
Cuando en las roturas por norma, el trabajo realizado es superior al indicado por la norma, se puede suponer que se está trabajando a menor profundidad que la indicada, a fin de que siendo menor el esfuerzo, la máquina adelante más; esto desde luego, va en detrimento de una buena labor.

Otra ventaja que ofrece el dividir el terreno en amelgas es que los paños de tierra van quedando día a día roturados, y si lloviera se puede proceder a gradar en su momento o dar la siguiente labor a lo ya trabajado, pudiendo quedar esa área lista como unidad para ejecutar la siembra.

Como en las amelgas adosando quedan surcos muertos en ambos lados de las mismas, tendremos que entre una y otra amelga, hechas ambas adosando, quedará un surco muerto de ancho equivalente al doble del pique del disco del arado.

Cuando la labor de la amelga se hace hendiendo, en el centro de cada una de ellas queda un surco muerto del mismo ancho que el anterior.

Como quiera que los surcos muertos son de gran inconveniencia desde el punto de vista operativo y afectan el relieve normal del terreno, es que debe evitarse el mayor número de surcos muertos en un área arada. Esto puede lograrse realizando una amelga adosando, seguida por una hecha hendiendo, o viceversa, así reducimos a la mitad el número de surcos muertos (fig. 4.19).



2) Ancho de las amelgas. Las amelgas no pueden realizarse a la idea del operador, sino que obedecen a una determinación matemática. De no realizarse así, se incurre en mayor gasto de mano de obra y de combustibles.

Forma de determinar el ancho de las amelgas.

$$Co = \sqrt{3 \cdot B \cdot L}$$

Donde Co= ancho de la amelga.

B =Ancho de trabajo del implemento.

L = Longitud de los surcos.

Relación entre el ancho y la profundidad de la labor.

El ancho de la banda de tierra está, en general, determinado por el grado de profundidad de la labor. En efecto, son necesarias dos condiciones importantes:

- 1) Que la banda de tierra sea invertida de manera que ofrezca la mayor superficie posible a los rayos del sol y a la aireación del suelo, así como también a la acción de la grada que la debe mullir.
- 2) Que la vegetación indeseable (arvenses) sea destruida.

Perfección de la labor.

Una labor es perfecta cuando reúne las condiciones siguientes:

- 1) Que las bandas de tierra sean levantadas o invertidas bajo un ángulo conveniente y constantes y habitualmente de 40a 50°.
- 2) Que los surcos estén igualmente espaciados, de un ancho y una profundidad uniforme, rectos, sin interrupciones o depresiones y paralelos entre sí. La parte superior debe ser ligeramente alomada.
- 3) Que el terreno esté completamente mullido, desde arriba hasta el fondo del surco.
- 4) Que la vegetación indeseable y restos de vegetales queden completamente enterrados.
- 5) Que en el caso de la labor alomada, las planchas presenten longitudinal y transversalmente un perfil uniforme, teniendo en lo posible, igual ancho,
- 6) Que la cara del banco del surco y el fondo del mismo estén perfectamente limpios.

La habilidad del operador, se valora al examinar como él traza el primer surco con los implementos, puesto que de la perfección de este surco dependen, por lo general, la bondad, y sobre todo, la regularidad de la labor.

Momento de realizar la labor.

Los momentos de realizar las labores es un aspecto de primerísima importancia en el laboreo del suelo.

Los momentos óptimos para realizar las labores están en dependencia de lo siguiente:

- a) Atendiendo al cultivo que se va a plantar.
- b) En dependencia de las características de las labores anteriores.
- c) Atendiendo a la vegetación existente.
- d) Atendiendo a las características del suelo.
- e) Atendiendo a la humedad óptima del suelo, o sea, que el suelo esté en sazón o tempero.

Atendiendo al cultivo que se va a sembrar o plantar. Todos los cultivos, independientemente de las características del suelo, tienen diferentes exigencias en cuanto al tiempo total requerido en el proceso tecnológico de la preparación del suelo. Cada cultivo tiene su fecha óptima de siembra y por consiguiente tiene un momento de inicio de la preparación del suelo (está en función de la fecha de siembra) y una fecha de terminación (está en función del tiempo que se le va a dar a la preparación de suelo).

Dos ejemplos que son extremos: tabaco y millo, mientras que el tabaco corrientemente exige no menos de 90 días en el proceso de preparación de suelo, el millo, con 45 días o menos es suficiente; por otro lado, el tabaco exige que el comienzo de la preparación de suelo sea en agosto, ya que la fecha óptima de siembra del tabaco es en noviembre y diciembre; o sea, 90 días antes del trasplante, mientras que el millo tiene un rango de fechas de siembra más amplio, y sí se tiene regadío, todo el año se puede sembrar millo; quiere decir que este cultivo tiene diferentes momentos de preparar el suelo y de exigencias en la preparación del suelo, en comparación con el cultivo del tabaco es mucho menor, la fecha de siembra de cada cultivo determina mucho el momento de iniciar la preparación de suelo para ese cultivo. En este sentido también podemos plantear la relación entre sistemas de cultivos, por ejemplo los suelos paperos no pueden estar ocupados por ningún cultivo ejemplo maíz (*Zea mays* L.) o el boniato (*Hipomoea batatas* L.), que su cosecha ponga en peligro el momento que el Ministerio de Agricultura de Cuba orienta para comenzar la preparación de suelo para la papa, este es un cultivo de gran valor económico y social.

En dependencia de las características y finalidades de las labores anteriores.

Como se ha explicado con anterioridad, las labores de aradura crean las condiciones adecuadas para que el suelo sufra la meteorización, siendo el sol, el agua y el aire los agentes climáticos que mejor realizan la meteorización; es necesario darle el tiempo requerido para que ellos ejerzan su efecto. Por eso, desde el momento de la primera aradura hasta que se pasa la picadora, deben transcurrir no menos de 15 a 20 días, puede ser mayor este tiempo, depende de muchos factores. Un aspecto vital en este momento, es eliminar el máximo posible de plantas indeseables y lograr su descomposición.

El tiempo transcurrido entre los pases de grada y la segunda labor de aradura está en función de la época del año, de sí hay o no regadío, del volumen de vegetación indeseable a descomponer, recordando, la labor de picadora tiene en su función la de fragmentar los terrones, matar la reventazón, crear las condiciones para que surja una nueva vegetación y mezclar con el suelo los restos vegetales que no logró hacer la labor de aradura anterior y la segunda labor de aradura, debe esperar la reventazón, si no hay regadío o posibilidades de lluvia, no hay que esperar tanto, porque estará sólo en función de la meteorización del prisma. En dependencia de las características y finalidades de las labores anteriores, también se puede señalar, que en muchas ocasiones las diferentes labores, sobre todo de cosecha (papa, boniato, yuca, malanga), inmediatamente anteriores a la preparación del suelo, influyen en esta sobre todo en acortar el tiempo y el número de labores. Así, vamos a sembrar maíz o calabaza (*Cucurbita moschata* Duch.), Después de la cosecha de papa, posiblemente con surcar el terreno ya sea suficiente para la siembra de estos cultivos. La cosecha de boniato o de malanga, como se realiza con un arado de doble vertedera, equivale a una labor de aradura.

Atendiendo a la vegetación.

En primer lugar, cuando existe una vegetación muy abundante, vieja y lignificada, esta no se descompone con facilidad, cuando se prepara un suelo con mucha vegetación el tiempo total de preparación se incrementa, para acortar este tiempo se puede utilizar la alternativa de chapear el campo antes de la rotura utilizando el implemento llamado silocosechadora esto le permite sacar toda la vegetación del campo, quedando este prácticamente limpio y la cantidad de vegetación a incorporar con el arado se reduce en más de un 90%, el inconveniente que tiene es que estos restos vegetales los pierde el suelo como materia orgánica, en ese momento, pues

luego se puede reincorporar al suelo en forma de humus o compost. Estos casos se dan cuando el suelo ha estado dedicado cierto tiempo a pastos, barbecho o aun cultivo muy ensuciador como es el cultivo de la calabaza o el maíz sembrados en primavera y en segundo lugar, que esta vegetación se reproduzca por semillas; en este caso, tanto los intervalos entre aradura y grada, como entre grada y otra labor, debe haber el máximo exigido de una preparación óptima. Un apropiado control de la vegetación indeseable requiere establecer una estrategia, que relacione los implemento disponibles, la composición botánica (plantas que se propagan por semilla, por estolones, por rizoma definido y por rizoma indefinido) existente y la época del año en que se va a ejecutar dicha estrategia.

Atendiendo a las características del suelo.

Las características del suelo en cuanto a drenaje y estructura, influyen decisivamente en el momento de realizar las labores. En un suelo de mal drenaje interno y externo, es imposible realizar las labores en el mes de octubre y en el mes de julio y difícil en el resto de los meses de lluvia. Cuando mejor se prepara es a principio de la seca, en que ya ha perdido gran parte de su humedad, para trabajarlos tienen que estar en sazón; es imposible prepararlos cuando están húmedos o cuando están secos, de lo contrario hay que hacer un trabajo muy fuerte. Es muy difícil desarrollar en ellos sistemas de cultivo anuales, lo mejor sería prepararlos una vez al año, o dedicarlos a cultivos de ciclo largo.

En un suelo de estructura fuerte, que haga el suelo tenaz, el intervalo de labores, sobre todo, entre la primera aradura y la picadora, debe ser el máximo, ya que en estas condiciones el prisma de la aradura necesita un mayor tiempo de exposición al sol y al aire para que puedan mejorar al máximo sus condiciones físicas. De adelantarnos en el pase de picadora, además de realizar un trabajo fuerte, la eficacia de esta labor se reduce, porque lo más que haría sería picar en pedazos el prisma. En un suelo friable, de buen drenaje, se puede reducir el intervalo entre labores porque el desmenuzamiento se acelera; en este caso, el tiempo es necesario para que muera la vegetación existente. Para tener éxito en la preparación de un suelo es necesario conocer bien sus características y en especial las físicas.

Atendiendo a la humedad óptima del suelo, o sea, cuando esté a sazón o tempero.

En la planificación de la labranza, hay que tener en cuenta la humedad del suelo, que las labores deben ser realizadas cuando esté a sazón o tempero; de lo contrario, se puede afectar la productividad del suelo y traer consecuencias graves. Posiblemente una de las principales formas de reducir el laboreo del suelo es realizarlo cuando este en sazón o tempero.

Sazón o tempero.

Aún cuando se acepta la variabilidad de la época para la realización de las labores bajo la influencia de los distintos factores o circunstancias señaladas, también es imprescindible que en el momento de la ejecución de las labores, el terreno debe estar en sazón o tempero, es decir, que no esté demasiado seco ni demasiado húmedo, resultando esponjoso, en forma tal que se disgregue con facilidad al ser invertido por las vertederas, sin formar terrones ni apelmazarse, lo que facilita las labores.

Baver (1956) citado por Rabago (1982) señala que se denomina tempero, a las condiciones físicas del suelo en relación con el crecimiento de las plantas. Esta definición, incluye todas aquellas condiciones que hacen del suelo un medio adecuado para el desarrollo de las plantas. Es evidente que la estructura del suelo juega un importante papel en esta condición física. Si un suelo tiene una buena granulación y una adecuada distribución de sus espacios porosos, de forma tal que permita la libre circulación del aire y retenga la mayor cantidad posible de agua, tendrá un buen tempero. Este término comprende algunas fases de la consistencia del suelo. Un suelo que presente las características señaladas será friable y se manejará con facilidad. La friabilidad es una de las principales formas de la consistencia del suelo. Esta propiedad representa ese estado del suelo donde hay suficiente humedad alrededor de las partículas para

contrarrestar las fuerzas de cohesión de las mismas sin producir plasticidad. El grado de friabilidad en el cual se logra el óptimo de tempero desde el punto de vista del desarrollo de las plantas, es el mismo en que el suelo puede cultivarse con el menor grado de fuerza y los mejores efectos sobre la granulación.

Generalmente, se considera que un terreno no está demasiado húmedo ni demasiado seco, cuando conserva a unos 33cm de profundidad, por lo menos un 15% de su peso seco en agua y no más de 23%, dos o tres días después de fuertes lluvias, pudiéndose labrar entonces sin presentar una resistencia excesivamente fuerte a la penetración de los instrumentos de labor. No estar muy pastoso ni adherirse a la reja o vertedera y no formar terrones difíciles de romper se dice que el terreno está en sazón o tempero.

Una prueba práctica para determinar si un suelo está en sazón consiste en tomar un puñado de tierra al momento de ser arada, se aprieta con la mano e inmediatamente se abre esta, la tierra debe conservar la forma de la mano, así se entiende que tiene suficiente humedad; después se aprieta con el pulgar si se deshace sin esfuerzo, se considera que la humedad que tiene no es excesiva.

Todos los suelos presentan en determinado periodo del año este estado medio, favorable para las labores que se designan. Es evidente, desde luego, que cada suelo en particular, por razón de su naturaleza, espesor de su capa arable, de su posición topográfica y el clima mismo, tendrá mayor o menor número de días en los cuales se encuentra en dicho estado; pero el agricultor inteligente, deberá conocer en cada instante dado, el estado de su suelo y distinguir lo que hemos llamado sazón o tempero.

Henin et al (1972) refiriéndose a la elección de los estados favorables para los diferentes trabajos de labranza, nos dice que la descripción de la reacción del suelo a diferentes humedades permite definir las condiciones de su trabajo. Representa gráficamente el paso de la variación de la cohesión y de la adherencia en función de la humedad en tres tipos de suelo. Y alrededor del punto en el cual se interceptan las curvas de la cohesión y la adherencia es donde el suelo reúne las condiciones para realizar un desmenuzamiento apropiado. También señala que con el aumento de la humedad aumenta la adherencia hasta un máximo y después disminuye, antes de ese máximo y en el mismo las labores se hacen prácticamente imposibles de realizar, teniendo esto sus características diferentes en el suelo arcilloso, en el limoso y en el arenoso. Él indica que cuando aumenta la humedad disminuye la cohesión. Por el contrario, la adherencia muy débil en estado seco, aumenta con la humedad, pasa por un máximo en las proximidades del punto de adherencia y después disminuye de nuevo cuando la humedad aumenta. Resulta entonces que cuando se quiera desmenuzar el suelo, será necesario elegir una humedad en la cual la cohesión esté claramente disminuida, sin que por eso la adherencia sea ya muy marcada. Las curvas de cohesión y adherencia varían mucho con la textura y estructura del suelo. (fig. 4.20).

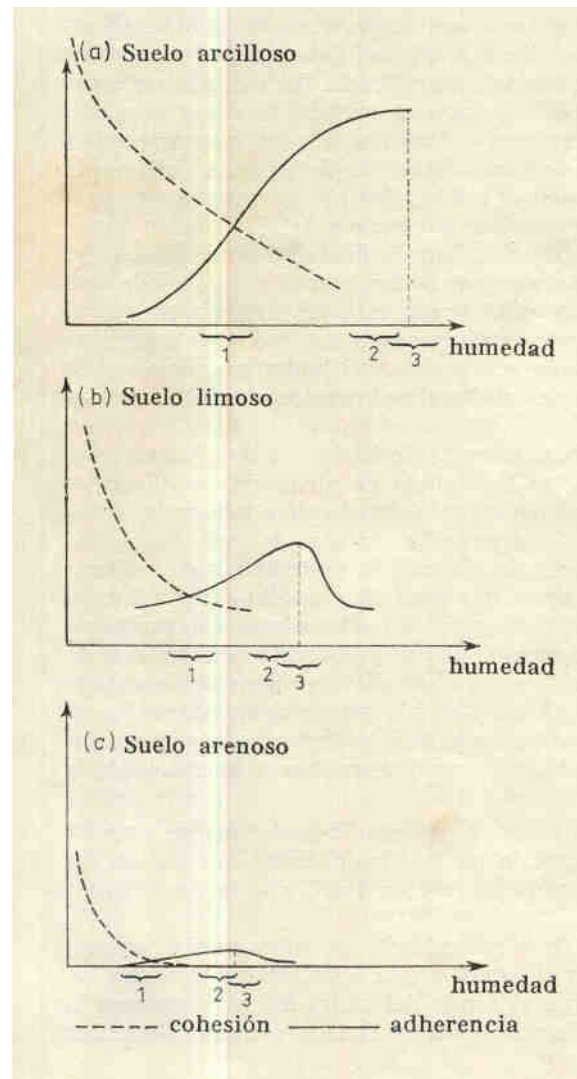


Fig. 4.20 Cohesión, adherencia y humedad del suelo; a: tierra arcillosa, b: tierra limosa y c: tierra arenosa. 1 zona de ruptura; formación de tierra fina. Utilización de los aperos de labranza. 2 zona de labor moldeada. 3 zona de mala labor posible. El uso de los aperos es peligroso.

Cuando se afecta una característica óptima del suelo?

No debe perderse de vista, que la realización de las labores en una época impropia, ocasiona daños al suelo que pueden ejercer una influencia desfavorable durante muchos años. Deben ser pues, oportunas las labores de preparación de suelo. Sí está muy húmedo y es labrado, recibe la acción del implemento para arar y levanta e invierte los prismas fangosos, los cuales se vuelven duros y apelmazados cuando los deseca el sol en forma tal que dicho suelo, luego de desmenuzado y mullido, resulta aún más compacto, sufriendo la acción también perjudicial del pisoteo de los animales y de las máquinas que tiran del arado, que se entierran y aprietan el terreno.

Cuando ocurren estos efectos dañinos, el terreno se enferma, según la expresión muy corriente entre nuestros campesinos; pero es cierto que ante sus funestas consecuencias, el error de labrar un suelo que no está en sazón, tiende a desaparecer.

Cuando el suelo se ara sobre lo seco, se forman grandes terrones que se deshacen más fácilmente bajo la acción de las lluvias o en parte, de la grada, que los bloques o ladrillos que se forman cuando el suelo está húmedo y se ara.

Los suelos arcillosos se enferman más fácilmente que los suelos arenosos ligeros, en estos últimos el daño de trabajarlos húmedos es menor que en los suelos pesados: los prismas duros y apelmazados que se forman se deshacen más pronto y con menos esfuerzos que los prismas formados en suelos arcillosos.

Los suelos arenosos, pueden ararse con más humedad que los suelos arcillosos, sin que corra el riesgo de que no enfermen. Una tierra cubierta de pastos, sobre todo poáceas, puede ararse sobre mojado sin que se eche a perder, la razón está en que la red tupida de raíces mantiene, hasta cierto punto, separadas las partículas del suelo, además, cuando las raíces mueren queda en el suelo un número muy grande de pequeños intersticios que hacen al suelo, esponjoso.

Atendiendo a la conservación del suelo.

No en todos los suelos, en función de su topografía, se puede planificar las labores teniendo en cuenta todos los aspectos puramente científicos, por ejemplo, en un terreno llano, lo técnico es el trazado de norte a sur; aunque a veces por determinadas situaciones del terreno que vamos a preparar (más largo que ancho, o la ubicación de un sistema de riego) lo roturamos en un mismo sentido y creamos un desnivel en el terreno, para salvar esta situación roturamos en sentido contrario, sin embargo, cuando el terreno es ondulado, técnicamente es necesario seguir las curvas de nivel. En el sentido de la conservación de suelo se pueden realizar muchas actividades encaminadas a preservar el suelo, no realizar labranzas excesivas o con humedad inadecuada, mantener un contenido apropiado de materias orgánicas, tener en cuenta la pendiente del terreno para su preparación.

Las labores en los suelos ondulados deben realizarse de acuerdo al sistema de drenaje establecido, el cual tiende a reducir la erosión hídrica y favorecer la conservación del suelo.

Si en un suelo de ligero declive, aramos en la dirección de las curvas de nivel y sembramos el cultivo en dicha dirección, estaremos desarrollando una buena práctica de conservación del suelo.

Cuando tengamos un suelo de pendiente media, sería aconsejable sembrar, siguiendo las curvas de nivel, franjas de otros cultivos protectores y entre franja y franja sembrar el cultivo planificado para dicha área.

En suelos de alto declive o pendiente se usa el sistema de terrazas y en FAO(2000) se define como una estructura física compuesta por un dique y un canal, de tierra o de piedra, construida sistemáticamente en el terreno, en el sentido perpendicular a la pendiente, de manera que intercepte el agua que escurre sobre el suelo, provocando su infiltración, evaporación o desviándola hacia un lugar determinado, debidamente protegido y con una velocidad controlada que no ocasione erosión en el canal. Esta obra de ingeniería es costosa y su efectividad no radica en ella sola sino en forma de sistema, constituyendo una tecnología. Sus principales objetivos son:

Disminuir la velocidad de la escorrentía.

Disminuir el volumen de la escorrentía

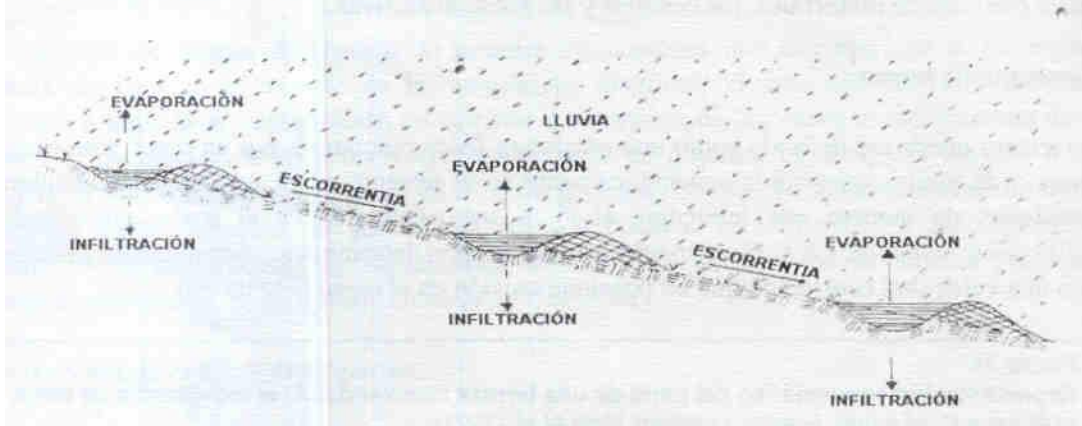
Disminuir las pérdidas de suelo semillas y abonos

Aumentar el contenido de humedad en el suelo, una vez que haya mayor infiltración de agua.

Reducir el pico de descarga de los cursos de agua.

Suavizar la topografía y mejorar las condiciones de mecanización de las áreas agrícolas. (fig. 4.21)

Representación esquemático de una terraza mostrando el movimiento de las aguas de esorrentía y las secciones del declive. Fuente: Lombradi Neto *et al.* (1991)



Capítulo 5

Proceso tecnológico de la preparación de suelo para la siembra y plantación.

Introducción.

En el capítulo anterior fueron relacionadas y explicadas cada una de las labores que comúnmente se llevan a cabo en suelos en función del acondicionamiento y preparación para sembrar o plantar en los cultivos económicos.

En este capítulo estudiaremos el conjunto de las labores organizadas en tiempo, secuencia y forma para que el suelo quede en condiciones de recibir la semilla o el propágulo. En fin sistematizar el proceso tecnológico de la preparación de suelo para la siembra o plantación.

Este proceso tecnológico ha sido concebido a través de la historia de diferentes maneras.

Primeramente se circunscribía este proceso a hoyar el suelo con el instrumento llamado “jan”. Este método como es sabido es rustico y con baja productividad del hombre en su jornada laboral y tenía dos explicaciones en su época; primero no había desarrollo de mecanización que permitiera otro sistema; y segundo, generalmente los suelos en que se practicaba esta modalidad eran “vírgenes” y permitían bien este sistema por su bajo grado de compactación. Este método de trabajo, con el cual no se usa reja en el suelo, si es cierto que se usó por razones obligadas, también es cierto que en lo que respecta a usar al mínimo rejas en el suelo se adelantó a la época actual, en el cual, como es sabido, se ha llegado al convencimiento de que la reja debe usarse al mínimo en el suelo, en pos de mantener su productividad. También antiguamente algunos creían que mientras más labores se daban a un suelo, mayor era su fertilidad. Hoy sabemos que una preparación excesiva cuesta cara y es contraproducente.

Con el de cursar de los tiempos y la aparición de las máquinas para labrar el suelo, fueron surgiendo diferentes teorías sobre la creación del lecho para recibir la semilla o propágulo y el desarrollo de plántula y planta.

La primera teoría que surgió fue **la romana**, la cual consistía en que el proceso de preparación de suelos debía ser realizado de tal manera que la capa arada quedara hecha polvo después de realizada. ¿Cómo surgió esta teoría?

Esta surge en el siglo XVIII y era sustentada por el agricultor inglés J. Tull, que la formuló al vivir las experiencias en sus continuos viajes por el sur de Europa donde él vio como las plantas que en su entorno el suelo estaba muy desmenuzado, se desarrollaban más vigorosas. De esas observaciones, salió la teoría de que las plantas se alimentaban de pequeñas partículas de tierra, que tomaban a través de sus raíces por lo que en la medida que el suelo estuviera más finamente dividido (pulverizado) mejor era el desarrollo de las plantas. Esta pulverización debía ser en toda la capa arada, esto se lograba con sobre laboreo del suelo. La idea general era que la labor de cultivo hacía fértil al suelo. Durante el siglo XIX se hizo evidente que la nutrición de las plantas dependía de ciertos elementos químicos provenientes de los minerales del suelo. Así se generalizó la opinión de que el cultivo, al incrementar la aireación del suelo, acrecentaba la oxidación de los compuestos orgánicos y los hacía más solubles. En los años que siguieron, el cultivo fue aceptado como indispensable para la producción exitosa de las cosechas.

Esta teoría, hace años, está anulada por comprobarse que no es cierto lo planteado con respecto a la nutrición de las plantas con pequeñas partículas de suelo y por tener grandes inconvenientes como es el de favorecer, en gran medida, la erosión hídrica y eólica debido al tamaño en que quedan las partículas; además, que esto facilita la rápida compactación, la aireación disminuye y aumenta la evaporación. La pulverización del suelo en forma sistemática afecta la estructura granular.

Teoría clásica latina.

Esta teoría es posterior y surge a finales del siglo XIX, ya hay un mayor desarrollo de las ciencias, la física, las matemáticas, la química, sobre todo ya se conoce la nutrición mineral de las plantas y por tanto se desecha la idea de pulverizar totalmente la capa arable del suelo; plantea que sólo es necesario hacerlo en la parte superficial del mismo, para lograr un buen desarrollo de las plantas. Con esta teoría empieza a manejarse el suelo con un criterio más racional, hay reducción de labores, aunque todavía se mantiene el criterio de pulverizar parte del suelo. La clásica latina significa un paso de avance en la protección del suelo, en comparación con la romana.

Esta teoría, no siendo aún la mejor, pues con el desarrollo de las ciencias del suelo, se sabe que presenta algunos inconvenientes pero resulta muy superior a la teoría romana y es la que prevalece actualmente en general, pues ya en el mundo, suma millones de ha de suelo cultivable que no se prepara bajo el criterio de estas teorías.

Teoría de la sistematización del suelo.

Con la evolución de las ciencias sobre todo las del suelo, física, mecánica, agroquímica y las biológicas, se ha podido comprobar, por un lado, que la estructura granular del suelo le da un buen estado migajoso al mismo, es la forma en la cual los suelos tienen un mayor potencial productivo y por otro lado que el uso de la reja afecta la estructura granular y esto en grado significativo, cuando se usa la reja indiscriminadamente. También es conocido que el exceso sistemático de agua en la capa arable del suelo afecta la productividad del mismo. Recordemos que el estado hidro físico de un suelo más productivo es aquel en el cual, en la capa arable del suelo existe un 50% de poros del volumen total y de este el 25% estuviera lleno de aire y el otro 25% de agua.

Por lo arriba expuesto ha habido preocupación constante, por un lado, en que los suelos, al ser preparados, queden mullidos pero no pulverizados, de ahí que haya habido inclinación al uso del tiler como elemento mullidor, que como bien es sabido, además de tender a pulverizar menos que la grada, también las partículas finas del suelo quedan menos expuestas en la superficie del mismo a la acción del aire y de la fuerza erosiva del agua.

De todas estas preocupaciones surgió, como exponente principal, la teoría de la sistematización del suelo que tiene como aspecto principal el que el suelo, al quedar preparado, los aspectos hídricos y mecánicos del mismo queden óptimamente atendidos, es decir, ubicación de las partículas finas hacia el interior de la capa arable, mejor penetración del agua a través de la capa arada del suelo y mejor drenaje del exceso de agua en esta capa; lo anterior permite activar el intercambio de bases nutricias. En esta teoría se maneja la conservación de suelo y se prepara este con un criterio técnico, aquí el suelo se mulle que es muy diferente a pulverizarlo; mullir es distribuir las partículas finas orgánicas y minerales junto a las más gruesas en la capa laborado.

Teoría del laboreo de conservación.

Esta teoría es la que mayor actualidad tiene entre todas las demás teorías. Como se ha explicado ya, toda clase de reja afecta la estructura granular del suelo y que eso debe evitarse al máximo para poder tener un suelo sistemáticamente y en forma duradera, altamente productivo. Basado en estos aspectos tan importantes en la conservación de la productividad del suelo, es que la teoría del laboreo reducido debe tenerse siempre presente en la explotación de un suelo, con cultivos económicos ya que como es sabido el suelo es el patrimonio más importante de la sociedad presente y las futuras y hay que, al darle labores al mismo, ser consecuente con esos principios. Además, se ha comprobado, que siguiendo el laboreo reducido en forma adecuada la producción del cultivo económico no se altera de lo normal y como problema primordial, observando, en esta teoría, hay ahorro de energía y fuerza laboral.

Sistemas de preparación de suelo.

Con el paso del tiempo han surgido, al igual que las teorías, diferentes formas de realizar el proceso tecnológico de la preparación del suelo para la siembra y plantación. Estas diferentes formas han quedado enmarcadas en cinco sistemas de preparación de suelo y estos son los siguientes: sistema Convencional, sistema Especial, sistema de Pelo Pardi, sistema de Luisiana y las alternativas de Laboreo Reducido.

Cada sistema no corresponde a cada cultivo, sino que todos se han usado en diferentes cultivos; es conveniente señalar que el laboreo reducido no es un sistema como tal, lo consideramos más bien una alternativa, pues pueden realizarse diferentes variantes del laboreo reducido incluyendo hasta el laboreo cero o siembra directa.

Los diferentes sistemas señalados se diferencian entre sí por:

- a) Por la teoría que más concuerde.
- b) Por el tiempo de duración desde la primera labor de aradura hasta la siembra.
- c) Por la profundidad alcanzada en la primera aradura.
- d) Por el tipo de equipo mullidor utilizado.
- e) Por el número de labores que comprende cada sistema
- f) Por la sistematización o no del suelo.
- g) Por el uso o no del riego.

Otros autores, como Cuellar et al(2003) agrupan las tecnologías actuales de preparación de suelo en tres básicas:

- Laboreo total con inversión del prisma. (Realizado con equipos tradicionales y sus diferentes combinaciones, arados y gradas de discos).
- Laboreo total sin inversión del prisma (Contempla la utilización de arados de cincel o subsoladores con saeta de corte horizontal, que fragmenta el suelo sin realizar movimiento en ningún sentido).
- Laboreo localizado, mecánico o químico (Limitado a la zona donde se desarrolla el sistema radical, dejando el resto del área para procesarla durante el cultivo).

Sistema convencional.

Este sistema basado en la segunda teoría de preparación de suelo, pero con aspectos que también lo ubican en parte de la primera teoría, tiene una duración que puede llegar a 90 días y más, es precisamente el que se emplea en Cuba y en el mundo se caracteriza por su tiempo largo de duración, por el número de labores, más de nueve, por la familia de implemento utilizado, arado de disco y grada por la profundidad a que se realiza la primera labor (20 a 25cm) por la forma pulverizada en que queda la superficie del terreno. Por este último aspecto planteado, hace que este sistema aunque cae en la segunda teoría de preparación de suelo, se ubica en parte en la primera teoría. No siempre se dan todas las labores que a continuación se describen, influye mucho el precedente cultural, pero siempre que utilicemos la familia del disco, estaremos usando el sistema convencional.

Proceso tecnológico.

- a) Primera labor de aradura. Esta labor que comúnmente se llama rotura, se realiza a una profundidad de 20-25cm. Esta roturación persigue que comience la meteorización sobre el prisma de suelo, además, de incorporar todos los restos vegetales que existen en la superficie y la muerte de gran parte de la vegetación existente, cuyo sistema radical fue expuesto a la luz y al calor. Después de la rotura es necesario esperar un intervalo de 18-20 días o más para facilitar lo antes explicado y que se produzca la aparición de la reventazón.

Labor de picadora (Generalmente dos pases). Tiene la función de picar el prisma, para uniformar la superficie del suelo y facilitar las labores posteriores; se elimina una población de vegetación que pudo brotar y se facilita que haya el brote de otra, se fraccionan los restos

de cosecha y vegetación indeseable que no han sido totalmente descompuestos, esto facilita una mayor acción de los microorganismos del suelo, pues se aumenta la superficie de contacto con las partículas de suelo y los microorganismos, al quedar fraccionado esos restos de plantas. Además, es el primer paso dado en alcanzar la mulción del suelo; se realiza 18 días después de la anterior.

- b) Segunda labor de aradura. Esta es la labor de cruce, con respecto a la anterior aradura, debe ser a 25-30cm de profundidad y perpendicular a aquella debido a que entre sus funciones tiene la de roturar las partes crudas que quedaron en la primera labor, este es un principio esencial: cada labor debe tender a perfeccionar y/o a corregir el resultado de las precedentes y alcanzar la profundidad que ha de tener la preparación del suelo. Para alcanzar la inversión adecuada del prisma ($40-50^\circ$) debemos tener muy en cuenta la profundidad y ancho del prisma; se realiza pasado 10 días de la grada.
- c) Mullido. Esto se ejecuta, en este sistema, con pase de grada, generalmente dos pases y tiene las funciones de mullir el prisma de suelo, enterrar la vegetación que halla surgido, así como aquella que está en proceso de germinación, debe darse en sentido perpendicular al cruce y 15 días después de este. Posterior a esta labor debe dejarse un intervalo de 10 a 15 días para garantizar que halla una reventazón y realizar otros pases con este implemento.
 - e) Land plane. Se pasa con el objetivo de uniformar la superficie del suelo y facilitar la posterior mecanización. Esta labor se realiza en el sentido de las diagonales (ambas) del campo con una alisadora que se llama land plane, e inmediatamente después de la labor anterior.
- f) Tercera labor de aradura o recruce. Generalmente esta labor se realiza en situaciones o cultivos especiales y se ejecuta a la misma profundidad del cruce y en sentido perpendicular a este, para tener la certeza de que en el suelo no quedan partes crudas. Presenta iguales características en cuanto a funciones, que el cruce. Diez días después se pasa la grada.
- g) Pase de grada. Tiene iguales funciones que las anteriores, resultando la labor final en este sistema de preparación de suelo. A veces, para mantener el terreno en buenas condiciones para la siembra y plantación, se dan pases adicionales de grada, matando así la posible aparición de vegetación indeseable (arvenses). También es necesario realizar un alisamiento ligero de los contornos del suelo, esta se hará después de dicha labor de grada y antes del surcado.
- h) Surcar para la siembra y plantación. Esta labor es como culminación de la preparación del suelo. Se realizará o no, en dependencia de cómo se va a ubicar el elemento de propagación en el suelo y se realizará lo más próximo posible, o junto con la siembra. Toda vez que el implemento mullidor es la grada y con el uso de la misma se tiende a pulverizar el suelo, este sistema, aunque está situado en la teoría clásica latina, tiene en parte defectos de la teoría romana. Esto es más cierto cuando más se usa la grada y ocurre muy a menudo en gran parte, por el desconocimiento del perjuicio que este exceso produce a la estructura granular del suelo.

Sistema Especial.

Este sistema muy recomendado en los países fríos y templados, resulta bueno para condiciones tropicales.

La preparación del suelo por este sistema demora de 45-50 días solamente y logra los mismos objetivos que el convencional con ciertas ventajas sobre aquel. Esto es posible, porque la primera aradura se hace más superficial lo que favorece que haya una rápida descomposición de los restos de plantas al existir, alrededor de estos, una temperatura más alta, garantizando, además, que los ácidos orgánicos que se formen faciliten la retención de los nutrientes en esa capa de suelo, pues forman como una trampa. La inversión del prisma de menor espesor facilita que sobre él actúen mejor el aire y el sol. También al usarse en

este sistema el tiler como elemento mullidor se logra mejor ubicación de este sistema en la teoría clásica latina, pues como ya quedó expuesto, con el tiler se muelle el suelo sin que se pulverice.

En este sistema tiene gran importancia el riego por aspersión que se realiza con el objetivo de crear condiciones de humedad en el suelo para una actividad más completa de los procesos físico-químicos y biológicos que se producen. Este riego permite alcanzar en forma más completa y en menor tiempo el desmenuzamiento de los prismas, así como provocar la germinación de las semillas de la vegetación indeseable.

El proceso tecnológico de este sistema es como sigue:

- a) Primera labor de aradura, a una profundidad de 10-15cm.
- b) Labor de picadora. Veinte días después de la labor de aradura; la misma se ejecuta perpendicular a la rotura.
- c) Dos pases de land plane para uniformar el suelo.
- d) Segunda labor de aradura o cruce. Esta labor se realiza perpendicular a la primera aradura y a 30cm de profundidad; siete días después de la labor de alisamiento.
- e) Riego. Se efectúa por aspersión, abundante, para favorecer la meteorización y que aparezca la reventazón.
- f) Tiler. Pasado 10 días del riego (con buena sazón), se comienza esta labor (2-3) pases perpendiculares entre sí y al cruce.
- g) Surcar. Esta labor se ejecuta en dependencia de cómo se van a ubicar los elementos de propagación en el suelo.

Sistema de Pelo Pardi.

Este sistema se fundamenta en la teoría de la sistematización del suelo, como forma de preservarlo contra la erosión producida por las escorrentías superficiales y también la eólica. Sistematizar un suelo, es crear en el condiciones de estructura adecuada para evitar la libre circulación del agua a través de la superficie. Toda el agua que caiga debe penetrar y bañar la capa de suelo que se ha trabajado, activando así el fenómeno de cambio de bases. El exceso de agua se elimina a través del piso de aradura.

Lo antes señalado se alcanza con el uso del arado de vertedera con profundidad variable, con este implemento se va graduando la profundidad, ya que el mismo permite que el piso de arado quede similar a un techo de dos aguas. El mullido se realiza con un tiler especial de profundidad variable el cual saca las partículas groseras a la superficie, quedando esta de forma diferente a como queda el sistema convencional. Esto permite que la porosidad de la capa arable del suelo sea aumentada y así, a través de ella, el agua circula mejor y al presentar el piso de arado en forma de un techo de dos agua invertido, el agua se desplaza por este piso de arado hacia la cuenca elemental. De esta forma, el agua no adquiere fuerza erosiva suficiente para producir arrastre. Está basado en la fórmula:

$$F = QV^2$$

Donde: F = fuerza erosiva.
Q = cantidad de agua.
V = velocidad del agua.

El proceso tecnológico que se aplica en este sistema es como sigue: el terreno es roturado hendiendo, en franjas o amelgas de 10m de ancho llamadas cuencas elementales; y profundizando paulatinamente para alcanzar la mayor profundidad en el centro de estas y de esa forma el piso de aradura toma la forma de un techo de dos aguas invertido, que comunica con un sistema de drenaje a un nivel inferior para eliminar el exceso de agua (gravitacional). Esto se logra con un arado de vertedera de profundidad variable y regulable, que debe invertir de tal forma que los taludes (dos) que forman la cuenca elemental, queden con una pendiente de 4%, garantizando esto que toda el agua que caiga en la cuenca, sea obligada a correr hacia el centro de la misma y no produzca erosión. Un conjunto de

cuencas elementales forma una unidad de cultivo que generalmente tiene una superficie de $10\,000\text{m}^2$. Esta unidad de cultivo está rodeada por una franja de defensa de 5m de ancho y tiene un talud de 4% hacia adentro de la unidad, para garantizar que el agua corra hacia adentro de la unidad y no erosione. Por fuera de la franja de defensa, hay un sistema de drenaje formado por cuatro zanjas, que quedan a un nivel más bajo que la unidad y cuya función es el drenaje. (fig. 5.1 y 5.2).

La mullición se logra con el empleo de un tiler de profundidad variable, como forma de lograr una estructura adecuada en el suelo. Se darán de 4-6 pases de tiler en el sentido de la aradura.

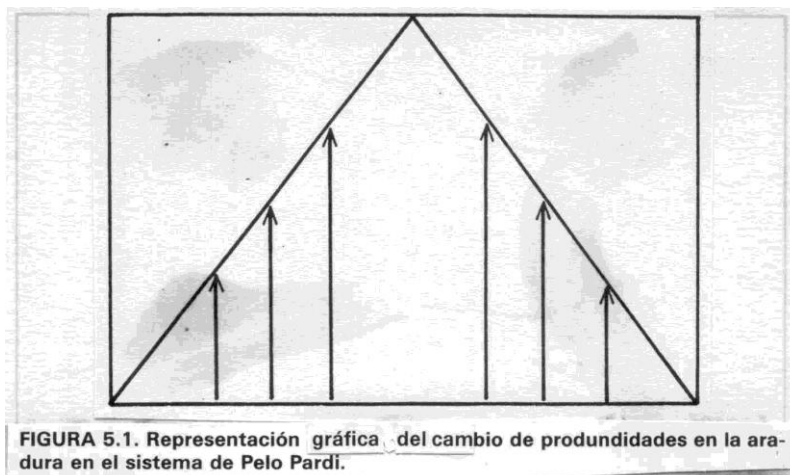


FIGURA 5.1. Representación gráfica del cambio de profundidades en la aradura en el sistema de Pelo Pardi.

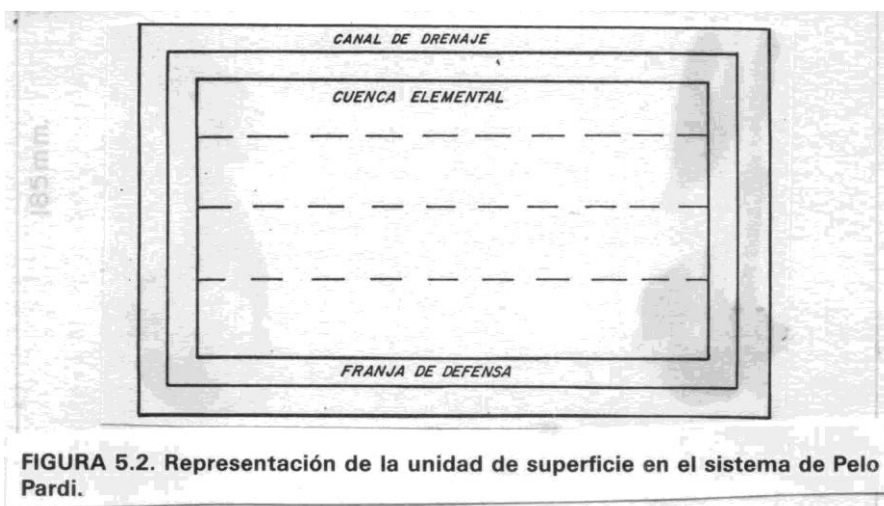


FIGURA 5.2. Representación de la unidad de superficie en el sistema de Pelo Pardi.

Sistema de Luisiana.

Este sistema se implantó como propio para zonas húmedas y constituye una variante del sistema convencional. Resulta de un manejo que se hace del suelo en forma tal que no hay tiempo de barbecho cuando está en espera, fundamentalmente, de la plantación; en Cuba se lleva a cabo, principalmente, en las tierras dedicadas al cultivo del tabaco en las Villas y se conoce con el nombre de acordonamiento. Con este sistema, el suelo se está moviendo sistemáticamente a través del surcado y contra surcado, este se hará cada vez que aparezca una reventazón.

Proceso tecnológico.

- Primera labor de aradura o rotura. La aradura se realiza a 25-30cm de profundidad.
- Labor de picadora. Esta labor ejecutada pasado 15-20 días de la labor de aradura.
- Diez o quince días del pase de picadora, se trazan surcos y cada vez que aparezcan sobre estos vegetación indeseable, con arado de doble vertedera; se contra surca con dicho arado. Esto se hace cada vez que ocurra el mismo fenómeno, para evitar que el suelo se endurezca, en espera del momento de la siembra o plantación. (fig. 5.3).

Con este sistema, por un lado se logra que la vegetación indeseable no produzca semillas, por otro, que en el suelo se crean condiciones fitosanitarias adecuadas, ya que la acción del sol puede contribuir mejor a lograr este importante aspecto.

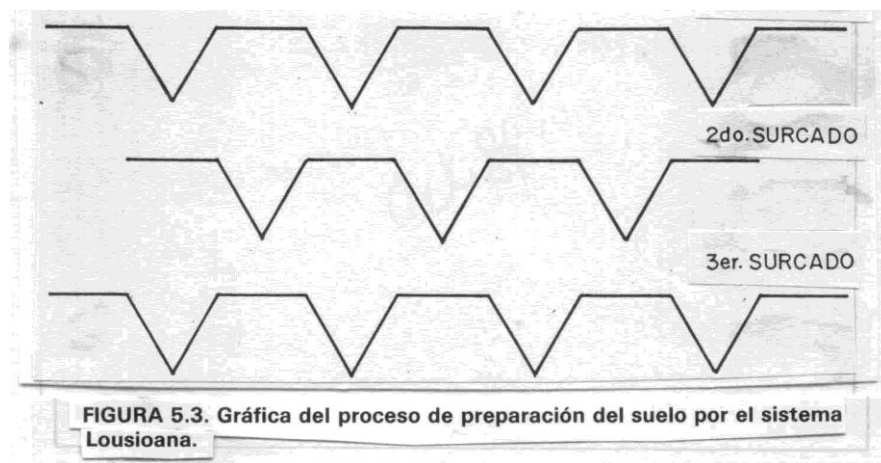


FIGURA 5.3. Gráfica del proceso de preparación del suelo por el sistema Lousioana.

Tecnologías de laboreo conservacionista.

Dentro de las críticas al sistema convencional se puede señalar: la erosión del suelo, la contaminación de las aguas por escorrentías, excesivo laboreo del suelo y gasto de energía, aumento de los costos, restándole competitividad a la agricultura, alto gastos de insumos especialmente abonos y fertilizantes, agua, herbicidas, productos fitosanitarios. Como alternativa a la agricultura convencional se ha desarrollado hace varios años, lo que se conoce como agricultura de conservación, que recomienda vivamente la no quema del rastrojo, reduce muy considerablemente o elimina por completo el laboreo del suelo y deja en todo momento a este protegido por el rastrojo o restos vegetales del cultivo anterior. Así se elimina o disminuye en gran medida la erosión del suelo y la contaminación de las aguas. La agricultura de conservación trata de conservar el suelo, el agua y preservar mejor la biodiversidad y la disminución de los costos que esta técnica conlleva.

El laboreo reducido no se debe enmarcar dentro de un sistema de preparación de suelo, sino como una variante. Esto lo consideramos así, pues no es un solo sistema el que puede conformarse bajo el título de laboreo reducido, sino considerable es el número de alternativas que pueden confeccionarse al respecto.

No hay dudas de lo acertado, en la tendencia mundial, sobre la disminución al mínimo del número de labores que se le debe dar a un suelo para crear el lecho donde la semilla germine y la plántula y planta tengan un medio idóneo para su desarrollo, puede decirse, sin lugar a dudas, de que son incontables los casos en que el suelo a recibido más labores en una preparación que la que realmente era necesaria. La reducción al mínimo necesario en el número de labores, es sumamente beneficiosa para el suelo en pos de mantener su buena productividad y además, esta concepción de la tecnología de preparación del suelo conlleva ahorro de energía y fuerza laboral.

Sobre sistemas de laboreo reducido, se pueden citar varios casos que se enmarcan dentro de esta modalidad, por citar alguno, tenemos el sistema que no lleva otra labor que la de la sembradora o plantadora (siembra directa). Esto es posible si en un suelo de condición física apropiada, como pueden ser los Ferra líticos Rojo Típico y los francamente aluviales, se controle la vegetación basándose en herbicidas. Estos suelos tienen unas condiciones físicas, en la cual la razón fundamental del laboreo en ellos es para exterminar la vegetación indeseable en el ciclo del cultivo; esto se puede alcanzar con el uso de herbicidas.

Ahora bien, si se trata de un suelo de origen montmorillonítico, se podrá preparar para la siembra o plantación, además del herbicida, con uno o dos pases de subsolador. Con este o el otro plan, hemos reducido a la mínima expresión el uso de la reja en el suelo con los consabidos beneficios técnico-económicos.

Una tecnología muy importante que puede aplicarse en la producción es el uso adecuado de precedentes culturales que permitan reducir al mínimo el laboreo del suelo y tener un lecho adecuado para la siembra o plantación. Un ejemplo puede ser el uso de un cultivo de los denominados ahogantes (frijol de terciopelo, *Stizolobium deeringianum*, Bort.) seguido por un cultivo de terreno desnudo, así el cultivo que le sigue a la especie ahogante (ahogante de la vegetación natural) deja el suelo libre de vegetación indeseable al cultivo que le sigue. También, y esto es muy común, que un cultivo de escarda, ejemplo la papa, sea seguido por otro no necesariamente de escarda; en estos dos casos, si el terreno no se deja en barbecho por tiempo considerable el sistema de preparación de suelo para la siembra o plantación puede reducirse hasta un pase de aradura y en algunos casos hasta con un pase de picadora. Pudiéndose establecer cultivos de maíz, calabaza, quimbombó boniato, entre otros. Otros casos son los suelos que se terminan de cosechar de boniato, malanga, debido a que la labor de cosecha es equivalente a una labor de aradura.

Bajo condiciones tropicales no hay dudas que generalmente el objetivo más importante del laboreo del suelo para crear el lecho óptimo para los cultivos económicos sea la lucha contra la vegetación indeseable.

A continuación serán expuestos resultados de trabajos realizados en el mundo y en especial en Cuba, sobre evaluaciones de sistemas.

Perczeck (1965), plantean que en Colombia se realizó un estudio comparativo de tres sistemas de preparación de suelo con maíz. Los sistemas fueron: convencional (8 labores), otro, que consistió en una labor de arado y una de grada combinadas y el otro sistema de labranza consistió en labor de arado y labor de grada separados. No hubo diferencias significativas en el rendimiento del maíz entre los tres sistemas empleados, también señala el autor, que el costo del segundo y terceros sistemas fueron 70% y 75% del ocasionado con el sistema convencional.

Harrol y col. (1966) en un experimento de campo usando labores de reja en la preparación del suelo y el no uso de rejas se obtuvieron los siguientes resultados en maíz (tabla 5.1) como se ven en los resultados de la tabla el no laboreo en la preparación del suelo con aplicaciones adicionales de nitrógeno se sobrepone en los rendimientos al de laboreo convencional.

Tabla 5.1**Efecto del no laboreo sobre la eficiencia de los fertilizantes en el rendimiento del maíz.**

Fertilización por acre (0,4ha)			rendimiento/acre (bu).	
Convencional	no cultivo		convencional	no cultivo
1964	6t abono (81,81kg) 5-20-20	6t abono (81,81kg) 5-20-20 45lb de N	95	136
1965	6t abono (85,45kg) 5-20-20	6t abono (90,90kg) 5-20-20	106	106
1966	6t abono (81,81kg) 5-20-20	6t abono (75,90kg) 5-20-20 90lb de N. (40,90kg)	97	117

También Plooy (1966) demostró, en un experimento durante 10 años, que usando sistemas con reducción del número de labores al convencional no redujo los rendimientos de los cultivos en comparación con los obtenidos en el convencional y con ello hubo mejor reducción en costos y energía y menor deterioro del suelo.

En el Instituto de Fitotecnia del maíz en Kneya, Bulgaria, en trabajos realizados durante seis años, comparando la no labranza del suelo contra la labranza, se obtuvieron rendimientos similares en ambos sistemas. Esto en terrenos aluviales de la llanura del Danubio.

Los cinco sistemas de preparación cuya descripción tecnológica aparece en este capítulo, fueron evaluados por León et al (1985) en una plantación de papa en el periodo comprendido de diciembre a marzo y con siembra de maíz de abril a julio durante ocho años consecutivos, (1978-1985).

En la tabla 5.2 se presentan solamente los resultados del sistema convencional y del laboreo reducido, según estos autores, observándose que en los dos primeros años evaluados, los rendimientos obtenidos con el sistema convencional son ligeramente superiores al de la nueva tecnología de laboreo, reducido sin embargo, a partir del tercer año y hasta el final de los años reportados se produce lo inverso, o sea, que los rendimientos de la nueva variante de laboreo son superiores, año por año, a la obtenida con el sistema convencional, apareciendo en los años 84 y 85 diferencias a favor de la nueva tecnología de hasta $6t.ha^{-1}$. Esto comprueba el efecto negativo de usar muchas labores e implemento agresivos como es la familia del disco para el suelo en su preparación y además los beneficios del tiler como implemento mullidor el cual, según la literatura consultada, entre ella Puentes et al (1980), este implemento mullidor afecta menos la estructura granular del suelo que cuando se usa la grada.

Tabla 5.2 Cambios en el potencial productivo utilizando dos tecnologías de preparación de suelo.

Tecnologías	Años							
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Convencional	30,0	30,0	29,8	29,7	27,8	14,0	23,0	26,0
Laboreo reducido	28,8	28,0	28,2	30,0	30,0	15,0	27,8	32,0

También se presentan en la fig. 5.4; 5.5; 5.6; 5.7 y 5.8a y b, lo exuberante que están las plantaciones de papas en cada lote correspondiente a cada sistema de preparación de suelo. La edad de las plantaciones es de 67 días.



FIGURA 5.4. Campo de papa en el cual se usó el sistema de preparación de suelo tradicional.

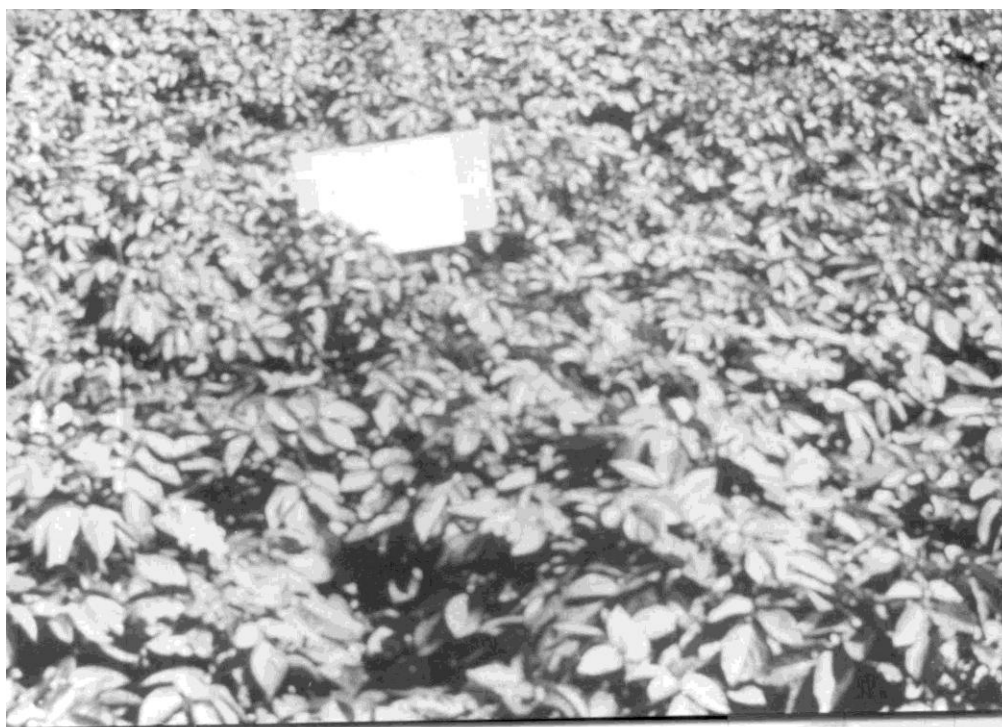


FIGURA 5.5. Campo de papa en el cual se usó el sistema especial de preparación de suelo.



FIGURA 5.6. Campo de papa en el cual se preparó el suelo con el sistema Louisiana.



FIGURA 5.7. Campo de papa cuyo suelo fue preparado por el sistema de Pelo Pardi.



FIGURA 5.8 a.

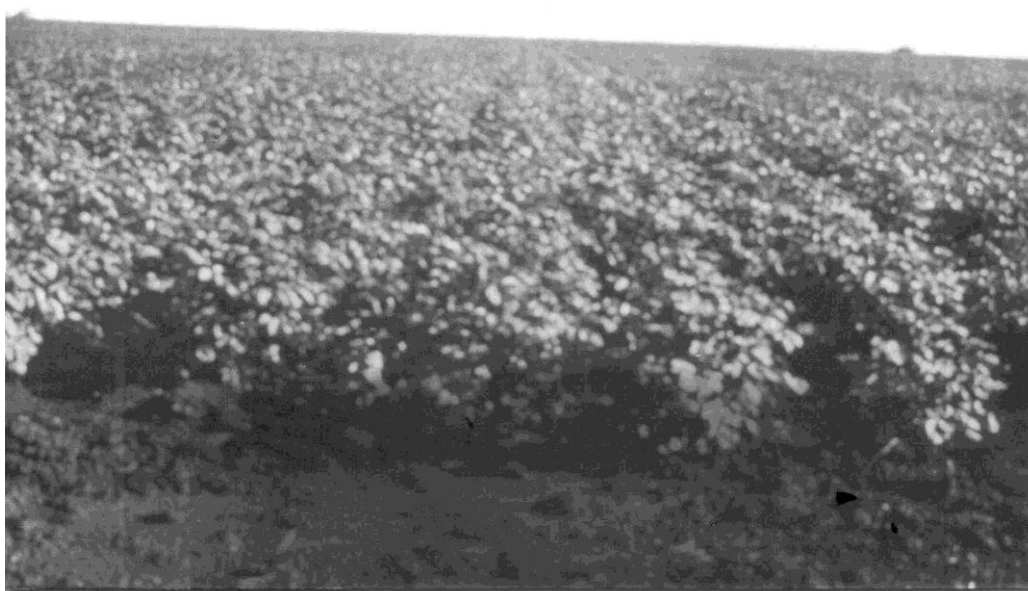


FIGURA 5.8 b. Campo de papa en el cual se usó para preparar el suelo un sistema de laboreo mínimo (a y b).

En la preparación de suelo para tabaco (Ferra líticos Cuarsíticos Amarillos Lixiviados)

Bouza et al (1981) concluyeron un trabajo durante cinco años usando el laboreo reducido que reduce hasta tres o cinco el número de labores contra siete u ocho que se usa en el método convencional y en un periodo de sólo 20 o 30 días en comparación al empleado en el sistema convencional que es de 80 a 90 días. Con los resultados siguientes, a partir del segundo año las clases mejores de tabaco fueron del 11 al 15% sobre el sistema convencional: mayor disponibilidad de los pastos naturales que usan las zonas para el ganado, en el periodo previo a la preparación del suelo para el tabaco; el laboreo reducido redujo a $0,5t.ha^{-1}$ las pérdidas de suelo por erosión durante el periodo de preparación comparado con $7,34t.ha^{-1}$ que ocasiona la labranza convencional.

El consumo de petróleo que es de $125L.ha^{-1}$ en la labranza convencional, con el laboreo reducido hubo reducción en 70%; en el nitrógeno 74%; en el fósforo 67% y en la materia orgánica 73%.

Bouza et al (1981), al utilizar el laboreo reducido en suelos Ferra líticos Rojos en caña de azúcar en Cuba, consistente en sólo darle labores a la franja cubierta por tallos de caña después de cortados estos, quedando la calle intacta sin laboreo, obtuvieron los siguientes resultados: Disminuyó en más de 60% los gastos en fuerza de trabajo, combustible y maquinaria; de los que se invierten en la labranza convencional. El tiempo de preparación de suelo se reduce a 10-15 días en comparación con 45 días en la convencional, al mantener la paja de caña en la calle, favorece las condiciones hidrofísicas y biológicas del suelo.

Capítulo 6.

Semillero.

Introducción.

Se da el nombre de semillero al lugar especial, (canteros) donde son depositadas las semillas de ciertas especies de plantas, para que germinen y alcancen las plántulas su primer estadio, posteriormente serán trasladadas al lugar donde se desarrollarán durante su vida útil.

En los semilleros, las semillas y las plántulas reciben cuidados especiales, los cuales no se pueden dar o sería muy difícil, si la siembra se realiza en grandes extensiones de tierra, pues sería económicamente muy costoso y problemático técnicamente, aunque esto último es válido para ciertas especies de plantas. Efectivamente tenemos algunas hortalizas, la cebolla, que admite ser sembrada en grandes extensiones sin problema y sin tener que pasar por la fase de semillero, esto es posible porque este cultivo admite alta densidad de siembra, el área de nutrición por planta está alrededor de los 400cm². Se emplea mayor cantidad de semilla que la que se utiliza cuando se siembra en semillero, se ralea donde hay exceso de plantas y con estas posturas se trasplantan donde hay espacios vacíos y poder uniformar la población. La siembra en grandes extensiones se ha practicado con varios cultivos y ha dado resultado, es indiscutible que el semillero permite darle al cultivo la atención y poder tener un control sobre las plantas allí establecidas en todo momento, lo que garantiza su éxito. Actualmente esta etapa de algunas especies es imprescindible en el cultivo del tabaco.

La permanencia de las plantas en los semilleros es breve no obstante, su duración está determinada por la especie de la planta, alcanzando diferentes estadios, desde 25 hasta 180 días. En los estadios inferiores de hasta 30-45 días, están los cultivos: tomate (*Lycopersicon esculentum*, Willd); Col (*Brassica oleracea* L.); Cebolla (*Allium cepa*, L.); Tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.) y a los 180 días el espárrago (*Asparagus officinalis*, L.).

No se debe confundir los semilleros con las formas seguidas para desarrollar el cultivo de algunas plantas de ciclo similares, cuyas características responden a este tipo de superficie siendo en realidad una siembra de asiento o una plantación como en el caso de rábanos, nabos, colinabos y fresas, cuando se propaga por semillas. Podemos señalar que los semilleros son conocidos en otros países como almácigos, canchas bajas, canchas altas y platabandas.

Por sus propias características, no se puede confundir un semillero con un vivero. El semillero ha sido fuente de producción de posturas para el vivero.

Tipos de semilleros.

Los semilleros, según su forma de construcción, dimensiones y objetivos pueden ser: tradicionales, tecnificados, controlados, en bandejas flotantes y casa de cultivo.

Semilleros tradicionales

Estos semilleros, son los que se realizan comúnmente, a través del mundo, con el objetivo de producir posturas. Tienen como base, el terreno seleccionado para ello, óptimamente preparado, cantidades adecuadas de materia orgánica y de fertilizantes.

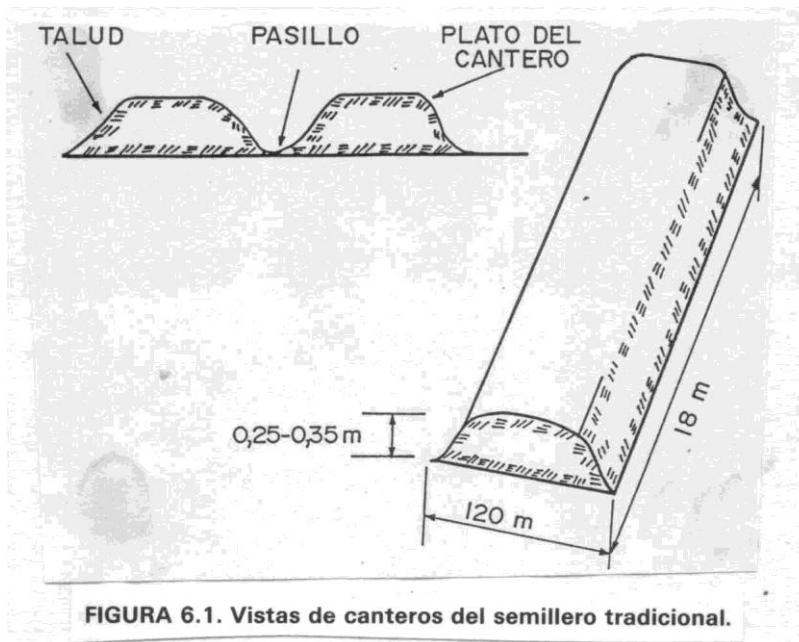


FIGURA 6.1. Vistas de canteros del semillero tradicional.

Semillero tecnificado.

Este semillero se realiza con el objetivo específico de obtener un sistema radical completo en la planta, después de su extracción o arranque siendo utilizado con mayor frecuencia en las plantas cuya permanencia en el semillero es menor. Algo muy importante, que se logra con este semillero es que las posturas o plántulas presentan un tallo (talluelo) más largo que el de las posturas producidas en el semillero tradicional, aspecto este muy importante para la plantación mecanizada y además, el sistema radical en forma de mota.

Este semillero lleva su sustrato total formado por:

- Suelo preparado óptimamente como base.
- Arena de río
- Materia orgánica.

Sobre el terreno completamente preparado de 20a 25cm de profundidad, se sitúa la arena de río de 15a 20cm y sobre esta se sitúa la capa de materia orgánica (turba, estiércol, compost, cachaza) de 6 a 8cm, dejando un espacio de 18a 20cm desde la parte superior de la pared a la superficie del sustrato del semillero.

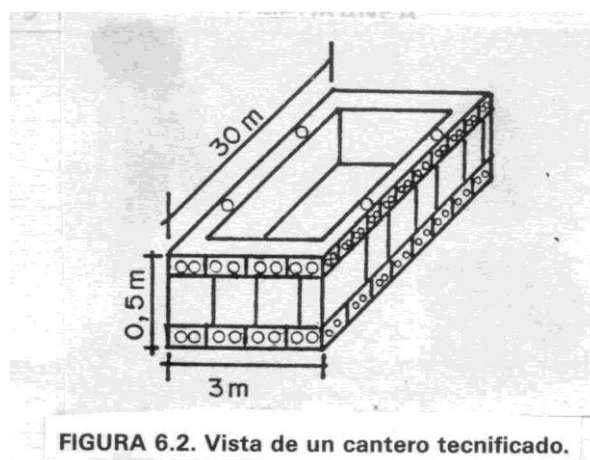
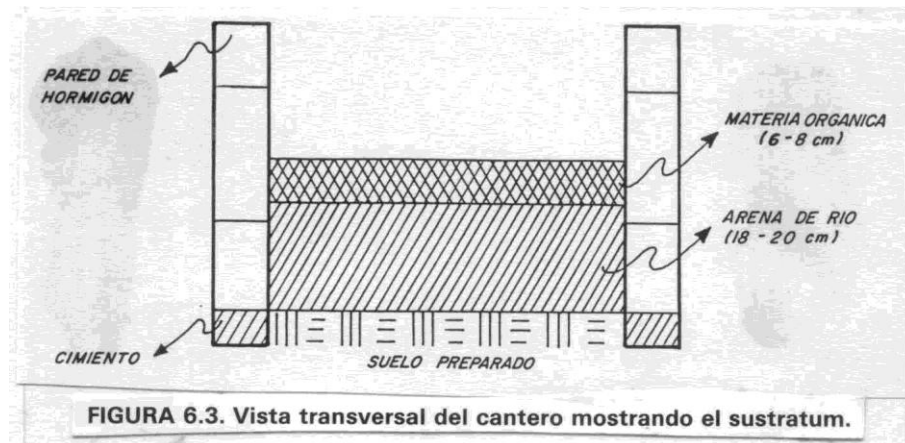


FIGURA 6.2. Vista de un cantero tecnificado.



Semilleros controlados.

Este semillero no se utiliza en nuestro país, pero puede ser considerado como un semillero tradicional, con la sola diferencia de que no se proyecta sobre la superficie del suelo, sino que su cama estaría a un nivel inferior a la superficie donde están los pasillos, los cuales sirven para soportar la armazón de madera enrejillada, nylon u otro material que se utiliza para protegerlo del sol, el frío, la luz. Según el factor o factores que se tratan de controlar.

Aspectos generales de los semilleros.

- El lugar donde se realizarán los semilleros, debe estar relativamente cerca del área de trasplante de fácil acceso, bien protegido, perimetralmente y con una sola entrada con su área de desinfección.
- Debe estar lo más próximo al lugar de comienzo del trabajo, para las observaciones, demás operaciones y un control sistemático sobre el mismo.
- Si las dos observaciones anteriores no pudiesen ser obtenidas, debe dársele prioridad a lo planteado en a.
- Posibilidad de riego abundante y regularmente; es decir, cerca de la fuente (2) acuífera. No puede faltar el agua en ningún momento y con la calidad requerida.
- Se procurará en lo posible que el manto freático esté alrededor de 1,5m de la superficie, pues a menor altura, resulta peligroso para los semilleros.
- Es recomendable que los lugares donde se haya realizado el cultivo en cuestión, si se seleccionara para semillero, hayan pasado tres años y que el cultivo no sufriera enfermedades de consideración; en el caso contrario, hasta los 9 años o abandonar el lugar.
- En caso de que se trate de cultivos de la misma especie o afines, se debe cumplir igual requerimiento que la observación anterior, haciéndola extensiva a distancias de 1,5a 2 Km de radio, tomando como centro el área del semillero que queremos establecer.
- Agua no salinizada.

Para el caso del semillero tradicional, además de los aspectos antes expuestos, debe tenerse en cuenta los siguientes: suelos de excelentes condiciones físicas, se deben evitar los suelos de naturaleza compacta en condiciones naturales, buen drenaje interno con buena pendiente superficial y lograr, en lo posible, el que pueda esperarse poca incidencia de vegetación indeseable en dicha área.

- Colindancia. Esta medida debe tenerse en cuenta en dos sentidos, en relación con los cultivos afines a los que van en el semillero y a las plantas indeseables que están cerca del área del semillero, estos dos aspectos hay que tenerlos muy en cuenta por el problema de las plagas y enfermedades. Debe mantenerse limpio los alrededores del semillero.

- j) Vientos predominantes. Un aspecto a tener en cuenta es la dirección de los vientos predominantes en relación con el semillero y el ataque de enfermedades.
- k) Suelo. Debe ser de excelentes condiciones físicas, se deben evitar los suelos de naturaleza compacta en condiciones naturales, buen drenaje interno con buena pendiente superficial y poco hierbatero y sin peligro de inundación.

El éxito que se tenga en los semilleros depende del cumplimiento de estas indicaciones, el área para el semillero es seleccionada con suficiente antelación, la cual puede llegar hasta los 6 meses e intervienen un grupo notable de especialistas de la esfera agrícola. De forma tal que se puedan hacer todos los análisis necesarios: nemátodos, materia orgánica y otros y en función de los resultados se tomen las decisiones pertinentes.

Construcción de los semilleros.

Dos son las formas generales de construcción de los semilleros, los tecnificados, los controlados, los de bandejas flotantes y en casa de cultivo, se construyen manualmente, los tradicionales pueden ser realizados además de manualmente, mecanizados.

Construcción de semilleros tradicionales.

La construcción de los semilleros tradicionales puede realizarse manualmente cuando se trata de pequeñas área de experiencia o multiplicación de variedades, que necesitan esta forma de propagación.

En este caso, se levanta el cantero mediante estacas que limitan superficies de 1,20m de ancho y de 18m de largo, o de 1x20m, separados 40 a 60cm entre canteros; el espacio medio entre los semilleros se usa como pasillo y parte de su tierra movediza, es incorporada en partes iguales a los canteros en la parte alta del mismo, bien mediante el uso de la azada o mediante el uso de arado de doble vertedera, tirado por bueyes.

Cuando la preparación de suelo se ha adelantado al momento de conformar el cantero, con el objeto de proporcionar una mejor meteorización, a la vez, evitar la erosión y el endurecimiento del suelo, se debe recoger todo el terreno que forma el talud del cantero hacia la parte central del mismo, hasta tanto llegue el momento de conformarlo.

Para darle forma de promontorio formado se extiende en el área señalada de 1,20m, procurando que su altura o talud sea de 0,25m con una pequeña arista latero-superficial para evitar que el agua aplicada se derrame hacia los pasillos, erosionando el cantero.

Cuando se quieren construir semilleros tradicionales a máquina, se puede realizar mediante el uso del acanterador-fresador, los cuales en uso simultáneo, constituyen un solo equipo.

Una vez preparado el suelo óptimamente y determinada la orientación de los semilleros, de acuerdo a los vientos reinantes y la pendiente del terreno, se pasa este equipo que deja contruidos los canteros de 1m de ancho, 20a 25cm de talud y longitudes deseables. Posteriormente, a los 18a 20m se hará el trazado de los pasillos para las actividades de trabajo, representando los bloques o grupos de canteros paralelos.

La estructura de bloque de semilleros tradicionales es de cuatro con un pasillo de 2,5a 3m seguido de bloques de ocho canteros y finalizando con cuatro debido a la longitud de los aguilonos del equipo usados en los controles fitosanitarios.

Construcción de los semilleros tecnificados.

Estos semilleros se construyen después de preparado el terreno, se marcan las líneas periféricas del cantero, con dimensiones de 3m de ancho y 30m de largo, realizando una excavación para los cimientos, los cuales deben ser contruidos con un material de arena, gravilla y cemento, con antelación al momento de levantar las paredes laterales sobre este cimiento se levantarán hileras (3) de bloque, hasta alcanzar la altura correspondiente, pero poniendo los mismos en contacto, en forma acostada la primera y tercera hilera, para que sus huecos sirvan de entrada de aire y drenaje a las posturas del semillero.

Cada cierto espacio (6m), en sentido longitudinal y en el centro del cantero se entierra tubos de barro verticalmente, con el propósito de usarlo como porta poste en caso de necesidad de cobertera para controlar algunos de los factores externos.

Este tipo de semillero, resulta ventajoso por su durabilidad y por ser un lugar donde las plantas pueden ser extraídas con su sistema radical completo, no obstante, presenta algunas desventajas, como son los de ser peligrosos para usarlos en plantas muy sensibles al elemento nitrógeno, ser costosos y permanecer fijos en un mismo lugar por bastante tiempo.

En el manejo de ellos, se trata de establecer un sistema regular de control y rotación, por lo que su uso se ha prolongado.

En algunos lugares, se acostumbra a sustituir los bloques, por tabla de palma o tablones de madera, para cuando se presenten los inconvenientes señalados, trasladarlos de lugar. Es necesaria la desinfección de los materiales trasladados.

Construcción de los semilleros controlados.

Los canteros controlados, generalmente son contruidos a mano teniendo, con relación a los tradicionales, la sola diferencia de que su pasillo separador, la superficie de este, queda en un plano o nivel superior, con respecto a la superficie (plato) o plano del cantero, motivo este que hace que la tierra del pasillo no se incorpore al cantero y que en su construcción se omita la arista supero lateral del cantero. (fig. 6.4)

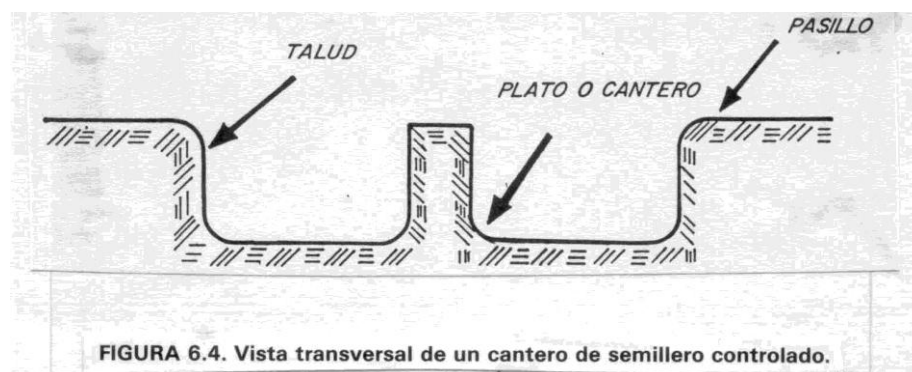


FIGURA 6.4. Vista transversal de un cantero de semillero controlado.



FIGURA 6.5. Vista de un grupo de canteros en un semillero tradicional con tabaco (*Solanum tabacum* L.).

Construcción de los semilleros en bandeja flotante.

Esta clase de semillero se ha extendido rápidamente en el sector agrícola cubano, principalmente para áreas medianamente reducidas por su fácil manipulación y protección, por la calidad de la postura y su cepellón de raíces, en este semillero son aprovechables alrededor de un 80% de las posturas y más, este sistema de producción puede ser al aire libre o en túneles techados y las bandejas sembradas permanecen flotando sobre el agua desde la siembra al trasplante. Las balsas para agua se construyen sobre un suelo nivelado, protegido del aire, las paredes pueden ser de madera u otro material y tienen una altura de 15cm, se coloca un aislante sobre el suelo puede ser poliespuma y este se reviste con dos láminas de plástico negro su tamaño está en función del número de bandejas que se quieran poner. El agua debe ser de calidad y su altura dentro de la balsa es de 10cm. Una bandeja que puede utilizarse es de 60x40cm, para 260 alvéolos, tienen forma de pirámide invertida el tamaño varía entre 16 y 26cm³ menores de 16 aumenta la densidad de plantas y se ahílan las posturas, mayores de 26 puede dar posturas achaparradas. El sustrato es a base de 50% de materia orgánica y 50% de vermiculita u otro material similar, pH ajustado según cultivo, producto mojante y que no este muy fertilizado el sustrato. La siembra se hace en el centro de cada alvéolo manual o mecanizado, se utiliza en tabaco y en este caso se recomienda utilizar semilla pildorada. En condiciones locales se han hecho modificaciones a este semillero ajustándolo a las condiciones y recursos disponibles, utilizándolo en hortalizas.

Construcción de semilleros en casa de cultivo.

El uso de la casa de cultivo en la producción de postura, que se puede considerar en forma intensiva, se emplea también en las condiciones de Cuba, debido a que esta instalación permite muchas ventajas y el control de varios factores que sería imposible en condiciones naturales, especialmente en los semilleros tempranos y tardíos, dentro de estas casa se preparan los canteros con todos sus requerimientos y se producen las posturas de óptima calidad.

Razones de las dimensiones de los canteros de los semilleros.

Semilleros tradicionales manual de 1,20m de ancho; 18a 20m de largo y 20a 25cm de talud. Semilleros tradicionales a máquina de 1m de ancho; 18a 20m de largo y 20a 25cm de talud. Las dimensiones de 1,20m de plato, en los semilleros tradicionales se debe a que, el alcance de una persona estándar es de 0,60m y así puede llegar al centro del cantero en las operaciones de trabajo, (siembra, escarda, entresaque). El largo total del cantero puede estar determinado por las dimensiones del semillero u otras circunstancias propias del lugar. Cada 18m de cantero se hace un pasillo para operaciones de trabajo y para el riego por aspersión portátil por ejemplo, los tubos tienen una longitud de 6m cada uno, tres tubos pueden ser pasados de una posición a otra sin afectar los canteros. Debiéndose por su parte, el talud de 0,25m al hecho de que al estar unidos a las profundidades de preparación del suelo, el espesor de la tierra es más que suficiente para el desarrollo del sistema radical de las plantas del semillero y aquellas que logran sobrepasar estas profundidades son eliminadas en el momento de extraerlas, o en el momento del trasplante.

Sólo en el caso de los semilleros tradicionales contruidos a máquina, se recomiendan dimensiones de 1m por ser el ancho efectivo de trabajo del equipo acanterador y el espacio ocupado por las plantas cuando la siembra se hace a máquina, por lo que, cuando se trate de extensiones grandes, asegura que el ángulo de humedecimiento se cruce en caso de necesidad de aplicaciones por los pasillos.

La longitud y alto son ajustables a los mismos principios del semillero tradicional de construcción manual.

Las dimensiones de los canteros del semillero tecnificado son de 30m de largo, 3m de ancho y 0,40m de talud, esto responde a lo siguiente: con un ancho de 3m se puede trabajar sobre ellos mediante tabloncillos que se colocan transversalmente en el cantero de pared a pared; su largo de 30m es porque no es necesario trasladarse hasta el extremo del cantero para pasar al otro lado del mismo, y el talud de 0,40m es para que después de ocupado el espacio por los materiales que interiormente se colocan (sustrato) aún quede espacio libre o luz como medio de protección de las posturas.

Semilleros controlados. Dimensiones de 1m de ancho y 10m de largo. Las razones de las dimensiones en los canteros controlados responden más que al traslado del trabajador de un lado para otro del propio cantero, a la colocación del material para la regulación del agente exterior sobre la semilla o la postura en desarrollo, ya que en la mayoría de los casos, se sitúa en forma de bisagras (simulando la tapa de una caja).

Semilleros para regiones frías.

Los semilleros para las regiones frías son diferentes a los utilizados en Cuba; están representados por los semilleros controlados y por los semilleros de tiestos, estos últimos no fueron incluidos en la anterior clasificación por no responder a distancia alguna, sino que adquieren la forma del local donde se producen, siendo el número de plantas a obtener quien determina las áreas y sus dimensiones.

Estos semilleros se realizan en unidades individuales de cartón, pasando dicha unidad completa al lugar del trasplante cuando la planta ha alcanzado el porte requerido.

Cuando se forman pequeños conjuntos de unidades en número de 20, 50, 100, suelen darle el nombre de semilleros en o de bandeja, al igual que el practicado en los laboratorios experimentales; pero debe tenerse en cuenta que en el caso de un laboratorio, no se cumplen los requisitos y objetivos de un semillero, por lo que no debe ser considerado como tal, sino como un paso intermedio entre un germinador y un semillero propiamente dicho.

Fertilización. Momento y cantidad de fertilizante que se aplica a los semilleros.

La forma de aplicación del fertilizante al semillero, varía, según la especie, el tipo de suelo, el tipo de semillero, la época y las condiciones reinantes, pero de carácter general, se toma como base la extensión del semillero y el tipo; de ahí que las formas sean:

- 1) Cuando se trata de grandes extensiones, después de preparado el terreno, se le aplica el fertilizante mecanizadamente para incorporarlo después con un pase de rotovactor (fresadora) o grada liviana, unos días antes de confeccionar los semilleros, o en el propio momento de su construcción.
- 2) Algunas regiones productoras, suelen aplicarlo después de estar formado los canteros.
- 3) Encontramos casos aislados de que hacen la aplicación después de realizada la siembra o riego de la semilla.

Cuando se trata de pequeñas áreas, generalmente en los contruidos de forma manual, se realiza la fertilización momentos antes de la riega de la semilla, mezclándolo con la tierra mediante la pica del cantero y posteriormente se alisa con el rastrillo.

Estas formas de aplicar los fertilizantes tienen sus ventajas y sus inconvenientes, recomendando para Cuba, que dada las características de los suelos, es más aconsejable poner el fósforo y el potasio con una semana de antelación a la siembra de la semilla y el nitrógeno momento antes de esta.

No todas las plantas requieren que se le aplique de una sola vez fertilizante, pues hay algunas especies que demandan más de una aplicación en el periodo de semillero.

El abono está representado por la aplicación de materia orgánica en los semilleros, a excepción de los tecnificados.

Esta aplicación de materia orgánica, debe ser de acuerdo a la fuente de procedencia de la misma y estado de curado, pero usualmente se aplica al terreno, después de la segunda labor de aradura, para que se descomponga bien y se mezcle con el suelo, debiendo tamizarla cuando se usa otro procedimiento de aplicación.

La cantidad de fertilizantes, por ejemplo, aplicada en Cuba, ha sido entre 372 y 447kg.ha⁻¹, o sea, 227g.m⁻² de cantero de la fórmula que demanda el cultivo. La cantidad y fórmula a aplicar, lo decide el ministerio de la agricultura al nivel requerido, basado en los análisis aportada por los institutos y especialistas correspondientes.

En cuanto a las aplicaciones de materia orgánica, que por ejemplo pueden fluctuar entre 20 y 40t.ha⁻¹, es también rectorado igual que la fertilización mineral. Técnicamente es recomendable tener en cuenta la necesidad de la planta, el tipo de materia orgánica y el tenor del suelo donde se construirá el semillero, a partir de los análisis necesarios.

Desinfección de los semilleros.

En la desinfección del suelo actúan muchos aspectos que pueden estar relacionados con productos químicos biológicos, laboreo del suelo, labores de drenaje y otras.

La Dirección Provincial Sanidad Vegetal, La Habana en la desinfección del suelo recomienda la aplicación de biopreparado a base de *Trichoderma harzianum* cepa A-34 en solución de 10⁸ conidios.ml⁻¹.

Minagri (2000), recomienda en la desinfección del suelo, entre otras medidas:

- Establecer un chequeo sistemático de la infestación por nemátodos (solo los formadores de agalla y en especial los del género *Meloidogyne* incógnita, son los de mayor importancia económica por los daños que producen y por lo difícil de su control) y aplicar las medidas recomendadas.

- Aplicar un adecuado sistema de drenaje, para evitar los encharcamientos y el exceso de humedad.

Control químico.

Los productos químicos serán utilizados solo en casos extremos, cuando las poblaciones de las plagas alcancen densidades para las cuales los biopreparados no son efectivos, o en

aquellos casos de plagas muy especiales y que no haya aún algún biopreparado para su control. La aplicación de medios químicos con alta toxicidad será únicamente autorizado y supervisados por un especialista en sanidad vegetal del territorio. Para las enfermedades, hasta la actualidad, no existen controles biológicos desarrollados. Por esa razón, se recomienda aplicaciones de productos químicos que, además, contribuyen, en alguna medida, a la nutrición de las plantas con micro elementos tales como el cobre, el zinc y el manganeso.

También recomiendan la inversión del prisma. En aquellos casos donde la infestación de nemátodos sea en extremo alto, se puede tomar una medida drástica que consiste en: dejar 2 veces, como mínimo, durante 15 días, el suelo invertido, expuesto al sol, de manera que la acción de los agentes del interperismo colabore en la eliminación de los nemátodos. Esta medida es más efectiva si se hace con el suelo seco y en los meses de mayor coloren el año.

Otra medida a utilizar es la solarización. Consiste en cubrir el suelo con una manta de polietileno, transparente previamente humedecido a su mayor capacidad de campo, por periodos breves, en los meses de mayor intensidad solar. Los nemátodos y otras plagas mueren con el efecto de la pasteurización a temperaturas medias y altas.

Refiriéndose a la desinfección del suelo para semillero; Moreno, et al, (1997), plantean, la desinfección del semillero para producir plantas sanas que puedan desarrollar todo su potencial productivo, una vez trasplantadas, es una práctica común y obligada en el cultivo del tabaco. El producto utilizado de modo preferente es el bromuro de metilo 98% más cloropirrina 2% que si bien muestra una eficiencia excepcional en el control de nemátodos, hierbas y hongos, se encuentra en entre dichos por los problemas ambientales y toxicológicos que plantea. Por otra parte su eficiencia se ve afectada por las condiciones climáticas del momento de la aplicación (temperatura y humedad del suelo) y debido a que se concentra en un corto periodo de tiempo. (Final de febrero- principio de marzo), puede suponer una desinfección imperfecta por unas condiciones inadecuadas en ese momento. Todos estos problemas animan a buscar soluciones alternativas al tratamiento con bromuro de metilo. Entre las posibles soluciones se encuentra la desinfección por calentamiento solar del suelo (solarización). Esta técnica, utilizada por primera vez en Israel (1976) consiste en cubrir el suelo con plástico en época de máxima temperatura, preparando el terreno previamente con esmero, dejándolo libre de terrones y restos vegetales y regando abundantemente para facilitar la transmisión de calor en el suelo. Con ello se consigue aumentar la temperatura del suelo, lo que provoca la muerte de multitud de organismos nocivos y por tanto la disminución de sus poblaciones. Desde entonces se ha venido experimentando en numerosos países de clima cálido con resultados dispares.

Trabajando con solarización sobre nemátodos en la desinfección de suelos en viveros de cafeto (también utilizable en semilleros), en dos épocas del año (enero- febrero y agosto-septiembre). Se obtuvo reducción de forma significativa ($p < 0,05$) de la infestación por *Meloidogyne incógnita* raza 2 y se logró incrementar en los parámetros de crecimiento de la planta, pero no se llegó a eliminar completamente la población del nemátodos. Se recomienda su uso en la desinfección del suelo para vivero de cafeto combinado con otros medios de control. (Cuadra et al, 1999)

Orientaciones de La Dirección Provincial Sanidad Vegetal, La Habana sobre la estrategia fitosanitario para la campaña de frío 2004-2005, para algunos cultivos.

Los cultivos que comprenden esta estrategia y que pasan por la fase de semilleros son: Tomate, col, cebolla y pimiento.

1). Sé realizará una óptima preparación de suelo para los semilleros. Siempre que se establezca un semillero para cualquier cultivo es indispensable que el suelo se prepare bien, en función de: eliminar toda la vegetación indeseable que se pueda hasta su total descomposición, que la profundidad de preparación sea la requerida para el semillero, bien alisado y mullido y por supuesto, el suelo tiene que tener en forma natural y mejorado con la preparación, óptimas condiciones de drenaje.

2). Sé realizará análisis de nematodo en áreas de semilleros y sustrato para cepellón y tomar las medidas indicadas según los resultados (tomate, col). Realizar las determinaciones en tiempo y forma de nemátodos en los suelos para semilleros, es vital pues esta plaga en mayor o menor grado afecta casi todos los cultivos y no se puede dejar de efectuar.

3) Los semilleros se ubicarán a 100m como mínimo de cultivos hospederos de mosca blanca tales como: boniato, berenjena, frijol, quimbombó, pepino, y la semilla se tratará con Gaucho 70WS a razón de 70g del producto por Kg de semilla (tomate). Igual medida se aplicará en colindancias con plantas susceptibles a minadores. Al tener en cuenta la colindancia se evita el traslado de las plagas de los cultivos colindantes hacia el semillero, es necesario mantener limpio los alrededores del semillero de plantas indeseables, esta medida es válida para todos los cultivos que pasan por la fase de semillero

4) Sembrar barreras de maíz o sorgo 20 días antes de la siembra en los canteros. (tomate)

5) Sé prohíbe la colindancia entre áreas de tomate con más de 20 días de diferencia en el plantación.

6). Se autorizan las siembras colindantes posteriores a las del tomate sí se sitúa una barrera divisoria de maíz o sorgo entre ambos de no menos de 10 surcos y que los mismos, antes de la siembra del cultivo hospedante, alcance los 20cm.

7) Selección de las áreas para semillero; en col se plantea tres meses sin ningún tipo de crucífera, para poder seleccionar un suelo para col. Sería conveniente resaltar el hecho de que no existieran problemas de enfermedades en ese suelo, de alguna crucífera. Lo más conveniente, es tratar de buscar un suelo con varios años sin cultivo.

8) Realizar la siembra en época. En col se plantea realizar las siembras tempranas, en cebolla realizar la siembra en fecha óptima (entre 15 de octubre y 15 de noviembre). Cumplir la fecha de siembra en cualquier cultivo, es preludio del éxito de la cosecha; más justificado aún en el semillero.

9) Tratamiento de la semilla. En col se recomienda biopreparado a base de *Trichoderma harzianum* en solución de $1,5\text{l.ha}^{-1}$; en cebolla, desinfección de la semilla por inmersión durante 10 minutos en la siguiente solución:

Trichoderma harzianum	10Kg
Dicofol 18,5% CE	2L
Agua	378L

Es necesario el tratamiento de las semillas antes de ser sembradas para poderlas preservar contra el ataque de microorganismos del suelo sobre todo en el periodo de germinación. Cuando las semillas son preparadas en forma de píldoras, además de otras sustancias, también se añaden los fitosanitarios.

10). Sé mantendrá el semillero libre de plantas indeseables. En col y cebolla se recomienda Treflan 48 EC a razón de $1,5\text{L.ha}^{-1}$.

11) Selección negativa en el semillero para eliminar plantas enfermas. Esta medida tiene una importancia extrema y consiste en que cuando se presentan focos localizados de

enfermedades fungosas o bacterianas, se arrancan todas las plantas enfermas, parte de las sanas y se procede a tratar esa zona inmediatamente.

12). Desinfección de las posturas. En pimiento se recomienda usar biopreparado a base de *Trichoderma harzianum* cepa A-34 en solución 10^8 conidios.ml⁻¹.

Siembra de la semilla.

Una vez que tengamos los canteros preparados, fertilizados y abonados listos para recibir la semilla y en época óptima del cultivo, se procede a la siembra de la misma.

De esta semilla se conocen la variedad, por ciento de germinación, pureza y en sí, todo su historial.

Tendremos pues que situarnos en que tipo de semillero vamos a realizar la siembra.

Si va a realizarse a máquina, ésta se calibra para el cumplimiento de la norma de siembra y se realiza la riega o siembra de la semilla en sentido longitudinal del semillero, con separaciones de 15a 18cm íter hilera, dándole a la misma una profundidad adecuada, según su diámetro transversal. Si la siembra se realiza manualmente, entonces se hacen pequeños surquitos paralelos entre sí, perpendiculares a los canteros y en ellos se depositan las semillas.

Sembradoras que han sido muy usadas, es la saxonea, sobre dicha máquina Ivanov en Cuba, logró situar en el patín, una chapilla de hoja lata que hace que la profundidad de sostenimiento de la semilla sea uniforme, ante los accidentes topográficos admisibles en un suelo preparado para tales fines. Tanto en la siembra a máquina como en la manual, la distancia entre semillas sobre la hilera es muy pequeña, por lo que este tipo de siembra se llama a chorrillo. Hay que poner mucho cuidado en la distribución de la semilla a chorrillo en los surcos, no debe ser excesiva la cantidad de semilla, una población muy alta trae como resultado posturas débiles y ahiladas disminuye la efectividad del trasplante y aumenta la reposición de posturas.

Solamente las máquinas neumáticas son capaces de realizar este trabajo, depositando la semilla en número y distancia que nosotros queramos.

En Cuba se ha probado una sembradora procedente de Canadá, la stanhay con muy buenos resultados.

La dosis de semilla a usar por cantero depende de la especie de planta. En Cuba, en tabaco se ha venido usando 5g de semilla por cantero de 20m², pero en experimentos realizados por Zulueta (1984) se han logrado resultados que indican que se puede bajar la dosis.

En experimentos realizados por dicho autor, usando cantidades de semilla de 3; 4; 5 y 7g por canteros de 20m² encontró que no hubo diferencias significativas en el número de posturas útiles extraídas. En los canteros que se usaron 4, 5 y 6g.m⁻²; las cantidades de posturas sacadas fueron superiores, a cuando se usó 7g.m⁻².

Tabla 6.2 Cantidad de postura útiles de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) por canteros con los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Posturas.
3g de semilla/cantero de 20m ²	3674 ^c
4g de semilla/cantero de 20m ²	4499 ^a
5g de semilla/cantero de 20m ²	4474 ^a
6g de semilla/cantero de 20m ²	4466 ^a
7g de semilla/cantero de 20m ²	3933 ^b

El tratamiento 7 indicado en la tabla 6.2; presenta en la fig. 6.7; un exceso de población. Obsérvese como hay deficiencia en dicha población.

El momento de la siembra de la semilla en los semilleros, está en dependencia de la época óptima de trasplante y por la permanencia de la postura en el semillero, después de la germinación de la semilla, para lo cual se toma como índice principal, la época de trasplante, disminuyendo de este el equivalente de permanencia de la postura en días; así, si la época de trasplante es el 30 de octubre y la postura permanece en el semillero 30 días, tendremos necesidad de hacer la siembra el 30 de septiembre, más el tiempo de germinación. También es necesario tener en cuenta los periodos lluviosos, especialmente producto de los ciclones que en un corto tiempo caen un alto número de mm de lluvia, incluso superando a veces la media histórica para ese mes y se pueden perder millones de posturas por exceso de humedad y posibles enfermedades fungosas. Por otra parte no se puede perder de vista el lugar que va a recibir la postura de forma tal que cuando la misma esté en condiciones para arrancarla, el suelo donde se va a ubicar esté óptimamente preparado para realizar el trasplante.



FIGURA 6.7. Vista del efecto de un exceso de población en un cantero de semillero tradicional en tabaco.

Atenciones culturales a los semilleros.

Se da el nombre de atenciones culturales a todas las operaciones que sobre el suelo o en la planta se realizan, hasta el momento en que las posturas estén de trasplante, las cuales podemos resumir en:

- a) Tapado de la semilla.
- b) Retoque de posición.
- c) Uso de coberteras.
- d) Desinfección.
- e) Riego.
- f) Fertilizaciones adicionales.
- g) Control de la vegetación indeseable.
- h) Control del crecimiento.

El tapado de la semilla se efectúa cuando la siembra se realiza destapada o a voleo.

Cuando velando por la uniforme distribución de la semilla en el semillero, se realiza la siembra al descubierto se hace necesario el tapado de la misma, que puede hacerse con tierra o con materia orgánica, bien descompuesta y tamizada, depositando sobre la misma una capa equivalente del material empleado, según la profundidad de soterramiento de la semilla en cuestión.

Es necesario conocer, que, cuando se realiza una siembra a máquina o a mano, es indispensable realizar el retoque de posición de la semilla que consiste en lograr que toda la superficie de la misma esté en íntimo contacto con las partículas de suelo que la rodean, por un lado se evita que sea dañada por insectos u otros agentes y por otro se logra que todas las que tienen viabilidad, germinen perfectamente, a la vez que su posibilidad de aprovechamiento de agua capilar es superior, generalmente cuando hacemos uso de la máquina en la siembra, esta operación se realiza mediante un rodillo compactador, mientras que, en el caso de la siembra a mano, se usa el canto de la propia mano, o un cilindro cuyo diámetro sea inferior al ancho del surco practicado para la siembra.

El uso de cobertera en semillero es operación que ha quedado relegada solamente para la obtención de posturas en casos especiales, como para semilleros muy tempranos, semilleros tecnificados y algunas especies, que resultan sensibles a la acción del sol y la lluvia. Comúnmente la cobertera usada sobre la semilla era:

- Pajón sin semillas.
- Sacos húmedos o secos.
- Aserrín.
- Materia orgánica.
- Cisno de carbón.

Cada uno de estos materiales tiene sus ventajas y su inconveniente, pero en general, resulta superior al no uso de ellos.

En la actualidad la que más se usa es la cobertura separada, representada por el sheese cloth situado a diferentes alturas y con la posibilidad de ser manejado con facilidad, según las condiciones reinantes y los objetivos que con ella se persigan.

También ha sido utilizado en semilleros el techo de doble agua, que representa una caseta portátil sin paredes, cuyo techo es de guano con cobija clara o espesa según las características que el cultivo exige. Para esto es necesario aclarar que la longitud del cantero no puede ser mayor de 5m. Se está usando con buenos resultados la casa de cultivo.

La desinfección de los semilleros ya establecido, se ciñe a un programa preventivo, que se realiza con vistas a mantener las posturas libres de plagas y enfermedades. Consecuentemente al cultivo de que se trate, época del año, edad de la planta, tipo de plaga o enfermedad, intensidad, tipo de daño, momento de aparición, puntos vulnerables, rotación

de los productos. Esta atención cultural es de capital importancia para tener éxito en los semilleros, pues la densidad de plantas por metro cuadrado es alta y en un breve tiempo 25 a 30 días la postura está en condiciones para trasplantarla, ejemplo el tomate. Cada vez que se pierde un semillero, es producto agrícola que se deja de producir y en otros casos se pierde la fecha óptima de trasplante, afectándose los rendimientos. Hoy en día se utiliza mucho los bio preparados, el control integrado de plagas, como métodos superiores ecológicamente.

El riego en los semilleros es una de las atenciones culturales de más importancia; pues si todas las operaciones se han realizado satisfactoriamente y la humedad no es la adecuada, se va al traste con los resultados.

Generalmente las especies de plantas que más comúnmente pasan la fase de semilleros son aquellas de semillas muy pequeñas y por ello hay que cubrirlas con ínfima cantidad de tierra y es en las capas superiores donde mayor evaporación del agua existe.

También las plantitas son muy delicadas y con sistema radical casi superficial en los primeros días de germinadas las semilla, por todo ello se hace necesario el mantener el tenor de agua óptimo en las capas superiores de los canteros. Esto tiene más peso al tratarse de que los semilleros, en términos generales, se implantan en suelos de baja retención de humedad.

Para mantener la húmeda óptima en todo momento, es necesario, siempre que no llueve considerablemente, el regar diariamente el semillero hasta los primeros días, desde el momento en que se sembró la semilla, hasta que se produjo la germinación completa después ir ampliando el intervalo entre riego y riego.

El intervalo de riego puede ser más estrecho mientras más pronto se quiera tener las posturas listas para arrancarlas del semillero y plantarlas en el terreno definitivo. O se puede alargar algo, el intervalo de riego sin afectación de las posturas y aumentar su estadio en el cantero en forma prudencial, muy en dependencia del tipo de postura.

Fertilizaciones adicionales.

De acuerdo a la permanencia de la planta en el semillero, características de la planta y el suelo, tipo de regadío y época de siembra, se hace necesario en algunas ocasiones hacer aplicaciones adicionales de fertilizantes, simples o compuestos, dado el carácter de distribución o la carencia que la planta manifieste.

El control de la vegetación indeseable en los semilleros, puede hacerse mediante la aplicación de herbicidas específicos, pero resulta muy satisfactorio la buena preparación de suelo, encaminada a eliminar el máximo posible de vegetación indeseable, mejorar el drenaje y dejar el suelo alisado, uso adecuado de la norma de siembra, aprovechamiento de la época óptima, escarda y rotura de la costra, que por el necesario y continuo riego en ese periodo, junto al desmenuzamiento del suelo se forma en la superficie de este y que entorpece el cierre del semillero.

El control del crecimiento de las posturas se efectúa mediante el suministro del agua y los entresaques. El entresaque sólo se realiza cuando se ha violado el uso de la norma de siembra según la germinación de la semilla.

Bueno resulta saber, que es necesario tener en cuenta el escalonamiento tanto de los semilleros, como de las áreas a trasplantar en tiempo, pues así se tendrá un uso más racional de la mano de obra disponible y de los equipos agrícolas.

Manejo de las posturas. El arranque de las posturas se procederá a realizarlo, cuando estas tengan las condiciones requeridas para ello, en cuanto a grosor del tallo, altura de la planta, número de hojas y sistema de raíces y se hará en función de las demandas de las superficies donde se va a trasplantar, teniendo el cuidado de que se moje con antelación los canteros donde se va a arrancar la postura, en el momento de realizar esta actividad, se puede arrancar una a una o en pequeños grupos cogiendo las posturas lo más cerca del

cueillo de la raíz, se irán seleccionando y formando grupos de 105a 108 posturas se amarrarán con un material suave y sin apretarlas mucho. La mejor hora para el arranque de las posturas es cuando ha caído el rocío de la mañana, en Cuba a partir de las nueve de la mañana, las posturas están ligeramente secas y terminar antes de que el sol caliente, diez y media a once, o por la tarde cuando el sol ha refrescado. Después de hacer los mazos se colocarán a la sombra en un lugar fresco, ventilado y se protegerán contra el sol y el aire, los mazos se colocarán verticales sobre un suelo suelto y con humedad. Los paquetes de posturas no se pueden mover mucho y deben trasplantarse antes de las 24 horas de arrancadas e inmediatamente antes del trasplante serán desinfectadas con una solución de trichoderma al 10%, o sea 1kg del producto en 10 litros de agua se introducirán las raíces en esta solución por 30seg y se trasplantará.

CAPITULO VII

VIVERO

Introducción

Genéricamente el vivero es uno, no importa su estructura y asentamiento, y podemos definirlo diciendo que es el sitio de tránsito o segunda fase de la propagación de ciertas plantas, donde se siembran generalmente plántulas, ya como pimpollos o simplemente como semillas recién germinadas, para ser criadas, formadas y educadas concienzudamente y desde donde serán llevadas, en su oportunidad, hasta su asiento final o plantación donde presumiblemente han de crecer, desarrollarse, reproducirse (dar frutos) y morir. El vivero puede ser estacionario o sobre el suelo y móvil o sobre envases; a la vez podrá ser permanente o transitorio. El tiempo que media entre el instante de poner la semilla a germinar, hasta la extracción de las posturas, la llama ciclo. El vivero móvil puede ser permanente y el estacionario puede ser transitorio.

Tradicionalmente el vivero se concebía asentado en un suelo favorecido por una serie amplia de condiciones ideales, en el que no faltara nada a cada ciclo o promoción de plantas que allí debían producirse; sin embargo, hoy la dinámica de la Revolución nos está llevando a desarrollar técnicas más en concordancia con las grandes necesidades que la realidad nos impone ahorrar tiempo y recursos materiales y humanos no siempre disponibles. Así tenemos que el vivero tradicional o estacionario, le ha dado paso al vivero móvil o sobre envases, el que ya viene alcanzando proporciones considerablemente elevadas en volumen y calidad.

ESTABLECIMIENTO DEL VIVERO

Al establecimiento del vivero, ya sea móvil o estacionario, debe acreditársele el mayor valor, pues ha de reunir un crecido número de factores decisivos, ya que no pocos de ellos pueden ser completamente limitantes. Entre los factores más destacados tenemos los siguientes: ubicación, agua, exposición, protección contra los vientos fuertes, defensa contra los enemigos, topografía del terreno, asentamiento y recursos humanos.

UBICACION

El vivero, estacionario o móvil, debe ser ubicado en localidades de gran accesibilidad, que dispongan de eficaces vías de comunicaciones, como caminos o vías férreas, que favorezcan las operaciones de acarreo de equipos o implementos de trabajo, de fertilizantes, pesticidas, semillas, viveres, envases y sobre todo que permitan transportar bajo cualquier circunstancia y sin obstáculos, las plantas en él producidas hasta las áreas de plantación.

AGUA

El agua es innegablemente uno de los factores de mayor importancia para toda empresa de viveros. Debe existir en cantidad suficiente y a niveles razonables que garanticen cuantos riegos sean necesarios a cada ciclo de vivero y además, ha de hallarse desprovista de sales de sodio, a fin de que pueda ser apta para regar plantas halófitas, como lo son la casi totalidad de las especies económicas.

EXPOSICION

La exposición es de vital importancia para los viveros donde se crían y educan plantas que tendrán que vivir a cielo abierto. La luz y el aire son factores vigorizantes: sólo bajo condiciones de libre aireación y amplia iluminación, alcanzan las mayores posibilidades de lograr promociones de plantas de alta calidad.

De todo esto se infiere que al vivero debe darle el sol y el aire durante todo el día.

PROTECCION CONTRA LOS VIENTOS FUERTES

No siempre es posible hallar condiciones naturales como colinas, montañas, que permitan ubicar al vivero dentro de las mayores condiciones de seguridad, sin embargo, no es del todo improbable encontrarse fajas boscosas y de vegetación más o menos densa que proporcionen cierta protección, pero en última instancia, al vivero se le puede proteger con barreras artificiales y transitorias, lo importante es romper el impacto del viento, sin privarlo de la suave circulación del aire.

DEFENSA CONTRA LOS ENEMIGOS

Las enfermedades producidas por hongos, bacterias, algas y virus, así como las plagas de insectos y otros animales perjudiciales, en gran medida originan en los cultivos económicos serios trastornos, y sobre todo en los viveros, ya que éstos se encuentran dentro de la categoría de cultivos intensivos sin embargo, si evitamos en lo posible ubicarlos en zonas contaminadas, desechando lugares donde haya viejas plantaciones de las especies en promoción y por el contrario, los situamos en una localidad limpia y libre de pestes, las posibilidades de defensa innegablemente serán mayores.

TOPOGRAFIA DEL TERRENO

No es fácil manipular viveros bajo condiciones de suelo accidentado; sin embargo, en caso de necesidad, se pueden usar terrazas, aún cuando las mejores condiciones se encuentren en localidades llanas, con ligeras pendientes que permitan un eficaz drenaje, que nunca sean capaces de favorecer ostensiblemente la erosión.

ASENTAMIENTO

Hemos usado ya en este trabajo el término ubicación y ahora el de asentamiento, los cuales aunque lo parezca, no tienen ecológicamente el mismo significado. La palabra asentamiento viene de asentar, o sea, colocar sobre o dentro de algo sólido el sustrato, en este caso el suelo. Ubicación, viene de ubicar, y equivale a decir encontrarse en cierto lugar; esto es, el medio, que en nuestro caso es el sitio donde se fomentará el vivero; sitio que viene integrado por un conjunto de factores armónicamente asociados, incidiendo sobre el organismo, aquí representado por la o las especies que lo forman.

El suelo o asentamiento representa el factor determinante, de si es o no posible establecer en él un vivero estacionario, ya que para muchas especies debe disponer de ciertas condiciones físicas de imprescindible presencia, como son: una amplia zona de penetración radicular, ausencia total de piedras o cascajos que interfieren las labores; que posea una textura en que los elementos arcilla, limo, arena y grava, oscilen en donde la friabilidad y la compacidad permitan un laboreo adecuado, una amplia aireación, y a la vez una cohesión a las partículas, que *no* favorezcan el desmoronamiento de los bloques o cepellones de tierra que se elaborarán durante la operación de extracción de las plantas los que vienen cubriendo y protegiendo las raíces de estas; que posea una buena capacidad de drenaje y a la vez una adecuada retención de humedad que permita la normal actividad de las raíces y sus simbiosis. El suelo, además, ha de ser plano y químicamente bien dotado de una rica fertilidad natural y de tener un pH que fluctúe entre 5,5 y 7,5 en Cuba, los suelos ideales para fomentar viveros tradicionales son Ferra lítico Rojo Típico, sobre caliza profunda, aunque no es descartable la posibilidad de utilizar otros suelos que reúnan las condiciones mínimas enumeradas.

RECURSOS HUMANOS

Hemos dicho alguna vez que “el hombre puede crear para sí cuando lo necesite, lo que la naturaleza en cierto modo le ha negado”, lo cual en gran medida queda demostrado ante la presencia de ciertos tipos de trabajos, como el que nos ocupa donde él debe intervenir en forma

física y activa en la realización de específicas actividades manuales e intelectuales, sobre las que en modo alguno la libre naturaleza podría actuar, toda lo cual nos obliga a tomar en cuenta el potencial numérico de personas de que pueda disponer la localidad como fuerza de trabajo con distintos niveles de cultura, a fin de garantizar la ejecución de las labores, sin las limitaciones que traería el déficit del factor humano, pues de lo contrario habría que recurrir a su movilización y traslado, desde otras regiones.

VIVERO TRADICIONAL O ESTACIONARIO

El vivero tradicional es llamado también en tierra o estacionario, por razón de su asentamiento, ya que en él las plantas son sembradas directamente sobre el suelo para posterior desarrollo y educación. Entre sus ventajas se cuentan las siguientes:

Su asentamiento sobre el suelo ahorra un crecido número de operaciones que deben ejecutarse cuando se procesa un vivero móvil, como son: extracción, acarreo y tamizado de la tierra y materia orgánica, así como acarreo y manipulación de piedra picada para drenaje; llenado de los envases, movimiento y colocación de estos.

Cuando por cualquier circunstancia no fuere posible realizar el trasplante a su debido tiempo, las posturas pueden permanecer en el suelo en ocasiones por 2 ó 3 años sin gran riesgo, si se observan los debidos cuidados al sacar las plantas ya crecidas, pues como hemos visto las posturas de no pocas especies se pueden manipular o trasplantar a raíz desnuda.

3. Aún cuando el vivero estacionario demanda mayor consumo de agua para el riego, toda vez que éste debe realizarse en forma masiva, no es menos cierto que puede resistir con poco riesgo una crisis de agua. Al vivero móvil debe regársele invariablemente en período de sequía, cada 72 horas como mínimo, de lo contrario se corre el riesgo de que sufra serios daños.
4. La poda y educación si fuere necesario ejecutarla, es más cómoda bajo condiciones de vivero estacionario, pues las plantas se encuentran más espaciadas.
5. Como el marco de siembra es más amplio, las labores de escarda resultan más económicas, ya que se pueden realizar con ayuda de equipos mecánicos.
6. El riego que se ha dicho, se aplica en forma masiva, ya por aspersión o ya por aniego o surcos con lo cual si bien es cierto que se emplea más agua, no es menos cierto que la operación resulta más cómoda y económica.

El vivero tradicional ha sido en gran medida el más usado a través del tiempo. Durante el periodo revolucionario se ha mantenido y aún se fomenta en forma sustancial; no creemos que sea desplazado totalmente, porque muchas especies, sobre todo frutales, se desarrollan bien por este sistema.

PREPARACION DEL SUELO

Casi todas las especies arbóreas desde muy temprana edad, vienen provistas de un abundante y fuerte sistema de raíces por lo cual el suelo donde ha de asentarse el vivero tradicional o estacionario ha de recibir una esmerada preparación consistente en la previa supresión de malezas, extracción de tocones y raíces, así como el retiro de la broza resultante, e inmediatamente después de terminada esta labor debe aplicarse un adecuado abonamiento a base de materia orgánica preferentemente bajo la forma de estiércoles o compuestos de éstos y

turba bien terriza desprovista de sales de sodio, en la proporción de no menos de $20\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$, uniformemente esparcida sobre el suelo, al que deberá quedar incorporada a través del laboreo.

Seguidamente se practicará una honda aradura de roturación con una profundidad nunca inferior a 30cm. Esta labor ha de realizarse unos 4 meses antes de la fecha en que se haga el trasplante. Entre 45 y 60 días después de la aradura y cuando ya haya habido una profusa germinación de las semillas de las hierbas competidoras, se dará un pase de grada o picadora pesada uniformemente que alcance más o menos igual profundidad, a fin de desmenuzar los bloques de tierra

que se formaron durante la roturación. Un mes después del pase de grada se proporcionará una segunda aradura, pero en sentido transversal a la anterior y a igual profundidad. Un mes más tarde se da un segundo pase de grada para pulverizar, y, finalmente, se nivelará la superficie del suelo, con la cual habrá quedado éste en las mejores condiciones para proceder al trazado y siembra.

TRAZADO DE LA SIEMBRA Y DE LA PROTECCIÓN

No siempre los viveros, como ya hemos visto, se establecen, al menos, en forma permanente, ya que los programas de protección de plantas responden a planes de fomento en regiones determinadas, y allí o en sus proximidades se fomentan viveros transitorios, los que una vez cumplida su función, dan paso a nuevos viveros en otras localidades para satisfacer las necesidades de otros planes. Por esto no es necesario ni procedente establecer en estos viveros fajas o cortinas protectoras, como se ha venido recomendando, con árboles que requieren largo tiempo para su crecimiento y consolidación, lo que obliga al viverista, en casos de apremiante necesidad, a construir barreras o muros con materiales de poco valor, pero con suficiente durabilidad como para que cubra las necesidades de un ciclo de vivero. El material que mayores ventajas ofrece son las hojas secas de palmeras, atadas sobre estructuras de postes de alambrados.

Esas barreras se colocan en líneas paralelas y orientadas en sentido transversal a la dirección de los vientos reinantes. La altura de esas vallas no siempre podrá sobrepasar los 2,5m y, por tanto, su separación puede fluctuar entre 25 y 35m, pues las cortinas protegen prácticamente longitudes iguales a 10 o 20 veces el valor de su altura.

Para trazar el vivero, tomemos como unidad de superficie 1ha si los vientos reinantes se presentan de Norte a Sur, las barreras o fajas protectoras se colocarán transversalmente a esa dirección, o sea, de Este a Oeste y los surcos o hileras de plantas se situarán paralelamente a éstas, observando la técnica siguiente:

A partir del extremo norte, se coloca la primera la barrera y a cada 33,5 m. hacia el sur se sitúan las siguientes hasta cubrir el área indicada. Hecho esto se procede a trazar las hileras para las plantas, del modo siguiente: a lo largo, de los extremos este y oeste, se tienden los cordeles que se aten a las bases de la primera y siguiente barrera y acto seguido se colocan cuatro grupos de estacas siguiendo el curso de cada cordel. El primero y el último grupo constarán de 5 hileras cada uno y entre las estacas habrá 1m. de separación, y el espacio entre la base de la cortina y la primera hilera, será también de 1m. El segundo y el tercer grupos, estarán formados por 9 hileras Separadas igualmente 1m. una de otra Todos los grupos a su vez, vendrán separados por una faja de 2,6m. de ancho, que servirán para el movimiento de los equipos asperjadores y otros servicios. Cada ha llevará tres bloques formado cada uno por cuatro grupos de hileras: dos de 5 y dos de 9, como se ha dicho, y con una capacidad de 5 600 plantas por grupo, y 16 800 por ha. Con este marco de trazado, se pueden usar escardadoras de tracción animal.

Los espacios de las cabezas deben tener un ancho no menor de 7m lo que permite el viraje de los equipos. Cuando hubiere necesidad de usar equipos mecánicos de mantenimiento, como rotovatores, escardadoras, será necesario ampliar el ancho de las calles o surcos hasta 1,40 ó 1,60 m. En este caso se reduce considerablemente el número de plantas por ha Si la velocidad de los vientos reinantes donde se ubique el vivero no fuera de gran intensidad, se puede prescindir de las barreras.

SIEMBRA

Después del trazado para iniciar la siembra, es necesario atar cordeles a la base de las estacas que fueron clavadas en el suelo, precisamente en las cabeceras de cada grupo de hileras. Se comienza uniendo la primera estaca de la cabecera del este con la primera estaca de la cabecera del oeste, y así sucesivamente hasta la terminación del grupo, o se colocan tantos cordeles como sea preciso, aún cuando no es rigurosamente necesario poner cordeles en todos los "yugos" de la superficie trazada, sino que se colocan en la medida en que vaya avanzando en la siembra.

Cada operario o sembrador debe ir provisto de un cubo o balde que contenga agua limpia y fresca, dentro del cual depositará las semillas germinadas o las posturas que ya hemos preparado oportunamente También debe llevar un pequeño madero duro de unos 4 ó 6m de diámetro y con una longitud exacta de 50cm, al cual nosotros llamamos "vitola", ya que esa longitud es precisamente la del tramo que debe mediar entre uno y otro pimpollo en el surco, o sea, el narigón.

En uno de los extremos de ese madero, se labra en forma de paleta o cuña, que debe utilizarse para remover el suelo cuando no sea fácil moverla con la mano al momento de realizarla siembra. Se admite que el suelo se encuentre debidamente desmenuzado y blando; en tales condiciones, la siembra se iniciará Colocando la primera planta a unos 10cm de la primera estaca y exactamente debajo del cordel, debiendo 'quedar a una profundidad igual al cuello de la, postura en la segunda y siguientes plantas se siembran siguiendo la misma técnica, debiendo quedar entre una y otra, como se ha dicho, una longitud, "tramo o narigón" igual a la longitud de la vitola, o sea, 50cm Para que las, hileras resulten rectas o sin curvas, se recomienda que el operario se coloque sobre el cordel en posición de "a caballo" y que se desplace en marcha atrás

Inmediatamente después, de terminada la siembra, o en la medida en que se vaya realizando, es rigurosamente necesario suministrar un riego abundante para provocar el asentamiento de las raíces y el desplazamiento del aire junto a ellas.

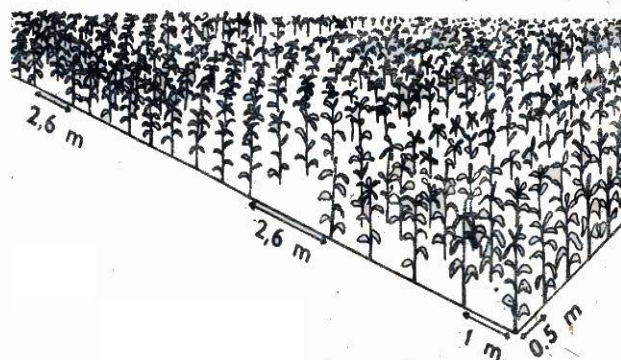


Fig. 63
Aspecto parcial de un vivero en el suelo o estacionario, --
mostrando su disposición y distancias de siembra.

VIVEROS MOVILES O SOBRE ENVASES

Hemos dicho que la dinámica de la Revolución nos está llevando a desarrollar técnicas muy en concordancia con su impetuosa decisión de arribar dentro del menor tiempo a los objetivos propuestos, y así tenemos que el vivero tradicional, de carácter casi extensivo y ejecutable dentro de las normas lentas y a veces laboriosas, le ha cedido el paso al vivero móvil o sobre envases, el cual por su estructura enérgica y su desarrollo intensivo, ya desde 1966 ha comenzado a ocupar en nuestros planes una posición principal, tanto por su volumen, como por la calidad del equipo técnico a cuya dirección y trabajo ha sido destinado.

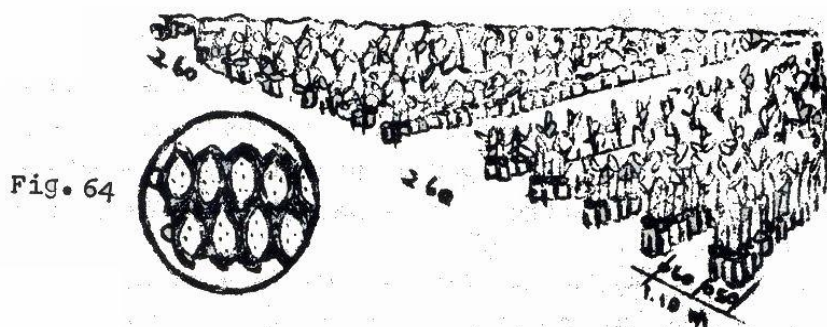
Son múltiples las razones que abundan en pro del vivero móvil, entre las cuales citaremos las siguientes:

1. El suelo donde se han de plantar, los pimpollos, lo podemos, "fabricar" a nuestra entera voluntad y darle la fertilidad y la estructura más adecuada.
2. Podemos emplazarlo exactamente en el sitio que más convenga a nuestros intereses, siempre que no se halle en pugna con los factores mencionados en el epígrafe.
3. En el vivero estacionario o tradicional, el consumo de agua es elevado, ya que el riego es masivo, en cambio, en el vivero sobre envases, como el riego debe ser selectivo el consumo de agua puede llegar a proporciones muy pequeñas.
4. Este vivero ofrece grandes facilidades de protección en casos imponderables como ciclones, traslados ya que es fácilmente manipulable.
5. Con el vivero sobre envases queda totalmente eliminada la operación más difícil y onerosa de todas las comprendidas en sus actividades, la extracción de las plantas, lo que en Cuba algunos llaman "moteo", Durante esta operación rigurosamente necesaria en el vivero estacionario, resultan mutiladas o eliminadas las raíces de las pequeñas plantas, hasta en un 80% en cada una; en cambio, las plantas producidas en envases, si se han manipulado correctamente, no sufrirán la más leve lesión en sus raíces.

6. Se puede mantener una vigilancia más rigurosa sobre el desarrollo y comportamiento de las plantas, ya que es posible concentrar entre 62 000 y 72 000 plantas en una ha sobre los envases plásticos de tamaño grande, según el marco de colocación sea mayor e menor, mientras que en el vivero estacionario, a lo sumo, y a fin de lograr buen material, sólo se podrían plantar entre 12 000 y 18 000 plantas,' de acuerdo con el marco de colocación usado en una ha.
7. Como el sistema de raíces se halla confinado a un limitado volumen de suelo, el ahorro de fertilizante es en extremo elevado. En ocasiones el 40% del que sería necesario en el vivero estacionario, es más que suficiente para satisfacer las necesidades de las plantas en macetas, aún cuando sea necesario hacer varias aplicaciones de pequeñas dosis.
8. Las plantas criadas y educadas en el vivero estacionario necesitan condiciones óptimas de desarrollo para su extracción y trasplante, lo que innegablemente se logra a costa de más tiempo en el suelo, en cambio plantas producidas en envases, se pueden llevar a plantación tan pronto como los injertos, si son plantas injertadas, hayan endurecido su estructura, o sea, que el ahorro de tiempo fluctúa entre el 30 y el 40%. En el caso del aguacate, por ejemplo, se le puede lleva al campo nueve meses después de germinada la semilla, de la otra forma se necesitan entre 16 y 18 meses como mínimo.
9. En contra de la opinión de que el envase contribuye al enroscamiento de las raíces, la práctica ha demostrado satisfactoriamente que, todo cuanto se forma es una densa y fuerte cabellera de raíces fibrosas que garantizan un poderoso anclaje a las plantas en su asiento final. Solo en los pimpollos de pino, *Pinus sp.*, no debe permitirse el enroscamiento de las raíces.
10. Como en el momento de trasplante todo cuanto hay que hacer es retirar el envase, esto se hará con extremo cuidado para que no se desmorone el bloque de tierra que contiene las raíces; la planta al no sufrir mutilaciones radiculares, seguirá creciendo sin ninguna limitación.

EMPLAZAMIENTO

Al vivero estacionario se le asienta, al vivero móvil se le emplaza, ya que las plantas no van asentadas sobre el suelo, sino en el envase, que es en realidad lo que va sobre el suelo, el cual no ejerce ninguna acción determinante sobre el desarrollo de las plantas, o sea, que el suelo ejerce únicamente función de "piso", por tal razón debe destinarse al emplazamiento de este tipo de vivero el suelo menos útil, el cual siempre es fácil de encontrar en cualquier localidad, descartándose sólo el que sea pantanoso o anegadizo, siendo el más apropiado el secante de base casajosa o de perdigón, donde la vegetación indeseable vive dificultosamente.



Emplazamiento y distribución de un vivero móvil o sobre envases. Veánse sus marcos de siembra. Obsérvese en el círculo de la figura la forma de colocar los envases.

TIERRA, MATERIA ORGÁNICA, DRENAJE Y MEZCLA

Las operaciones más laboriosas que se confrontan en el manipuleo de un vivero móvil, son aquellas que se relacionan con el acopio, acarreo y tamizado de la tierra y la materia orgánica, así como la adquisición del material para el drenaje o avenamiento los envases y su transporte y finalmente, la operación de “construir el suelo” mediante la mezcla debidamente dosificada y homogenizada de la tierra y la materia orgánica. Todas esas operaciones podemos relacionarlas en el siguiente orden:

La tierra

La mejor tierra que puede emplearse para “elaborar” la mezcla que se usará en el llenado de los envases con destino al vivero para las plantas, es la que se encuentra en el primer horizonte del suelo. En ocasiones el segundo horizonte es de tan buena calidad que puede utilizarse también.

Extracción y acarreo de la tierra

La forma más práctica y económica para sacar la tierra, consiste en ejecutar una aradura en el lugar seleccionado, a una profundidad que no sobrepase el primer horizonte; seguidamente se da un pase de grada mediana para romper terrones y pulverizar la tierra; posteriormente con el auxilio de un raspador mecánico de gran fuerza, que pudiera ser una “buldozer” o una moto niveladora, se reúne en grandes pilas para su posterior acarreo hasta el sitio donde ha de ser utilizada, lo cual se realiza empleando camiones o cualquier cargador adecuado, los que pueden ser llenados a mano o mediante el empleo de algún montacargas especializado como son ciertas palas mecánicas.

Hemos considerado la necesidad de usar equipos mecánicos para el movimiento de la tierra, admitiendo que se trate de grandes proyectos; sin embargo, esas operaciones son susceptibles de realizarse en forma manual cuando se proyecten planes modestos, y utilizando implementos menos complejos como picos, azadones, palas, carretillas.

Tamizado de la tierra

La tierra, en lo posible, debe ser tamizada en el mismo sitio donde fue extraída y apilada, para evitar el acarreo de aquellos residuos no aprovechables como son piedras, restos de vegetales, terrones. La operación mecánica de tamizar consiste en hacer pasar la tierra a través de mallas metálicas con valores que fluctúan entre 2 y 3cm de diámetro. Para realizar este trabajo, el lienzo metálico se monta sobre marcos de madera con dimensiones, que pueden ser de 1m de ancho por 1,80a 2m de altura. El fondo puede oscilar entre 15 y 25 cm. Los tableros o marcos llevan en su respaldo una barra de madera con gozne colgada en su parte superior que les sirve de soporte y mediante la cual se da a la zaranda el ángulo de deslizamiento adecuado, a fin de que la tierra al ser paleada sobre las mallas, pueda pasarlas fácilmente mientras que los residuos se desplacen por deslizamiento.

La materia orgánica

Se prefiere que la materia orgánica que se utilice para enmendar la estructura y mejorar la fertilidad del suelo que ha de destinarse a vivero sobre envases, sea a base de compuestos formados por la mezcla de estiércoles de murciélago, de aves marinas, de ganado vacuno, caballar, caprino o aviar y turba totalmente desintegrada y libre de sales de sodio, aunque es posible el uso de esos estiércoles, cada uno independientemente, mezclado con la tierra, pero en esta forma es innegable que es mucho más costoso que la mezcla con turba. Desde hace mucho tiempo hemos venido empleando con gran éxito la siguiente fórmula:

Guano de murciélago	12,5%
Otros estiércoles bien podridos	12,5%
Turba terriza con sales de sodio	75,0%

Deben ser consideradas las operaciones siguientes:

A. ¿Cómo adquirir la materia orgánica?

En Cuba existe una empresa estatal que acopia los estiércoles de las granjas, la turba de las turberas, y otros materiales; los procesa y los suministra a los organismos que los necesitan. No solo se los suministra, sino que se los ha situado en el lugar que ha sido preciso, aunque generalmente como estiércol, como guano, como turba, como cachaza u otro material, pero nunca en forma de compuesto, ya que esta operación la realiza el interesado en la forma y dosificación que cuadre a sus necesidades.

B. Tamizado de la materia orgánica

Generalmente la materia orgánica se descarga y agrupa en torno a la tierra acopiada, para la tamización y posterior mezclado con ésta. La operación mecánica de tamizar la materia orgánica es similar a la observada con la tierra, aun cuando en ocasiones resulta necesario secarla un poco al sol y al aire para lograr una mayor eficacia y un más alto rendimiento en la primera tamizada, ya que no siempre resulta aprovechable todo el material en la primera pasada,

C. Cómo mezclar la tierra y la materia orgánica. ?

En ocasiones es necesario hacer previamente el compuesto, o sea, mezclar dosificadamente la turba, el guano de murciélago y el estiércol, lo cual es ventajoso tener preparado desde 3 ó 4 meses antes de su mezcla con la tierra, para que los microorganismos proliferen adecuadamente y digieran la mayor cantidad posible de celulosa y mineralicen en la mayor cuantía los elementos químicos contenidos en el compuesto.

Cuando tenemos la materia orgánica en forma de compuesto la dosis para incorporar a la tierra puede ser de un 20%; ahora, si la tenemos como estiércol solo, se debe elevar esa cantidad a 25% (en recientes trabajos hemos encontrado que hasta un 10% de buen estiércol ha dado excelentes resultados sobre el enraizamiento); en cambio si lo que tenemos es turba simplemente, esa cifra se puede elevar entre 40y50% Bien entendido que solamente se puede utilizar la turba cuando se encuentra totalmente desintegrada o terriza, ya que de lo contrario, los resultados serian completamente negativos, pues la destrucción de la celulosa la realizan las bacterias a base del consumo de gran cantidad de nitrógeno. La mezcla puede hacerse de dos maneras: Cuando el programa que se va a desarrollar es grande deben usarse máquinas o equipo mezcladores similares a los usados en albañilería, con lo que innegablemente la mezcla resulta totalmente homogénea; en cambio, pequeño, se puede utilizar esa operación en forma manual utilizando implementos como palas y azadones. En ambos casos el procedimiento es semejante al que siguen los albañiles en su tarea de mezclar arena y cemento, lo importante es que el producto resulte lo más uniforme posible.

Materiales para drenaje

Los envases pueden ser llenados sin que se les adicione previamente determinado material que favorezca el drenaje o avenamiento, pero esto no es lo más adecuado, de envases de tipo grande.

Nosotros, a través de largos años manipulando plantas, hemos comprobado *que* un adecuado avenamiento garantiza el mejor desarrollo radicular en las plantas lo cual no es posible lograr bajo condiciones de excesiva humedad en el suelo, si las plantas que se cultivan no son hidrófilas, como sucede con la mayoría de las especies frutales y forestales especies que en cambio desenvuelven su actividad vegetativa sobre un suelo generalmente drenado, ya que un grado de humedad que sobrepase el límite de tolerancia les resulta fatal y como para llenar los envases no siempre se encuentra una tierra que sea capaz de por si sola de retener el agua mínima requerida, resulta del todo necesario crear condiciones artificiales adecuadas como son las practicar perforaciones de aproximadamente 1cm de diámetro en los envases, a niveles de altura que no permitan nunca que estas queden en su fondo, si no en sus lados y entre 3 y 5cm sobre el suelo y antes de llenar esos envases colocar dentro de cada uno una cierta cantidad de piedras picadas. Para las bolsas plásticas de 32cm de altura por 24cm de diámetro. Se necesita para mil bolsas 1m^3 de gravilla.

Llenado de los envases

Cuando ya los envases han sido provistos de su correspondiente material para drenaje, se procede a llenarlos con la mezcla de tierra y materia orgánica que previamente se ha preparado. La forma más práctica y económica que se debe emplear en la ejecución de esta labor, consiste en la integración de parejas las cuales pueden llenar en 8 horas, unas 700 bolsas de las ya indicadas, para las cuales son necesarios $8,75\text{ m}^3$ de la mezcla o de tierra sola si no se usara piedra picada para el drenaje, entonces el volumen de este material se elevaría a 10 m^3 de mezcla o de tierra sola, un m^3 alcanza para 80 bolsas pero sin drenaje solo para 70.

La operación mecánica de llenar se ejecuta de la forma siguiente: un operario ofrece la boca, del envase abierto a su compañero con el auxilio de una pala procede a echar el material dentro, hasta llenarla a boca rasante, pero sin comprimirlo, Cada envase una vez lleno, se coloca en forma vertical en un lugar adecuado hasta el momento de su acarreo. La tierra o mezcla, al momento de llenar los envases, no debe encontrarse muy húmeda ello provocaría un anticipado endurecimiento y un notable desplazamiento de aire.

Recientemente se ha confeccionado una máquina para llenar envases como los indicados aquí con resultados altamente positivos.



Fig. 7.3. Llenado y ubicación de las bolsas.

Trazado

El área de emplazamiento para los envases llenos como hemos dicho, ejerce solo función de piso sin embargo, debe ser llana y bien nivelada para proporcionar a este buen soporte ya que deben quedar y permanecer totalmente verticales mientras dure el ciclo del vivero.

Tomando una hectárea como base de la superficie, se procurará en lo posible situar las hileras en sentido transversal a lo vientos reinante. En el supuesto caso de que los vientos reinen de norte a sur, las hileras se orientarán de este a oeste, o viceversa.

Se demarcarán de inicio los espacios para tres secciones orientadas éstas de sur a norte y con una longitud de 32m cada una, separadas entre si por un pasillo contra cabeza de 2m de ancho. El ancho de cada sección será de 101.7m,

En los lados, sur de la primera sección y norte de la tercera o sea en sus cabeceras exteriores y en las cabeceras de la sección del centro, se sitúa en cada una un cordel bien tenso, y siguiendo el curso de los cordeles y a partir siempre del punto cero del extremo oeste de cada uno se clavan cinco estacas, procurando que toquen el cordel, pero que no lo presionen separadas entre si por un espacio de 1,10m. Seguidamente se traza una faja de 2,60m de ancho y a continuación se clavan 9 estacas en la misma forma que las 5 anteriores, se sitúa una nueva faja de 2,60m y un nuevo grupo de 9 estacas y así sucesivamente hasta la terminación del área, con un bloque de 5 estacas, el trazado descrito, nos dará el resultado siguiente:

1 bloque de cinco hileras
 9 pasillos de 2,60m de ancho cada uno
 8 bloques de 9 hileras
 1 bloque de cinco hileras.

Este trazado nos permite con toda facilidad ejecutar las distintas operaciones tecnológicas del vivero, como son: escardas, riegos, abonamientos, la educación de los arbolitos, los injertos si hubiere que hacerlos, las operaciones de asperjar y espolvorear, la descarga, carga y acarreo de las plantas.

Los espacios marginales de toda el área, serán los siguientes: los correspondientes a las cabezas de los bloques de hileras deberán tener un ancho no menor de 7m, lo cual permite fácilmente el giro o viraje de los equipos más grandes. Los espacios paralelos a las hileras, pueden ser de 1m ó 1,5m de ancho entre estas y las cortinas de protección.

La razón que nos lleva a iniciar y terminar el trazado con un bloque de 5 hileras, se relaciona con las aspersiones y espolvoreaduras ya que los brazos tienen una longitud que cubre bien el ancho de 5 hileras, 4 calles. En cada pasada se tratan 5 hileras de cada bloque.

Debemos advertir que como el ciclo de vivero en envases es sumamente corto 8 a 9 meses no consideramos muy necesario colocar fajas protectoras interiores en el, área de una hectárea, siendo suficientes las barreras periféricas. Si la superficie a ocupar por el vivero fuera de varias ha, entonces si deben colocarse fajas interiores.

Colocación de los envases llenos.

Para estacionar los envases llenos adecuadamente en el sitio donde han de recibir las plántulas y permanecer mientras dure el ciclo del vivero, es necesario atar cordeles por sus extremos a las estacas que situamos en distintos lugares, cuando hicimos el trazado del emplazamiento, los que servirán de guía procurando con todo rigor enlazar las esta correspondientes entre si o sea, que la número uno del extremo oeste en la base sur, se enlace con su correspondiente en la base norte, debiendo quedar a su vez enlazadas las del centro y continuar ese orden hasta la terminación. Los cordeles deben permanecer sometidos a la mayor tensión que sean capaces de admitir, a fin de que las hileras de envases resulten rectas, no sólo por estética, sino por razones funcionales: las hileras curvadas dificultan las operaciones fitotécnicas sobre todo las de aspersiones. Se recomienda no poner más cordeles que lo estrictamente necesarias. Una vez tendidos y atados firmemente los cordeles, se procede a situar los envases en hileras dobles, cuando son del tipo grande, y hasta en 8 hileras, cuando son del tipo chico a lo largo de los cordeles y a borde tocante de ellos, sin a presionarlos en modo alguno para evitar, curvaturas que deformen la línea. La técnica operatoria puede describirse de la forma siguiente: se toma el primer envase grande, generalmente una bolsa de material plástico, y se sitúa en forma totalmente vertical y dispuesta de modo tal que los conos que se han formado en sus ángulos basales queden situados transversalmente con respecto al cordel o sea, que el cono de la izquierda ya que arrancamos de abajo hacia arriba, esto es, de sur a norte, quede debajo del cordel y en igual forma se coloquen los siguientes envases, siguiendo el curso de una hilera sencilla, hasta tener un número considerable de ellos colocados. Se inicia la siguiente hilera para integrar la doble, colocando el primer envase imbricadamente con respecto a los dos anteriores o sea, el cono izquierdo del primero debe quedar embutido entre los conos derechos de los otros dos, con lo cual se logra que jamás se viren o caigan las bolsas hacia los laterales,

pues esos conos actúan como verdaderos soportes, ya que se encuentran llenos de piedra picada.

Con la observación de esta técnica, no se necesita arrimar, tierra a los envases 'o bolsas, lo cual, además de laborioso, es contrario al más perfecto, avenamiento, ya que los drenes quedan, obstruidos, lo que no resulta así cuando no se emplea tierra en el soporte de las bolsas. Los envases pequeños se deben soportar con tensores de alambre.

Debemos recordar que los envases o bolsas deben quedar estrictamente unidos, sin espacios vacíos entre ellos, lo cual provocaría su viraje y desplome, con grave perjuicio para la vida de las plantas sembradas en ellos, ya que no permitirían un adecuado riego.

Abonamiento de fondo.

Durante los últimos años hemos logrado notable éxito en la formación y en el crecimiento de pimpollos, no solamente de frutales, sino de muchas otras especies forestales y ornamentales con la aplicación de fósforo como abonamiento de fondo, o sea, aplicado al centro de la masa de suelo contenido en cada envase.

Cuando se usan bolsas grandes de polietileno, dada su capacidad, hemos aplicado una cantidad de superfosfato de calcio, riqueza 20%, que ha fluctuado entre 30 y 50g por envase. En este momento el producto se encuentra fuera del alcance de las raíces durante la fase inicial del crecimiento, de las plantas, precisamente uno de los estados en que éstas requieren mayor cantidad de fósforo, al cual suplen con las notables reservas que de éste contienen las semillas reservas que una vez agotadas provocarían crisis en la economía fisiológica de las jóvenes plantas si no encontrarán sus raíces el buen aprovisionamiento que previamente se les proporcionó. Las raíces deben alcanzar el abono en el momento de estar próximo a la fecha en que se ha iniciado la segunda actividad vegetativa o brotación. Para entonces la presencia abundante de abono en los tejidos es de la mayor importancia. Hemos observado que las posturas con fustes gruesos y devienen muy vigorosas, y los injertos practicado sobre estos prenden en número elevado y su cicatrización es perfectamente sólida.

Otro de los grandes beneficios que reciben las plantas que fueron favorecidas al iniciar su crecimiento en el suelo rico en fósforo, es el de permitirle la formación desde su base, de un abundante y sólido sistema radicular.

La técnica operatoria para el abonamiento de fondo consiste en el empleo de un madero de unos 5cm, de diámetro y de unos 50cm. de longitud, con punta en uno de sus extremos el cual se introduce en el centro de cada envase, practicando un hueco de unos 15cm de profundidad.



Fig. 65
Abonamiento de fondo. 1, envase lleno y estaca para abrir - el hueco; 2, forma de introducir la estaca en el suelo del - envase; 3, corte transversal en el envase y hueco mostrando la cavidad y el abono en su fondo.

Rellenado de los envases

Una vez terminado el abonamiento de fondo, se procede al relleno de los envases, los cuales han sufrido un notable descenso en su nivel con motivo de la manipulación durante las operaciones de acarreo desde el llenadero hasta el sitio donde han sido colocados, el movimiento recibido durante su colocación, así como tapar el hueco que se practicó para colocar el abono mineral en su fondo.

A cada envase debe dejársele una cavidad sin cubrir con tierra, que puede oscilar entre 3 y 5 cm. de alto y que sirve de receptora del agua de riego o lluvia; sin esta cavidad el agua se desplazaría al exterior y no se infiltraría en la medida necesaria.

La operación de rellenar, por tanto, consiste en adicionar a cada envase la cantidad de tierra que necesita para alcanzar su nivel necesario, debe emplearse el mismo material que se utiliza para llenar los envases.

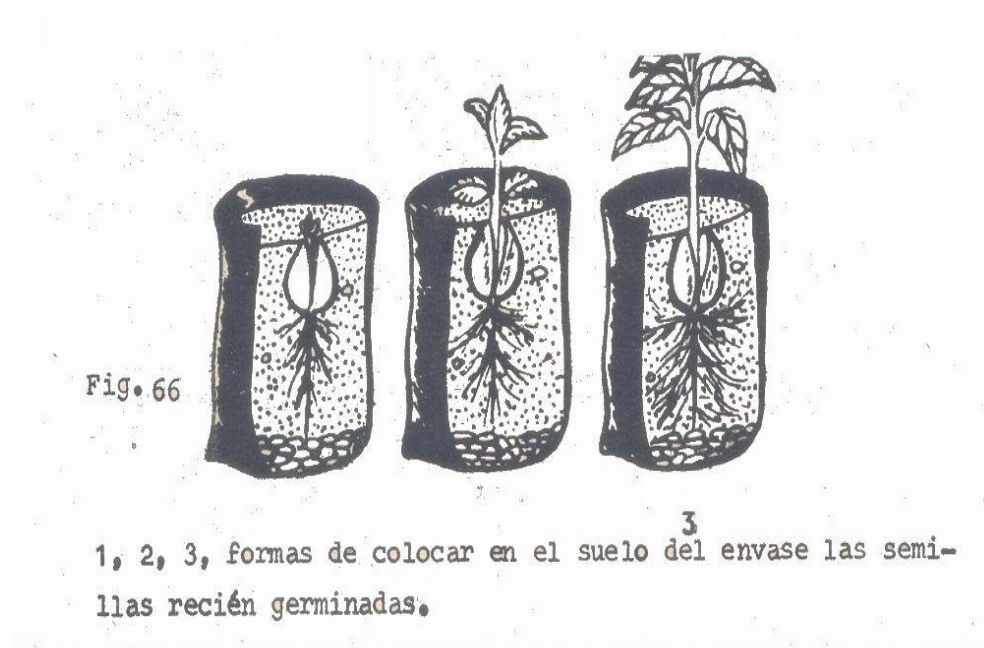
Siembra del vivero móvil

Al momento de realizar la siembra en los envases, la tierra contenida en ellos debe encontrarse solo ligeramente humedecida. Los extremos, ya demasiado húmeda o ya falta de humedad, pueden provocar en el primer caso, que la tierra se convierta en un amasijo dentro del cual quedarían las raíces ausentes de aire y bajo condiciones de tal opresión que limitaría su posterior crecimiento y en el segundo caso, la tierra demasiado seca, puede provocar un fuerte desecamiento en las raíces tiernas y succulentas, con grave riesgo para su posterior desarrollo y además una tierra fuera de sazón dificulta las operaciones mecánicas de la siembra.

Admitida la tierra en sus mejores condiciones la apertura de los huecos para colocar en ellos las semillas recién germinadas o los pimpollos que ya previamente hemos condicionado, se puede ejecutar con el auxilio de una estaca de madera con punta en uno de sus extremos, con una pequeña azada de jardinería que permita desplazar la tierra, o simplemente con la mano ya que en definitiva todo cuanto se necesita es una cavidad amplia que permita un adecuado espacio para la colocación de la semilla germinada, o la postura y sus raíces, de modo que éstas no queden empaquetadas, sino ampliamente extendidas. Una vez puesto cada pimpollo en su respectivo hueco, se procede a su tapado, lo cual se hace con tierra del mismo envase o con tierra que previamente se ha dispuesto para esa finalidad.

Las posturas deben quedar a una profundidad no mayor ni menor que el nivel del cuello.

Resulta rigurosamente necesario proporcionar un riego profundo a cada pimpollo o semilla que se siembre para asentarlos y desplazarles el aire que pueda quedarles junto a sus raíces, a esto le llamamos riego de sembradura.



ATENCIONES CULTURALES A LOS VIVEROS

Sobre los viveros, tanto estacionarios o tradicionales, como móviles o en envases, debe observarse una serie de atenciones culturales que aseguren su más completo desenvolvimiento a fin de lograr una población de plantas de alta calidad, para que respondan adecuadamente a su destino. Se destacan por su importancia las operaciones siguientes: escarda o eliminación de vegetación indeseable, riego, abonamiento y protección contra las enfermedades y las plagas de insectos y otros animales.

Escarda o eliminación de las plantas indeseables.

Sin lugar a dudas la lucha contra las plantas indeseables es la mayor preocupación que agobia no sólo a los viveristas, sino a la mayoría de los agricultores de todos los climas, pero más agudamente en las regiones tropicales donde por lo general la buena calidad de los suelos agrícolas, la frecuente alta humedad relativa, la elevada temperatura y la no menos intensa luminosidad, son factores que Favorecen grandemente el desarrollo de las plantas indeseables. Sólo en condiciones de total ausencia de hierbas competidoras, es posible lograr bajo cultivo intensivo como es el de viveros, poblaciones de plantas bien nutridas, saludables y vigorosas.

La escarda o eliminación de plantas indeseables en los viveros tradicionales o estacionarios, se hizo siempre en forma mecánica, o manual con implementos sencillos como azadas, machetes, o con el empleo de equipos más complicados movidos por tracción animal o motorizados, como son cultivadoras, rotovatores, sin embargo, en los últimos tiempos el uso de medios químicos, mediante el empleo de los herbicidas los que han alcanzado un desarrollo considerable y sus resultados son satisfactorios.

A los viveros sobre envases, hasta el presente, no ha sido del todo posible escardarlos en forma mecanizada, sino manual, solo las calles y pasillos han sido escardados químicamente con resultados adecuados.

Riegos.

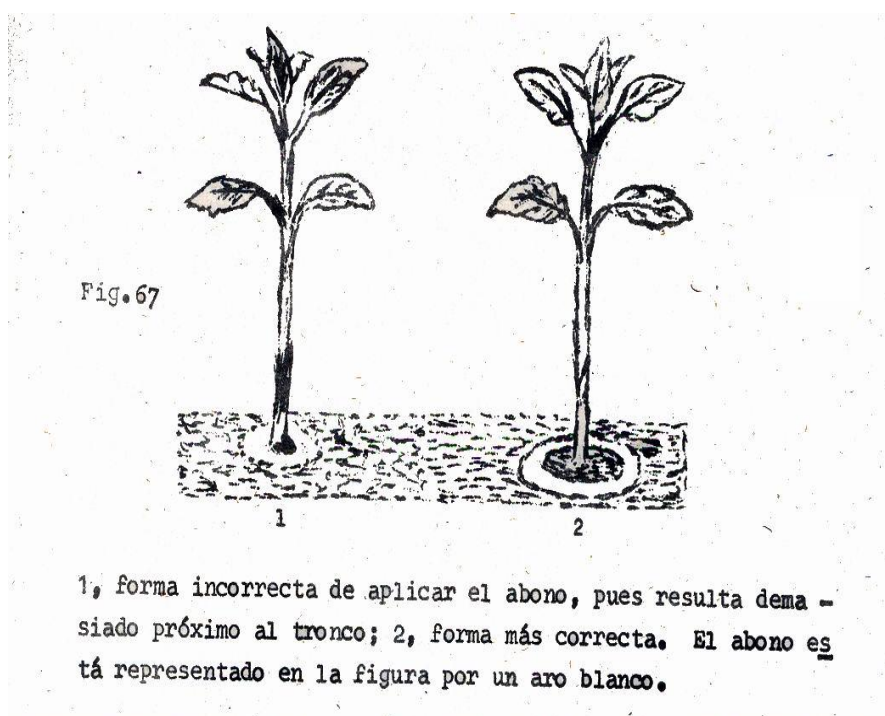
El suministro adecuado de agua a las plantas en vivero es de primerísima importancia, los pimpollos que se crían en viveros tradicionales, como se han de encontrar asentados en suelos

más o menos secantes, demandan frecuentes riegos ligeros para mantener el suelo adecuadamente húmedo a nivel del horizonte donde se encuentran sus raíces. El sistema más adecuado es el de aspersión, y debe aplicarse con la frecuencia de no ,menos de dos veces por semana En los suelos del Instituto de Investigaciones Tropicales en Santiago de las Vegas (Ferra lítico Típico), durante algunos años se suministró agua, unos 25 o 30 L.m⁻² semanalmente en dos o tres aplicaciones, a los viveros de frutales.

Las plantas que se encuentran sobre envases requieren que se les suministre riegos con más frecuencia. En periodos de mucha sequía con días ventosos, deben regarse cada dos o tres días y en las mejores condiciones no menos de dos veces por semana, utilizando mangueras.

Fertilización.

Desafortunadamente no hemos podido realizar un exhaustivo trabajo investigativo para determinar, en forma concluyente, que es lo más efectivo en materia, de abonamiento. a pimpollos, de todas las especies frutales y forestales en fase de vivero sin embargo, basándonos en deducciones lógicas y recogiendo sugerencias foráneas, en la práctica hemos alcanzado, notable buen éxito con aplicaciones de alguna fórmula completa de NPK rica en fósforo a fin de fortalecer el sistema, radicular de las plantas en la fase inicial de su crecimiento, Los más alentadores resultados los hemos logrado con la fórmula 10-20-10 aplicable inmediatamente después que las plantas han dado muestras de encontrarse en plena actividad vegetativa, cuando sus raíces le ofrecen total autonomía. Esto ha comenzado a ocurrir entre 30 y 45 días después de la siembra. La cantidad de fertilizante que hemos aplicado ha sido de unos 60g por planta, esparcido lo más uniformemente posible y en forma circular junto al tronco de cada planta, pero alejado el producto no menos de 10cm del cuello. Después de esparcido el abono, se recomienda cubrirlo con una ligera capa de tierra con el propósito de que no sea arrastrado por el agua de riego o de lluvia si la hubiera. Suministrada la fórmula indicada, 30 días después hemos aplicado un fertilizante nitrogenado en forma de nitrato de amonio, con el propósito de activar la formación de la estructura aérea de las plantas solo después de ejecutados los injertos en las especies frutales, se hará otra aplicación de la fórmula ya mencionada o alguna similar.



Cada aplicación de la fórmula debe ser seguida de un riego de penetración. En cambio, el nitrato de amonio ha de aplicarse con el suelo mojado, después de un riego. Lo indicado se refiere solo a vivero en tierra o tradicional, ya que para vivero sobre envases se usa otra técnica.

Como en cada envase hemos aplicado antes de la siembra cierta cantidad de superfosfato de calcio como fertilización de fondo, y como las raíces se encuentran limitada al estrecho volumen de suelo contenido, en el envase, resulta necesario suministrar menos cantidad de fertilizante en cada aplicación y como la estructura de la fórmula, ha de ser rica en nitrógeno y potasio que en fósforo, una fórmula que se acerque a 15-8-12 ha de ser considerada como muy buena y en cuanto a la dosis, ésta nunca debe pasar de 30g por planta, en cada aplicación, debiendo hacerse la primera cuando ya las raíces han comenzado a ofrecer autonomía a los pimpollos una sola aplicación de nitrógeno debe proporcionarse cuando ya los injertos han alcanzado sobre 10cm o las plantas no injertadas han tenido dos brotes. La fórmula se aplica enterrando o "sembrando" en tres pequeños huecos que se practican en forma triangular junto al tronco, pero separados entre 5 y 8cm de éste y a una profundidad que fluctúa entre 5 y 10cm

Seguidamente se suministra un riego de penetración sin derramamiento de agua. Cuando se aplica, el nitrato no se entierra se esparce pero sobre el suelo mojado para lo cual se da un riego previamente Cuando el suelo es marcadamente alcalino, se usará sulfato de amonio de efecto residual ácido. Esto último es valedero para el vivero en tierra.

Como el ciclo de vivero sobre envase es de apenas 9 meses, no resultan necesarias más aplicaciones de fertilizante.



Protección contra los enemigos.

Dado que el ciclo del vivero es notablemente corto, sobre toda el que se fomenta sobre envases y como además el período de su desenvolvimiento se produce en gran medida en los meses de temperaturas frescas y escasas lluvias, factores no muy favorables al incremento de enfermedades y plagas de insectos dañinos tenemos como resultado de ello, que no son

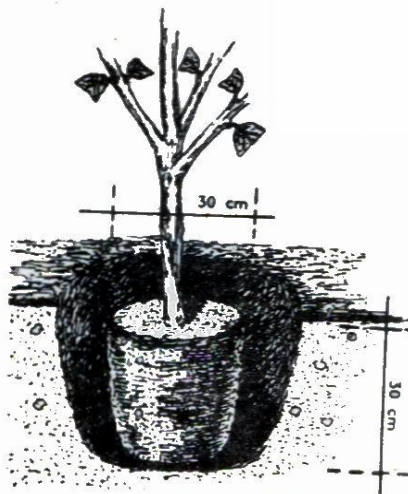
notables los daños que ocasionan a las jóvenes plantas de vivero, al menos en Cuba, sin embargo, siempre debe mantenerse una estrecha vigilancia sobre ellas para poder descubrir oportunamente la presencia de cualquier invasión de insectos o enfermedades y proceder a su erradicación en tiempo y forma, aplicando las medidas de rigor.

Educación de pimpollos para patrones.

Cuando nos referirnos al acondicionamiento de las semillas y posturas, dijimos que con frecuencia en los pimpollos de algunas especies se produce una brotación más o menos abundante de yemas axilares, las que dan paso a un manojo de brotes que deben ser siempre suprimidos en lo posible desde muy temprano. Sin embargo, el cada momento no es fácil la eliminación total de esos brotes, ya que muchos quedan en latencia y solo, entran en actividad vegetativa cuando las plantas han reiniciado su crecimiento después del trasplante o cuando el vástago central ha sufrido alguna mutilación, lo cual es bastante frecuente. Sobre la eliminación de esos brotes supernumerarios, se recomienda eliminarlos después de transcurrido un mes aproximadamente de plantado el vivero, revisar planta por planta para suprimir los vástagos o brotes más débiles y dejar únicamente el más fuerte y mejor constituido. En esta labor puede usarse una cuchilla para injertar o un instrumento similar, pero bien afilado, a fin de lograr cortes rasantes sin rasgaduras. Esta operación debe repetirse varias veces durante el tiempo que media entre el trasplante y el momento de su plantación.

Muchos frutales como el mango y los aguacates en su fase inicial de crecimiento *no* son propensos a la ramificación a niveles más arriba del cuello, por lo cual hay poca labor de poda que realizar; en cambio los cítricos sí deben educarse adecuadamente.

Fig. 69



Aquí se muestra una planta del vivero estacionario y el tamaño mínimo del cepellón o "mota".

Arranque de la postura.

Al vocabulario técnico hortícola, los cubanos le hemos incorporado una serie de palabras que tienen en no pocos casos un sentido idiomático mi distinto al que le damos; sin embargo, entendemos perfectamente bien lo que queremos expresar decimos "mota", "moteo" y "motear", para indicar cepellón, arrancadura o extracción cuando necesitamos hablar de la operación mecánica de arrancar o extraer del suelo del vivero las plantas que vamos a trasplantar, Al respecto, en varias monografía sobre distintos frutales, se

puede leer: "Las plantas de vivero, cuando no han sido producidas en envases se deben sacar preferentemente con las raíces protegidas por la tierra en que se encuentran. Para lograr esto se cava una zanja circular junto a cada planta, tan profunda como sea necesario, procurando que la "mota" (cepellón) tenga el mayor diámetro y altura que se le pueda dar, pero nunca menos de 30cm de altura.

Esa "mota" se levanta sin que se desintegre las raíces se deben cortar con un instrumento bien afilado. La "mota" ha de envolverse con un pedazo de saco (arpillera) u otro material similar, amarrándolo convenientemente. Es necesario tener en cuenta no "motear" (arrancar o extraer) árboles que se encuentren con brotes tiernos, o "metidos de nuevo", o sea, en plena actividad vegetativa, ya que esto puede originar serios daños. A las plantas extraídas se les debe suprimir o podar todas las hojas.

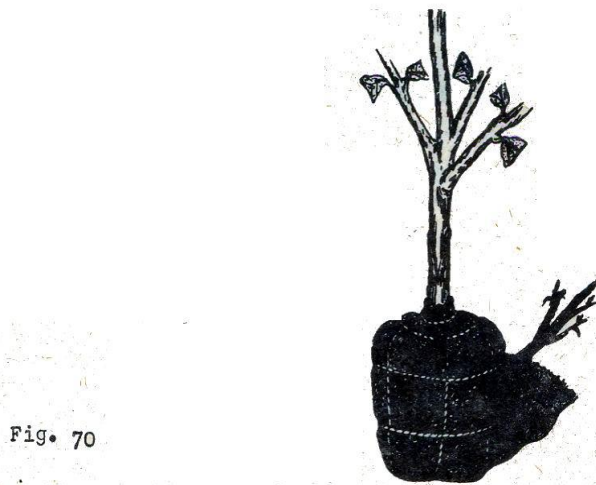


Fig. 70
Planta con su cepellón perfectamente envuelto y atado, listo para su transporte y siembra.

Una de las cuestiones de mayor importancia es la selección de las posturas en el preciso momento de su extracción del vivero para entregarlas a plantación debiendo ser únicamente las buenas. No debe olvidarse que el basamento de toda plantación será tanto más sólido, cuanto mejor sea la calidad de las plantas de vivero que la integren. Es mejor no plantar que emplear plantas pobres y defectuosas, por cual se tomarán sólo las más fuertes, vigorosas y mejor formadas y sobre todo, las más representativas de la especie, variedad o clon.

Manipulación y transporte de las posturas

Como las plantas que nos ocupan son criadas, formadas y educadas en dos clases distintas de vivero, la manipulación y el transporte de ellas ofrecen notables diferencias, ya que el sistema radicular de las plantas producidas bajo las condiciones de vivero tradicional, difiere notablemente del que se forma en aquellas obtenidas en vivero móvil o sobre envases. En las primeras se desarrolla un sistema de raíces amplias, dispersas largas y a veces profundas y siempre de constitución leñosa en su base. Este sistema de raíces indefectiblemente sufre grandes mutilaciones durante su arrancadura y las porciones que quedan formando parte de la planta y sobre las cuales debe reconstruirse, se conservan protegidas por un cepellón en ocasiones reducido y endeble. En cambio, en las plantas que se producen en vivero móvil, o sea, sobre envases, el sistema de raíces es compacto, denso, corto y profusamente fibroso, el cual no sufre mutilaciones sustanciales durante la manipulación de todo esto se desprende que las posturas de cada tipo de vivero deben ser manipuladas de

modo distinto, tanto en el vivero como en el proceso de plantación. Así pues, explicaremos la manipulación de las posturas de vivero

Posturas de vivero estacionario

Hemos dicho que el cepellón es en ocasiones reducido de tamaño y endeble y podemos agregar que sí al extraerlo del suelo no se trabaja bien y se envuelve y ata firmemente, es posible que se desintegre y las raíces queden al descubierto y todo se convierta en una bolsa de tierra. También puede suceder que los operarios durante la fase de carga y descarga, manipulen las plantas indebidamente y provoquen su deterioro. Para evitar esto, se tomarán las posturas con una mano por el fuste lo más cerca posible del cuello y con la otra mano se toma el cepellón por su base y al colocarlas en el suelo o en la cama del transporte Jamás deberán ser tiradas ni golpeadas las posturas y sus cepellones pueden entongarse en la plataforma del vehículo en la forma siguiente: se coloca una hilera de posturas acostadas en la parte trasera de la plataforma con los cepellones hacia adentro seguidamente otra hilera en forma imbricada con relación a la primera, y así sucesivamente hasta levantar una tonga de poco más de un 1,5m de altura y en forma de rampa hacia la parte delantera de la plataforma. Siguiendo esa técnica se lleva el nivel de la carga hasta completar el espacio del vehículo; un camión que tenga una plataforma de 12m² puede cargar no menos de 600 plantas, Si la carga se realiza de modo que los cepellones se protejan unos a otros; que queden bien ajustadas las plantas no sufrirán en lo absoluto lo que resta es proteger la carga con una cubierta de hojas secas de palma real o una manta de arpillera, para evitar el impacto del sol y del viento.

Posturas de viveros sobre envases

Si bien es cierto que las plantas sacadas con cepellón son generalmente más propensas a los daños que les pueda ocasionar una mala manipulación, también no es menos cierto que se puede transportar un número mayor de ejemplares por unidad de superficie de carga que cuando se transportan posturas de viveros móvil o en envases, pues en una plataforma de 12m² no será fácil acomodar en las mejores condiciones mucho más de 200 plantas. Si se tienen plataformas o pisos superpuestos tampoco podrán colocarse en ningún caso más de 200 plantas en cada plataforma adicional. Los envases no se pueden entongar como los cepellones ya que son generalmente de material plástico y aun cuando fuesen de algún material duro, tampoco podrían colocarse más de dos camadas

La técnica que se recomienda para colocar los envases en la plataforma consiste en observar La misma

conducta de no golpear ni tirar los envases con las plantas, ya que la naturaleza flexible de aquellos, haría que se desintegrara el bloque de tierra de su interior, ocasionando serio daño a las raíces que quedarían expuestas a una excesiva aireación y desecamiento.

Los envases se manipulan tomándolos por el cuerpo, nunca por el tronco de las plantas ni por los bordes de aquellas, ya que en el primer caso, pueden quedar "arrancadas" las posturas y en el segundo es posible que muchos envases pierdan cierta parte de su borde con serio perjuicio para los futuros riegos, toda vez que el agua se derramaría por esa brecha antes de que tenga tiempo suficiente para infiltrarse.

La mecánica de colocar los envases es como sigue: comenzando por la parte delantera de la plataforma, se coloca transversalmente y pegada al cabezal una hilera de envases, procurando que estos queden bien unidos y ajustados; seguidamente se inicia la segunda hilera, que se colocará en forma imbricada a la otra, de modo que nuevo envase quede ocupando el espacio que media entre dos de la primera hilera. La tercera hilera se ajusta con la segunda y así sucesivamente hasta la terminación de la plataforma. Lo que se persigue con esto es que en

ningún momento queden espacios libres que permitan el desplazamiento de los envases, pues ello puede ocasionar su desmoronamiento por falta de protección entre ellos.

Después de realizada una carga bien ajustada, lo más importante es proteger el follaje de las plantas del impacto del viento, pues esto puede ocasionar serios daños en sus hojas y ramas tiernas. Lo más aconsejable es proteger las guarderas del vehículo con algún material adecuado y colocar una cubierta que no toque las ramas ni las hojas.

En las plantas con cepellón, si fuera necesario almacenarlas por algunos días antes de su siembra lo cual puede suceder en el vivero por dificultades de última hora en el transporte ya en la zona de plantación por alguna causa imprevista o ya en tránsito por rotura o desperfectos en los equipos transportadores nunca el almacenamiento debe hacerse bajo condiciones de sombra; al contrario, debe hacerse siempre a pleno sol lo cual responde a varias razones, como son:

1-Esas plantas desde, su nacimiento siempre vivieron al sol y se espera que seguirán viviendo en iguales condiciones.

2- Si el almacenamiento se hace a la sombra y se inicia la brotación de sus yemas en ese medio, las ramas resultantes serán de constitución herbácea, ya que el contenido de agua en sus tejidos será elevadísimo, por lo que sufrirán considerablemente cuando se les lleve a plantación y por tanto, queden de nuevo bajo condiciones de pleno sol.

3- Necesitarán mayor cantidad de agua durante los riegos de sembradura y aplicaciones más frecuentes para compensar el elevado índice de transpiración de sus tejidos tiernos y no condicionados desde su formación al impacto del viento y del sol como sucede con las ramas de la brotación de yemas bajo las condiciones del sol y del viento incidiendo sobre ellas las que por tal razón tendrán desde temprano una estructura leñosa, sus hojas bien formadas y vigorosas y su transpiración condicionada a los efectos de ese medio y por tanto, requerirán menos agua, inclusive durante los riegos de sembradura.

Para su mantenimiento, mientras llega el momento de su siembra, las plantas se colocarán en posición vertical agrupadas en bloques de 4 hileras, pudiendo tener cada bloque no más de 20m de largo.

Un bloque puede venir separado de otro por un pasillo de la de ancho que permitirá mantener un buen acolchonamiento protector a los cepellones debidamente arrimados a sus bordes y además facilitará el movimiento durante las operaciones de riego. Debe tenerse en cuenta que el almacenamiento no ha de durar tanto tiempo que origine la pudrición de la envoltura de los cepellones, ni tampoco, el que las raíces inicien su actividad vegetativa y menos aun su crecimiento.

Las plantas formadas sobre envase tampoco deben colocarse bajo condiciones de sombra, sino mantenerseles bajo las mismas condiciones que tuvieron siempre en su vivero.

CAPITULO 8

SIEMBRA Y PLANTACION

INTRODUCCION

La siembra y plantación, es la forma de propagación artificial de las plantas, pues en ella interviene el hombre, así siembra o planta el cultivo o los cultivos que necesite para él y para la sociedad.

De esta manera al ser una propagación controlada, el hombre, por un lado, escoge la variedad que considere más óptima para la zona y época en la que va a ser sembrada o plantada la semilla o propágulo de dicha variedad y por otro, crea el lecho acorde con las exigencias del cultivo a establecer. También al sembrar y plantar el hombre se proyecta a como hacer más factibles los cuidados a los cultivos con el uso adecuado de la mecanización agrícola, especialmente en el control de la vegetación extraña o indeseable y demás plagas, el riego y la fertilización entre otros. En fin, la siembra y plantación es una actividad de la sociedad.

De la inteligencia, pericia y rigor técnico científico usado depende la mejor obtención de los frutos agrícolas o económicos de la misma.

Es necesario, en este capítulo dejar definido lo que abarca cada uno de los términos que intitulan al mismo, debido a que tienden a confundirse con frecuencia, esto es:

Siembra

Es la operación agrícola por la cual se distribuyen convenientemente las semillas en el suelo para que germinen. Puede ser de asiento y en semillero.

Es de asiento cuando las plantas han de vivir todo su ciclo de vida en el mismo lugar en donde germinan sus semillas. La siembra es en semillero, cuando las plántulas extraídas de los mismos han de ser trasplantadas hacia otro sitio para que continúen su crecimiento y posterior desarrollo. Ejemplo de siembras de asiento: arroz (*Oryza sativa*, L.), soya (*Glycine max*, L.) garbanzo (*Cicer aríetinum*, L.)

Plantación

Es la colocación de las plantas o parte de ellas (propágulos) en el lugar que han de vegetar temporal o definitivamente. Las plantaciones deben realizarse con todas las precauciones técnicas necesarias para favorecer el arraigamiento de las plantas, de este modo las pérdidas son nulas o mínimas; esto es debido a que en el suelo se colocan partes del vegetal que presentan cierto crecimiento como son las yemas; el sistema radical y que pueden afectarse sensiblemente.

Ejemplo de plantación: la caña de azúcar (*Saccharum sp.*), el plátano (*Musa sp.*).



FIG. 8.1. Siembra de maíz.



FIG. 8.2. Plantando caña.

Aspectos y factores que intervienen en la siembra y plantación

En la práctica de la siembra y plantación hay que tener presente varios aspectos y factores:

a) Elección conveniente de la semilla y el propágulo.

Las semillas más adecuadas para la siembra son las procedentes de las especies cultivadas

que rinden frutos agrícolas de alta calidad, dentro de la localidad de que se trate, región o país; semillas de conocida procedencia y de alto valor agrícola, en caso de dudas hay que determinar este valor. También cuando las semillas no reúnan las condiciones requeridas debe procederse a su selección. Una buena semilla debe tener alta pureza varietal y en su tarjeta de identificación debe reflejar de forma inviolable los datos fundamentales de su calidad. Entre otros: nombre de la variedad o híbrido, fecha de cosecha, poder germinativo, tratamiento fitosanitario, empresa productora.

Otro tanto ocurre con la elección de los propágulos. Es necesario que se realice esta elección atendiendo al cumplimiento de todos los parámetros técnicos, especialmente, edad de la planta, pureza varietal, que procedan de bancos de propágulos, que se realicen los tratamientos fitosanitarios en los casos necesarios, que se utilice material fresco una vez cortado el mismo para este fin.

De acuerdo a la calidad del elemento de propagación elegido serán los resultados de la siembra y plantación teniendo en cuenta los demás aspectos que en la misma influyen.



FIG. 8.3. Campo de caña propio para propágulo.

b) Preparación.

Generalmente se siembran las semillas y los propágulos sin preparación previa, pero esta es una práctica muy mala. En la mayoría de los casos es necesario seleccionar las, prepararlas para acelerar su germinación, destruir las posibles enfermedades que puedan estar adheridas a sus cubiertas. Con este fin se someten las semillas a distintos tratamientos fitosanitarios. Suelen obtenerse buenos resultados tratando las semillas con fitohormonas antes de sembrarlas; en el caso de leguminosas mezclando sus semillas con las cepas de *Rhizobium* correspondientes. También se obtienen muy buenos resultados al preparar las semillas muy pequeñas en forma de píldoras, por un procedimiento industrial sencillo, rápido y muy barato: se recubre cada semilla de una cubierta de ingredientes solubles inertes con el fin de aumentar su tamaño y obtener unidades uniformes que puedan sembrarse fácilmente a distancias determinadas. A esos ingredientes se agregan otros solubles como fertilizantes, hormonas, fungicidas, insecticidas y sustancias repelentes a los pájaros y roedores. Estos materiales se mantienen unidos a las semillas por un material plástico soluble en agua, no tóxico que se disuelve al entrar en contacto con la humedad del suelo. En nuestra agricultura actual se recurre en algunos cultivos a recubrir las semillas con biofertilizantes como el **Ecomic** (Micorrizas) y **Ecofert** (*Rhizibium*) y los resultados obtenidos en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas demuestran que favorecen la germinación y la nutrición porque en el caso de las micorrizas las hifas del hongo colonizan más temprano la rizosfera de las plantas, con el consiguiente beneficio. El objetivo y ventaja de esta preparación es que las semillas muy pequeñas una vez revestidas, son perfectamente manejables y fáciles de ubicar a distancias pequeñas. Ejemplo: col, tabaco, cebolla. Los productos químicos que contienen las semillas así preparadas aceleran el crecimiento, mantienen las semillas vivas durante un tiempo, que puede ser muy seco o muy húmedo y protegen a las semillas y plántulas contra el ataque de plagas. El revestimiento de las semillas en la forma indicada, evita el raleo en cultivos como la zanahoria, lechuga, cebolla, tomate y otros; y hace más factible la siembra directa de hortalizas, cuyas semillas, en su gran mayoría, son pequeñas o muy pequeñas. Generalmente se siembra en semilleros, permitiendo ahorro de tiempo y abajo, y eliminando muchas posibilidades de fallas. También se economiza semillas, pues se hace una siembra más rala ya que pueden esparcirse mejor las semillas junto con la protección contra sus enemigos. En la preparación de los propágulos para la plantación hay que tener en cuenta varios aspectos: Los propágulos tienen que ser cortados de áreas destinadas solamente para estos fines, como bien se señala en los instructivos técnicos. El tamaño estará en función de cada especie en particular; así tenemos en caña (*Saccharum sp.*) dependerá de cada variedad en particular y su tamaño puede variar entre 30 y 50cm teniendo muy en cuenta que, como mínimo, cada propágulo debe llevar tres yemas. Es muy importante también en todos los casos, la edad a que se corta el propágulo. En caña de azúcar está entre 9 y 12 meses de plantada. En el caso del boniato (*Hipomoea batata* L.) el tamaño del propágulo o estaca es de 25-30cm al cortarse se prefiere coger las puntas y pre puntas donde hay una mayor actividad vegetativa, debido a la mayor concentración de auxinas. Cuando provienen de áreas específicas como son los bancos de propágulos, huertos intensivos y fincas municipales según señalan Rodríguez et al (2002) puede aprovecharse el estolón completo, dejando a planta madre un a porción lo suficiente como para que ella pueda rebrotar y continúe formando estolones.



FIG. 8.4. Estaca de caña para ser plantada

En el caso de este cultivo, es necesario que se trate fitosanitaria mente el propágulo antes de plantarse para preservarlo de las plagas. La desinfección puede hacerse aplicando el bioplaguicida *Beauveria bassiana* (Rodríguez et al, 2002)

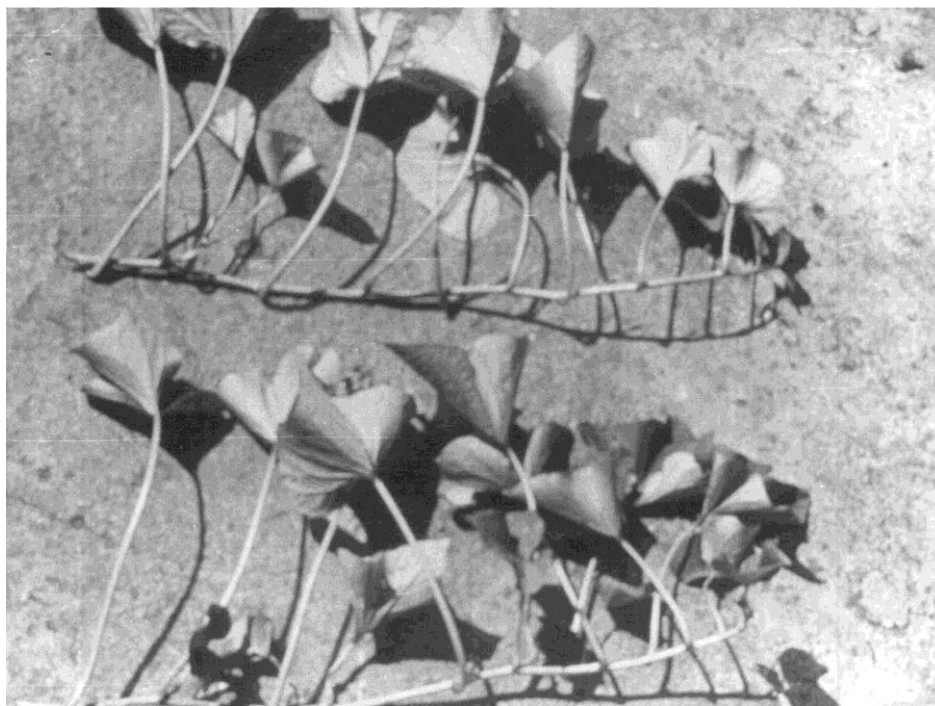


FIG. 8.5. Esqueje de boniato para ser plantado.

La yuca (*Manihotsculenta* Crantz); su propágulo hay que prepararlo, teniendo muy en cuenta que provienen de áreas altamente seleccionadas sobre todo libres de plagas y virus.

Las estacas deben de proceder de plantas que tengan entre 9-14 meses de edad en correspondencia con el clon de que se trate. El tamaño debe ser de 15 -20cm, debido a que sus yemas están muy cerca unas de otras, con un mínimo de 8-10 yemas

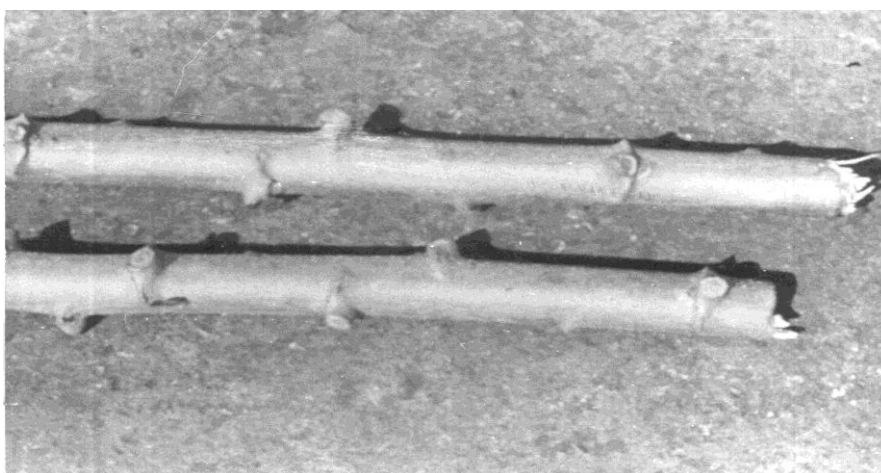


FIG. 8.6. Estaca de yuca para ser plantada.

La papa (*Solanum tuberosum* L); se prepara su propágulo, teniendo muy en cuenta su masa, su alta pureza varietal, su procedencia. Esto se garantiza empleando propágulos certificados, tanto nacional como importados

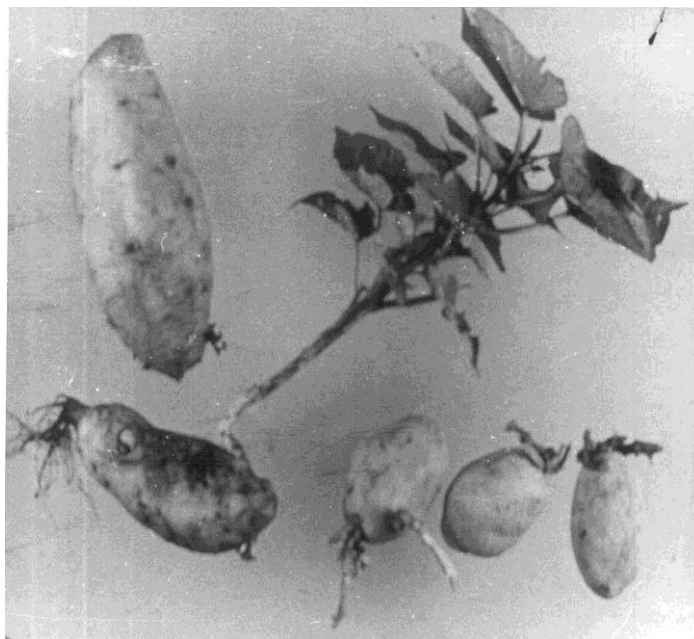


FIG. 8.7. Tubérculo de papa para ser plantado.

La malanga (*Colocasia esculenta* schott y *Xanthosoma* sp) su preparación está en seleccionar adecuadamente las variedades y puede utilizarse sus bulbillos y su cormo o rizoma, en caso de plantar superficies pequeñas, se le quitan las hojas modificadas que presenta el cormo para luego ser fraccionado. En el caso de los bulbillos existen tres calibres estos son:

Calibre 1 que tienen una masa superior a 100 g

Calibre 2 que tienen una masa comprendida entre 50 y 100 g

Calibre 3 que tienen una masa inferior a los 50 g (Rodríguez et al, 2002)

Plátano (*Musa* sp). Es importante que su propágulo proceda de superficies libres de plagas especialmente el picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germ) y los nemátodos. Puede usarse como propágulos el cormo, fraccionado, o sus bulbillos brotados, cuando tienen una altura entre 90-120cm y son de forma cónica, grueso en la parte basal y más fino en la parte apical y sus hojas en forma de espada. Este material es conocido vulgarmente como "pullón", en general uno u otro tipo de propágulo dependerá de las zonas o países productores de este fruto. En Cuba en la actualidad se generaliza el uso de las vitroplantas y de yemas que se aviveran, tanto en producción convencional como en el extra-denso (Minagri, 2004).

Otra preparación que se realiza en el propágulo es su mondado. Si está sano se eliminan las raíces, pero si presenta infección de alguna plaga se mondará hasta eliminar las zonas necróticas o afectadas. El mondado consiste en eliminar con un cuchillo grande o un machete bien afilados las partes afectadas. Otro aspecto dentro de la preparación es su clasificación por tamaño y masa, para obtener poblaciones uniformes especialmente cuando se trata de las plantaciones extra-densas. Como se muestra en la tabla siguiente 8.1.



Fig. 8.8. Corno de plátano: a) mondado, b) sin mondado.

Tabla 8.1 Calibre de los propágulos de plátano.

Calibre	Tamaño	Peso Kg	Diámetro cm
A	Grande	Más de 2,7	Más de 20
B	Mediano	1,8 a 2,7	De 10 a 20
C	Pequeño	0,9 a 1,8	De 5 a 10

En el momento de plantar, cada propágulo se pondrá por separado (Instructivo Técnico, 2004)

Piña (*Ananas comosus* L.). La preparación de este propágulo, consiste en seleccionarlos por su tamaño y eliminarle las hojas basales a los bulbilos que las tenga afectadas.

Henequén (*Agave fourcroydes* Lemaire). La preparación de este material de propagación (bulbilo) consiste en que una vez recogidos del escapo floral, con su tamaño óptimo, se les practica una selección por tamaño para luego ser llevados a plantación o a vivero, también se utiliza material de rizoma, en este aspecto hay que tener en cuenta la edad y condiciones de la plantación.

Ñame (*Dioscorea alata* L.). La preparación del elemento de propagación (bulbillo) consiste en que después de cosechado son seleccionados por tamaño; pueden tener una masa entre 40-100g

Otro aspecto importante en la preparación de los propágulos son los cortes

dado en los mismos. Cuando se propaga por fracciones del rizoma, dichas fracciones deben tener no menos de 200g.

En caña, los cortes se deben dar en el medio de los entrenudos y puede apoyarse el tallo sobre una madera sin temor a estropear las yemas por su separación. No ocurre lo mismo, cuando se trata del cangre de yuca, el cual por la cercanía entre sí de sus yemas no debe apoyarse para realizar los cortes. En el caso de los tallos de boniato, por lo general sus cortes se hacen con un cuchillo afilado y se sostiene con la mano, cada propágulo hasta tener un grupo de ellos y luego se hacen mazos.

En el caso de la papa, en Cuba se ha generalizado su plantación, entera, aunque puede plantarse fraccionada, las de calibre grande (55mm o más) se pican en dos o tres partes procurando que cada una lleve más de una yema y reserva nutricia suficiente para garantizar su brote.

En la malanga se utilizan los bulbillos y su cormo o rizoma, éste fraccionado en partes, cada una con más de una yema y suficientes reservas nutricias, siendo la parte de la corona la más importante por su mayor actividad vegetativa. Esta se separa a la hora de la plantación.

El ñame también puede ser fraccionado para la plantación.

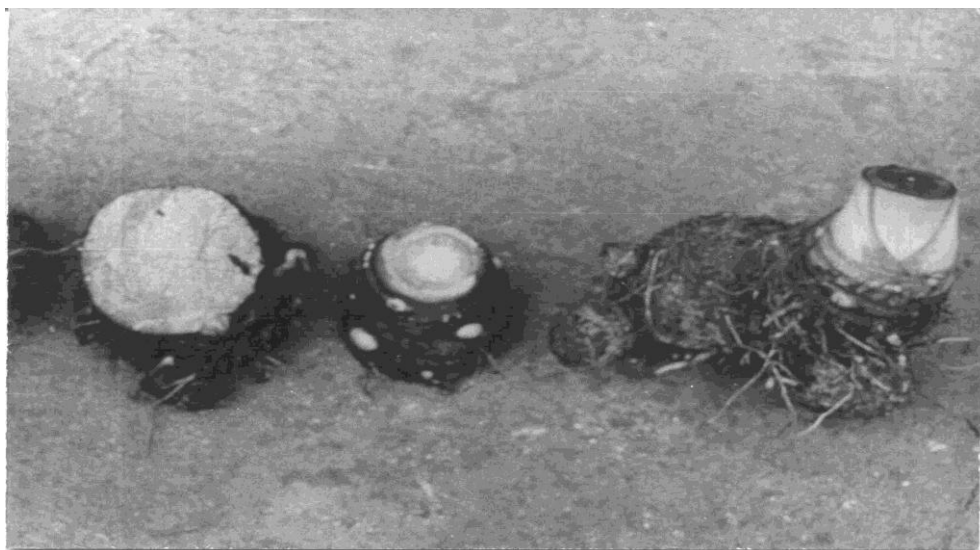


FIG. 8.9. Cormo de malanga para ser plantado.

c) Qué la siembra y plantación se haga en épocas y períodos oportunos

Esto es de primera importancia, para que las semillas y propágulos encuentren las condiciones óptimas que favorezcan su germinación o brote y la planta pueda tener un crecimiento y desarrollo óptimo en función del fruto agrícola, esto se ve muy influenciado por la temperatura, la humedad relativa el régimen pluvial y la duración del día; todo esto a través del período de

vida de la planta.

d) Que se emplee la cantidad de semillas y propágulos convenientes

La cantidad de semilla por unidad de superficie depende en primer lugar de la especie en cuestión, de su valor agrícola, una semilla cuyo valor agrícola sea inferior al 85 % es necesario incrementar la norma de siembra por encima de lo orientado por el instructivo técnico del cultivo; de acuerdo a los cálculos correspondientes estudiados ya, en capítulos anteriores(3). La cantidad de semilla depende de la masa de la misma, de la época de siembra, la densidad que se desee obtener. Por ejemplo en maíz, para consumo humano, se utilizan $18 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, con un 85 % de valor agrícola, para forraje la norma de siembra esta alrededor de los $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Otro tanto ocurre con los propágulos en cuanto a la cantidad a utilizar por unidad de superficie.

e) Profundidad adecuada y uniforme

Una semilla o propágulo está colocada en las condiciones más favorables para germinar o brotar cuando está cubierta por una capa de tierra entre 5 y 8 veces el equivalente a su diámetro medio. Colocados muy superficialmente les puede faltar agua y no germinar o brotar, en este caso se requiere una humedad constante garantizada con el riego.

Demasiado profundas, les faltará aire y puede suceder también que sus reservas nutricias sean agotadas antes de que el tallo salga a la superficie, en este caso la planta muere al no poder realizar la fotosíntesis.

Puede ocurrir que la plántula salga a la superficie pero clorótica y débil como ocurre con el maíz y frijol cuando quedan a profundidades por encima de los 10cm de profundidad según León et al (1985)

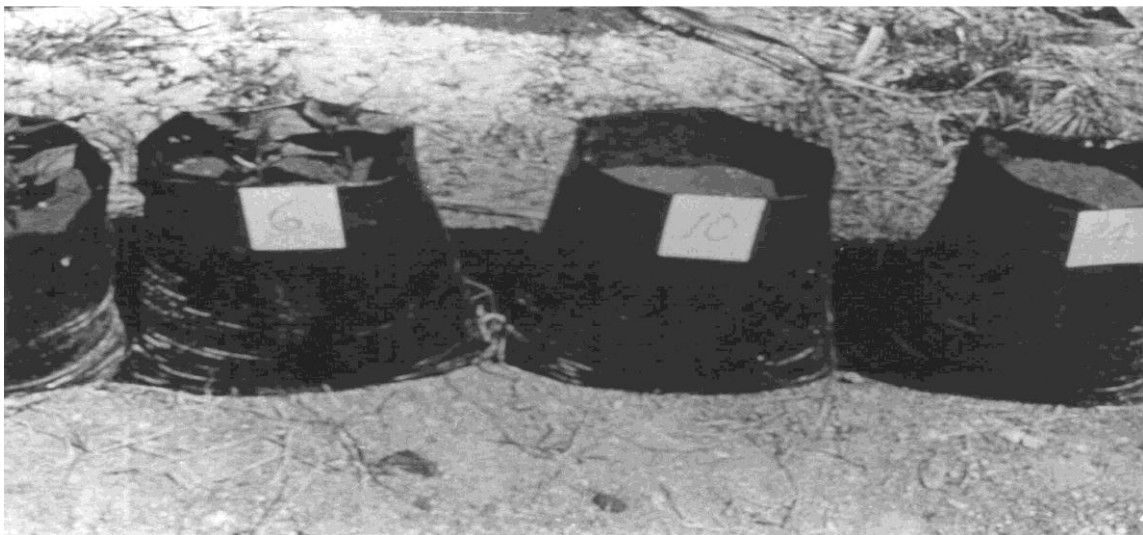


FIG. 8.10. Germinación del frijol sembrado a distintas profundidades: 2, 6, 10 y 14cm

La uniformidad de la siembra y la plantación es determinante para lograr una germinación o brote uniforme, esto permitirá un crecimiento y desarrollo uniforme y por ende también los cuidados a realizar en los cultivos, así como mejores cosechas.

Orientación de la siembra y plantación

En los países de marcada diferencia en la longitud de los días y en aquellos donde exista gran nubosidad, es necesario tenerlo en cuenta para la orientación que se le dará a las líneas de plantas. Pero en los países tropicales, donde la iluminación es más uniforme y hay una mayor intensidad de la radiación solar, la orientación con respecto a la luz, no tiene mucha importancia y si debe tenerse en cuenta la topografía del terreno, debido a que la pluviometría es alta e intensa y con una correcta orientación evitamos, en gran medida, la erosión del suelo donde la pendiente sea mayor del 3 %. El drenaje se mejorará en suelos con pendiente mínima y arcillas plásticas, se facilita el riego por surco siguiendo aquella pendiente que no erosione, o sea, que el agua tenga la velocidad mínima requerida.

El sentido de la siembra y plantación dependerá también del mejor aprovechamiento de las instalaciones de riego y la explotación de la maquinaria. Siempre que sea posible y la pendiente lo permita, la mejor orientación es norte-sur para un mayor aprovechamiento de la luz.

EPOCAS Y PERIODOS DE SIEMBRA Y PLANTACION.

La correcta ubicación de un cultivo en su época y período óptimo tiene una influencia directa en el rendimiento del mismo, ya que cuando esto se cumpla el cultivo desarrollará su ciclo de vida en condiciones ambientales adecuadas de temperatura, humedad, precipitación, dando por resultado mejor crecimiento y desarrollo del cultivo, con mayores rendimientos.

En las condiciones de Cuba, en el caso del cultivo de la papa, está comprobado por la práctica y la investigación que el mejor período de plantación es de noviembre a enero, al igual que en tabaco, esto es debido a que en los meses posteriores la planta tendrá rangos de temperatura próximos al óptimo y la incidencia de plagas será menor. ¿Qué ocurriría si es plantada en julio, en el cual las condiciones reinantes arrojan temperaturas máximas de más de 33⁰ C, alta humedad relativa, precipitación alta y frecuente, así como una agudización de todas las plagas no permitirían, en conjunto, que la planta formara tubérculos.

Cada cultivo tiene su época y período de siembra y plantación donde podrá rendir su máximo potencial genético.

Hay cultivos que son más resistentes y con mayor adaptación que otros y pueden ser sembrados o plantados tanto en una época como en otra, y dentro de cada una tendrán un período óptimo. Ejemplo: el maíz, el arroz, el plátano. Gracias al trabajo genético que se realiza, se están obteniendo variedades y clones adaptados a cada época.

En general, la época de siembra y plantación depende en parte del clima, de factores económicos, y de la fisiología de la planta respectivamente.

Entre los factores climáticos que intervienen directamente en la época de siembra y plantación, se encuentra la temperatura, la humedad relativa, la pluviometría y la duración del día. Esto es debido a que las plantas requieren para su germinación, crecimiento y desarrollo rangos adecuados de estos factores, y que no se comportan por igual para todos los cultivos y aún variedades.

Los factores económicos están dados por los recursos materiales disponibles por la necesidad de un fruto agrícola o económico determinado, pues, es el hombre quien determina la mejor época de siembra y plantación, por un lado, armado de la ecología del país o zona, y por otro de la fisiología del cultivo y de su necesidad o importancia económica.

En general, época, es la estación del año en que se puede sembrar y plantar un cultivo dado y obtener un rendimiento aceptable. Pero el período de siembra y plantación es el lapso de tiempo comprendido dentro de la época en que debemos sembrar o plantar para lograr una cosecha económica. Como se podrá comprender que la época es un rango de tiempo mayor que el período y es en éste donde se conjugarán favorablemente los elementos del clima para lograr una buena cosecha.

En Cuba tenemos dos épocas fundamentales; una de período seco y la otra de período lluvioso. La primera va de noviembre a abril, y la segunda de mayo a octubre; ambas épocas se diferencian en los promedios de temperaturas, de precipitación y humedad relativa, entre otras. La época de período seco se caracteriza por promedios de temperaturas, precipitación y humedad más bajos que la época de períodos lluviosos. Estas diferencias traen aparejados otros problemas muy importantes como es el caso de períodos lluviosos de una mayor virulencia en las plagas.

Es notable señalar también que dentro de estas épocas hay cambios bastante variables en cuanto a los elementos ya señalados. Ejemplo la época de período seco va a depender de la entrada o no de frentes fríos, independientemente de que esta época se caracteriza por temperaturas frescas en la noche y la madrugada. En la época de períodos lluviosos, las altas temperaturas son constantes, aunque también puede estar influenciada por la entrada de masas de aire caliente.

En la determinación del período intervienen los siguientes factores:

a) Elementos climáticos, dentro de ellos, la temperatura en primer lugar, la precipitación, la humedad ambiental, la luz.

b) Que la planta pueda cumplir su ciclo vegetativo.

c) Elementos bióticos, como es la incidencia de plagas.

En general la época o período de siembra y plantación estará determinada por la manifestación fisiológica de la planta frente a los elementos del clima.

El desarrollo integral de la agricultura basado en sus ciencias auxiliares, nos permite ampliar los períodos óptimos con la introducción de nuevas variedades de forma tal que dentro de un cultivo se tengan diferentes variedades que puedan ser sembradas o plantadas en más de una época y de un período óptimo. Esto se observa en el cultivo del tomate que actualmente se trabaja con muy buenos resultados en la producción de verano. Todo lo antes expuesto es válido para la generalidad de los cultivos económicos, pero, con respecto a los cultivos de especies de plantas foto periódicas, tiene el mayor peso el tener en cuenta la duración del día solar, ya que como es sabido la planta foto periódica detiene su estadio vegetativo y comienza el de reproducción en un momento crítico que está en función de cada especie o variedad. Y esto hay que tenerlo muy en cuenta al fijar la fecha de siembra, en este tipo de planta para obtener un fruto agrícola determinado y lograr el máximo de cosecha.

METODOS DE SIEMBRA Y PLANTACION

Densidad de siembra y plantación La densidad de siembra y plantación es la cantidad de plantas óptima por superficie para obtener el máximo rendimiento en función de la finalidad a que se destine el cultivo. En papa por ejemplo está entre 40000 y 45000 plantas por ha aunque en la actualidad es frecuente encontrar densidades de 55000 a 61000 plantas por ha (López et al, 1996), en tomate entre 50 000 y 20 833, la siembra sencilla, en nido; esto en dependencia de las características de cada variedad, así sucesivamente para cada cultivo (Consuelo Huerra y Nelia Caraballo, 1996) En kenaf, un millón para fibra y dos millones para forraje, (Puentes et al 1975).

Toda planta requiere una superficie determinada en la cual ella puede crecer y desarrollarse normalmente y una superficie para poder rendir el máximo de cosecha con calidad óptima. La primera se denomina superficie mínima vital y la segunda óptima, para la obtención de un fruto agrícola determinado.

En cebolla, la experiencia de muchos países señala que la superficie más adecuada de nutrición para una planta es de 300-500cm², según Guenkov (1980), para kenaf 50cm². (Puentes, 1975).

Una y otra superficie pueden o no coincidir; así tenemos que en kenaf la superficie mínima vital es de 50cm^2 y esta superficie coincide con la óptima cuando esta planta se siembra para forraje, Puentes (1975). Sin embargo, la óptima para la producción de fibras es de 100cm^2 . (Normas Técnicas, 1980)

En ningún momento se puede olvidar que cada cultivo tiene su distancia óptima, que es con la que se trabaja en la producción, y el técnico agrónomo debe garantizar este número de plantas por superficie, pues es un factor fundamental del rendimiento, sobre todo en aquellos cultivos de ciclo corto y alta densidad de siembra como el frijol, el arroz y otros muchos cultivos, en que la reposición de fallas no es económica.

En Cuba, en suelo Ferra lítico Rojo Compactado, Hernández (1985), encontró en papa, usando densidades de: $70\text{cm} \times 15\text{cm}$ incrementos más significativos que con la distancia tradicional de: $90\text{cm} \times 15\text{cm}$

Atendiendo a la distribución de las semillas y propágulos

Puede ser, en líneas y a voleo. En líneas o surcos es aquella en que las semillas o propágulos se van depositando, formando líneas paralelas entre sí, en las cuales éstas se distribuyen uniformemente.



FIG. 8.11. Siembra en línea.

A voleo, es cuando las semillas se distribuyen sobre una superficie procurando que estas queden repartidas con la mayor uniformidad posible, pero de forma irregular

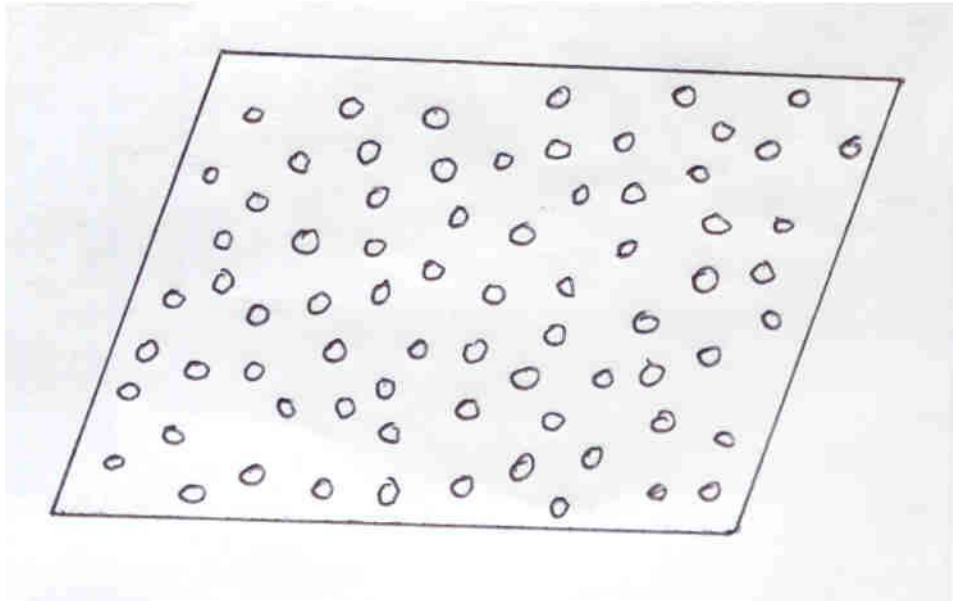


FIG. 8.12. Siembra a voleo.

El alto desarrollo de la agricultura y la aplicación de la mecanización imponen el uso de la siembra y plantación en línea con respecto a la de voleo por las siguientes ventajas.

- a) Mayor economía de semillas.
- b) Mejor distribución del espacio disponible para cada planta.
- c) Las plantas disponen de mayor cantidad de luz.
- d) Profundidad más uniforme.
- e) Son menos acentuados los ataques de plagas.
- f) Permite las labores de cultivo manuales y mecanizadas para el control de la vegetación extraña, romper la costra superficial del suelo, control fitosanitario, el riego y la cosecha. Esta distribución puede realizarse manual o mecanizadamente, pero el tape de la semilla o propágulo, en el caso a voleo, tiene que hacerse posteriormente con una grada ligera, según el caso, u otro medio.

Atendiendo a la distancia entre la semilla o propágulo ubicado en el suelo, y la superficie libre del mismo

Existen cinco variantes:

- a) Siembra y plantación sobre una superficie plana.

Esta labor se realiza sin hacer surcos en el terreno, es decir, que después de dar la última labor de grada o tiler, se procede a la siembra o plantación.

Este tipo de siembra y plantación se practica en suelos de buen drenaje interno y (o) superficial, con excepción del cultivo de arroz, que se siembra por este sistema, pero en suelos de mal drenaje en general. Tampoco es propia de regiones donde los vientos son predominantes y secos, debido a la afectación que producen en las plantas pequeñas.

Tampoco se debe realizar en suelos arenosos, por la rápida desecación de los mismos.

Aquí la semilla o propágulo queda a una distancia de la superficie del suelo, equivalente a 5-8

veces su diámetro medio. Esta siembra es propia de una agricultura con riego, aunque puede hacerse en la época de lluvia, siempre y cuando ésta garantice, con su uniformidad y distribución, la humedad necesaria. En este caso tenemos el arroz, el maíz, el frijol, el kenaf y las siembras directas de algunas hortalizas. Debemos señalar que esta forma de colocar la semilla es propia para realizar con máquinas.

b) Sistema Lister

Este sistema es muy utilizado tanto en siembra como en plantación, es muy útil en época de secano, propia para suelos arenosos. Se utiliza en caso de suelos de buen drenaje interno y externo. Se lleva a cabo practicando un surco cuya profundidad varía en función de la capa mecánica del suelo, el cultivo a establecer y la época: para maíz o frijol se da 10-15cm de profundidad.

Para caña (30 a 35cm), napier (25 a 30cm), plátano se hace mucho más profundo, pudiendo alcanzar hasta 45cm.

Este sistema es propio de regiones en que predominan vientos fuertes y secos. Esta forma de colocar la semilla o propágulo en el suelo protege la plántula en sus primeros días, además, se hace un mejor aprovechamiento de la humedad en el suelo y permite un mayor anclaje de la planta, por lo que en regiones de escasa lluvia es muy recomendable. En Cuba, este sistema es muy utilizado en tabaco., tomate, boniato, yuca, maíz, frijol, en las siembras de secano y en otros muchos casos.

El surco debe hacerse en ángulo recto a los vientos predominantes, si existe pendiente pronunciada, las líneas deben seguir las curvas de nivel (aumenta la penetración del agua), para evitar que las aguas de lluvia corran por el fondo de los surcos y erosione el suelo.

La siembra de semillas muy pequeñas no conviene hacerlo por el sistema Lister, pues se corre el riesgo de que la semilla quede muy tapada con el riego y no germine.

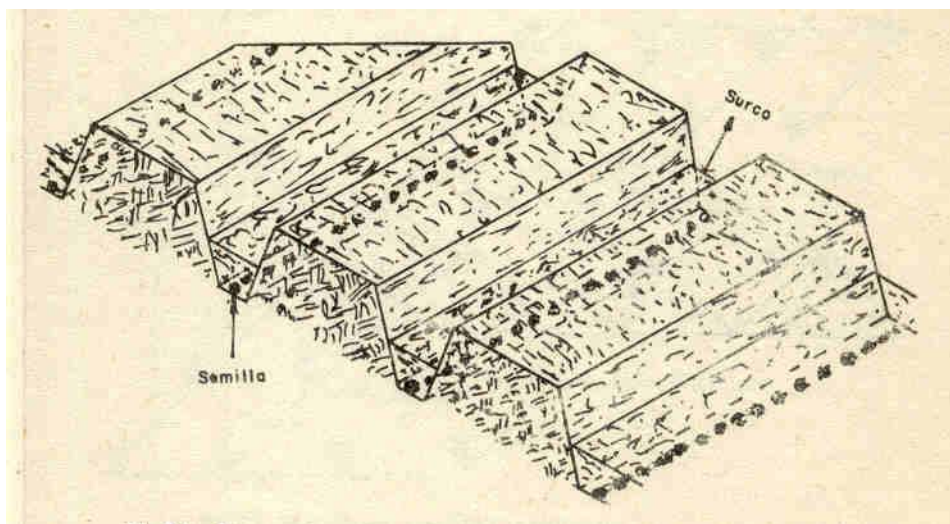


FIG. 8.13. Siembra en el fondo del surco (Lister)

c) Siembra y plantación en camellón alomado.

Es la que se efectúa en la parte alta o cima de levantamientos que se construyen sobre el terreno preparado. Es necesario para ello surcar con un arado de doble vertedera, también puede hacerse manualmente empleando la azada.

Se lleva a cabo en suelos donde la excesiva humedad, pueda perjudicar la semilla o propágulo

y la futura planta. En Cuba, se utiliza para la plantación de papa, en este caso en suelos de buen drenaje, boniato y caña de azúcar en suelos de muy mal drenaje; yuca cuando se dispone de riego preferiblemente suelos de buen drenaje.

También se usa con otros tipos de viandas (farinaceas) tanto en suelo permeable como poco permeable, para protegerlos del exceso de humedad, especialmente en el ñame. Este sistema facilita el riego por surco.

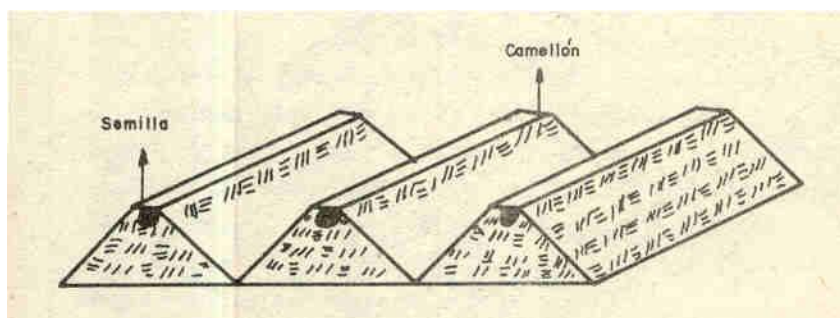


FIG. 8.14. Siembra y plantación en camellón alomado.

d) Siembra y plantación en “camellón plano.”

Este sistema se está incrementando notablemente en Cuba, especialmente en las siembras de cebolla, tomate, habichuelas, y plantación de ajo. En cebolla y ajo se ponen tres hileras por camellón, también se puede hacer en habichuela o frijol de crecimiento definido, sin guía terminal, crecimiento I.

En tomate se utilizan dos hileras por camellón con la aplicación de herbicidas.

Consiste en surcar el terreno para formar un cantero de 1 a 1,10m de ancho y sobre él distribuir las hileras equidistantemente. Esta forma tiene la ventaja de que se aumenta la población por unidad de superficie extraordinariamente, sobre todo en aquellos cultivos de superficie óptima pequeña. En maíz y frijol este método se utiliza especialmente cuando se riega por surco.

e) Siembra y plantación en hoyos

Esta forma, utilizada en maíz, frijol, plátano y que es bastante antigua, aunque se usa hoy en día en zonas montañosas consiste en abrir un hueco con un palo de punta aguzada o una guataca y en él depositar 3-4 semillas

En plátano se utiliza este método y el hueco se puede abrir con una barrena mecanizadamente, alcanzando 40-50cm. Este sistema es propio de terrenos que por su pendiente no se facilita surcarlos. También en frutales es muy usado este método.

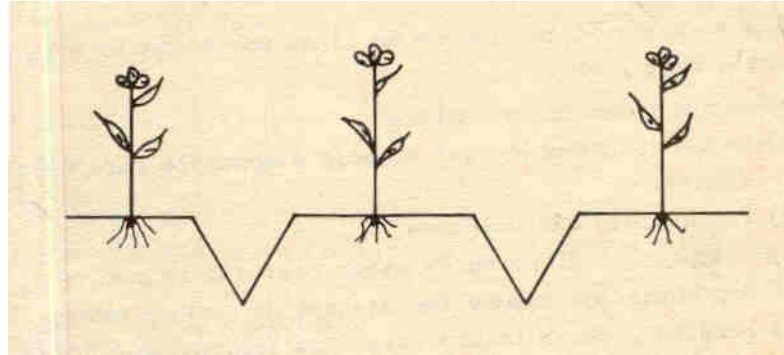


FIG. 8.15. Siembra en camellón plano.

**DISTRIBUCION DE LAS SEMILLAS O PROPAGULOS
ATENDIENDO A LAS DISTANCIAS DE "CAMELLON"
Y "NARIGON"**

Antes de comenzar la explicación de estos métodos de siembra y plantación hay que definir, los conceptos de distancia de camellón y de narigón.

Distancia de "camellón" Es la distancia que hay entre líneas, surcos o camellones en un cultivo dado, medido de centro a centro de línea de forma perpendicular. Se representa por c .

Distancia de "narigón." "Es la distancia entre plantas contiguas en una línea, surco, o camellón. Se representa por n .

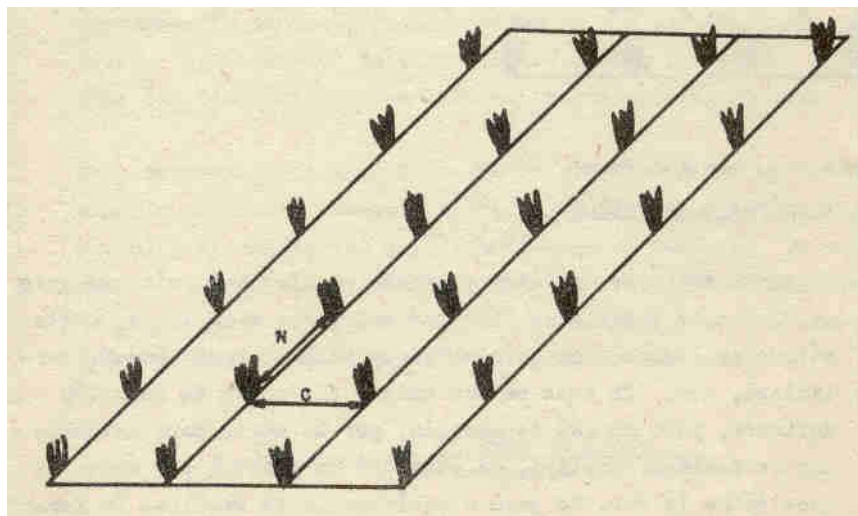


FIG. 8.16. Distancias de camellón y narigón.

a) En línea y a chorrillo.

Consiste en ir depositando la semilla o propágulo en la línea o el fondo de un surco, de forma continua, es decir, sin que exista distancia determinada entre los elementos propagación a lo largo del surco. Este método es empleado en arroz, millo, kenaf, en semilleros, siembras directas. Es decir, existe distancia de camellón determinada, pero no de narigón, ésta es muy pequeña, casi despreciable, sin llegar a cero; por lo cual para determinar de forma matemática la cantidad de plantas por superficie, se hace basado en la masa específica de la semilla o

propágulo. La forma para determinar aproximadamente el número de plantas es la siguiente: Se marca una longitud en la línea donde se entregan los elementos de propagación, se recogen estos y se le determina la masa promedio de uno para multiplicarlo después por el número de individuos. Posteriormente la distancia marcada, la cual es variable, desde 5 m hasta 10-15 m se multiplica por la distancia de camellón, obteniéndose la superficie en la cual se depositó la masa de semilla o propágulos ya determinada

Al conocer el número de elementos de propagación existente en dicha distancia se puede inferir el número de plantas, luego podemos relacionar estos valores con la superficie total a sembrar o plantar. El resultado puede expresarse en kg/unidad de superficie o número de semillas o propágulos por metro lineal.

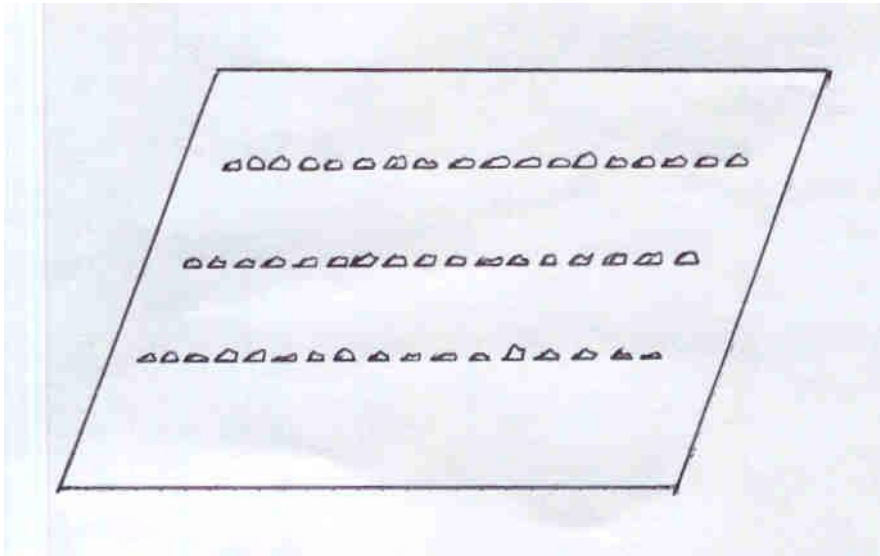


FIG. 8.17. Siembra a chorrillo.

b) En línea a “golpe” y “distancia.”

Este sistema tiene la particularidad de no hacerse en forma continua como se hace a chorrillo, sino que se interrumpe con intervalos iguales dejando la semilla o grupo de ellas, o los propágulos o posturas en puntos separados entre sí por una distancia promedio. Aquí existe distancia determinada entre líneas (camellón) y entre plantas en la línea (narigón).

Para determinar aproximadamente el número de plantas por superficie, se determina la distancia promedio entre las plantas (narigón) en varios puntos del campo para que sea representativo y se multiplica por la distancia de camellón, lo cual da la superficie ocupada por cada planta, teniendo la superficie total del campo, esta se divide entre la usada por una planta dando, de esta forma, la cantidad de plantas en la superficie.

$$\text{No. de plantas} = \frac{\text{Superficie neta}}{\text{Narigón} \times \text{Camellón}}$$

$$\text{No. de plantas} = \frac{S_n}{n \times c}$$

Aquí las normas de siembra o plantación se expresan en número de plantas

por unidad de superficie. Este método se utiliza en maíz, papa, plátano, yuca, boniato, entre otros muchos.

Es necesario tener en cuenta la importancia práctica que tiene conocer el área de nutrición de las plantas, ello me permite tomar decisiones, en cuanto a labores de cultivo, uso de la mecanización, forma de aplicación y cantidad de los fertilizantes, asociación de cultivo, empleo de las máquinas fitosanitarias, sentido de las labores, arreglos espaciales, entre otras muchas aplicaciones.

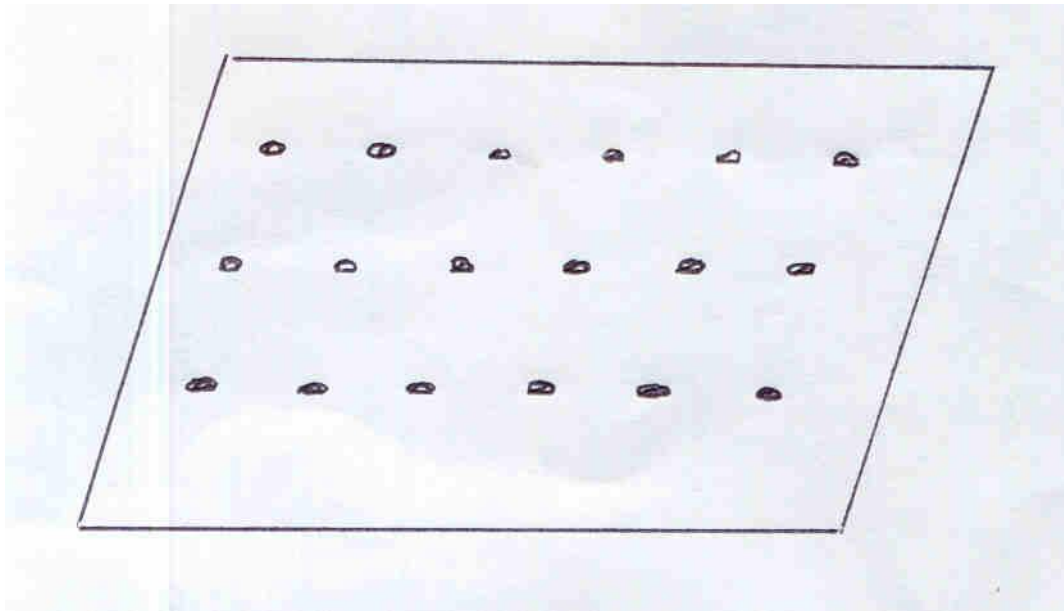


FIG. 8.18. Siembra a golpe o distancia.

c) Marco rectangular

Esta forma de quedar las plántulas, semillas o propágulos en el campo, tiene la característica de que existe distancia de camellón y narigón prefijada, ambas se comportan de la siguiente forma: la distancia de camellón y narigón nunca son iguales, siendo siempre mayor la distancia de camellón con respecto a la de narigón, o sea, las plantas se disponen formando filas o calles de tal modo que la distancia entre planta y planta sea menor que la medida entre línea y línea, formando un rectángulo cada cuatro plantas.

Para calcular el número de plantas por superficie, se emplea una relación ya conocida, que involucra la superficie ocupada por la plantación, es decir, la neta y la ocupada por una planta, que queda representada por el producto del narigón por el camellón.

$$\text{No. de plantas} = \frac{S_n}{c. n}$$

Este marco de siembra y plantación es uno de los más utilizados en los cultivos cítricos, guayaba, plátano, henequén para fibra.

Ejemplo: ¿Cuántas plantas caben en una ha de maíz sembrada a 90 x 30cm?

Aquí en este caso se aplica la fórmula de la distribución rectangular, pues la distancia entre líneas es mayor que la distancia entre plantas en la línea:

$$\text{No. de plantas} = \frac{S_n}{c \times n}$$

Ejemplo:

$$S_n = 1 \text{ ha}$$

$$1 \text{ Ha} = 10\,000 \text{ m}^2$$

$$c = 90 \text{ cm} = 0,90 \text{ m}$$

$$n = 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{No. de plantas} = \frac{10\,000}{0,9 \times 0,3}$$

$$\text{No. de plantas} = 37\,037$$

El número de plantas que caben en una ha es de 37 037 plantas.

En el marco rectangular, el cuidado a los cultivos se realiza en el sentido del camellón, es la parte más ancha y en los cultivos anuales la distancia entre plantas es menor; esto se observa en el cultivo del tomate, quimbombo, maíz y otros.

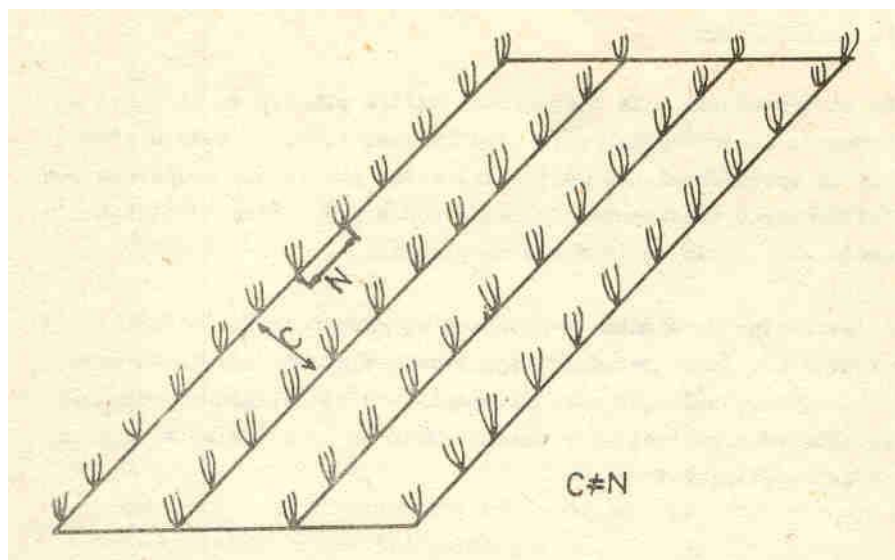


FIG. 8.19. Plantación en marco rectangular.

d) Marco real o cuadro

El disponer las semillas, propágulos o plantas de esta forma en el campo reviste la característica de que las distancias de camellón y narigón son predeterminadas, pero además, tiene la particularidad de que ambas son iguales, es decir, las distancias entre cada plantas de una línea son iguales a la distancia entre dos líneas. Cada cuatro plantas forman un cuadrado. Como puede observarse, ésta es una variación del marco rectangular que tiene la ventaja de poder cultivarse los campos en todas direcciones, o sea, en el sentido del camellón, del narigón y de las diagonales. La maquinaria tiene una utilización óptima de este marco de siembra y plantación, se facilita buena protección fitosanitaria de las plantas y la cosecha al igual que un mayor aprovechamiento de la luz. En este tipo de siembra y plantación para calcular el número de plantas por superficie, se emplea igual procedimiento que en el marco rectangular; sólo que, como el camellón y el narigón son iguales en magnitud al representarse en la fórmula aparecerá uno de ellos, elevado al cuadrado.

$$\begin{aligned} \text{no de plantas} &= \frac{S_n}{c \times n} \\ \text{pero } c &= n \\ \text{No. de plantas} &= \frac{S_n}{c^2} \quad \text{ó} \quad \frac{S_n}{n^2} \end{aligned}$$

Este marco es empleado en plantaciones de mango (*Mangifera indica* L.), marañón (*Anacardium occidentale* L.), aguacate (*Persea americana* Mill)

Ejemplo: Calcular el número de plantas que caben en una ha de suelo plantada de marañón con un marco de 10m de lado.

$$\begin{array}{rcc} \text{No. de plantas} & = \frac{S_n}{c^2} & \frac{10\,000}{(10)^2} \quad \frac{10\,000}{100} \end{array}$$

$$\text{No. de plantas} = 1\,00$$

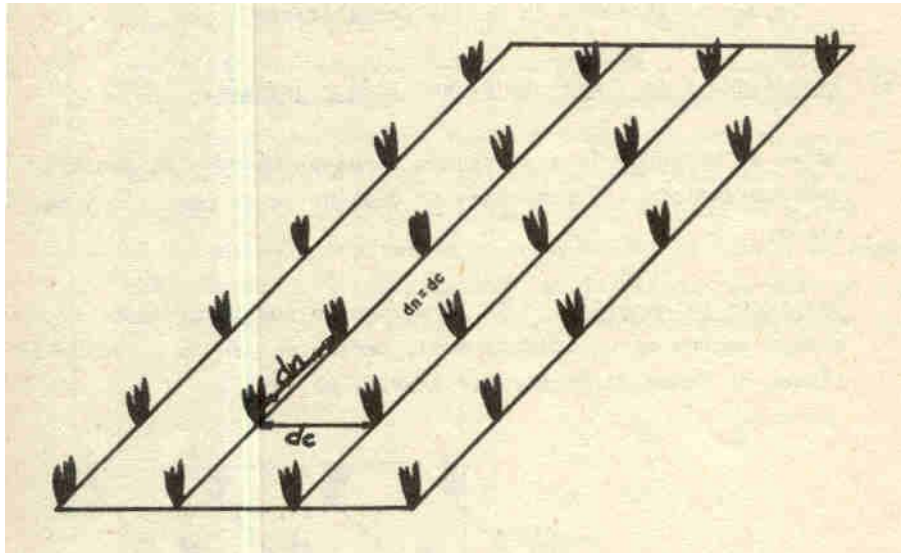


FIG. 8.20. Plantación a marco real.

e) Siembra y plantación a tresbolillo

La disposición de las semillas, propágulos o plantas en el campo formando triángulos equiláteros, y en cada vértice tiene una planta, se llama tresbolillo. En este sistema hay un aprovechamiento máximo de la superficie, por lo que comparado con el marco cuadrado, tenemos que a igual superficie por planta usada cabe hasta un 15% o más de plantas por superficie en el tresbolillo.

En este método, para calcular el número de plantas por superficie se procede de la siguiente forma:

Primero, como factor a evaluar, se tiene la superficie neta (S_n); segundo se tiene la separación entre dos plantas (L) que representa la distancia de narigón (n); sólo falta como tercer aspecto, calcular la distancia de camellón que no es igual que en los demás sistemas, por lo que esta distancia se calcula trigonométrica mente, ya que representa la altura del triángulo que se forma y esta se determina en función del seno de 60° ($\sqrt{3}/2$) por el lado (L) del triángulo; que numéricamente es $0,866 \times L$.

$$\text{No. de plantas} = \frac{S_n}{c \times n}$$

Donde:

$n = L$ (lado del triángulo equilátero)

$c = h$ (altura del triángulo); pero: $h = L \times 0,866$

$c = L \times 0,866$

$n \times c = L^2 \times 0,866$

$$\text{No. de plantas} = \frac{S_n}{L^2 \times 0,866}$$

Este sistema tiene la dificultad que a igual superficie por planta usada en comparación con el marco se reducen las distancias en las direcciones del pase de los equipos y dificulta la

mecanización. Esto cuando las distancias de narigón y camellón son menores de 1,5 m. Este arreglo espacial de las plantas, es muy bueno para ser utilizado como método de conservación de suelo, se aplica en cortina rompevientos. Se utiliza en las plantaciones de café (*Coffea arabica* L.) en terrenos con cierta pendiente, frutales.

Debe considerarse el incremento de este sistema de plantación en frutales, organopónico y otros casos que sea posible; en frutales la distancia entre plantas es mayor, facilita el uso de la mecanización. En los cultivos temporales, sobre todo donde se trabaja la agricultura manualmente, es factible el uso de esta distribución; por lo tanto al usar este sistema, las plantas quedan separadas unas de otras a igual distancia, así sucede en el marco real y sin embargo, en el tresbolillo caben más plantas por unidad de superficie. Otro hecho importante es que facilita una mejor conservación del suelo contra la erosión hídrica. Recientemente se aplicó una tecnología para la producción hortícola por profesores mexicanos y Taiwán en varias empresas agrícolas y dentro de ellas nuestra Universidad; empleando en dichos cultivos la distribución de tresbolillo, esto en cierta medida corrobora el uso mundial de este arreglo espacial.

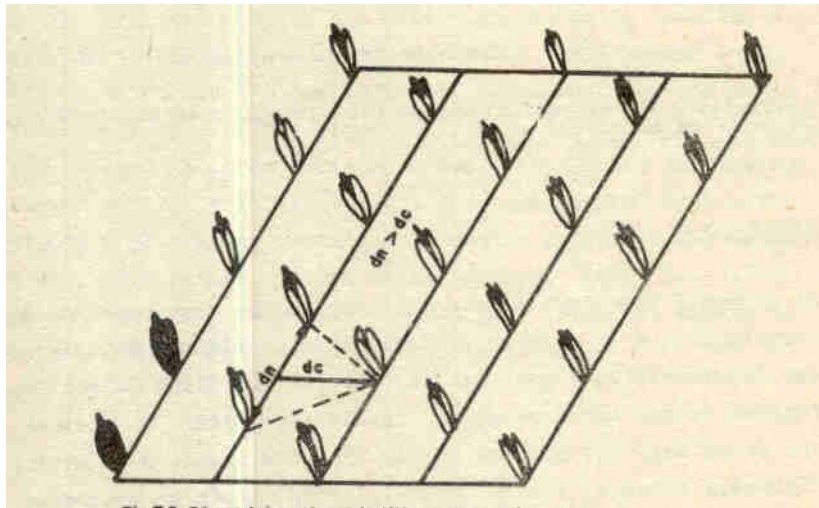


FIG. 8.21. Plantación a tres bolillos.

Ejemplo: Se necesita conocer el número de plantas que caben en una ha de suelo plantada a tresbolillo en el cultivo del cítrico separadas a 10m de lado.

$$\text{No. de plantas} = \frac{S_n}{L^2 \times 0,86} = \frac{10\,000\text{m}^2}{10^2 \times 0,866} = \frac{10\,000\text{m}^2}{100\text{m}^2 \times 0,866} = 116$$

No. de plantas = 116 plantas. Ha⁻¹.

Si se hubiese plantado por el sistema marco real, y con esa misma distancia entre plantas el número de estas por ha sería de 100.

Este incremento de 16 plantas por ha al usar el sistema tresbolillo y partiendo de que cada planta produzca sólo 700 naranjas, el incremento en la producción sería de 11 200 naranjas por ha.

SIEMBRA Y PLANTACION ATENDIENDO A LA DISTRIBUCION DE LAS LINEAS

Existen diferentes formas de distribución de las líneas en el campo, cada una de ellas en función del cultivo, el suelo, la mecanización. Estas son:

a) Estándar

Esta forma es la que comúnmente se ha utilizado en la agricultura cubana posterior al triunfo de la revolución, constantemente se estudian nuevas formas, con vistas a un mayor aprovechamiento de la superficie y hacer más rentable cada día la agricultura. En esta forma de distribuir las líneas, es que las mismas quedan equidistantes unas de otras en todo el campo. Esto favorece los cuidados a realizar en los cultivos y la cosecha.

b) Siembra y plantación a surco doble

Esta forma de distribuir las hileras tiene mucha utilización con la ventaja de mayor aprovechamiento de la superficie cultivable y por lo tanto de los rendimientos.

Las plantas, semillas o propágulos, quedan dispuestos en el campo a dos hileras por camellón, existiendo dos distancias de camellón, una menor que es la que existe entre las dos hileras que compone un camellón y una distancia mayor que es la que está comprendida entre dos pares de hileras; la distancia de narigón es una sola e igual para todas las líneas.

Para calcular el número de plantas para una superficie determinada se consideran las dos distancias de camellón, ya que intervienen y que quedan afectadas en la fórmula por su sumí-suma y se multiplica por el narigón que resulta constante.

S_n	S_n
No. de plantas = -----	-----
$\frac{\text{Camellón grande} + \text{camellón pequeño}}{2} \times \text{narigón}$	$\frac{C+c}{2} \times n$

Este marco de siembra o plantación es utilizado en plantaciones de piña, cebolla, ajo, habichuela, frijol, tomate.

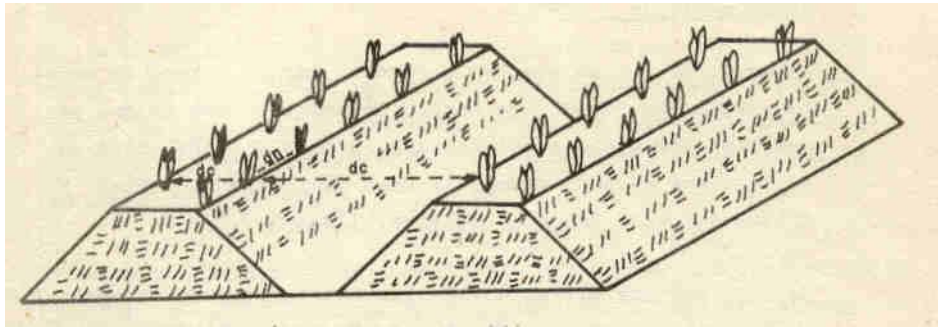


FIG. 8.22. Plantación en surcos dobles.

Se tiene 5 ha de plátano plantados a 4m x 2m x 2m para calcular el número de plantas teóricamente existente en dicha superficie.

Se procede de la siguiente forma:

Sn	50 000	50 000
No. de plantas = $\frac{\text{-----}}{\frac{1}{2}(C+c)n}$	$\frac{\text{-----}}{\frac{1}{2}(4+2) 2}$	$\frac{\text{-----}}{6}$
No. de plantas = 8 333 plantas.		

c) Siembra y plantación en surcos múltiples o bandas

Es aquel en que se siembran o plantan varios surcos por distribución estándar que forman una banda, entre éstas se deja una calle o guardarraya, con un ancho suficiente, que permita el pase de los equipos, especialmente para la atención fitosanitaria y cosecha. La primera y última banda tienen igual número de surcos y estos estarán en función de lo que puede cubrir la mitad del boom o aguilón de la máquina asperjadora. Las bandas restantes tendrán el doble de surcos que las primeras.

Entre las ventajas que tiene este sistema se puede señalar la protección fitosanitaria que permite realizarla en fases avanzadas del ciclo vegetativo del cultivo, como es el caso de la palomilla del maíz *Spodoptera frugiperda* y en otros cultivos que cubren completamente la superficie del suelo.

También se evita la partidura de tallos y se disminuye la compactación al ser menor el número de equipos que pasan por dentro de la plantación.

La desventaja que se le señala, es la pérdida de superficie con los pasillos entre franjas.

Este sistema es utilizado en piña, yuca, maíz, calabaza, pepino, tomate para ensalada, viveros. Para determinar el número de plantas por superficie se determina en la primera banda y el producto se multiplica por dos; se determina el número de plantas en una de las bandas interiores y el resultado se multiplica por el número de bandas interiores y luego se suman ambos resultados.



FIG. 8.23. Plantación en surcos múltiples.

TRASPLANTE

Se denomina trasplante a la operación que consiste en sacar una planta de un medio en el cual se han establecido sus raíces y volver a plantarla en un lugar diferente, y que éste presente condiciones similares a aquél de donde se extrajo.

El trasplante debe efectuarse cuando las condiciones atmosféricas vegetativas hagan que la transpiración sea mínima.

Durante el proceso de extracción son arrancadas las raíces jóvenes con sus pelos radicales y se lesiona la raíz principal como consecuencia y se forman muchas raíces nuevas.

Estas no son tan largas como las anteriores, pero forman una masa radical más compacta alrededor de la base del cuello de la planta. Así, aunque el sistema radical de una planta trasplantada puede ser menos extenso que el de una no alterada, al ser llevada al campo la planta trasplantada lleva con ella más raíces y en consecuencia se restablecen más fácilmente. En los viveros, las plantas son trasplantadas dos o tres veces para provocar el desarrollo radical cerca del tallo y asegurar así la salvación de un número mayor de raíces cuando las plantas son arrancadas para llevarlas al sitio donde han de vegetar definitivamente.

Los horticultores han descubierto que al trasplantar las plántulas de col, tomate, cuando se desarrollan en el semillero, resulta altamente beneficioso, ayudándolo así a resistir el trasplante final en suelo abierto.

Hay especies de plantas muy difíciles de tener éxito con el trasplante, aún en edad temprana. Ejemplo: maíz, frijol, melón, al arrancar la planta debe procurarse que conserve el mayor número posible de raíces, y resulten con pocas lesiones, por lo que se debe regar antes de proceder al arranque. Para compensar las pérdidas de raíces que se puedan romper se cortan las ramas necesarias.

Finalmente las plantas deben estar fuera del suelo el menor tiempo posible. Tratando las raíces de las plantas que han de ser trasplantadas con soluciones fitohormonales antes de efectuar el trasplante, se forman más raíces laterales, dando luego plantas que se desarrollan con mayor rapidez y prometen mejor cosecha.

Existen tres métodos de trasplante manual: a mota, al dedo y a coa (Instructivo Técnico 1983).

Trasplante a mota

El trasplante a mota se realiza encima del camellón o en el talud del surco y consiste en

introducir los dedos dentro de la tierra y sacar un pequeño volumen de la misma, se coloca la plántula en el hueco abierto y se utiliza la tierra extraída para ponérsela encima a la raíz y apretarla ligeramente. La producción intensiva de hortalizas bajo cultivo protegido contempla el trasplante en cepellones, producidos en ambiente protegido, como el sistema básico de propagación, teniendo en cuenta las ventajas que presenta en cuanto a:

- Maximizar el ahorro de semilla de híbridos costosos.
- Reducir las pérdidas en el trasplante.
- Lograr la calidad agronómica de la postura.
- Garantizar la seguridad en el cumplimiento de los plazos de producción.
- Estrategia de lucha contra el complejo mosca blanca-germinivirus. (Minagri 1999)

Trasplante al dedo

Este tipo de trasplante consiste en ir tomando las posturas del mazo y colocarlas de forma tal que el tallo, por su parte inferior, donde están las raíces quede en la yema del dedo índice e ir introduciendo la misma haciéndole presión en la tierra, que debe estar bien húmeda o con agua circulando por el fondo del surco para facilitar esta operación sin que dañe la postura. Este tipo de trasplante se puede realizar en canteros, camellones y surcos empleando sistema de riego por aspersión, fundamentalmente en el primero, y por aspersión o por surco, en el segundo y por surco en el tercero.

Trasplante con coa

Se efectúa encima del camellón o en la talud del surco, se introduce la coa a una profundidad de 3-4cm, posteriormente se saca haciendo girar la misma para que no se derrumbe el suelo y no tape el hueco que debe mantenerse abierto, seguidamente se pone la plántula en forma perpendicular al hueco y se aprieta ligeramente su raíz y se echa tierra a su alrededor.

CAPITULO 9

CUIDADO DE LOS CULTIVOS

INTRODUCCION

El cuidado que se le da a las plantas de cultivo forma parte importante y determinante en el proceso tecnológico de los mismos. Entre sus objetivos está el crearle condiciones para su óptimo crecimiento y desarrollo y lograr el máximo rendimiento, con la calidad requerida.

El cuidado a los cultivos tiene un basamento técnico-científico-económico. Bien es conocido que los cultivos económicos son producto de trabajos de mejoras de plantas y los cuales se realizan fundamentalmente para aumentar los rendimientos y la calidad de los productos, y que en la obtención de la variedad o cultivar se tiene en cuenta lo positivo de los progenitores y se descarta lo negativo de éstos. Pero también es cierto que la rusticidad del material utilizado se pierde bastante en este trabajo.

Así tenemos, que el efecto de la diferencia de rusticidad se pone más de manifiesto en las plantas silvestres que en la mayoría de los cultivos económicos que tienen su origen en aquellas. Puede señalarse a este respecto que la planta de kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) a la edad de hasta 30 días, cuando está mezclada con una población de plantas que constituye vegetación indeseable de especies silvestres y se presenta un estrés de humedad, especialmente en suelo Ferralítico-Cuarcítico Lixiviado, se produce un marchitamiento del kenaf y no así de las plantas de la vegetación restante. Esto se pone aún de manifiesto en Cuba entre 11am y 3pm, o sea, cuando mayor intensidad tiene la evapotranspiración (Puentes, 1975). Esta es una de las explicaciones de la necesidad de lucha contra la vegetación indeseable, en los cultivos económicos.

También, la resistencia a ciertas plagas es superior en las plantas silvestres que en el cultivo económico que tiene su origen en aquel. Esto no quiere decir en absoluto que en los planes de mejoras no se tenga en cuenta la resistencia a las plagas. Ejemplo en la obtención de variedades de las cañas nobles (*Saccharum officinarum* L.) que son de alto contenido de azúcar intervienen las cañas que prácticamente no producen azúcar (*Saccharum barberi* Teswiet), pero que presentan una alta resistencia a muchas plagas que afectan a aquellas.

Desde el punto de vista económico se justifica los cuidados a los cultivos, ya que hay una respuesta siempre positiva de los cultivos económicos en su potencial productivo, no tan así de las plantas silvestres que le dieron origen.

Estas atenciones son variadas, tanto las que se realizan directamente sobre el suelo con el cultivo presente, como las que se realizan directamente sobre las plantas.

Estos cuidados se realizan en forma especial, una vez establecido el cultivo habiendo tenido en cuenta la correcta selección de la época de siembra y plantación, del suelo y su más correcta preparación, cuidando que quede éste óptimamente preparado y que se haya eliminado el máximo de vegetación indeseable y sus elementos de propagación, como bien plantean Robbins et al (1967) y comprenden especialmente los cuidados brindados a lo largo del ciclo de vida de la planta.

Es necesario tener claro que el cuidado que se proporcione a las plantas cultivadas, constituye la columna vertebral de una cosecha altamente económica. Por otra parte, el control de la vegetación indeseable, el riego y la lucha contra las plagas tienen un gran peso dentro de los cuidados a los cultivos, pero éstos no se limitan sólo a estas tres importantes actividades.

Si beneficioso es una labor de cultivo bien realizada, altamente perjudicial es una mal realizada; en cuanto a mala regulación de los equipos, problemas con la humedad del suelo, fase en que se encuentre el cultivo y otros. En este caso se puede señalar el aporque en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) que debe realizarse antes de los 25 días, después de germinada la semilla,

cuando sea necesario. Posterior a este momento, esta labor destruye parte del sistema radical de las plantas, bajando los rendimientos. (Díaz 1963).

León (2000), trabajando en el cultivo del maíz, realizando la labor de aporque, simple y doble, en diferentes momentos en la fase de crecimiento, sobre un suelo Ferralítico Rojo Compactado, determinó que en el rendimiento de la mazorca con hoja: por un lado, la labor de aporque aumenta el rendimiento; contrario a lo que opinan algunos autores, que en este tipo de suelo no es necesario aporcar el cultivo y por otro, el tratamiento de un aporque a los 35 días; el de un aporque a los 25 días y el de un aporque a los 15 y 35 días, dos labores en el ciclo de vida, dieron los mejores resultados sin diferencias matemáticas.

Esto indica la necesidad del conocimiento de la biología del cultivo, lo que permitirá un mejor planeamiento, realizar cada labor en su momento, en condiciones oportunas y en las cantidades necesarias, con esto viene aparejado el factor económico y de conservación de suelos.

Integralmente se puede plantear que los cuidados a los cultivos comprenden a toda actividad agrícola que se realice con el fin de lograr un óptimo desarrollo de las plantas y su fruto agrícola.

Los cuidados a los cultivos pueden ser generales; es decir, comunes a todas las plantas de cultivo y especiales ó específicos, aquellos que son requeridos por determinados cultivos.

Los cuidados generales abarcan todas las actividades agrícolas que contribuyen a conservar el suelo en condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas objeto de cultivo. Libre de vegetación indeseable y plagas, con la humedad requerida por el cultivo en sus diferentes fases, especialmente las críticas, así como el número de plantas por ha recomendados por los instructivos técnicos nacionales.

Los cuidados especiales van junto con los generales y reciben este nombre, pues son realizados en determinados cultivos y de no hacerse, no se lograría un fruto agrícola o económico con la calidad requerida.

Entre los cuidados generales se encuentran entre otros: el replante y en menor grado de realización la resiembra, el riego, el control de la vegetación indeseable y de otras plagas (insectos, hongos, bacterias) y la fertilización. Los cultivos propiamente dichos descostrado y bina.

Entre los cuidados especiales se pueden señalar entre otros: el tapado (control de la luz), desbotonado y deshije del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) el tutorado y deshije en el tomate de crecimiento indeterminado (*Lycopersicon esculentum*, Wi/d); el deshije en el cultivo del plátano (*Musa* sp); el desaporque en el cultivo del napier (*Pennisetum purpureum* Schum); la poda en general, el manejo del agua en el cultivo del arroz (*Oryza sativa*, L)

Reposición de plantas.

Este es un cuidado general importante en la práctica agrícola, nos permite mantener el número de plantas necesarias por unidad de superficie.

A pesar de todas las precauciones que puedan tomarse en la preparación del suelo, en la elección de épocas de siembra, en la utilización de semillas de calidad controlada y en la protección contra los parásitos, no se consigue que todas las semillas susceptibles de germinar lleguen a dar plántulas viables, (Diehl y Mateo 1973).

Otro tanto ocurre con los propágulos, por lo que se hace necesario reponer los que por una razón u otra han muerto, es decir, replantar.

Es indispensable que esta labor se realice tan pronto se observe que la plántula, estaca o semilla no germinen o broten o no continúen su crecimiento siempre que haya transcurrido el tiempo necesario y suficiente para estos vitales procesos. Es necesario evitar que transcurra mucho tiempo entre la siembra y plantación y la reposición de fallas, pues se presentaría desuniformidad en el área sembrada o plantada y podría afectar la eficiencia en los posteriores cuidados y en la cosecha.

Como se comprenderá y es estudiado en Fitotecnia Especial, cada cultivo tiene su momento óptimo para reponer las fallas. De no realizarse esta labor, podría traer las consecuencias siguientes:

- a) Disminución de los rendimientos por falta de población.
Bien es comprendido por todo entendido en cuestiones agronómicas que el factor número de plantas por unidad de superficie es determinante en el rendimiento de un cultivo, especialmente en aquellos de ciclo corto, y que llevan una alta densidad de siembra. Es decir, que en una misma superficie va a existir menor número de plantas que las recomendadas técnicamente. Esto es incuestionable de que produce baja en el rendimiento total del cultivo. Ejemplo: frijol, arroz, maíz, cebolla.
- b) Competencia entre la vegetación indeseable y las plantas cultivadas.
Esta competencia se produce normalmente, existiendo aún el número de plantas óptimas, lo que indica que será más agresiva cuando falten plantas a consecuencia de una mayor incidencia de la luz y la temperatura sobre el suelo donde han faltado las plantas; así como un mejor aprovechamiento de los elementos nutricios por parte de la vegetación indeseable en esos lugares sin cultivo. Esta es otra razón que hace que el rendimiento y la calidad del fruto agrícola obtenido baje considerablemente.
- c) Subutilización del suelo.
Por tener superficie sin plantas, donde no se obtiene producción (baja población)
- d) Aumento de los costos de producción.
Debido a la falta de plantas por unidad de superficie, a la mayor incidencia y agresividad de la vegetación indeseable, unido a la afectación de las labores en toda extensión del campo, todo esto trae aparejado un aumento en los costos de producción del fruto agrícola. Por lo tanto, es imprescindible el tener el número de plantas óptimo por unidad de superficie.

Aspectos a considerar al efectuar la resiembra y el replante

- a) Tipo de cultivo.
Este aspecto es fundamental tenerlo en cuenta, pues cada cultivo tiene sus características particulares, así se tiene que aquellos cultivos de crecimiento rápido y ciclo de vida útil corto y alta densidad de siembra y plantación como el frijol, arroz, maíz, papa y otros tantos no admiten reposición de fallas, pues las plantas no se uniformarían con las demás y dificultarían todas las labores.
En el caso de las plantas de ciclo largo y mayor espaciamiento, como es el caso de los cítricos y frutales, si es posible y necesario realizar la reposición de las plantas que han muerto por diferentes causas. En este caso no hay mayores problemas, pues estas diferencias no resultan problemáticas sobre todo en el momento de la cosecha de los frutos.
- b) Porcentaje de falta de plantas permisibles.
Este aspecto está en función de los diferentes cultivos, así se tiene algunos que por su alta densidad de siembra y plantación permiten un porcentaje mayor con menor pérdida en la cosecha. Ejemplo: maíz y cítricos.
Así se tiene, en una siembra de maíz, que tiene alrededor de 30 000 plantas.ha⁻¹, si fallaran 1 000 plantas, solamente habría una pérdida de 3 % de la población. Sin embargo, en una plantación de cítricos plantados a 10 x 10 caben 100 plantas.ha⁻¹, si fallan sólo 10 plantas existirá un 10 % de pérdida de la cosecha.
Otros cultivos por sus características fisiológicas, tienen lo que se llama poder de

compensación, como en el caso de los pastos, del napier y en cierta medida, el arroz y la caña de azúcar, en este caso el porcentaje de fallas puede ser mayor, debido a que, pasado cierto tiempo el campo queda sellado completamente, si estas fallas están distribuidas en el campo.

Tipos de reposición de plantas.

Las reposiciones se pueden realizar de semillas, propágulos o plántulas, estas últimas muy utilizadas en horticultura (tomates, cebolla, pimiento) en general cada tipo dependerá del cultivo.

En algunos casos, como en los frutales y árboles de la floresta se puede hacer por moteo, este consiste en sacar las plantas con la tierra que acompaña a su sistema radical cubriéndolo con saco u otro material y amarrándolo bien, sobre todo cuando se transporta a grandes distancias. La reposición de plantas puede hacerse a raíz desnuda también, como ocurre con las plantas horticolas y el plátano.



Fig. 9.1. Campo de caña con falta de plantas (despoblación).

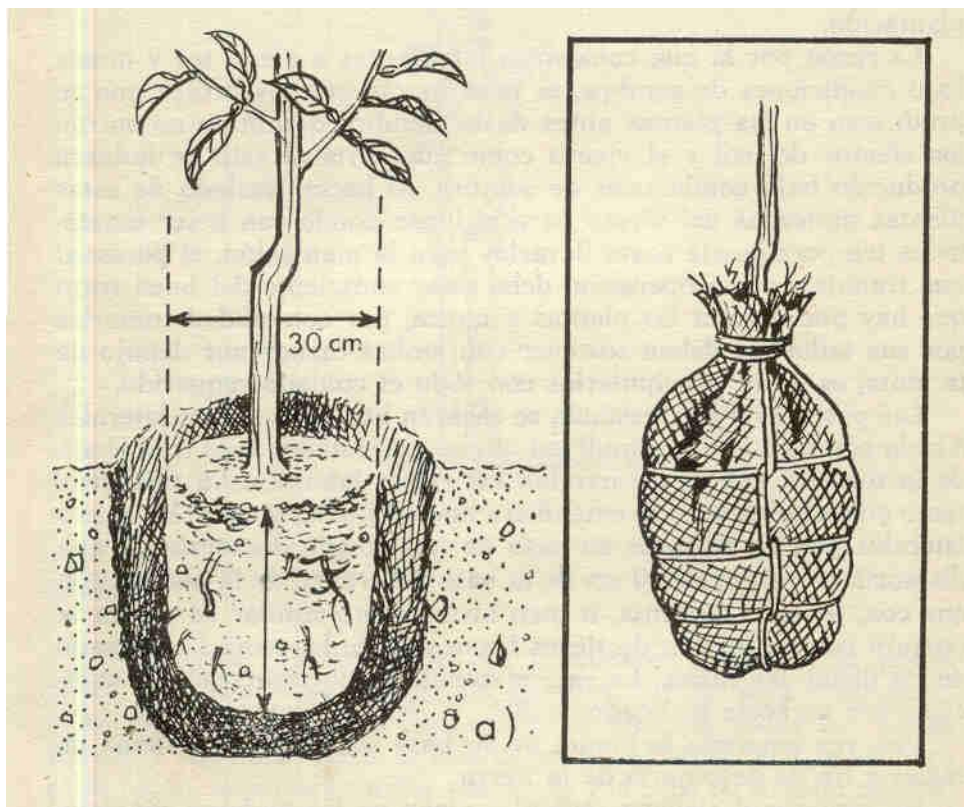


FIG. 9.2. Planta moteada para ser llevada a trasplante.



Fig. 9.3 Reposición de plantas en un campo de col.

Raleo o entresaque.

Este cuidado, al igual que la reposición de fallas, es fundamental que se realice en su momento adecuado, consiste en dejar sobre las líneas las plantas espaciadas unas de otras a las distancias óptimas señaladas en los Instructivos Técnicos con el objetivo de evitar la competencia y tener en la unidad de superficie la población que garantice el máximo rendimiento y calidad.

Cuando existe un exceso de la norma de siembra, sobre todo en la siembra directa de hortalizas, cebolla por ejemplo, se ralea y los espacios vacíos de algunos surcos se reponen con las plántulas extraídas de las zonas raleadas.

Esta labor se realiza manualmente, procurando dejar las plantas más fuertes y tirando de ellas hacia un lado para evitar dañar el sistema radical de las que quedan.

En los cultivos sembrados en nido, calabaza (*Cucúrbita pepo* L.), melón (*Citrullus vuígaris* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), se practica esta labor.

En muchas ocasiones, las plántulas extraídas son aprovechadas para plantarse en otras áreas. Esta labor también se practica en los semilleros con el objetivo de que todas las posturas obtenidas reúnan la calidad requerida para ser llevadas al lugar de asiento definitivo. fig. 4



Fig. 9.4. Labor de raleo en un campo de col.

Cultivo propiamente dicho

Se denomina esta labor de cuidado de los cultivos como la que, al realizarse, se utilizan implementos adecuados en la cual se modifica el grado de compactación del suelo y se elimina la vegetación indeseable. Puede ser simplemente una bina o cultivos profundos.

El cultivo propiamente dicho es una labor de beneficio bien conocida. Esta es una actividad muy antigua por lo cual se han realizado muchas investigaciones para determinar las razones de los efectos beneficiosos que le proporcionan a las plantas y al suelo, el cultivo propiamente dicho. En este sentido, en Cuba se ha trabajado con resultados notables en el cultivo de la caña, papa y otros.

Entre los beneficios derivados de los cultivos propia mente dichos, podemos mencionar:

- a) Destrucción de la vegetación indeseable, con lo cual se conserva la humedad, más disponibilidad de nutrientes y la eliminación de la competencia por la luz y el aire, así como la incidencia de plagas.
- b) Conservación de la humedad con la formación y mantenimiento del arropo de tierra.
- c) Incremento de la aireación, con lo cual se favorece la nitrificación y procesos químicos y microbianos del suelo.
- d) Se favorece el desarrollo del sistema radical de las plantas al conservarse la humedad y aumentar la aireación.
- e) Se incrementa la absorción y retención del calor.

Efecto del arropo de tierra en la conservación de la humedad

Uno de los beneficios reportados por el arropo de tierra es la conservación de la humedad. La explicación general es que el arropo disminuye o detiene temporalmente la evaporación del agua capilar, aunque en este sentido hay ciertas contradicciones. El arropo de tierra ofrece protección contra el frío, aumenta la resistencia al encamado, favorece el desarrollo de ciertos órganos subterráneos especialmente tubérculos.

En general la humedad se conserva en dependencia de la naturaleza de la planta cultivada, así como el hábito y grado de crecimiento, extensión y distribución de las raíces, la humedad del aire, la velocidad del viento y la cantidad de agua en el suelo.

Efecto de los Cultivos propiamente dichos

a) Labor de compactación

Este tipo de cultivo, aunque se realiza con poca frecuencia en las condiciones de Cuba como tal, sin embargo, proporciona muy buenos resultados en cuanto a que la semilla quede en íntimo contacto con el suelo que la rodea, realice un mejor aprovechamiento del agua capilar y la germinación sea más uniforme, especialmente con semillas pequeñas y en suelos de baja retención de humedad (arenosos). Esta labor consiste en el pase de equipos especiales compactadores (rolos), después de realizada la siembra o al unísono con ésta. En general, esta labor siempre se realiza; pues, cuando el campesino siembra maíz o frijol por el sistema Lister manualmente, después de colocar la semilla y taparla hace presión sobre ella con el pie, en

este caso está realizando una labor de compactación.

Cuando la siembra se realiza mecanizadamente, detrás de la bota sembradora, las máquinas tienen una rueda en forma de V o plana, que realiza esta labor de compactación. También cuando se realiza el trasplante de una postura y se hace presión con las manos en la tierra alrededor del cuello de la raíz, o se planta un propágulo de boniato, yuca, caña, se está realizando la compactación.

El trabajo de compactación es comúnmente realizado en Australia en áreas plantadas de caña, seguidamente después del corte de la misma; con esto se logra que las yemas que están por debajo de la superficie rebroten con más vigor y estimulen el desarrollo de su sistema radical.

Si son ciertos, todos los beneficios antes señalados de la labor de compactación, también lo es que la humedad del suelo de las capas inferiores se pierda por evaporación. Por lo tanto, se recomienda en los cultivos que se pasa un rodillo de compactación, que tan pronto se produzca el brote y cuando estos estén sembrados o plantados en líneas, se haga una labor de bina para evitar la excesiva evaporación de agua.

b) Labor de bina.

Esta es una de las labores que con mayor frecuencia se realiza en condiciones de producción, es una labor superficial, tiene por finalidad, matar la vegetación indeseable que brota en el suelo; eliminar la compactación creada en el momento de la siembra, mejorar la aireación o evitar la evaporación y favorecer la vida de los fermentos nitrificantes y otras transformaciones bioquímicas.

La labor de bina es propia de los semilleros y de los cultivos establecidos en el campo, para proporcionarle los beneficios ya señalados anteriormente. Algunos autores han planteado que una bina equivale a un riego, debido a que se rompen los canales capilares formados en el suelo apelmazado, evitando la evaporación al máximo; pues así el agua de las capas inferiores del suelo asciende sólo hasta el sistema radical.

El comienzo de esta labor debe ser lo antes posible, inmediatamente después de la germinación, sobre todo si a la siembra ha seguido un proceso de compactación, también estará en función de los objetivos alcanzados en la preparación del suelo, procurando que se elimine la mayor cantidad de vegetación indeseable que en los campos de cultivo brota con mucha facilidad y en grandes cantidades. Se dará con la frecuencia que requiera el suelo, el cultivo y la vegetación indeseable procurando realizarla cuando el suelo tenga óptima sazón o tempero.

La bina puede realizarse manualmente empleando azadas, o con equipos de tracción animal o mecanizada como estirpadores, cultivadores, azadas rotativas (fresadora) e incluso arados.

Cuando la siembra o plantación se ha realizado en línea, se hace factible cultivar el camellón con cualquiera de los implementos ya señalados, utilizando el que más convenga, según el tipo de suelo y sus condiciones, así como la separación entre las líneas.



Fig. 9.5. Labor de bina en un campo de frijol

En la estación experimental “El Tomeguín”, situada en suelo Ferra lítico Rojo Compactado, según clasificación de Hernández et al (1975) se reporta que al ser realizada la bina se redujo significativamente la frecuencia normal de regadío.

c) Cultivo profundo.

Esta labor se realiza a una profundidad por debajo del interesado por la bina, que como se sabe, esta última no alcanza una profundidad mayor de 15-18 cm. Esta labor de cultivo se realiza con equipos de mayor resistencia que la que tienen los equipos utilizados para realizar la bina. Generalmente se utiliza el subsolador.

Esta práctica está siendo muy usada en Cuba, en el cultivo de la caña de azúcar.

Con esta labor se consigue descompactar el suelo a mayor profundidad de lo que lo realiza la bina, permitiendo la percolación del agua hacia más profundidad con buena facilidad y aumentando el tenor de aire hasta dichas capas. En otras palabras, disminuye la densidad aparente y aumenta la porosidad.

La cosecha mecanizada en Cuba, cada vez alcanza mayor incremento. Se ha comprobado por Bertoli et al (1985) que en las condiciones de un suelo Ferra lítico Rojo Compactado con una humedad de 20% llega a alcanzar una densidad aparente de $1,16 \text{ g.cm}^{-3}$ posterior a la cosecha mecanizada, mientras que cuando alcanza la humedad un 32 % la densidad aparente aumenta hasta $1,29 \text{ g.cm}^{-3}$ y la porosidad total decrece hasta valores inferiores del 45 %, la cosecha se realiza con por cientos elevados.

También dicho autor reporta que la práctica continuada de la cosecha de la caña de azúcar en suelo Ferra lítico Rojo Compactado hace que la densidad aparente sea superior a $1,30 \text{ g.cm}^{-3}$ y la porosidad total muy próxima a 40% mientras que en suelos pardos con carbonatos la densidad aparente superior a $1,25 \text{ g.cm}^{-3}$ y la porosidad muy próxima al 43%.

Bertoli (1985), realizando labores de subsolado a un suelo pardo con carbonato, logró, disminuir la densidad aparente hasta $1,03\text{g.cm.}^{-3}$ mientras que la porosidad total aumentó hasta 57,34%. Esto en condiciones de regadío y cosecha mecanizada de la caña de azúcar.

También dicho autor, realizando la mencionada labor en caña de azúcar, pero en un suelo Ferra lítico Rojo compactado, con el cultivo profundo disminuyó la densidad aparente hasta $1,10\text{g.cm.}^{-3}$ mientras que la porosidad total aumentó hasta 57,10 %

También plantea mantener bajo cultivo la caña durante 4 años, en un suelo Ferra lítico Rojo Compactado, bajo riego y con cosecha manual de la caña de azúcar. Al no recibir los beneficios del subsolado la densidad aparente se situó en $1,25\text{g.cm.}^{-3}$ mientras que al subsolarse, anualmente los valores de esta propiedad física fueron semejantes a los antes reportados en las cosechas mecanizadas.

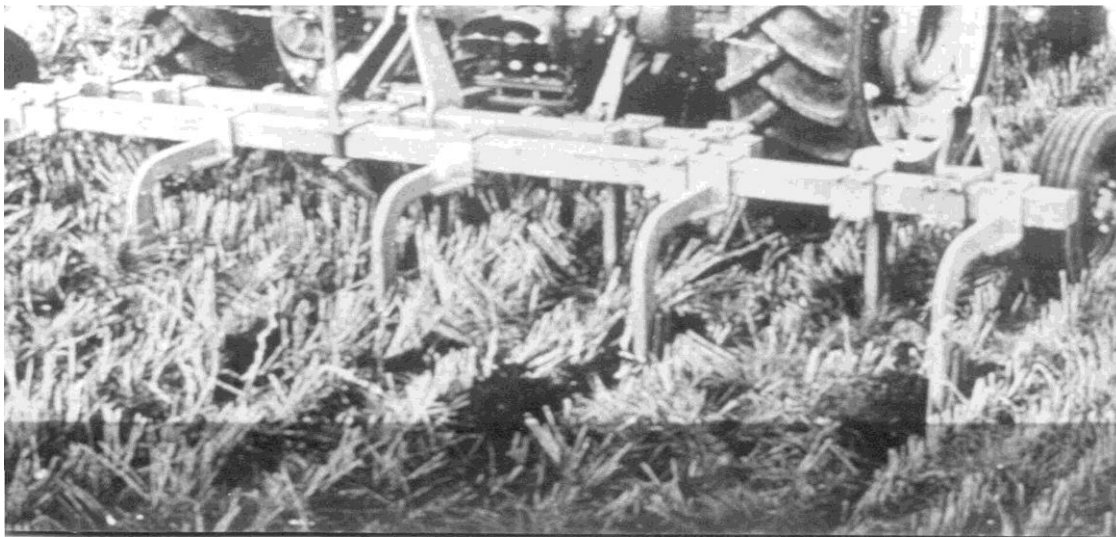


FIG. 9.6. Labor de cultivo profundo

No hay duda que en cualquier cosecha el cultivar el suelo continuamente disminuye la porosidad, comparado con un terreno cubierto de bosque continuo.

Así, un suelo bajo cultivo de caña continuo presentó 44,87 % de porosidad y en el bosque aledaño el valor fue de 46,43%. Pero también hay que significar que cuando fue sometida la parcela de cultivo continuo al subsolado, ascendió a 54,87 % la porosidad, esto fue demostrado por Bertoli y Espinosa (1985). En la combinación del cultivo profundo y manejo de las edades de cosecha en suelo Ferra lítico Rojo Compactado y Pardo con carbonato, Espinosa y Bertoli (1985) lograron en caña de retoño 125 y 132t.ha^{-1} en cada uno de los suelos anteriormente señalados.

Efectos de los cultivos propiamente dichos en la temperatura del suelo

Está establecido que a veces el cultivo incrementa la absorción y retención del calor, esto puede ser cierto para subsuelos, pero probablemente no es cierto para la superficie del suelo. Algunos trabajos de investigación han demostrado que en un suelo loam arenoso no cultivado, en Michigan se han encontrado valores altos de temperaturas a profundidades de 7,5; 15; 17 y 50cm en comparación con otro cultivado a través del período de crecimiento señalado por (Bouyolico 1913).

Otros autores como Moiser y Gustafson (1915) encontraron, a profundidades de 5 y 10cm en un suelo loam limoso no cultivado, promedios más altos de temperatura, que en suelos cultivados durante el verano. Estos autores plantean también que una capa seca de suelo forma una pobre e imperfecta conexión con el subsuelo, y por eso la energía calorífica que recibe no es transmitida hacia abajo, pero que una gran cantidad se acumula en la superficie y entonces parte de ella vuelve irradiada a la atmósfera.

Efecto de los cultivos propiamente dicho sobre la nitrificación

Los resultados de muchos estudios de los efectos del cultivo sobre la nitrificación son a menudo confusos.

El incremento en nitrato debido al movimiento del suelo (labores) puede ser el resultado del mejoramiento de las condiciones para la nitrificación, como es el incremento de la aireación, proporcionando mejores condiciones de humedad y temperatura para el crecimiento de las bacterias nitrificantes.

Algunos investigadores han encontrado una correlación positiva entre la humedad del suelo y los nitratos.

El cultivo propiamente dicho no siempre incrementa la nitrificación, a veces tiene este efecto sobre suelos donde al moverse su superficie puede incrementar la aireación y bajo ciertas condiciones, conservar la humedad. Sobre suelos ligeros la formación de arroje de tierra tiene relativamente poco efecto sobre la conservación de la humedad.

Cuándo y cómo realizar los cultivos propiamente dicho

El control de la vegetación indeseable es una de las funciones más importantes que se busca al realizar una labor de cultivo, junto con la mejora de las condiciones físicas del suelo. Se debe cultivar por lo tanto, cuando sea más factible matar la vegetación, mucho antes de que ella gane fuerza en el lugar que ha germinado o brotado, evitando su competencia con las plantas de cultivo en lo que a humedad y nutrientes se refiere.

Por lo general, la mayor parte de nuestras especies de arvenses, germinan o brotan casi al mismo tiempo que los cultivos, por lo que en esa época sería apropiada su eliminación a través de labores mecánicas superficiales, puesto que sus raíces no se han fijado lo suficiente al suelo, por otra parte también el cultivo tiene pequeño su sistema radical, en ese momento no es altamente conveniente realizar una labor profunda. Diferentes investigaciones han demostrado, que cuando la vegetación tiene 2-3 hojas, es el momento más apropiado para matarla. Si dejamos que crezca y su sistema radical quede bien anclado en el suelo, por medios mecánicos será difícil eliminarla completamente, además de que su daño ya está realizado, con el consiguiente aumento de costo y afectación a la planta de cultivo, sobre todo las raíces, aspecto este sumamente negativo, especialmente, en los de ciclo corto.

Los cultivos propiamente dichos, pueden realizarse con frecuencia a fin de impedir el crecimiento y desarrollo de la vegetación indeseable claro está que la cantidad a analizar estará

en función de una buena o mala preparación de suelo. Por lo que se estará obligado a realizar tantas labores de cultivo como sea necesario para poder contrarrestar la acción de la vegetación indeseable sobre todo cuando se dan condiciones ambientales óptimas para su desarrollo.

Lo que si no es justificable, dar labores de cultivo semanal, quincenal o mensual, en forma de receta médica; pero sí es importante que se tenga en cuenta con suficiente antelación, las exigencias del cultivo, el suelo y la vegetación indeseable para realizar una labor, el llamado golpe a tiempo.

Bajo ciertas condiciones podría justificarse o ser conveniente cultivar semanalmente; bajo otras condiciones, un mes pudiera transcurrir entre una labor de cultivo y otra sin afectar la cosecha.

Cuando no hay presencia de la vegetación, no sólo el cultivo adicional es antieconómico, sino que puede afectar el sistema radical del cultivo económico y tiende a destruir la estructura granular del suelo. En estas condiciones es imposible para las plantas aprovechar los nutrientes del suelo.

Los cultivos propiamente dichos están íntimamente relacionados con el tipo de cultivo y el suelo. En los muy arcillosos o pesados es conveniente para mejorar la aireación, el drenaje o formar arroje de tierra, aunque no exista vegetación indeseable. Esto depende, en cierta medida, del cultivo y de la época de crecimiento.

Las plantas que tienen raíces largas y profundas son las menos beneficiosas por el arroje de tierra. Las que tienen raíces pequeñas y pobremente distribuidas o forman con facilidad raíces adventicias, sí le es muy beneficioso el arroje de tierra.

También con respecto al cultivo, es necesario darle el cuidado en su momento oportuno, el llamado golpe a tiempo, característico de cada cultivo. En el frijol está comprobado que la vegetación indeseable le afecta los primeros 30 días después de germinado, periodo crítico de enmalezamiento. El ajo, la cebolla, la papa son cultivos altamente exigentes a un sistemático control de la vegetación indeseable

También es necesario que el suelo tenga la humedad requerida, es decir, esté en sazón o tempero; ambos extremos en la humedad son perjudiciales en el momento de realizar la labor de cultivo.

Inmediatamente después de una lluvia de 12mm o menos probablemente hace más daño que bien, debido a la compactación que se crea en el suelo, a la rápida desecación de la superficie, quedando después terrones grandes y fuertemente compactados, esto afecta el aprovechamiento del agua por la planta.

En los suelos arenosos no conviene remover mucho su capa vegetal, debido a su rápida desecación.

Con relación a la profundidad de las labores de cultivo hasta el presente en la mayoría de ellos es preferible realizarlo superficialmente, sobre todo en aquellos que su sistema radical es pobre

y poco profundo y el suelo de capa mecánica o efectiva, pequeña. Esto implica el uso de equipos e implementos menos potentes y de más productividad.

En relación al cultivo profundo, es conveniente en suelos con tendencia a encharcamiento o cuando se desea que la superficie del suelo pierda humedad rápidamente.

Se considera que en el establecimiento de un cultivo, es decir, en sus primeros estadios, no sea necesario este tipo de labor, pues la humedad de la capa superficial puede disminuir considerablemente y en esta etapa las plantas tienen un notable crecimiento en longitud de sus sistemas radical y aéreo.

Efecto de los cultivos propiamente dicho sobre los rendimientos.

El cultivo propiamente dicho, generalmente, incrementa los rendimientos de las cosechas, sobre todo cuando este se realiza correctamente y en su momento oportuno. Esto debido principalmente a que se mantiene controlada la vegetación indeseable.

La formación y mantenimiento del arroyo de tierra al pie del cultivo puede ser un factor importante, bajo algunas condiciones pero no en otras, esto fue demostrado por Thompson (1967).

Muchos experimentos han demostrado, concluyentemente, que el control de la vegetación indeseable es uno de los factores principales y también, como se planteó anteriormente, el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo.

El efecto beneficioso del cultivo profundo a más de 30cm en suelo Ferra lítico Rojo Compactado, en Cuba, se comprobó por Bertoli (1985) al aumentar el rendimiento de la caña de azúcar en más de 25t.ha^{-1} por año en retoños anuales bajo riego, tanto en cosecha manual como mecanizada. También al realizar esta labor en suelo con carbonato, con riego y cosecha mecanizada en plantaciones de retoño anuales aumentó el rendimiento a más de 30t.ha^{-1} .

Con respecto al aporque, como cultivo propiamente dicho, en el cultivo de la papa en suelo Ferra lítico Rojo Compactado, Hernández et al (1985) demostraron que en cuanto al número de aporques, en este cultivo, levantando una vez un buen cantero era suficiente, sin diferencias a cuando se levantaba dos ó tres veces dicho cantero.

RIEGO.

Los mayores incrementos en la producción vegetal han sido obtenidos por el uso del agua de riego. Efectivamente el riego para los cultivos constituye un factor determinante en la producción vegetal, pues a expensas sólo de la lluvia, jamás podrá tener un país una agricultura altamente desarrollada siempre será necesario, en mayor o menor cantidad, el uso del riego. En Cuba, después del triunfo de la revolución, se ha desarrollado notablemente y grandes áreas a todo lo largo del país están bajo riego, además, se han introducido nuevas técnicas que aumentan la productividad y humanizan este trabajo; por otro lado se ha incrementado extraordinariamente los embalses de agua para el riego y otros fines. Todo esto contribuye a conservar nuestras aguas subterráneas, lo que es una necesidad obligatoria especialmente en

algunas zonas del país, donde hay un progresivo incremento en la salinización de los suelos, por un empobrecimiento del manto freático y el riego tiene que manejarse cuidadosamente en estas áreas.

Un suministro de agua es necesario no sólo para obtener rendimientos rentables de las cosechas, sino también para su calidad comercial. El suministro natural de agua a las plantas es por medio de las lluvias, pero éstas son insuficientes y mal distribuidas la mayoría de las veces en muchos países y sólo están presentes en una época del año en cantidad suficiente. En Cuba la precipitación anual es de alrededor de 1300mm promedio, concentrado el mayor volumen de precipitación en la primavera y dentro de esta en los meses de junio, julio y septiembre. En las regiones húmedas los rangos de lluvia son de 62-75mm en un año y hasta 125-150mm en otros. Distribuidos razonablemente, estas cantidades son suficientes para una producción adecuada en la mayoría de los vegetales cultivados. Pero experiencias y reportes atestiguan que el peligro de las sequías es serio y real; en estos momentos se observa en varios países.

Papel del agua en las plantas

El agua tiene las siguientes funciones en las plantas.

1. El agua constituye el 90 %, o aún más, de las sustancias de las plantas.
2. El agua mantiene la forma y posición de los tallos jóvenes, hojas y flores, esto es, dentro de las células mantiene la turgencia, la cual le permite mantener su forma como un saco de goma lleno de agua.
3. El agua es el mayor disolvente en el suelo y aumenta la presión de difusión en virtud de lo cual las sustancias son transportadas dentro de la planta.
4. El agua es una de las materias primas para los procesos metabólicos que tienen lugar en la planta, como la fotosíntesis.

Cualidades del agua para el riego

Son las siguientes:

Estar suficientemente aireada.

Poseer una temperatura aproximadamente igual a la del medio para que no afecte el cultivo.

No contener sustancias tóxicas para el cultivo.

No llevar en disolución sales en exceso.

El agua no debe ser microbiológicamente activa.

En el riego, para una producción racional, debe analizarse los aspectos siguientes:

Valorar la necesidad. Asegurar adecuados suministros de agua.

Valorar los diferentes sistemas de riego.

Valorar los momentos y cantidad de riego.

Valoración de las necesidades de riego

Cuando se analiza si se riega o no un determinado cultivo, se tiene que considerar:

- Tipo de cultivo a sembrar o plantar.
- Tipo de suelo.
- Mejoramiento en las necesidades de conservación de la humedad.
- Costos.
- Utilidad probable.

Tipo de cultivo a sembrar o plantar

Algunos cultivos sufren más las sequías que otros. Ejemplo no resistentes: el pepino (*Cucumis sativus* L.), la malanga (*Xanthosoma spp.* o *Colocasia spp.*), papa (*Solanum tuberosum* L.), cebolla (*Allium cepa*, L.). Resistentes: la piña (*Ananas comosus* (L) Merrill).

Tipo de suelo. Aquí tenemos que analizar en que suelo vamos a establecer el cultivo, si es un suelo de alto porcentaje en arena o arcilla, el tipo de arcilla, su drenaje, retención de humedad, porcentaje de materia orgánica.

Medidas de conservación. Buena preparación del suelo y su nivelación, controlar la vegetación indeseable y aplicación de materia orgánica.

Costos. Los diferentes sistemas varían ampliamente en el costo de la instalación, mantenimiento y operación. Bajo un sistema dado en una situación dada, el costo por área, debe ser el menor.

Utilidad probable. Está determinada por:

- Máximo crecimiento y rendimiento.
- Cronometraje en la madurez de la cosecha.
- Máxima calidad de consumo y mercado.
- Máxima utilización de la tierra.

Momentos críticos en el ciclo de vida de las plantas.

Cuando se dice regar un cultivo determinado, se establece el plan de riego correspondiente, teniendo en cuenta los aspectos ya planteados. Este plan contempla entre otras cosas, el número de riego a darle al cultivo, intervalo de riego, norma neta a aplicar según los diferentes períodos vegetativos hasta el momento en que se dejará de regar inclusive.

Con relación al cultivo, que es uno de los aspectos determinantes para el riego, es necesario tener en cuenta los momentos críticos del cultivo, que estarán determinados por las características fisiológicas de cada uno. En general, hay dos momentos críticos en la vida de una planta; uno es en la fase de germinación o brotación y otro en el período de mayor crecimiento o llamada del crecimiento. Esto no quiere decir que no existan otros momentos críticos en la vida de las plantas. En el tomate (*Lycopersicum esculentum* Willd), la fase de floración, fructificación tiene gran demanda de agua, 45- 50 % del consumo total.

En papa (*Solanum tuberosum* L.), la fase del crecimiento, tuberización y engrose del tubérculo, tiene gran demanda de agua, tanto para consumo del tubérculo, como para utilizarlo como propágulo. Este cultivo no le puede faltar agua durante su ciclo.

La cebolla (*Allium cepa*, L.), tiene su período crítico hasta los 60 días, después del trasplante y así sucesivamente. Cada cultivo económico tiene determinado sus períodos críticos con relación a las necesidades de agua.

Sistema de riego utilizado

En Cuba, se utilizan diferentes sistemas de riego, este notable incremento, lo ha recibido la agricultura después del triunfo de la revolución en 1959. Esto ha permitido en gran medida el aumento sostenido de los rendimientos en viandas, vegetales y granos; ello lo prueba que en 1984 se alcanzaron más de 900 mil t de viandas en todo el país.

Actualmente, se utilizan varios métodos de riego, por surco cortos y largos, riego por aspersión, riego por goteo, riego por inundación y riego mecanizado con máquinas como la Volchanka, Cubans, Fregat, entre otras; depende de las condiciones in situ de cada lugar. El uso de estas máquinas ha permitido mantener un riego más sistemático y uniforme, así como disminuir a un mínimo la fuerza de trabajo.

Baste señalar que un hombre en una jornada de 8 horas, en riego por surco, hace una superficie de una ha y una máquina con dos hombres realiza 5 ha en una jornada de trabajo. El riego por pronóstico cada día tiene mayor aplicación.



FIG. 9.7. Labor de riego por surco



FIG. 9.8. Maquina de riego.



FIG. 9.9. Máquina de riego

FERTILIZACION

De todos los medios que posee el técnico agrícola para aumentar las cosechas, el empleo de los fertilizantes es el más fácil y frecuentemente el más eficaz. Esto queda probado por los resultados alcanzados durante 6 años, en un trabajo de preparación de suelo con parcelas fertilizadas y no fertilizadas en el cultivo de la papa, realizado por Pérez et al (1984) donde se ha podido comprobar que los rendimientos son muy superiores en las parcelas fertilizadas.



FIG. 9.10. Campo de papa fertilizado.



FIG.9.11. Campo de papa sin fertilizar.

Pero, por el contrario, es el que más fácilmente conduce a pérdidas si son empleados indiscriminadamente. Utilizados en grandes dosis, pueden producir grandes rendimientos, pero, rara vez altos beneficios y como lo que se propone el agricultor es producir con utilidades, conviene emplear los fertilizantes que sean verdaderamente útiles, en la dosis racionalmente necesarias.

La determinación de la dosis necesaria puede hacerse teóricamente por cálculos, basándonos en la composición del suelo y las exigencias nutricias de las plantas.

En contra de lo que generalmente se cree ninguno de los varios métodos de laboratorio que se han ideado, basados en principios químicos y biológicos, puede contestar la pregunta práctica acerca de qué régimen de fertilizante se debe aplicar a un terreno dado para obtener el máximo rendimiento de ciertos cultivos, bajo condiciones de campo. Y es lógicamente que así suceda, porque en la producción el principio nutritivo es sólo uno de los muchos factores que afectan el crecimiento de una planta; pero, esto está en dependencia de la lluvia, el drenaje, temperatura, rotación, reacción del terreno, estructura de este, tratamiento previo de que ha sido objeto, actividad bacteriana, entre otros.

No hay que esperar, en consecuencia, que los fertilizantes compensen todos los defectos del terreno y del cultivo, tales como la semilla o propágulo en mal estado, las variedades inadaptables, las condiciones desfavorables del tiempo, las labores deficientes, la vegetación indeseable, el drenaje insuficiente, las malas condiciones físicas del terreno, el contenido orgánico bajo o la deficiencia de calcio.

Un buen abonado, una fertilización racional, no se improvisa. Es el resultado del trabajo investigativo, del trabajo paciente de cada agricultor en esforzarse en:

Escoger bien sus fertilizantes, es decir, escogerlos según la reacción y propiedades generales del suelo y las preferencias de las plantas. La época en que haya de emplearse, el clima, el precio.

Equilibrar el régimen de fertilización, es decir, aportar los elementos fertilizantes en proporción convenientes para que ellos sean bien asimilados por la planta.

Determinar la dosis más económica, es decir, la que dejará un beneficio neto mayor y sin afectación al medio.

La fertilización es la adición o incorporación al suelo de sustancias minerales, con el objetivo de aumentar su producto vital para un cultivo determinado.

Hay dos tipos de fertilizantes: completo y el de elementos simples, así tenemos la fórmula 10-10-10 que es una fórmula completa y 25-0-0; 0-20-0 y 0-0-60 que son elementos simples de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

La fertilización está en función de la planta y de las características del suelo. Si se fertiliza una Poácea, el elemento nitrógeno a de ser aplicado porque es un factor determinante del rendimiento y esto no es así con una leguminosa. En ambos casos el nitrógeno es imprescindible que esté a disposición de las plantas; pero en el caso de las leguminosas, como se sabe, a través de ciertas bacterias del género *Rhizobium*, pueden usar el nitrógeno del aire que es rico en este elemento y por lo tanto si se cuenta con que el *Rhizobium* pueda encontrarse y vivir en estado simbiótico con la planta, no es necesario aplicar nitrógeno al suelo en función de las necesidades totales de la planta, sino una pequeña cantidad. Si se usa mucho nitrógeno es antieconómico dicha aplicación por innecesaria y porque puede ser negativa para la acción del *Rhizobium*.

Cuando se fertiliza un pasto o un forraje (Poacea) el nitrógeno es el elemento más importante, porque se busca volumen de masa verde o deshidratada con alto valor proteico. Sin embargo, si se fertiliza una Poacea como la caña de azúcar en que se busca mayor contenido de sacarosa, el nitrógeno es importante, pero también lo es, igualmente, el potasio. Con exceso de nitrógeno y deficiencia de potasio, habrá volumen de caña, pero no azúcar en cantidad óptima, ni por planta, ni por superficie, así ocurrirá con la fertilización en arroz en cuanto a rendimiento de grano.

Momento de aplicación de los fertilizantes.

- a) En función del suelo. Si un suelo contiene menos de 2 % de materia orgánica, es necesario aplicar abono orgánico para obtener buenas cosechas en muchos cultivos. Ejemplo: tabaco, sino se aplica materia orgánica no se puede obtener buena cosecha en volumen y calidad. La materia orgánica es factor importante en los rendimientos; la materia orgánica, retiene agua en proporciones muy grande respecto a la mineral, así también los nutrientes minerales (fósforo, calcio, potasio) son retenidos y no se lixivian cuando hay buen contenido de materia orgánica en el suelo.
La cantidad de elementos minerales en el suelo, la reacción del mismo (pH) determina el fertilizante a aplicar ejemplo: Una planta toma 100kg de nitrógeno; 75kg de fósforo y 120kg de potasio. El suelo sólo contiene 80, 50, 80kg de los respectivos elementos. En este caso hay que aplicar a las plantas dichas diferencias, más lo que se fije al suelo, ya que cada elemento tiene una eficiencia diferente al ser aplicado. Normalmente el nitrógeno tiene una eficiencia de 40 -50 % el fósforo de 10-30 % y el potasio del 50-70 %.
- b) En función de la planta. Obedece a las etapas de la planta y exigencias de las mismas.
- c) En función del elemento nutricio. El nitrógeno, debido a que se lava en el suelo se debe fraccionar, especialmente en cultivos de ciclo de vida largo, y también en función del suelo.

Así se tiene, fertilización al momento de sembrar o plantar, o aplicación de fondo y las aplicaciones posteriores que pueden ser de fórmula completa, de un elemento o de dos.

En los pastos no se recomienda fertilizar al plantarlos, sino cuando pasen 30-40 días. En esta etapa de la vida de la planta, es cuando más lo necesita, y si se aplica el fertilizante al plantar, el mismo se pierde, sobre todo el nitrógeno, se estimula la aparición de la vegetación indeseable.

Colocación de los fertilizantes

La colocación de los fertilizantes en el suelo es con preferencia donde el sistema radical se concentrará, es un aspecto altamente importante. Para un suelo que tiene un contenido razonablemente alto de arcilla y para cultivos que se sembrarán a principios de primavera o al final del otoño, en regiones de lluvias abundantes, es posible, a veces, aplicar el fertilizante en el surco en contacto con las semillas, estas aplicaciones son, particularmente para granos pequeños sembrados en surcos estrechos, sobre los cuales los rangos de aplicación de fertilizantes son relativamente pequeños.

Para la mayoría de los cultivos de surco ancho, como el maíz, algodón, papa y tomate, la mejor práctica es aplicar el fertilizante en bandas a ambos lados de la semilla, del propágulo o de la postura, 5cm a los lados e igual distancia por debajo de la semilla.

Para cultivos como la alfalfa y el arroz es común aplicar el fertilizante en la superficie del suelo, mezclado con la semilla en la sembradora de granos. El fertilizante aplicado en contacto con la semilla puede dañar considerablemente la viabilidad de esta, a menos que se apliquen dosis bajas y el suelo tenga buena capacidad de absorción. La colocación en bandas debajo o al lado de las semillas, propágulos y plántulas evitan estos problemas.

La aplicación de fertilizantes líquidos como amoníaco anhidro licuado, ácido fosfórico líquido, sales fertilizantes o mezclas de ellas completamente disueltas en agua, o suspensiones de mezclas potásicas, es una práctica que se ha incrementado. La razón es que los líquidos son más fácilmente transportables, manipulables y aplicables que los sólidos.

El nitrógeno se puede aplicar disuelto con el agua de riego para árboles frutales y hortalizas. Pudiéndose aplicar fertilizantes complejos por el agua de riego, por surcos o por aspersión.

Es innegable el valor que tienen los fertilizantes, constituyen una fuente muy importante de nutrición de las plantas; por ello su uso ó empleo en forma racional y científicamente fundamentada se exige cada día con más fuerza en el mundo, los frutos orgánicos ganan demanda y los fertilizantes minerales cada vez más caros y los rendimientos de los cultivos más dependientes de ellos.

VEGETACION INDESEABLE

Se denomina vegetación extraña, malezas, vegetación indeseables o arvenses, a aquellas plantas que se desarrollan fuera del sitio conveniente y que tenaces y abundantes compitan con los cultivos y los perjudican. Son las plantas intrusas al cultivo que se apropian de la superficie agrícola y se propagan naturalmente.

También reciben estas denominaciones las plantas que habitan en los terrenos baldíos y a orillas de los caminos desde donde pasan a invadir los campos de cultivos. El sentido de la palabra vegetación indeseable es relativo.

La misma especie botánica deja de ser vegetación indeseable al transformarse en objeto de cultivo y a la inversa, variedades cultivadas se tornan en plantas indeseables al sustraerse el cuidado cultural de la misma; de modo que la clasificación de determinada especie como maleza depende más bien de la posición del hombre frente a ella. Esta posición lógicamente varía según la utilidad o el perjuicio que la planta le origine. La misma especie será vegetación extraña o indeseable al crecer en un sitio donde no se quiere, o figurará como planta cultivada al convenir su cultivo. Ejemplo de esto lo tenemos en el Don Carlos o hierba Johnson (*Sorghum halepense* L.) que en nuestras condiciones es una vegetación indeseable y en las de Texas (EE.UU.) constituye una planta forrajera.

Por ejemplo, en cítricos, el tener la calle cubierta con un césped de Poaceas rizomatosas, resulta beneficioso, pues esto ayuda entre otras cuestiones a la estabilidad del régimen térmico en el suelo y a disminuir la evaporación en el mismo.

Con respecto al estudio del césped en los cítricos, de La Osa (1985) reportó que la densidad aparente era inferior en las calles cubiertas con el césped que en las calles con terreno desnudo.

Características de las plantas que comúnmente constituyen vegetación indeseable.

La vegetación indeseable presenta una serie de caracteres fisiológicos y morfológicos que determinan su condición de plantas altamente competidoras; entre los que merecen mayor consideración están:

- a) Su ciclo biológico es comúnmente igual al del cultivo que invade, es decir, vegetan y florecen en la misma estación del año, requieren por ello las mismas condiciones ecológicas y resisten mejor los factores adversos como la sequía, las bajas temperaturas, la humedad del ambiente, las plagas.
- b) Son muy plásticas, razón por la cual, se acomodan a los medios más diversos, su rusticidad es la que les permite que la planta pueda crecer vigorosamente en los suelos fértiles y soportar las condiciones adversas de los suelos áridos.
- c) Tienen un gran vigor vegetativo, con frecuencia superior al de las especies invadidas, a las cuales quitan la luz, el espacio y los alimentos.
- d) Cada planta produce numerosísimas semillas, hay especies que llegan a producir más de 200,000 semillas por plantas.
- e) Tienen extraordinaria vitalidad, sobre todo las semillas pueden durar mucho tiempo en el suelo sin perder su viabilidad, (algunas especies, producen semillas que puedan vivir

durante cuarenta años o más enterradas), para germinar cuando las condiciones le fuesen favorables.

- f) Si las semillas tienen igual volumen que las de la cosecha, fundamentalmente de granos, se mezclan con ellas durante la trilla y es difícil separarlas para destruirlas.
- g) Suelen tener mayor eficacia de absorción frente a diferentes concentraciones de soluto que la planta cultivada, por lo cual compiten por el agua con el cultivo. Esto le permite también sobrevivir en los períodos de sequía.
- h) Muchas especies de vegetación indeseable son más precoces que los cultivos, por lo que sus semillas caen al suelo antes de que se efectúe la recolección y queda así el suelo invadido para los cultivos ulteriores. Ejemplo de esto lo tenemos en el arroz salvaje que deja caer sus semillas al suelo invadiendo los campos de arroz (*Oriza sativa* L.), y además, en la recolección se mezclan con la cosecha, desvalorándola.
- i) Ofrecen gran facilidad para la diseminación, pues presentan dispositivos muy eficaces que cumplen dicho papel.
- j) Las especies perennes suelen tener órganos subterráneos (rizomas, bulbos) sumamente invasores, cuya destrucción es muy difícil de realizar.

Daños que ocasionan

La vegetación extraña o indeseable causa múltiples daños, afectando desde los cultivos hasta la salud del hombre. Disminuyen la productividad de los suelos y los cultivos y aumentan el costo de la producción de la forma siguiente:

- a) Reducen la superficie del suelo apta para el cultivo.
- b) Al competir con las plantas por el espacio vital disponible le restan luz, agua y alimentos.
- c) Dificultan las labores como en el caso del Don Carlos, cuyos rizomas hacen imposible binar y aporcar.
- d) Disminuyen el valor de las cosechas de granos, al mezclar sus semillas, con las de éstos.
- e) Elevan el costo de la producción de los cultivos, pues aumentan el número de todas las operaciones de cultivo.

- f) Gran número de especies de vegetación indeseable sirven de hospederos a muchos insectos, virus y hongos productores de enfermedades en los cultivos.
- g) Muchas especies tienen marcado efecto alelopático negativo.

Se puede afirmar que la vegetación indeseable constituye uno de los problemas más serios en la agricultura.

Los perjuicios que originan son tan enormes que en los EE.UU. en cierta ocasión se valoró que las pérdidas anuales que originan es de 3 000 millones de dólares. Probablemente, los daños originados por la vegetación indeseable sean mayores que los causados por las demás plagas.

Diseminación de la vegetación indeseable.

La vegetación extraña o indeseable se propaga diseminando sus semillas:

- a) Por medios naturales, como el viento, el agua y los animales: Las semillas de muchas especies, pasan a través del aparato digestivo de los animales sin sufrir ninguna alteración y son así diseminadas con el estiércol. Otras tienen sus semillas con dispositivos especiales con los que se adhieren a la lana y al pelaje de los animales. Las semillas de hierba elefante (*Penisetum purpureum*, Schum.) son propagadas por el viento y las semillas de las leguminosas de testa dura y ciertas Poaceas pueden ser propagadas por los animales. Un caso muy singular se ha producido con la Poacea pratense *Andropogon pertusus* (L), Willd; esta planta se ve muy distribuida a lo largo de la línea del ferrocarril desde las provincias orientales y Camagüey hacia La Habana, esto motivado por el traslado de ganado en los vagones del ferrocarril a lo largo de dicha vía, producto de la diseminación de las excretas de los animales transportados y esto ha tenido, como consecuencia, la propagación de la especie.
- b) Por el hombre. La nueva vegetación extraña en una región es, generalmente, introducida por el hombre, mezcladas con semillas de plantas cultivables. También puede propagarla la tierra transportada en bolsas provenientes de viveros; en el sistema radical de plántulas, provenientes de semilleros, cuando no se quita bien la tierra de éste. Además, con los actuales y veloces medios de transporte esta diseminación se hace mucho más rápidamente y a través de grandes distancias.
Este transporte se efectúa también con el estiércol, con las máquinas o instrumentos agrícolas.
Las malas prácticas culturales son un factor importante en la propagación de la vegetación indeseable.

Clasificación de la vegetación indeseable de acuerdo a la duración de su ciclo de vida.

Anuales. Aquellas que sólo viven un año o menos y mueren después de formar las semillas.
Ejemplo bledo (*Amaranthus viridis* L.).

Bienales. Son aquellas que viven dos años, durante el primero crecen lentamente y en el segundo desarrollan flores, que dan semillas y luego mueren.

Vivaces o perennes. Son aquellas que viven tres o más años.

Pueden reproducirse por semillas o por órganos subterráneos, que al año siguiente retoñan y reproducen la parte aérea.

Esos órganos de multiplicación pueden ser raíces horizontales y tallos subterráneos más o menos modificados (rizomas, estolones, bulbos). Ejemplo: Don Carlos (*Sorghum halepense* L) y Pangola (*Digitaria decumbens*. Stewt.).

Desde el punto de vista de su biología reproductora la vegetación indeseable se subdivide en tres grupos:

Especies tanto anuales como perennes, que se propagan exclusivamente por semillas, ejemplos: zancaraña (*Leptilon pusillum* (Nutt.) Brittonj y la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.)

Especies de arraigo, las cuales complementan su reproducción sexual por una u otra forma de regeneración vegetativa, ejemplo, grama de caballo (*Eleusine indica* (L) Gaertn).

Especies rizomatosas, las cuales además de su regeneración preferentemente asexual, se reproducen también por la formación de semillas, ejemplo: Don Carlos.

Resulta pues que la vegetación indeseable con todas las aludidas variantes en la forma de regeneración y difusión, están dotadas de los más diversos y adecuados recursos para la conservación de la especie. De ahí el conocido proverbio “mala planta nunca muere”.

Conviene advertir que la clasificación de la vegetación indeseable en anuales, bienales y perennes se aplica, más bien, en las regiones templadas. Bajo las condiciones tropicales (como sucede en Cuba, Puerto Rico, Venezuela) la vegetación tiende a ser perenne, muchas plantas anuales que florecen durante el verano en California, lo hacen casi continuamente en Puerto Rico.

Métodos de lucha contra la vegetación indeseable de acuerdo a su ciclo de vida.

Cuando la vegetación se ha establecido en el cultivo, se presenta el problema de la extirpación.

Este problema debe solucionarse lo antes posible, a fin de evitar o asegurar futuras poblaciones.

Para lograr la extirpación completa es necesario determinar la fase más débil del ciclo de vida de la especie en cuestión, atacándola en este momento. La vegetación extraña anual, se extirpa, destruyendo las plantas jóvenes, antes de que se produzcan semillas, por cualquiera de los métodos que se indicarán más adelante. La fase más débil de su ciclo vital es durante la formación de la plántula.

La vegetación bienal se exterminará tratando de destruirlas antes de que florezcan, mejor si puede hacerse en el primer año.

La vegetación perenne o vivaz son las más peligrosas y difíciles de extirpar, siendo necesario atender dos problemas:

Evitar la difusión o reinvasión de plántulas producto de semillas.

Eliminar las plantas viejas y con ellas sus propágulos (rizomas, estolones y bulbos).

Diferentes métodos de lucha contra la vegetación indeseable.

Métodos preventivos

Las medidas preventivas tienden a obstruir todas las vías que la vegetación pueda utilizar para su propagación desde áreas ya infestadas. Se recomienda especialmente:

Usar semillas provenientes de cultivos limpios de semilleros inspeccionados por los organismos oficiales competentes.

Esto es importante, pues muchas especies la siembra el mismo agricultor, sin advertirlo por ir mezcladas las semillas. El costo que supone los limpiadores y seleccionadores de semillas, por volumen y peso, se compensa solamente con el ahorro en escarda y labores para eliminar la vegetación indeseable.

Tener limpios los instrumentos, herramientas y maquinarias agrícolas, como también los vehículos utilizados en las faenas rurales. Si no se adoptan debidas precauciones los cosecheros pueden transportar la vegetación indeseable de un campo a otro.

La estercoladura no debe ser realizada hasta que el estiércol haya fermentado lo suficiente. La fermentación completa tiende a destruir las semillas de la vegetación. En el estiércol reciente o mal hecho, las semillas conservan su poder germinativo.

Eliminar la vegetación que crezca en los terrenos baldíos, o por lo menos evitar que maduren sus semillas. Debe limpiarse los alrededores de casas, almacenes, Las cercas, zanjas de riego, que es donde la vegetación comienza su expansión.

Métodos mecánicos

Estos ya fueron estudiados al tratar los cultivos propiamente dichos.

Los métodos manuales consumen tiempo y energía y sólo están justificados cuando no se puede disponer de máquinas y de herbicidas.

Los métodos mecánicos que utilizan maquinarias han sido mejorados notablemente en los últimos años.

La sofocación puede usarse en ciertos casos tales como donde se utiliza la paja o el bagazo para cubrir el terreno alrededor del tronco de los árboles, inundan el terreno como en el arroz, utilización del polietileno como en la piña, la siembra de cultivos de cobertura como el frijol de terciopelo. (*Stizo/obium deeringianum*, Bort)

El control mecánico como método de lucha comienza desde la preparación de suelo y un método muy eficaz ha sido el uso de tiler como elemento mullidor. Este implemento, además de matar la reventazón o nueva vegetación adventicia, entierra a considerables profundidades las semillas finas y con ello inhibe su germinación.

Métodos culturales

Son una magnífica arma de lucha contra la vegetación indeseable; las alternativas adecuadas en las que entran plantas forrajeras anuales (frijol de terciopelo), plantas de corta permanencia en el terreno y plantas que sombreen a éste (kenaf).

Métodos químicos

En los últimos 20 años se ha progresado más en la lucha contra la vegetación indeseable, que durante todos los milenios anteriores. Los avances de la química aplicada a la agricultura han alcanzado en las últimas décadas un desarrollo inmenso y entre las conquistas más importantes se hallan las logradas en el campo de la lucha contra los insectos, hongos y la vegetación indeseable.

Es preciso advertir que la utilización de los herbicidas no sustituye las labores culturales, la rotación de cultivo ni las demás buenas prácticas establecidas desde hace tiempo y mencionadas anteriormente. Además su uso debe ser extremadamente racional.

El costo de la lucha química contra la vegetación indeseable es con frecuencia inferior al de la labor manual, pero hay situaciones en que resulta igualmente costoso y no más eficaz. En otros casos el costo puede no ser un factor importante y el problema consiste en la elección de un método químico que asegure una lucha eficaz contra ciertas especies, como son: Don Carlos (*Sorghum halepense* L.) bermuda (*Cynodon dactylon* L.) paraná (*Brachiaria mutica*) (Horsk Staps), cebolletas (*Cyperus rotundus* L.).

Los métodos de lucha varían según se trate de vegetación anual, bienal o perenne y para que sean eficientes deben guardar relación con los hábitos de crecimientos y medios de reproducción de la vegetación indeseable.

Recibe el nombre de herbicida, cualquier sustancia que destruya las plantas. El gran número de herbicidas existentes han hecho necesario una clasificación basada principalmente en la forma de actuar sobre las plantas.

Selectivo.

De acción general.

De contacto.

Difusivos o sistémicos.

Esterilizantes del suelo.

Los tratamientos con herbicidas pueden ser según la ocasión en que se aplican: de presembrado, de pre-emergencia y de post-emergencia.

En Cuba a partir del triunfo de la Revolución el uso de herbicida se generalizó, como vía de lucha contra la vegetación indeseable, en cultivos como la papa la caña, el arroz, los frutales y un gran número más de cultivos dando óptimos resultados y más aún si se combinan con los métodos mecánicos.

Las combinaciones de cultivos propiamente dichos y el uso de herbicidas es un método usado por Leyva y Bertoli (1985) en caña de azúcar, lo que permitió ahorrar, aproximadamente, el 50 % del gasto en divisas al disminuir, con el cultivo mecánico, la cantidad de herbicidas a emplear.



FIG. 9.12. Campo de papa en suelo Ferra lítico Rojo Compactado, tratado con Gesapa y cultivo mecánico.



FIG. 9.13. Campo sin labores de cultivo

Con estos trabajos de Leyva y Bertoli se determinó que las pérdidas en azúcar por efecto de la vegetación indeseable estuvo determinada por pérdidas en toneladas de caña por ha y no por pérdidas en por ciento de pol en caña.

Precauciones para un buen tratamiento.

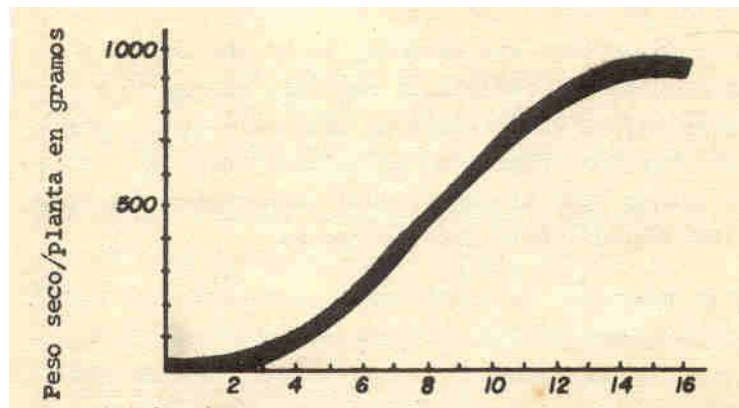
- a) Observe cuidadosamente las instrucciones del fabricante.
- b) Evite las dosis excesivas. Cualquier dosis excesiva puede perjudicar seriamente, incluso los cultivos más tolerantes.
- c) Revise y limpie el equipo con el mayor esmero. Examine el equipo para cerciorarse de que no hay escape y que tiene las boquillas adecuadas.
Es preferible y más seguro destinar equipos exclusivamente para la aplicación de herbicida.
- d) Aplique herbicida oportunamente. Los herbicidas son más eficaces cuando las plantas están en pleno crecimiento.
- e) Protege las plantas delicadas.
- c) Almacene separadamente los herbicidas. Estos deben guardarse en lugares distintos de aquellos donde se guardan los artículos alimenticios para el consumo humano, las semillas, los fertilizantes y los plaguicidas.

CAPITULO 10

Control del crecimiento y desarrollo de las plantas

INTRODUCCION

Primeramente es necesario hacer referencia a lo planteado por Devlin (1975) sobre ¿qué es crecimiento? y ¿qué es desarrollo? El crecimiento es un proceso a través del cual se produce en forma irreversible un aumento de tamaño, generalmente unido, aunque no de un modo necesario, a un incremento de peso; mientras que en el proceso de desarrollo se produce un cambio de forma en la planta. Es el crecimiento un proceso cuantitativo mientras que el desarrollo un proceso cualitativo, así vemos que en el crecimiento de una planta durante cierto tiempo, esta aumenta un número determinado de centímetros en su altura, mientras que en el proceso de desarrollo reproductivo, aparece la inflorescencia.



**FIG. 10.1. Curva sigmoide que describe,
en su crecimiento por semanas, el maíz.**

También es necesario el tener muy en cuenta el hecho de cómo crecen las plantas desde su germinación hasta que comienza la fructificación y después de ésta, qué velocidades de crecimiento adoptan en diferentes etapas de todo el ciclo de vida útil de la misma y que esto se representa por una curva denominada sigmoide.

Al valorar la forma de sigmoide que describe en su crecimiento una planta, se observa lo siguiente: un crecimiento lento en los primeros días desde el momento de la germinación de la semilla. Posteriormente a esta etapa viene una de crecimiento muy rápido, el grado de rapidez es propio en diferentes especies y variedades de plantas, y por último se ve una estabilización del tamaño de la copa de la planta, esta última etapa coincide en muchas plantas con la etapa de estadio reproductivo. Esto es más pronunciado en las plantas anuales y bianuales, ejemplo el maíz (*Zea mays* L.) y kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.)

El conocer la velocidad de crecimiento en las diferentes etapas de cuando comienza y termina cada uno de dichos estadios es muy importante en el desarrollo del proceso productivo en los cultivos económicos, todo ello por las razones siguientes:

Es bien conocido el grado de exigencia de los cultivos en sus diferentes estadios; así tenemos que en la etapa de plántula, la humedad en la generalidad de los cultivos requiere atención especial respecto a que el suelo debe tener un tenor hídrico sistemáticamente óptimo, pues un estrés de humedad en ese estadio es biológicamente funesto para la nueva planta. En cuanto a la etapa de la mayor velocidad de crecimiento (llamada de crecimiento) es aquí donde mayor exigencia en cantidad tiene la planta en agua y sustancias nutritivas.

Hay plantas como el kenaf que en esta etapa o estadio, el crecimiento diario en altura es de hasta 4 cm. Se considera en cuanto a agua se refiere que muchas plantas utilizan para la elaboración de materia seca y para la evapotranspiración hasta 267 t de agua por tonelada de materia seca elaborada.

También es muy crítico en las plantas el momento de cambio del estadio vegetativo al reproductor. A este respecto, si una planta de arroz que haya tenido humedad óptima anteriormente a esta etapa reproductiva pasa un estrés de humedad al comienzo de este estadio, las panículas presentan sus granos sin llenar y no hay producción de este cereal.

Los frutales, cuando están florecidos, producirán más frutos a medida que se aparten de un estado de estrés de humedad en esa etapa de su vida útil. En caña de azúcar, un estrés de humedad en determinado momento del crecimiento de los entrenudos, determina una longitud más reducida entre los entrenudos que están en el mayor grado de crecimiento en ese momento. Esto se puede ver bien cuando se comparan estos entrenudos con los demás.

Se sabe que muchas plantas entre las que se encuentran especies de frutales como: café, mango, y otros, si se dejan crecer libremente sus copas adoptan, formas menos productivas que si se ejerce un control de crecimiento sobre dichas copas.

El hombre, conociendo bien la biología de la planta, en especial su morfología anatomía y fisiología, puede ejercer diferentes métodos de control fitotécnicos en su crecimiento y desarrollo en función de la mayor producción y calidad de los frutos, así como, para facilitar la cosecha.

Entre los diferentes métodos y vías que utiliza el hombre, tenemos los siguientes:

- Control de la intensidad de la luz.
- Fechas de siembras óptimas.

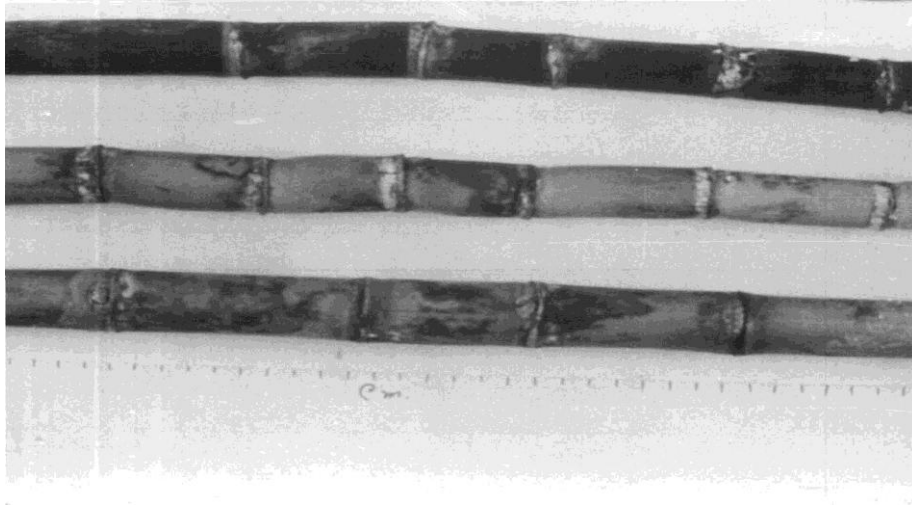


FIG. 10.2. Tallos de caña mostrando ciertos entrenudos, más cortos motivado por estrés de humedad.

CONTROL DE LA INTENSIDAD DE LA LUZ

Se conoce la influencia de la intensidad de la luz en el crecimiento de las plantas y que entre otras razones, está la mayor cantidad y actividad de las auxinas de crecimiento en los tejidos vegetales.

El método de disminuir en un 33 % la luz en condiciones tropicales en los meses de noviembre a marzo, cubriendo con tela el tabaco negro, para producir capas, y que se denomina tabaco de tapado, es muy usado en este cultivo. Con este método se logra aumentar la longitud del tallo del tabaco, los entrenudos son más largos, hay mayor número de hojas y éstas son limbos de mayor superficie que en el mismo tipo de tabaco producido a plena luz, o sea, sin tapar. Además, se produce una hoja de mayor elasticidad que la producida a pleno sol, con características bioquímicas superiores.

Por ello es que con el fin de producir hojas para ser utilizadas como capas en la fabricación de los tabacos torcidos (puros) las plantaciones de tabaco negro se cubren con dicha tela durante el crecimiento y desarrollo de la planta.

Las razones técnico-científico son, entre otras, que las auxinas de crecimiento, se presentan en mayor cantidad y son más activas cuando la intensidad de la luz es inferior a 5500 angstrom (Bonner y Galston, 1970), y que cuando este tipo de auxinas tiene gran actividad actúa sobre el protoplasma celular, favoreciendo el crecimiento.

Reviste gran importancia el como actúa sobre el desarrollo de la membrana celular siendo esta más flexible, con mayor plasticidad, permitiendo esto que el protoplasma se expanda y aumente así, la célula, de dimensiones. Esto, en cadena, produce mayor crecimiento. También con éste método de disminuir la intensidad de la luz en los viveros se logra que las plántulas y plantas jóvenes de café, de frutales y de forestales crezcan y se desarrollen a ritmo más acelerado, para ser después llevadas a campo definitivo.

También, por este mismo principio, al producirse auto sombra en el semillero, el talluelo de la plántula se alarga, facilitando la labor de trasplante.

LAS FECHAS DE SIEMBRA EN FUNCION DE LAS HORAS LUZ/DIAS A TRAVES DEL AÑO

Como es sabido existen plantas foto periódica y especies cuyas plantas son consideradas insensibles a la duración de las horas luz/día.

En las especies de plantas foto periódicas, dichas plantas tienen su punto crítico de cambio de estadio al ocurrir los días con una duración de horas luz determinado, así tenemos el kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) que variedades como la Cuba 195 comienza a florecer cuando los días tienen 13 horas y 27 minutos. Partiendo de este hecho es que se fijan las fechas de siembra en esta planta y en cada variedad.

Cuando el kenaf se usa para fibras se busca que la planta crezca tres y más metros de altura, pues así hay mayor rendimiento de fibras. Esto es así, ya que la fibra, fruto agrícola del kenaf, se produce en la cinta de la planta y a mayor altura de la planta mayor es la cantidad de cinta producida y por ende mayor es el contenido de fibra por planta.

Analice el siguiente caso: si esta variedad se siembra en mayo 20 no florece hasta la edad de 120 días y si la sembramos en la última decena de agosto sólo tiene un ciclo vegetativo de 40 días, alcanzando 300cm de altura en el primer caso y 120cm en el segundo caso (Puentes 1975).

- **Control mecánico.** Se va a considerar dos métodos de control mecánico: la poda y el desa porque y aporque.

La poda es la supresión total ó de partes de una planta para lograr varios fines útiles al hombre. Como es sabido, si todos los árboles se dejan crecer libremente, adoptan formas de copas no muy productivas o se desarrollan ramas no deseadas, así como que ciertas ramas se convierten en no productivas.

También cuando la copa de ciertas plantas como cafeto crece mucho en longitud, además de que, por lo general, no se logra la mejor producción, la recolección de sus frutos se hace problemática.

De acuerdo con los aspectos anteriores, el hombre acude al control del crecimiento mediante la poda para producir más, obtener frutos agrícolas con mayor calidad y hacer copas más productivas y de más fácil recolección de sus frutos agrícolas. Para lograr lo antes expuesto se realizan varios tipos de poda, ellos son:

- Poda de formación.
- Poda de mantenimiento o saneamiento.
- Poda de fructificación.
- Poda de renovación.

Poda de formación

Se hace con las plantas jóvenes y con este tipo de control del crecimiento en forma paulatina, se le da a una planta la forma de copa más conveniente. fig. 10.3a, b, c, se muestra sus tres etapas fig 10.4d Otra forma de poda de formación para la distribución de las ramas.

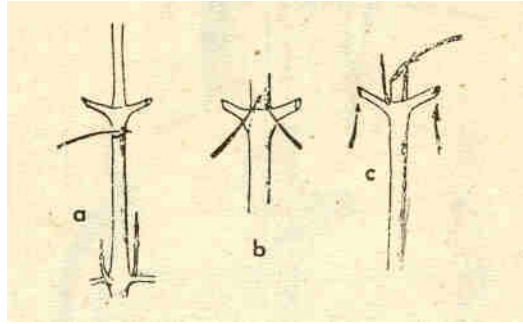


FIG. 10.3. Poda de formación. Sistema para hacer el descope:
a) descope simple; b) en punta de diamante; c) en cruz.

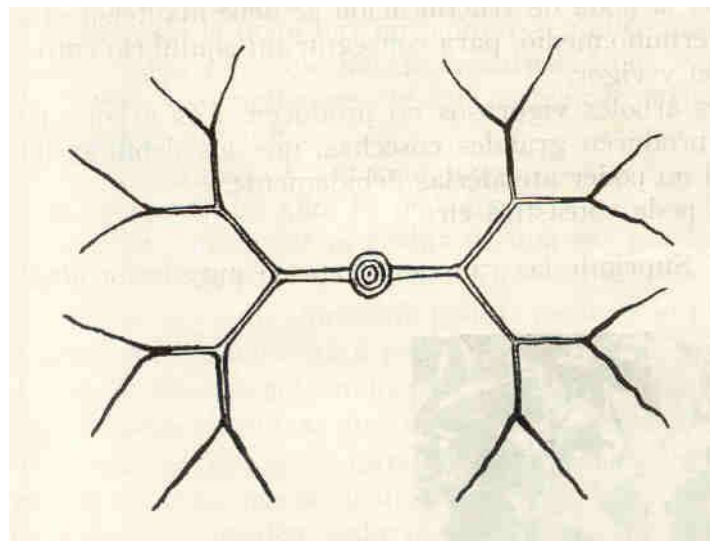


FIG. 10.4d. Poda de formación. Distribución
de las ramas para formar el armazón del árbol.

Al cortarle a ciertas plantas jóvenes una parte del tallo próxima al ápice, se consigue el desarrollo de las yemas laterales inferiores que ahora ocuparán la porción superior de la planta decapitada, obteniéndose dos o tres ramas vigorosas. Posteriormente se realiza otra decapitación de cada rama nueva en su extremo apical y con ello se logra que otras ramas laterales también potentes, surjan, dando así al nuevo árbol una copa con muchas ramas laterales.

Tipos de podas semejantes a estas se realizan en el café, para que se originen mayor número de ramas laterales productivas, además de conseguirse una copa más productiva, también la recolección de los granos de café se hace más fácil.

Este fenómeno se produce por las razones de que en los extremos apicales se encuentran la mayor cantidad de auxinas de crecimiento y se produce cierta inhibición en el desarrollo de las yemas laterales de la porción media y basal del árbol. Al cortar la porción apical brotan con gran vigor ramas laterales, porque se elimina la dominancia apical.

En cuanto a la poda de formación, existe también la poda en forma de seto. Esta consiste en realizar podas laterales y apicales para mantener la plantación en forma de setos. Así, con este tipo de poda, Sosa (1984), ha logrado aumentar sustancialmente los rendimientos de campos viejos de cítricos que estaban casi cerradas sus calles. Con ello se logra por un lado permitir que los equipos de atenciones culturales y de cosecha circulen bien por dichas calles y porque se incrementa la producción, ya que hay entrada de luz lateralmente y con el brote de nuevas yemas se incrementa la floración.

Con este trabajo el autor tuvo los siguientes resultados: facilitó el trabajo tanto de atenciones culturales como de cosecha ya que resultaba casi imposible su realización por estar los campos de cítricos muy cerrados.

Desde el punto de vista económico, el mejor resultado lo dio la poda en seto por un lado sí y otro no de la calle ó líneas paralelas, pero el tratamiento en el cual se podó por ambos lados la línea, brindó mayores resultados en facilitar mejor la mecanización de las labores culturales y cosecha.

Con este tipo de poda no hubo deformación en el crecimiento de los árboles, lo mismo podados por un solo lado que por ambos lados de la hilera de plantas.

Se logró el brote de yemas tanto vegetativa como productiva en zonas del árbol en la cual no se hubiesen formado con la realización de la poda; no hubo afectación en el color, grosor y características de la corteza del fruto ni tampoco en la calidad del jugo.

Este trabajo sobre poda en seto, sin afectar los rendimientos produjo una transformación de campos de naranjas viejos en campos rejuvenecidos bien aireados y con facilidad para ser atendidos culturalmente y para la realización de las cosechas. (fig. 10.5 y 10.6.)

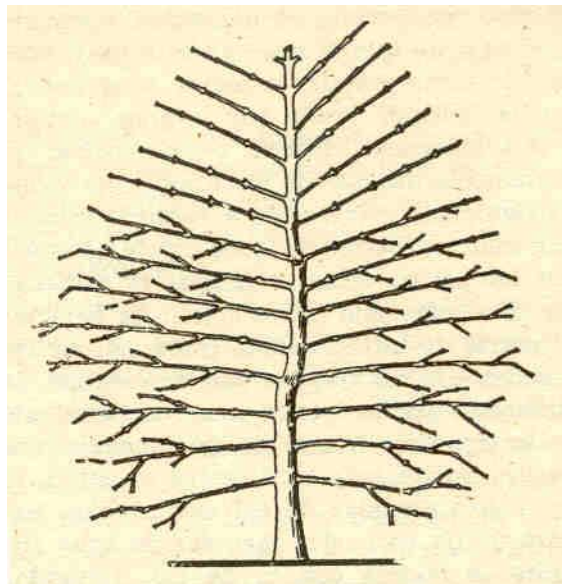


FIG. 10.4. Poda de formación en cafeto.



FIG. 10.5. Poda de seto en cítricos.



FIG. 10.6. Poda de seto en café.



FIG. 10.7. Mamones o chupones en plantas de cítricos.

Poda de mantenimiento

Esta poda se usa para mantener el árbol libre de ramas viejas, secas e improductivas y para mantener la forma deseada. También son eliminadas con este tipo de poda los “chupones” o “mamones” que tanto afectan al árbol, pues dichos chupones o mamones son improductivos, por su posición a la sombra; las auxinas de crecimiento en ellos están más activos y por ende su crecimiento es violento, en detrimento de las ramas productivas.

Poda de fructificación

Este tipo de poda que consiste en realizar despuntes de ramas a los árboles adultos para lograr que se aumenten las ramas que fructifican, se realiza en muchos países fríos. En el clima de Cuba está limitada este tipo de poda a la guayaba (*Psidium guajaba* L.) y el café (*Coffea arabica* L). Aunque en el caso de la guayaba no está bien claro el éxito que se obtiene con este tipo de técnica cultural

Poda de renovación

Con este tipo de poda un árbol es renovado, pues son cortadas todas las ramas y gran porción de su tallo. Así se forma una nueva copa. Este tipo de poda se realiza cuando el árbol está muy

desgastado y podado. La nueva copa es más productiva y se le puede dar a la misma la forma más deseada.

Esta poda se realiza mucho en cafetales viejos, con lo cual aumenta, por un lado, su productividad y por el otro, la facilidad de cosechar los granos. (fig. 10.8).



FIG. 10.8. Poda de renovación en cafeto

Desbotone

Este tipo de control de crecimiento se realiza en tabaco; con esta operación se elimina la yema apical en un momento en el que va a dar inicio la formación del botón floral. Con esta práctica, por un lado se detienen el desarrollo reproductivo en la planta y por otro se detiene el crecimiento en altura de la misma. Al eliminarse el botón, las hojas aumentan en tamaño y tienen mayor fortaleza que si no se hubiese desbotonado; esto está determinado por el fenómeno de la preponderancia apical, o sea, por la acción activa tan alta, de las auxinas en la porción apical. (fig. 10.9 y 10.10).

Una planta de tabaco se desbotona de tal manera que la misma tenga un número de hojas determinado y con tamaño y calidad buscada. Si se desbotona dejando más hojas de la normal, para unas condiciones ecológicas determinadas, las hojas son más pequeñas y con baja consistencia. Si por el contrario lo hacemos dejando un número de hojas muy por debajo de lo normal para esas condiciones, las hojas resultan demasiadas gruesas y su calidad para el fumado puede resultar no favorable. Por ende los rendimientos son más pobres y se puede afectar la calidad.



FIG. 10.9. Planta desbotonada de tabaco.



FIG. 10.10. Plantas sin desbotonar

Deshije

Al eliminar las yemas terminales (botón), las yemas axilares se desarrollan con alta velocidad, pasarán del estado latente a la actividad. Los brotes de estas yemas reciben el nombre de hijos, los cuales es necesario eliminarlos de inmediato, mediante la operación denominada deshije. La operación se lleva a cabo con la mano. Esta práctica es muy necesaria pues si no se eliminan los hijos o chupones, el efecto buscado con el desbotonado, queda neutralizado. También en tomate el deshije en las plantas hace que se aumente la productividad, al aumentarse el peso promedio de frutos.

Agobio

Consiste en el arqueado de un tallo de una planta hacia la superficie del suelo. Con ellos podemos lograr más ramas de las que son capaces de surgir, cosa que no ocurre si no se realiza el agobio, aquí se manifiesta el efecto de la preponderancia apical, eliminada por la posición inclinada hacia el suelo en que queda la planta. De los brotes que surgen en la curvatura de la planta agobiada, se seleccionan dos o tres de los mejores para que constituyan la nueva copa.

Aporque y des aporque.

Estas dos labores de cuidado de los cultivos ya estudiados, consisten en aporque de tierra al pie de la planta y des aporque, se separa la tierra desde los alrededores del pie de la planta.

En las plantas que presentan raíces adventicias y en las de hábitos de crecimiento con rizomas y que se cultivan en línea, estas operaciones son muy beneficiosas técnica y económicamente.

Estas plantas quedan más ancladas y firmes en el suelo. En la caña de azúcar y el napier, plantas rizo matosas, con el des aporque se consigue que estos cultivos se mantengan en línea, pues a través de esta operación se corta la porción de la planta que está fuera de la línea, también con esto se consigue que los brotes de las yemas profundas salgan fácilmente y así se tienen tallos que salen de capas profundas y con ello se logra mejor disponibilidad de agua.

También con el des aporque se puede enterrar el fertilizante, aspecto este muy importante en lo que respecta al fósforo y también al potasio.

Con el aporque, en este tipo de cultivo, se consigue que en terreno de mal drenaje interno y externo, las cepas se desarrollen en condiciones de mejor tenor hídrico.

Efectivamente, con esta labor, la superficie queda en camellón; por un lado se consigue mejor evaporación en las capas superiores y por otro, que como estas plantas presentan raíces adventicias, al ser tapada esta porción inferior del tallo, produce raíces en dicha porción aporcada y así se desarrolla bien, al cambiársele a la planta su medio edáfico en lo que respecta a exceso de humedad. Esta labor tan útil en terrenos de mal drenaje y de condiciones físicas compactada no resulta beneficiosa en suelos de baja retención de humedad, pues al hacerlo sufre sequía la planta. (fig. 10.11).

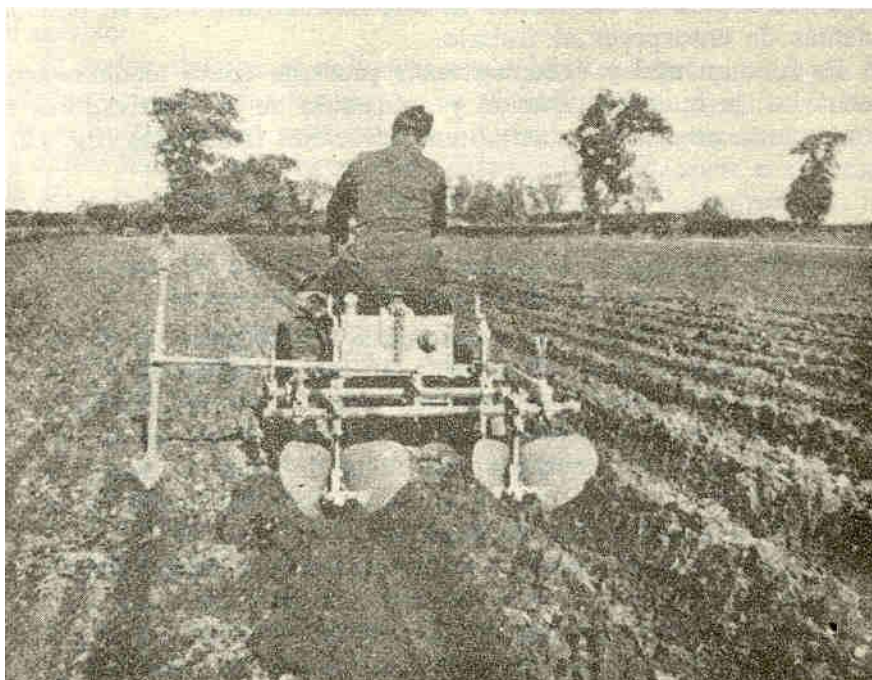


FIG. 10.11. Labor de aporque.

METODO QUIMICO

En muchas plantas o en órganos de la misma, son usadas ciertas sustancias químicas para controlar el crecimiento y desarrollo. Estas sustancias pueden ser estimulantes y también inhibidoras en función de la cantidad aplicada, ejemplo: 100 partes por millón de ácido indol acético (AIA) estimula el brote de las raíces en tallos de caña y, sin embargo, 1 000 partes de la

misma suele producir cierta inhibición del proceso del rebrote radical en algunas variedades de caña.

Ciertas sustancias pueden detener el crecimiento vegetativo y estimular el reproductivo. El fenómeno por lo cual esto ocurre es que las sustancias químicas usadas actúan contra las auxinas de crecimiento y estimulan la fructificación. En la piña, la aplicación por el método de espolvoreo de hidrocarburo saturado acelera la fructificación y al aplicar 10 a 15 días antes de madurarse los frutos ácido naftalina acético al 0,001% le da más consistencia a los mismos. Con este método podemos obtener cosechas de piña en fechas antes a las que producen sus frutos cuando no se aplica dicha sustancias químicas. El uso del control químico en plátano para controlar el número de hijos resulta muy útil, pues con esta vía se evita el control mecánico de los hijos en esta planta que como se sabe, necesita de mucha mano de obra.

Ortiz y Ofelia San (1985) demostraron con experimentos al efecto, que el uso del Biester al 4 y 6 % y el hidróxido de sodio y también con ácido sulfúrico, inyectados después de cortar los hijos resulta un buen sustituto del control mecánico en el deshije.

CAPITULO 11

Sistemas de Cultivos

INTRODUCCION

Los cultivos se suceden sobre una misma parcela y dejan el suelo en condiciones físicas, químicas y biológicas muy diferentes, haciendo aparecer así la importante noción de precedente cultural.

Los cultivos pueden influir sobre los que les sigan a través de la cantidad de agua o de nutrientes utilizables que dejan en el suelo por intermedio de sus residuos, los cuales pueden ser beneficiosos o perjudiciales.

Hace algún tiempo, varios investigadores entre ellos De Candolle citado por Rusell (1967), plantearon que las plantas podían excretar toxinas por sus raíces, las cuales permanecían en el suelo durante cierto tiempo y afectaban a otras plantas de la misma especie, y esta era la razón por la que los cultivos se desarrollaban mejor en rotación que en cultivo continuo. Sin embargo, Rusell expresa que Daubeny en Oxford demostró experimentalmente que esta no era la explicación correcta de la práctica de las rotaciones. Cultivó 18 especies diferentes sobre las mismas parcelas y comparó los rendimientos con los obtenidos alternando dichas especies en otras parcelas, de modo que ninguna se repitió dos años seguidos; no se aplicó estiércol. Los resultados mostraron decrecimiento gradual en el rendimiento en casi todos los casos, y la disminución fue generalmente mayor cuando el cultivo se repitió año tras año sobre la misma parcela que cuando se pasó sucesivamente a las siguientes. No obstante, la diferencia entre los rendimientos en los dos casos no fue suficiente para justificar la suposición de la existencia de una toxina y si la explicación puede estar dada a la más rápida sustracción con cultivo continuo de los elementos minerales requeridos por la planta. Esta explicación fue apoyada por análisis de las cenizas y del suelo.

Sin embargo, los agricultores saben por experiencia según manifiesta Rusell (1967), que los cultivos se desarrollan mejor en rotación que en una sucesión continua, aunque es verdad que el cultivo continuo es posible: el triguero de Broadbalk en Rothamsted ha producido ya más de un centenar de cosechas de trigo en sucesión, interrumpida solamente por algunos barbechos, para reprimir la “malas hierbas”.

El único grupo de cosechas que no pueden cultivarse continuamente y durante un largo tiempo sobre la misma parcela de terreno son las leguminosas y en particular el trébol y las aluvas. El terreno ocupado continuamente, más bajo es el contenido de materia orgánica. Esta “enfermedad” del trébol se debe, casi ciertamente, a sustancias tóxicas producidas por las raíces de esta planta.

La explotación agrícola desarrolla su actividad en un medio geográfico y económico bien definido y esto determina, en una buena medida, la elección e importancia relativa de las especies vegetales cultivadas y de los sistemas de cultivo seguidos. Las alternativas y rotaciones de cosecha, es tan antigua como la agricultura misma. Aunque la importancia de los restos vegetales, estiércol, abono verde, leguminosas, cal, laboreo y fertilizantes comerciales ha sido ampliamente reconocido, poco se conoce de los beneficios que se derivan de una rotación de cultivos conveniente en el trópico. Esta equivocación ocurre al parecer por no saber determinar los beneficios de la alternativa de cultivo, mientras que la influencia del estiércol y de los fertilizantes comerciales por lo general es claramente visible.

Los beneficios de la alternativa y rotación de cosechas se demuestran en experimentos llevados

a cabo por espacio de más de 30 años en Inglaterra y EE.UU. Estos beneficios se muestran en la siguiente tabla (tabla 11.1)

**Tabla 11.1 Experimento efectuado en Ohio. Promedio de 30 años.
(Citado por Buckman - Brady 1964)**

	Beneficio de los cultivos en rotación hl.ha ⁻¹		
Tratamiento	Maíz	Avena	Trigo
Cultivo continuo	30,4	34,0	17,5
Cultivos en rotación	46,2	39,3	21,6

Flore (1983), plantea que en numerosos países tropicales debido a las siembras continuadas de arroz, los rendimientos han descendido. La causa de los rendimientos decrecientes es variable, pero en general ella reside en el agotamiento y deterioro de los suelos destinados a este cultivo. Cuando un suelo se cultiva por primera vez con arroz el rendimiento suele ser elevado debido a su fertilidad natural, sin embargo, los cultivos sucesivos, sobre todo con poco uso de fertilizantes, van deteriorando la fertilidad porque alteran o modifican las características físicas del suelo. Uno de los aspectos que merece ser bien considerado, ya que ello podría contribuir a la solución de los problemas que están afectando la producción de arroz, es el estudio de alternativas cosechas.

Para las condiciones de Cuba, se impone la necesidad de incrementar las investigaciones que determinen cuantitativamente los beneficios de esta

práctica agrícola y determinar la sucesión más racional que debe establecerse con los cultivos fundamentales. En la actualidad se está aplicando ya con algún rigor técnico en las empresas agrícolas, la rotación de los cultivos, como una de las formas efectivas y económicas de aumentar los rendimientos agrícolas en cultivos de ciclo corto, junto a otros beneficios que ello trae aparejado.

No obstante, la importancia de lo que se ha señalado, sobre rotación de cultivo, es conveniente destacar lo siguiente: desde los albores de la agricultura y hasta hace 50 o 60 años los sistemas de cultivos constituían una práctica obligada en la agricultura si se quería obtener los máximos rendimientos de forma estable, debido al poco desarrollo de las ciencias agrícolas, tales como la quimificación la mecanización, la fisiología vegetal, que comenzaron su desarrollo vertiginoso posteriormente como ciencias independientes.

Esta práctica evitaba que se agotara la fertilidad del suelo y también constituía un medio de evitar la menor incidencia de plagas.

Posteriormente con el auge que ha tenido la quimificación, la mecanización agrícola y la ciencia del suelo, ya esta práctica no constituye la única forma de tener los más altos rendimientos, sino que debe manejarse ambas cuestiones, o sea, la práctica de la rotación y el uso de la

quimificación, la mecanización. Lo que sí debemos tener bien en cuenta es el manejo de la alternativa y del precedente cultural

Alternativa

La alternativa de cosecha es la distribución de las especies económicas en una unidad de producción, año por año, y de manera tal que, por lo menos, de un año a otro no se repitan sucesivamente en las mismas áreas de suelo. Esto debe tenerse en cuenta en una unidad de producción al ubicar los cultivos que están en el plan técnico-económico.

Garré (1968) este autor define las alternativas como la distribución en superficie de los distintos cultivos, durante un mismo año, o sea, que es el tiempo que media entre dos cultivos de la misma planta, sobre la misma parcela.

Al cultivar un terreno sucesivamente con varias especies de plantas, por lo general se acostumbra a no ocupar cada año, con una sola especie la totalidad de la superficie disponible, sino que ésta se divida en varias partes, aproximadamente iguales, cada una de las cuales, reciben el nombre de amelgas. Después de haber determinado su sistema de cultivo, es decir, la importancia relativa de las especies vegetales y la naturaleza de cada una de ellas, se deberá determinar las superficies que abarcará cada cultivo y fijará el emplazamiento de cada uno de ellos.

Se determina entonces la alternativa, es decir, la distribución de los cultivos en el espacio. De esta forma, se dedica una superficie bien definida, campo o amelga, a cada especie de planta. Esta noción de alternativa se complementa estrechamente con la rotación. El examen de la rotación hace aparecer el número de campos o grupos de estas dedicadas a cada especie cultivada, pero sin precisar la superficie que sólo se pondrá en evidencia en la alternativa. Esto, en las unidades estatales de Cuba es muy factible de realizar, ya que las mismas están divididas en campos típicos y generalmente se lleva el historial de los procesos tecnológicos en cada área.

La elección de una alternativa de cultivos está muy estrechamente relacionada con el cultivo principal de la región que comprenderá una mayor cantidad de campos y los cultivos secundarios que el área que se dedicará a ellos deberá ser menor. Por ejemplo, en las empresas de cultivos varios de La Habana, cuando se determina la alternativa a seguir, el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) abarcará una superficie mayor que las dedicadas para el cultivo de la calabaza (*Cucurbita pepo* L.); para el cultivo del boniato (*Ipomoea batata* L.); para el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.). Por lo tanto la alternativa de cultivos está condicionada por múltiples factores que deben considerarse cuidadosamente con el fin de destacar aquellas, cuya importancia sea dominante.

Condiciones del medio natural

Clima, suelo y medio biológico juegan un papel determinante en la elección de las especies a cultivar. Estos mismos factores (pendiente, orientación, composición físico-química del suelo, régimen de humedad) pueden variar, aún dentro de la misma empresa o región, según las parcelas y resultan inadecuadas para algunos cultivos, influyendo así en el régimen normal de la rotación y de la alternativa.

Condiciones económicas

Estas pueden determinar en ciertos momentos, las características de las alternativas; aunque debe destacarse que sucede en cortos períodos, debido a lo estabilizado de la economía cubana que tiene carácter social.

ROTACION

Es la sucesión en el tiempo de los sistemas de cultivos sobre una misma parcela, a fin del cual se realiza la misma sucesión de cultivos y en el mismo orden, o puede ser que se establezca

otra diferente.

Mientras la rotación es teóricamente fija, la importancia de cada campo o amelga puede variar, ya que todas las parcelas no tendrán forzosamente la misma superficie o no serán aptas en todos los casos para llevar todas las especies cultivadas. Aunque se debe procurar que las variaciones sean mínimas.

En resumen, se puede plantear que las diferencias que existen entre la alternativa y la rotación es que, aunque estos términos se emplean indistintamente por muchos autores, conviene establecer la diferencia que existe entre uno y otro, para lo cual se han tomado las aclaraciones que sobre dicho término hace el agrónomo español Benaiges (1964), citado por Escobedo et al (s/a) los cuales plantean: La rotación no presupone el cultivo simultáneo de todas las plantas que se suceden en ella. La alternativa, sí. Y en esto estriba la diferencia”.

Ejemplo: en la rotación barbecho, maíz, leguminosa, papa, en el primer año todo el terreno se mantendría en barbecho sin obtener cosecha alguna de los otros cultivos, con la consiguiente pérdida económica; mientras que en la alternativa, sí se efectuarían los cultivos de maíz, leguminosa, papa, simultáneamente. Es decir, en el tiempo acordado para la rotación, en el ejemplo cada cultivo aparece una sola vez, mientras que en la alternativa cada uno de ellos se cosecha cuatro veces, sólo cambiando el lugar que ocupan en las parcelas destinados al efecto (fig. 11.1).

	Rotación	Alternativa
1 ^{er} año	Barbecho	B M L P
2 ^{do} año	Maíz	M B P L
3 ^{er} año	Leguminosa	L P M B
4 ^{to} año	Papa	P L B M

Leyenda: B (barbecho), M (maíz), L (leguminosa), P (papa)

FIG. 11.1. Diferencias entre una rotación y una alternativa de 4 años.

La rotación y la alternativa no pueden estar sujetos a modelos rígidos, sino que deben caracterizarse por una flexibilidad adecuada para que pueda ser aplicada con éxito a cada región o país, acorde a sus características ecológicas, suelos y a las exigencias de tipo socioeconómico.

De lo expuesto se deduce, que la rotación y la alternativa se deben hacer atendiendo al ciclo de duración del cultivo (bienal, trienal, cuatrienal) y a la variedad de especies al alternar o a rotar, con el fin de poder adaptar estas prácticas a una necesidad determinada en un momento dado.

NECESIDAD DE LAS ALTERNATIVAS

A pesar de los avances realizados en agronomía, la alternancia de cultivos, aun no siendo ya una necesidad vital, sigue siendo con mucha frecuencia rigurosamente indispensable, a pesar de que hay algunas especies que toleran la repetición más intensamente que otras, como sucede con:

Maíz, arroz, forrajes entre las Poaceas.

Papa, tabaco, tomate entre las Solanáceas.

De todas formas, aun para estas especies es conveniente que el cultivo no se repita durante muchos años, porque numerosas experiencias han demostrado la necesidad de no cultivar una misma planta sobre una misma parcela de manera interrumpida, para no disminuir los rendimientos.

Las diversas razones que justifican la necesidad de la alternativa se exponen a continuación:

1. Control de la vegetación indeseable.

La primera de las condiciones a observar para obtener cosechas satisfactorias es la limpieza del suelo; la buena organización de la alternativa contribuye a ello.

Desde este punto de vista se clasifican las plantas cultivada en tres categorías:

a) Plantas “ensuciadoras.” Son aquellas que al cultivarse intensamente” infectan el suelo de vegetación indeseable, por no requerir o ser difícil las labores de cultivo frecuentes, favoreciendo el desarrollo de la vegetación indeseable Ejemplos: maíz (*Zea mays* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.) entre otras.

b) Plantas “limpiadoras.” Las plantas “limpiadoras” son todas aquellas que permiten o exigen operaciones de cultivos, capaces de destruir la vegetación indeseable durante la mayor parte de su ciclo vegetativo, estas plantas técnicamente se le denomina “plantas de escarda.”

Ejemplo: papa (*Solanum tuberosum* L.); tabaco (*Nicotiana tabacum* L.); cebolla (*Allium cepa* L.) y otras.

c) Plantas “ahogantes.” Las plantas clasificadas como “ahogantes” tienen un crecimiento rápido y abundante, lo que impide que broten las arvenses y si lo llegan a hacer no pueden soportar la competencia de las plantas ahogantes, por tener un crecimiento excesivamente rápido (hasta 4cm) diariamente. Ejemplo: kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.).

El desarrollo de la vegetación indeseable es otro de los factores que imponen la alternancia de los cultivos. Las rotaciones de los cultivos susceptibles de mantener el suelo en buenas condiciones, hacen alternar las plantas que ensucian con otras que ahoguen la vegetación adventicia y otras que contribuyan a limpiar el suelo.

Es útil añadir que esta alternancia no constituye una necesidad absoluta. Pueden aplicarse rotaciones que lleven principalmente especies limpiadoras; este es el caso de regiones donde predominan cultivos hortícolas (Lechuga, col, pimiento).

En resumen se puede plantear que para mantener u obtener la limpieza del suelo, es preciso que a las plantas ensuciadoras, sucedan plantas limpiadoras y ahogantes. Ejemplo: el maíz, planta ensuciadora, sucederá a la papa, planta limpiadora o el kenaf, planta ahogante.

Flore (1984) en un estudio realizado durante los años 1979, 1980 y 1981 (en condiciones de la provincia de Pinar del Río) encontró los resultados que se expresan en la tabla 11.2

Los resultados de este trabajo de tres años demuestra, de forma general, que todos los, precedentes culturales que acompañan al cultivo del arroz como cultivo principal, a excepción del barbecho, tienen un efecto importante en el control de la vegetación indeseable, y puede estar dado por las distintas labores de cuidados al cultivo, como sucede con la soya que es un cultivo limpiador y que se denota cuando se utilizó como grano relacionado con la forma de abono verde o que sea una planta con crecimiento rápido, como sucede con el kenaf, que se considera como ahogante, porque aunque requiera pocas labores de cuidados al cultivo, la sombra que proyectan sobre el suelo determina que la vegetación indeseable no pueda crecer

adecuadamente y aunque hay algunas de estas que ganan en altura, no llegan a resistir la ausencia de luz motivado por el cubrimiento total del campo. Este comportamiento se observa tanto en la época lluviosa, como en la época poco lluviosa.

Tabla 11.2 Vegetación indeseable (poaceas y ciperáceas; plantas.m⁻²)

Tratamientos	Años.					
	1979		1980		1981	
	lluvia	seca	Lluvia	Seca	lluvia	Seca
Arroz-Arroz	237,50	75	90	65,50	93,50	58
Soya (grano)-Arroz	242,50	70,50	78	49,50	60	40
Soya (abono verde)-Arroz	252	70	81,50	53,50	62	46
Kenaf (fibra)-Arroz	241,25	64,50	80,25	54	70	48
Kenaf (abono verde)-Arroz	239,50	66,50	76	56,50	71,50	52
Barbecho (forraje)-Arroz	247	80	102,50	76	103	64
Barbecho (abono verde)-Arroz	235,50	86	113,50	78	102,25	71,20

2. Nutrición de las plantas.

Las plantas de importancia económica y en general, ellas se diferencian en los siguientes aspectos:

a) Por su sistema radical. Algunas plantas como las cereales (maíz, arroz) tienen un sistema radical que profundiza poco en el suelo (fasciculado) extendiéndose muy ramificadamente cerca de la superficie, y que por consiguiente explota, sobre todo, la capa superficial del terreno (capa arable). Otras especies, presentan un sistema radical pivotante que alcanza gran profundidad, extrayendo los nutrientes que se encuentran en las capas profundas (capa efectiva) además de los que se encuentran en la parte superficial.

b) Por sus exigencias alimenticias. Las especies cultivadas presentan distintas exigencias en cuanto a los macro elementos y micro elementos que requieren para realizar sus distintos procesos fisiológicos y metabólicos.

Ignatieff y Page (1967), plantean que toda diferencia en la demanda de nutrientes de los cultivos se reflejará en la necesidad de rotación de los mismos.

Por lo general deberán atenderse las exigencias de fertilizante de cada cultivo sucesivo. En los lugares en donde los cultivos sucesivos comprendan tanto las leguminosas como la hierba, o el cultivo de raíces y tubérculos, se acostumbra a dar a las leguminosas las proporciones adecuadas de nutrientes esenciales ya sembrar después el cultivo que tenga la máxima necesidad de nitrógeno, o bien algún otro que, según toda probabilidad, sea susceptible de obtener el máximo provecho de nitrógeno suministrado por el anterior cultivo de leguminosas.

La planta de papa (*Solanum tuberosum* L.) necesita abundancia de potasio, por tener la característica de almacenar en los tubérculos gran cantidad de féculas y donde este elemento tiene el papel principal. Para Jacob y Uexküll (1968) en condiciones tropicales la extracción media que realiza este cultivo es de 80-140kg.ha⁻¹; sin embargo, la extracción que realiza de nitrógeno es de 50-80kg.ha⁻¹. Se aprecia que la proporción es de aproximadamente 2:1 del primero con relación al segundo. Los cereales demandan en mayor cantidad el nitrógeno, aunque también extraen el resto de los macro nutrientes en mayores cantidades que otras plantas de ciclo corto (anuales), el cultivo del maíz tiene una extracción media de:

N	67kg.ha ⁻¹
P ₂ O ₅	30kg.ha ⁻¹
K ₂ O	56kg.ha ⁻¹

A causa de su gran demanda de nutrientes, al maíz se le considera como un excelente indicador del estado nutricional del suelo.

Existen plantas “agotadoras” o “esquilmanes” que exigen muchos nutrimentos para su crecimiento (col, maíz); éstas no deben volver con demasiada frecuencia a la misma amelga ó parcela. Debe procurarse en este sentido la entrada de especies como las leguminosas que en las nudosidades de las raíces (donde están las bacterias nitrificantes), fijan el nitrógeno del aire y enriquecen el suelo de este elemento. A estas plantas se les llama “mejorantes.”

Sin embargo, las condiciones de intensificación de la agricultura actual hacen que los elementos que se agotan en el suelo, puedan ser restituidos rápidamente mediante el empleo de fertilizantes y si ocurre el empobrecimiento de la capa arable del suelo, esto puede atenuarse con una labor profunda (subsolado) complementada con una fertilización adecuada. Estas diferencias en las plantas cultivadas, trae como consecuencia que para una buena utilización de los nutrientes, será siempre conveniente alternar plantas con diferentes exigencias nutricionales y también con características distintas en sus sistemas radicales.

3. Control de plagas.

Durante el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas, estas resultan afectadas por las plagas. Al realizar la recolección se quedan en el suelo restos de las mismas que contienen diferentes fases de esas afectaciones; además, de las que se alojan en el campo como características intrínsecas. Esto determina el que no sea aconsejable cultivar la misma especie u otra afín, porque de esta forma, los parásitos no encuentran el alimento conveniente, interrumpiendo así, su ciclo biológico.

La rhizoctonia (*Rhizoctonia solani* Khun) de la papa, enfermedad que con frecuencia es benigna, puede adquirir en suelos ácidos un desarrollo tal, que impida completamente el cultivo en casos de repetirse este, porque dicha enfermedad permanece en el suelo.

Se puede añadir a esto que el orobanche del tabaco (*Orobancha ramosa* L.), que en los lugares donde aparece es necesario espaciar la repetición del cultivo hasta 10 años, pues las semillas presentan una longevidad de 8 años, se puede presentar que motivado por esta planta parásita, sea necesario renunciar a este cultivo.

Debemos añadir, que en la alfalfa (*Medicago sativa* L), Demolón y Dunez citado por Mateo (1969), han evidenciado la existencia de un bacteriófago que destruye el rhizobium y dificulta la alimentación nitrogenada de la planta hasta que después de mucho tiempo sin realizar este cultivo e incluso de algunas otras especies leguminosas, especialmente de las pertenecientes al

grupo de inoculación de la alfalfa, (géneros *Medicago* y *Mellilotus*), se produzca la desaparición de este parásito. Se puede favorecer un rebrote más rápido de la alfalfa utilizando semillas inoculadas con cepas de la bacteria, resistentes a la acción provocada por el bacteriófago. Sin embargo, puede preguntarse si la simbiosis natural no pudiera reemplazarse con buen abonado nitrogenado. Parece ser que existen fenómenos más complejos, o de otra naturaleza, que nos hacen pensar que un buen cultivo de alfalfa o de otra leguminosa requiere una buena nodulación; es decir, buena simbiosis “radicular” con las bacterias. Todo lo planteado anteriormente con respecto a los beneficios de la rotación y alternativa es vía muy importante y debe tenerse bien en cuenta en la ejecución de los planes técnico-económicos de la producción agrícola, pero es necesario señalar aquí que deben ir unidos estas técnicas con las técnicas de las labores profundas y de la quimificación de la agricultura, usadas racionalmente.

CARACTERISTICAS DE UNA BUENA ROTACION.

Al definir la agricultura, se plantea que es la actividad social mediante la cual se obtienen productos animales y vegetales en la forma más racional y económica, y también se tiene que el suelo es el patrimonio más importante de la sociedad, que deberá mantenerse en estado productivo satisfactorio para las generaciones presentes y futuras. Por lo tanto, el uso racional del suelo y la quimificación de la agricultura son aspectos fundamentales en la producción agrícola.

No hay duda, que teniendo en cuenta la rotación y alternativa de cultivos se contribuye con lo anteriormente expuesto y que se contempla en las siguientes características:

- a) Mantener correctamente las propiedades físicas del suelo. Es necesario disponer de tiempo suficiente para preparar el suelo entre dos cultivos. Por este motivo, en regiones en que las lluvias primaverales son tempranas e importantes, es recomendable, por la dificultad que se plantea para preparar el suelo, hacer seguir a los cultivos de invierno un cereal de primavera.
- b) El abuso de cultivos intercalados conduce frecuentemente a una preparación de suelo muy inadecuada que altera profundamente las propiedades físicas y favorece la invasión de la vegetación indeseable. Esto debe evitarse.
- c) Una buena rotación debe mantener el equilibrio entre las plantas mejorantes y las esquilmanes para mantener al suelo en un buen estado de fertilidad.
- d) Con la rotación de cosechas se debe asegurar que se presenten las mínimas posibilidades de la erosión del suelo, por lo que los cultivos que la integran deben estar en correspondencia con el tipo de suelo y las condiciones de relieve (condiciones agro productivas)
- e) En esta práctica agronómica se deben presentar las menores incidencias de plagas; dado por la selección del cultivo principal y los precedentes culturales, que no deberán tener afinidad botánica.
- f) La rotación de cosechas debe asegurar que las producciones de los diferentes cultivos que la integran, aseguren que estos sean rentables; esto quiere decir que el valor de lo producido debe ser superior a los costos de producción. Es de mucha importancia actual y futura.

Hernández et al (1998) plantean que una buena rotación de cultivo debe contar con las siguientes premisas:

- Contar con un cultivo principal o cabecera.
- Mantener el equilibrio entre plantas mejoradoras y plantas esquilmanes del suelo.

- Relacionar cultivos que incrementen las poblaciones de malezas con los que provoquen su reducción,
- Que los aportes alimenticios de los cultivos seleccionados respondan a las necesidades de la población.
- Que se haga una correcta utilización de la fecha de siembra de los cultivos.
- Que los sistemas sean abiertos, flexibles y continuos.

Tabla 11.3 Ejemplo de rotación y alternativa de cultivos:

Parcela/año	Época	A	B	C	D
1	Primavera	Boniato	Pepino-Habic.	Leguminosa	Maíz+Caupi
	Invierno	Tomate	Cebolla	Col	Zanahoria
2	Primavera	Pepino-Habic.	Leguminosa	Maíz+Caupi	Boniato
	Invierno	Cebolla	Col	Zanahoria	Tomate
3	Primavera	Leguminosa	Maíz+Caupi	Boniato	Pepeino-Habi
	Invierno	Col	Zanahoria	Tomate	Cebolla
4	Primavera	Maíz+Caupi	Boniato	Pepino-Habic.	Leguminosas
	Invierno	Zanahoria	Tomate	Cebolla	Col

Sistemas de rotación

Las rotaciones de cultivos pueden clasificarse siguiendo varios criterios, así las formas que podemos encontrar, según los criterios que se utilicen para ello, son las siguientes: según la duración, según las superficies, según la rotación, según el modo y según el esquema. A continuación se describen cada una de estas formas.

Según su duración

Breves, si no supera los 6 años; dentro de esta clase se tiene a las anuales que resulta el tipo más sencillo que se puede establecer, generalmente está asociado a la rotación libre. En Cuba, esta rotación podemos encontrarla de dos formas diferentes; esto es, en función del cultivo principal como se ejecuta en las zonas productoras de tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.) de Pinar del Río en donde, después de la recolección, se establece en esos suelos, el cultivo del maíz, para aprovechar los remanentes de fertilizantes que quedan en el suelo. Esto mismo se realiza en otras áreas productoras de este cultivo. En las áreas muy especializadas de San Juan y Martínez y San Luis, estas se dejan generalmente en barbecho.

En las áreas productoras de papa (*Solanum tuberosum* L.), de la llanura roja Habana-

Matanzas, después de la recolección se establecen cultivos como el maíz (*Zea mays*, L.) en una mayor cuantía y también se establecen el cultivo de la calabaza (*Cucurbita pepo* L.) y pepino (*Cucumis sativus*, L.), para aprovechar los grandes residuos de fertilizantes que deja este cultivo. Esto hace que el costo de la producción de estas cosechas sea menor y por lo tanto, la rentabilidad mayor.

La rotación bienal típica barbecho-cereal de invierno, corresponde a los primeros pasos de la agricultura, al menos para los países europeos de la cuenca mediterránea de los que se tienen documentos escritos (griegos y romanos). La necesidad del reposo bienal se explica, a la vez, por insuficiente trabajo del suelo, ausencia de abono y naturaleza del clima.

Sin embargo, los romanos Varrón, Catán y Virgilio, citado por Dielh y Mateo (1969), reemplazaron en parte el barbecho por cultivos mejorantes de leguminosas; de las que reconocieron sus beneficiosos efectos sobre el cultivo siguiente de cereales.

La rotación bienal primitiva (con barbecho) sólo existe actualmente en las regiones de la cuenca mediterránea con pluviosidad insuficiente, o cuando se trata de volver a poner en cultivo, suelos invadidos por vegetación indeseable.

En Cuba, este tipo de rotación puede encontrarse en algunas empresas de cultivos varios, donde el cultivo principal es el de la papa (*Solanum tuberosum* L.) a la que le preceden el maíz (*Zea mays* L.) y otras especies de ciclo corto como el boniato (*Ipomoea batata* L.), malanga (*Xanthosoma spp.* o *Colocasia spp.*).

Un ejemplo de rotación bienal y que se ha practicado en Cuba es la que aparece en el fig. 11.2.

Papa	Kenaf	Mijo perla	Frijol de terciopelo	Primer año
Kenaf	Mijo Perla	Frijol de terciopelo	Papa	Segundo año

FIG. 11.2. Esquema de rotación bienal

Los progresos en la agricultura han permitido prever la utilización del barbecho únicamente un año cada tres y adoptar una rotación trianual. Primitivamente se realizó: barbecho-cereal de invierno-cereal de primavera. Ya desde la época romana, se reemplazó el barbecho por cultivos de escarda o por leguminosas.

Actualmente, subsiste en numerosas regiones la rotación trianual clásica, aunque se presenta bajo formas variadas como:

- a) Remolacha - trigo - cebada o avena
- b) Papa - centeno - cebada o avena
- c) Trigo - Ray grass - trigo o cebada

Estos ejemplos se presentan en condiciones de clima templado. Sin embargo, para las condiciones de Cuba, la rotación más factible sería, la que indica Suárez de Castro (1968) fig. 11.3.

Cultivo limpio	Cultivo denso	Forraje	-----	Primer año
Cultivo limpio	Cultivo denso	Abono verde	-----	Segundo año
Cultivo limpio	Cultivo denso	Abono verde	Cultivo limpio	Tercer año

FIG. 11.3. Esquema de rotación de tres años.

La rotación de cuatro años aparece bastante más tarde. La rotación llamada *Norfo/k* es bastante representativa de esta situación:

- Planta de escarda.
- Cereal de primavera más siembra de trébol.
- Trébol violeta.
- Trigo.

Este sistema presenta múltiples ventajas; estas son las siguientes:

- a) Alternancia racional de diversos tipos de cultivo
- b) Mejor distribución de los trabajos a lo largo del año.
- c) Posibilidad de sustitución de algún cultivo (sólo afectaría el 25 % de la explotación).
- d) Realización de cultivos intercalados, después de cereales de invierno, porque el ciclo de estos es corto.

En Cuba la rotación más representativa de este tipo la tenemos en las áreas productoras de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) de vuelta arriba (provincias centrales), donde se dividen las áreas y esta planta pasará cada cuatro años por el mismo lote, los tres años que media son ocupados por el maíz (*Zea mays* L), la yuca (*Manihot esculentus* Crantz), del boniato (*Ipomoea, batata* L), la malanga (*Xanthosoma* spp o *Colocasia* spp), o puede suceder también que se dejen en barbecho y servirán de pastoreo para los animales

En este tipo de rotación; se le señala la desventaja que reduce las áreas productoras al 25% para cada año. Este aspecto puede resultar en extremo complicado en áreas que por sus características agro climáticas, tengan una alta especialización con relación a este especie; porque de no ser así, deben cumplirse los aspectos señalados como ventajas y fundamentalmente cuando buscamos una mayor rentabilidad sobre la base de la diversificación; por otro lado, si se presentan afectaciones graves de plagas, solo la afectación sería un 25% del total de la producción. En forma esquemática, para las condiciones de Cuba, podemos plantear la siguiente rotación (fig. 11.4).

tabaco	Maíz	Boniato	Primer año
Yuca	-----	-----	Segundo año
Maíz	Barbecho	-----	Tercer año
Barbecho	Tabaco	-----	Cuarto año

FIG. 11.4 Rotación cuatrienal

A pesar de las recomendaciones de Oliver de Seores, y de Tarello (norte de Italia) en el siglo XVI citado por Dielh y Mateo (1969) hay que esperar hasta la segunda mitad del siglo XVIII para ver desarrollarse las rotaciones de mayor duración, en las que intervienen praderas artificiales y naturales y cultivos nuevos procedentes de América, cuya difusión según las circunstancias fue más o menos rápida (maíz, papa, judías, tabaco).

Las rotaciones de larga duración son normalmente posibles en regiones con precipitaciones abundantes y regularmente repartidas; la elección de cultivos permite mayor variedad que en las zonas meridionales secas. En estos casos, en ausencia de riego, sólo quedan realizables económicamente los cereales y forrajes anuales de invierno, limitándose por esta causa la duración de la rotación.

Resulta inútil insistir más en las ventajas que presentan las rotaciones de larga duración. A las mejoras de orden técnico (mejor distribución de los trabajos, precedentes culturales más variados) se añaden otros de orden económico (cambio eventual de una planta en la rotación que solo intervendrá en una porción muy reducida de la superficie total de la explotación). La diversidad de cultivos y de precedentes culturales constituye una especie de seguro contra la variabilidad de las condiciones meteorológicas.

Evidentemente, la elección de la rotación está condicionada por el sistema de cultivo y las posibilidades del medio. Una vez establecida esta rotación, es importante seguirla con la mayor fidelidad posible, a fin de establecer las previsiones indispensables a una buena gestión de la explotación. Es en este momento cuando hay que poner de manifiesto la noción de alternativa. En Cuba, este tipo de rotación está asociada a cultivos permanentes, siendo el caso más típico el del cultivo del plátano, (*Musa spp*) como cultivo principal el que se rota con los cultivos de la yuca (*Manihot esculentus* Crantz), malanga (*Xanthosoma spp*, o *Colocasia spp*, boniato (*Ipomoea batata* L), papa (*Solanum tuberosum* L), ají (*Capsicum annum* L.).

De forma general, las rotaciones de cosechas en Cuba adolecen de la poca utilización de las leguminosas como plantas capaces de restaurar las propiedades físicas y químicas del suelo. En dependencia del tiempo, las rotaciones cuando sobrepasan los seis años se les clasifican como largas.

Existen en el mundo reportes de rotaciones de este tipo que han brindado valiosa información por lo resultados que se han obtenido. Russell (1967) reporta que en *Agdell Fiel* (*Rothamsted*) se efectúa una rotación que ha producido más de 50 cosechas y que sus resultados son superiores a los rendimientos obtenidos en comparación con el cultivo continuo para la misma especie, considerada como cultivo principal. Estos resultados pueden observarse en la siguiente tabla 11.4

Tabla 11.4. Trigo cultivado en diferentes rotaciones, pero sin abono, en Rothamsted. Rendimiento de granos en hectolitro por ha.

Trigo continuo	Trigo después de barbecho	Trigo en rotación
Broadbalk	Hodsfield	AgdellField
Parcela 3		Parcela 5
10,5	12,58	21,57

En los tiempos actuales es poco frecuente que se establezcan rotaciones tan prolongadas, porque la agricultura moderna es muy dinámica, pues constantemente se están introduciendo resultados científicos, que determinan que las rotaciones que se ponen en práctica sean mucho más breves.

En Cuba, el trabajo realizado en 1954 con el kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.), determinó que era necesario establecer una rotación en la cual esta especie se adapte a un esquema de cinco años, como lucha contra los nemátodos. Posteriormente, introduciendo técnicas adecuadas, como son labores especiales de preparación de suelo y cuidados en las cosechas del kenaf, se ha llegado a la conclusión de que solamente con una rotación bianual se atenúa la problemática del nemátodo, pues esta planta es altamente susceptible al *Me/odogine* sp (fig. 11.5)

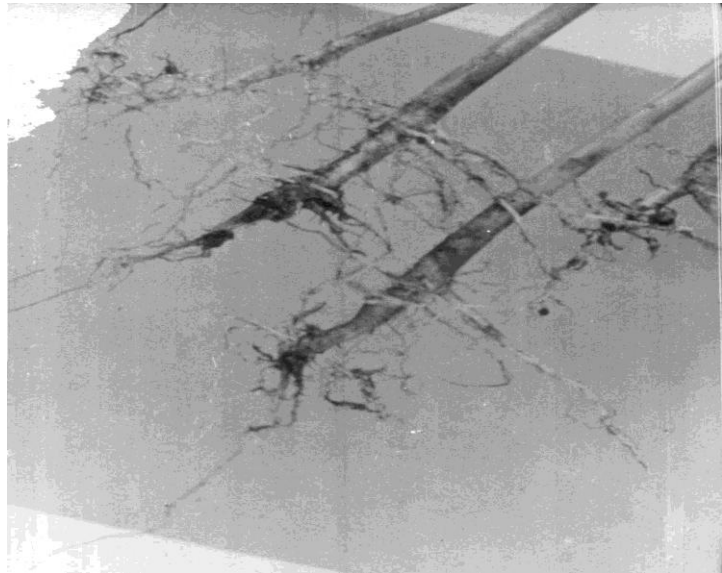


FIG. 11.5 Sistema radical de kenaf afectada por nemátodo.

Según las superficies

Teniendo en cuenta esta característica, las rotaciones se clasifican en:

- a) Regular. Estas rotaciones tienen la característica de que todas las áreas (amelgas) que la integran, presentan sensiblemente la misma superficie. Esto es posible siempre que las condiciones del relieve sean uniformes, también en esto puede influir la uniformidad que tenga el suelo.
- b) Irregular. Las rotaciones de este tipo tienen la particularidad de que cada amelga tendrá superficie diferente. Esta problemática es muy frecuente, en las rotaciones que se aplican como conservación del suelo, en donde las particularidades topográficas hacen que las áreas no sean uniformes en su superficie

Según su rotación

Las rotaciones pueden repetirse en el tiempo o no y según esta característica las rotaciones pueden ser:

- a) Cíclica. Estas rotaciones son aquellas en que la sucesión de las distintas especies (cultivos) será siempre en el mismo orden, acorde con lo que se planifica antes de comenzar la misma; esto determina que se repitan siempre de igual forma con el tiempo.
- b) Acíclica. Estas rotaciones presentan variaciones en la ordenación de las especies, en cuanto a como se suceden dentro del esquema establecido.

Según el modo

- a) Continua. Cuando el terreno siempre está cubierto con algún cultivo. Es posible que sea el cultivo principal y otro intercalar.
- b) Discontinua. Si hay épocas en que se deja el terreno sin cultivos o en barbecho propiamente dicho.

Según el esquema

En la práctica agrícola para establecer las rotaciones de cosecha, se pueden emplear esquemas definidos y en algunas ocasiones estas no se tienen en cuenta y en dependencia de estas características, se tiene la siguiente clasificación:

- a) Abierta o libre. Bajo este esquema de rotación se prevé la posibilidad de introducir algún cultivo nuevo o de variar el orden o importancia relativa de un cultivo de la alternativa, en función de la marcha de la explotación.
- b) Cerrada o fija. En esta forma la rotación se efectúa bajo un esquema determinado, donde se mantiene la ordenación de cultivos, y la alternativa durante todos los años que dure un ciclo e inclusive si fuera necesario repetir los ciclos, dados por objetivos determinados.

ELECCION DE LOS CULTIVOS.

Cuando se va a establecer una alternativa o una rotación de cosechas, la elección de los cultivos constituye el factor más importante, esto debe responder a varias características importantes, entre las que se destacan:

a) Cultivos principales y secundarios

Principal, es llamado también *cabeza de alternativa*; es el cultivo que siempre se mantiene en el esquema sobre el cual se aplica abono orgánico y que precede a los cereales Ejemplo: planta de escarda (papa, tabaco, tomate).

El cultivo principal será aquel que encuentra en la región las mejores condiciones agro climáticas, y por lo tanto será el que económicamente tendrá un mayor peso y se procurará que intervengan más veces en la rotación. Estos cultivos generalmente son de ciclo corto (anuales) y sus potenciales productivos son altos. Para las condiciones de Cuba, el cultivo principal está en correspondencia con las distintas regiones geográficas; ejemplo, en la región occidental se destacan el cultivo de la papa, el cultivo del tabaco, el cultivo del tomate, el arroz. En la región central del país se puede encontrar los mismos cultivos que se establecen en la región occidental como principales. En la región oriental se tienen como cultivos principales, al cultivo del arroz, al cultivo del tomate, cultivo del frijol

Las plantas de escarda (cultivo de la papa) son generalmente los cultivos principales, y estas reciben un abundante abonado orgánico y mineral, del cual sólo se utiliza una parte en el año de aplicación y el resto queda a disposición de la planta siguiente. Las labores de cuidado que el cultivo exige, limpian y mullen el suelo para el cereal.

Junto al cultivo principal en las rotaciones intervienen los cultivos secundarios y constituyen *precedentes culturales*, muchos de los cuales también tienen bastante importancia económica, por lo volúmenes de producción que se obtienen de ellos. La selección de los precedentes culturales, depende muy marcadamente del cultivo principal, y sobre estos repercuten, además, la cantidad y la calidad de la producción de los mismos.

En Cuba, se han realizado recientemente algunas investigaciones en relación con los precedentes culturales, por la importancia que los mismos tienen. Según el segundo Encuentro Nacional Técnico del Tabaco, 1981, citado por Bustio (1983), aún no se tiene resultado de investigación en relación con la utilización del maíz; sin embargo, este cultivo por tener un ciclo corto y presentar plagas diferentes a las del tabaco, es considerado como un adecuado precedente cultural, siendo recomendado como tal.

Popavinov (1967), citado por Bustio (1983) determinó un incremento de un 20 % a un 24 % de rendimiento del tabaco, cuando empleó como precedente cultural el frijol de invierno y la arveja de invierno, en comparación con el monocultivo, la calidad del tabaco fue superior cuando utilizó la arveja. Bustio (1983), estudiando en condiciones de suelos rojos de la provincia de La Habana distintos precedentes culturales para el cultivo del tabaco, encontró que los mejores resultados se obtuvieron en el mijo perla (*Penicetum alba*, L.), el maíz (*Zea mays*, L.) y el frijol de terciopelo (*Stizobium deeringianum*, Bort) y (*Mucuna deeringiana*, Merrill).

Los rendimientos con la utilización de estos precedentes, fueron superiores, en comparación con el cultivo continuado. El mijo perla resultó en este caso, el mejor precedente cultural por lo rendimientos y la calidad de estos.

En relación a los precedentes culturales, en Cuba también se ha investigado en el cultivo del arroz. Acuña (1957), expresó que los cultivos repetidos pueden, en casos como el arroz cultivado bajo riego, cambiar totalmente la flora bacteriana del suelo, de aeróbica a anaeróbica, con grave perjudicial para las plantas, en cambio, cuando se alternan con otros cultivos se consigue la rehabilitación. Además, señaló que el monocultivo, en fin, ha sido en

muchos países arroceros, el medio más eficaz para la contaminación de los campos de arroz con arroz rojo, una importante plaga de este cultivo. Queda claro, la importancia que tienen los cultivos secundarios para la producción de esta especie.

Prosad y Shinha (1981), citado por Flores (1984), expresa que otro de los problemas a favor del uso de los precedentes culturales es el de evitar acumulaciones de determinados elementos debido a las constantes aplicaciones.

Flores (1984), encontró en un estudio realizado en el cultivo del arroz que los precedentes culturales repercuten favorablemente en el aumento de los rendimientos y por tanto en la rentabilidad de la producción agrícola, en relación con este cultivo, que resulta importante para las condiciones de Cuba. En la tabla 11.5 aparecen reflejados los resultados del comportamiento del rendimiento con los distintos precedentes culturales estudiados.

Tabla 11.5 Efectos de los precedentes culturales y las épocas de siembra en los rendimientos del arroz (t.ha⁻¹).

tratamientos	Época	
	Lluvia	Seca
Arroz- Arroz	5,44	5,92
Soya (Grano) Arroz	5,89	6,72
Soya (Abono Verde) Arroz	5,95	6,85
Kenaf (Fibra) Arroz	5,87	6,79
Kenaf (Abono Verde) Arroz	5,96	6,93
Barbecho (Forraje) Arroz	5,59	6,42
Barbecho (Abono verde) Arroz	5,67	6,45

De los resultados expuestos se observa que en todos los casos, se obtiene, con los diferentes precedentes, un aumento de los rendimientos sobre arroz-arroz, lo que dice en primer lugar, la importancia de no emplear en la producción agrícola en cultivos de ciclo corto, la repetición de la misma especie; y en segundo lugar, la necesidad de una agricultura intensiva del mayor empleo de la rotación de cultivos. Por otra parte, puede utilizarse también los precedentes como abono verde en los suelos que así lo requieran para, de esta forma, crear condiciones químicas, físicas, físico-químicas, y biológicas adecuadas, para el crecimiento y desarrollo del cultivo principal.

Flores (1984), encontró en un estudio realizado en el período comprendido entre 1979 y 1981 los resultados que aparecen reflejados en la siguiente (tabla 11.6)

El contenido de la materia orgánica del suelo presentó una tendencia a disminuir; esta fue más fuerte en el tratamiento arroz-arroz, mientras que en los tratamientos kenaf (abono verde)-arroz; barbecho (abono verde)-arroz y soya (abono verde)-arroz, alcanzaron los valores más bajos, lo que demuestra el efecto positivo que tuvo en la materia orgánica del suelo la incorporación de abono verde.

Tabla 11.6 Efecto de los precedentes culturales en el contenido de MO, P y K del suelo

Tratamientos	Análisis			Años								
	Inicial	1979			1980			1981				
	M.O	P ₂ O ₅	K ₂ O	M.O.	P ₂ O ₅	K ₂ O	M.O.	P ₂ O ₅	K ₂ O	M.O.	P ₂ O ₅	K ₂ O
	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	Ppm
A-a	2,84	3,22	110	2,79	8,30	99,5	2,45	12,07	66,14	2,29	17,76	50,25
S(g)-a	2,84	2,88	107	2,79	8,36	99,5	2,58	12	82,50	2,50	15,25	69
S(av)a	2,92	3,7	103	2,88	9,50	101	2,64	12,60	95,14	2,62	18,20	81,0
K(fi)a	2,86	3,40	108	2,74	7,97	98,8	2,60	11,48	83,50	2,54	15,77	77,5
K(av)a	2,81	3,36	106	2,73	9,07	102	2,77	13,26	94,37	2,68	18,26	85,30
B(fo)a	2,80	3,12	105	2,76	7,52	95,7	2,59	9,52	71,50	2,41	14,21	59,0
B(av)a	2,78	3,24	108	2,81	8,14	102,1	2,71	11,57	77,0	2,63	15,58	68,5

A,a(arroz); a,v(abono verde); B(barbecho); fi(fibra); fo(forraje); g(grano);K(kenaf);S(soya)

El bajo contenido de materia orgánica en el suelo, en caso del monocultivo pudo influir en la depresión del nitrógeno a límites que pudieron afectar el desarrollo de la planta.

Los tratamientos que incorporan abono verde tienen un efecto positivo que puede deberse al aporte de nitrógeno por ellos realizado.

El fósforo presentó una tendencia a aumentar durante el tiempo que duró el estudio. El potasio, se comportó de forma diferente al fósforo ya que este elemento fue disminuyendo con el transcurso de los años, aunque en el último año presentó tendencia a disminuir, siendo más marcado en el monocultivo que en el resto de los tratamientos.

Usando la soya (*Glycine max* (L.) Mev.) variedad 6-7 R.31 5 como antecedente cultural de la caña de azúcar (*Saccharum sp*) en suelo Ferra lítico Rojo-Compactado, no se afectaron los resultados de la caña de azúcar, y se obtuvo producción de granos de soya en la cuantía de 1,00 1,6t.ha⁻¹. Estos resultados que fueron obtenidos por Leyva (1985), también arrojaron que los rendimientos de soya que se obtuvieron fueron mayores donde la caña fue quemada al cosecharse que donde no se quemó. También introdujo variación esta técnica en la flora adventicia, manifestándose el desarrollo de especies como *Cassia occidentalis* L. y se redujo el número de especies típicas como de las áreas cañeras con *Cyperus rotundus* L. y *Cynodon dactylon* L.

Cuando la soya fue usada como antecedente cultural al cultivo de la papa por Ortiz (1985) con la variedad de soya 6-7-R.31 5, en suelos Ferra lítico Rojo Compactado se incrementó los rendimientos de la papa en 8,4t.ha⁻¹ obteniéndose en soya un rendimiento en grano de 4t.ha⁻¹. En estos trabajos de Ortiz se produjeron hasta dos cosechas de soya entre dos cosechas de papas, manteniéndose el rendimiento de papa por encima del testigo y se obtuvo hasta 6t.ha⁻¹ de soya entre dos ciclos de papa la cual no se afectó en sus rendimientos.

Al ser usada la soya como antecedente cultural en plátano, Venéreo (1985), en suelo Ferra lítico Rojo Compactado obtuvo una producción de granos de soya de 4 t.ha⁻¹. En este trabajo, el uso de la soya no afectó el rendimiento del cultivo del plátano, ni en el primero ni en el segundo ciclo de esta especie, así como en el rendimiento acumulado. En el programa de investigación de la soya como antecedentes cultural realizado por Venéreo (1985), los rendimientos más bajos en plátano se obtuvieron cuando se usó esta especie con el monocultivo.

b) Que las plantas elegidas se acomoden al suelo y clima.

Es evidente que el clima influye en el crecimiento y, desarrollo de las plantas e incluso, determina la distribución de las plantas en el mundo; es necesario elegir cultivos que se adapten convenientemente a las condiciones locales, donde se pretende establecer la alternativa, porque las mismas determinan que este aspecto no constituya un factor limitante en los rendimientos.

La naturaleza del suelo, su profundidad y fertilidad conducen a alternativas determinadas. En suelos pobres o poco profundos no se podría cultivar plantas de raíces profundas; en suelos de condiciones físicas ligeras es más conveniente para plantas de escardas como la papa.

El conjunto de estos dos factores determinan la condición agro climática, que resulta Intrínseca para cada especie de planta, y determina, cuando se observa adecuadamente, una mayor efectividad económica, en el proceso de la producción agrícola.

c) Que las plantas seleccionadas, sea su producción económica.

Cuando se seleccionan los cultivos que han de integrar una rotación de cosechas, debe realizarse la adecuada valoración económica, de todas las operaciones que aparecen reflejadas en la carta tecnológica de dichas especies. Estas operaciones comprenden la preparación del suelo, las labores propias de cuidados al cultivo, tales como las escardas, la aplicación de herbicidas, aplicación de abonos, las aplicaciones fitosanitarias en general, etcétera. El balance económico de todo el proceso de producción incluyendo la mano de obra, sean rentables, como requisito indispensable en las empresas agrícolas, cuando se ponen en práctica las alternativas y rotaciones de cosecha.

d) Que los productos tengan mercado.

Este factor acondiciona la planificación de la alternativa.

En la ubicación de una granja tiene importancia la aproximación o alejamiento de las fábricas (destilerías, textileras, lecherías o del ferrocarril).

La aproximación de una ciudad permite orientar la explotación hacia la producción de vegetales que exigen que se distribuyan en forma fresca a la población en poco tiempo, porque no resisten almacenamiento. Esto se impone en una sociedad como la nuestra en que lo más importante, es satisfacer las necesidades siempre crecientes de la misma.

La necesidad de productos secundarios proporcionados por ciertos cultivos (jugos, pulpas, alcohol, aceite, o de materia prima) conducen a veces a modificar la alternativa.

Esto nos indica que debemos adoptar alternativas que se ajusten a las circunstancias y necesidades del momento.

Conviene recordar que la alternativa no es inmutable y, si parece tradicional está, sin embargo, influida por condiciones naturales y económicas susceptibles de variar y por consiguiente de requerir una elección y distribución distintas de los cultivos. En la economía socialista esto es importante porque todo debe responder a una planificación estricta, porque todo debe estar, en función del factor social que es el que la determina en última instancia.

ESQUEMAS DE ROTACION

Para conformar el esquema que regirá la rotación de cosechas, se debe tener en cuenta los factores siguientes:

- a) Las especies que integrarán el esquema.
- b) El tiempo de permanencia de cada especie.
- c) Fecha de entrada en el esquema.
- ch) Tiempo que demorará la preparación del suelo.

Los esquemas que se deben poner en práctica en las rotaciones de cosechas pueden ser con alternativas o sin ella. A continuación se presenta un esquema de rotación sin alternativa (fig. 11.6)

Campo	1er. Año	2do. Año	3er. Año
1	Maíz	Frijol	Yuca

FIG. 11.6 Esquema sin amelgar.

Otra forma de representar el esquema y que es más completo que el anterior se presenta en la fig. 11.7 el cual, además de la rotación, presenta los cultivos y las alternativas.

Campo	1er. Año	2do. Año	3er. Año
1	Maíz	Frijol	Yuca
2	Yuca	Maíz	Frijol
3	Frijol	Yuca	Maíz

FIG. 11.7 Rotación de tres años con alternativa y con amalgado.

Otro esquema más completo es aquel en el cual se representan, además de la rotación, los cultivos con fecha de entrada y salida y el intervalo de preparación de suelo. Este es un esquema simple de rotación bienal y que se ha realizado en Cuba. (fig. 11.8)

(1 año) (2 año)								
Campo	Sep-Oct	Nov-Feb	Mar-Abr	May-Ag	Sep-Oct	Nov-Abr	Mayo	Jun-Sep
1	-----	Maíz	-----	Kenaf	-----	Millo(Forraje)	-----	Kenaf
----- (preparación de suelo)								

FIG. 11.8 Rotación de dos años con fecha de entrada y salida de los cultivos e intervalo de preparación de suelo.

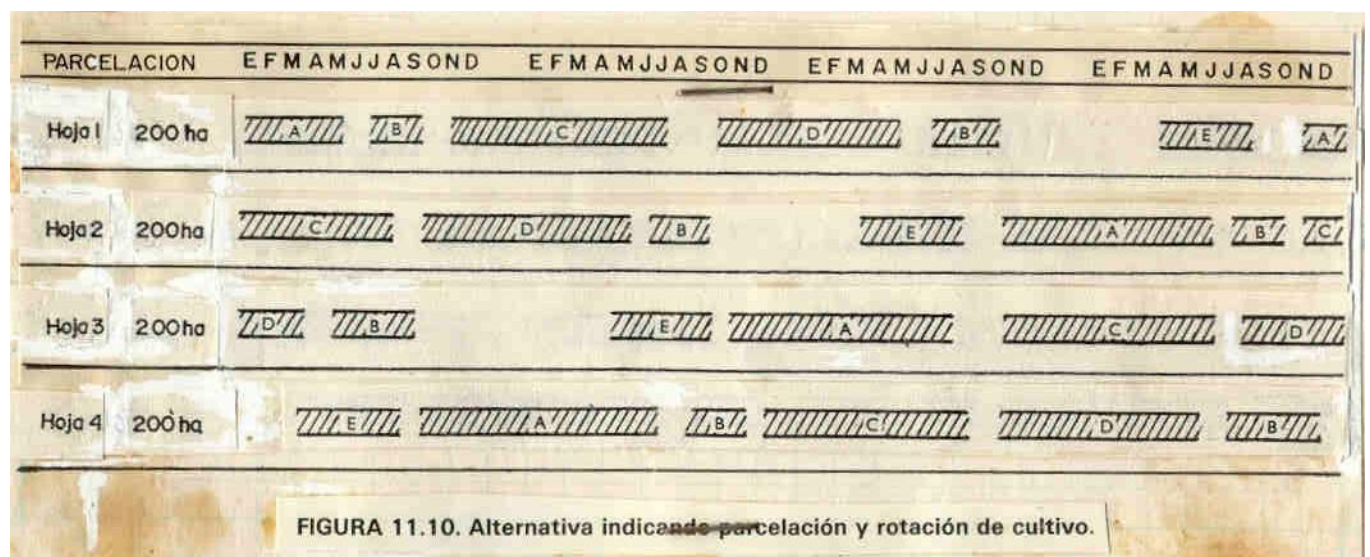
También es posible hacer representaciones más completas en las que se incluye con todo detalle la parcelación y los cultivos durante todo el tiempo que dure la rotación. En este tipo de representación encontramos la ventaja de que cada parcela tiene representada su área, pudiendo ser regular o irregular (fig. 11.9).

Campo Sup (ha) E F M A M J J A S O N D

1	50	-----maíz-----	-----frijol--
2	50	-----malanga-----	
3	50	--soya----	--millo-
4	50	---yuca-----	

FIG. 11.9. Alternativa con indicación de parcelación, cultivo, superficie y fechas.

En esta forma de representación no aparece reflejada claramente la rotación que se practica en cada uno de los campos, cuando los mismos son mayores de un año; aunque bajo esta misma representación esquemática podríamos tener una mayor información al dejar plasmado el tiempo que durará cada rotación y haciendo la representación de los diferentes cultivos mediante barras; también aquí queda representada la preparación que se realizará entre los distintos cultivos, en cuanto al tiempo. En la fig. 11.10, se representa una alternativa que indica además de la parcelación, la rotación que se sigue en cada una de ellas, que supera las deficiencias señaladas en el esquema anterior.



ORDEN DE SUCCION DE LAS PLANTAS

Las especies que integrarán una alternativa o rotación, deben sucederse teniendo en cuenta los factores siguientes:

1. Que alternen plantas de raíz pivotante y fasciculadas para asegurar una utilización más uniforme de los nutrientes en todo el espesor de la capa arable y con ello un uso más racional de los fertilizantes.
 2. Que se alternen procurando armonía en sus exigencias nutricionales. Las raíces de remolacha, yuca, zanahoria, boniato, etcétera se tornan ventajosamente con cereales, pero no entre sí. Son buenas alternativas las de maíz y boniato; yuca y maíz. Los tubérculos suceden mal a las raíces de exigencias parecidas y viceversa. En cambio, alternan bien con cereales, papa y maíz; papa y millo.
 3. Que después de una planta esquiladora de un elemento nutriente suceda otra que lo restaure. Es por ello que se recomienda con tanta fuerza, el empleo de las leguminosas en los esquemas de rotación y de no repetir indiscriminadamente la misma especie sobre la misma amielga, fundamentalmente cuando se presenten problemas con el empleo de los fertilizantes; así por ejemplo la sucesión de papa y maíz.
 4. Que a los cultivos ensuciadores, sucedan los limpiadores; para mantener controlado a niveles adecuados la vegetación indeseable; ejemplo: maíz y kenaf.
 5. Que la alternativa permita una buena preparación de suelo, teniendo presente la época de siembra y plantación. A tal fin se tendrán en cuenta las épocas de siembra y recolección de las plantas.
- 6) Que se obtenga un alto número de cosechas al año; recurriendo siempre que sea posible al empleo de cultivos intercalados. En Cuba, se está practicando con éxito el Intercalamiento de la soya con otros cultivos con buenos resultados.
- Con estos antecedentes en cuenta, se procederá a ejecutar la rotación o la alternativa, pero debemos considerar que el éxito de estas prácticas no depende sólo del número de cosechas que permitan lograr al año, sino del rendimiento de éstas y de la influencia de las prácticas y la fertilidad del suelo.
- Es preferible a veces suprimir una cosecha si con ello se facilita la aplicación oportuna de los abonos orgánicos y del laboreo indispensable. Los apresuramientos que ocasionan deficiencia en la labor y en el abonado por falta de material, de tiempo u otras causas, perjudican notoriamente la fertilidad y los rendimientos de las cosechas.

VENTAJAS DE LA ROTACION Y ALTERNATIVA

Concluyendo con los aspectos estudiados hasta aquí, se puede plantear que las ventajas que se tienen con la aplicación de las alternativas y rotaciones son las siguientes:

1. Permiten mantener la productividad del suelo, al hacer un uso más racional de las reservas nutricionales del mismo.
2. Propician la combinación más adecuada de los cultivos, de acuerdo con las exigencias nutricias y las características del sistema radical de cada especie.
3. Facilitan el control de los enemigos de las plantas (vegetación indeseable, insectos, hongos, fito nemátodos).
4. Contribuyen a aumentar el contenido de materia orgánica en el suelo.
5. Permiten la diversificación de cultivos con sus consecuentes ventajas económicas.
6. Reducen la erosión del suelo.

7. Mejoran las condiciones físicas del terreno.
8. Ayudan a conservar el equilibrio biológico del suelo.

ESTUDIO SOBRE EL MONOCULTIVO

El monocultivo ofrece serios inconvenientes económicos. Los países cuya economía descansa sobre el cultivo de una sola especie, forzosamente exportadora, corren el riesgo, en caso de restricciones del mercado, de experimentar problemas con su economía.

Esto, lógicamente ocurre y se agudiza en países donde la agricultura es extensiva (poca aplicación de la técnica, sobre todo de la quimificación), y que los expone a todos los problemas de fluctuaciones y también las condiciones climáticas adversas; esto constituye un rasgo característica de la empresa agrícola subdesarrollada. Esta situación se presenta en Cuba antes de 1959 con la producción de la caña de azúcar y el tabaco,

ONU, 1970 y MINAGRI, 1982, citado por Flores (1984), plantean que en numerosos países tropicales debido a las siembras continuadas de arroz, los rendimientos han descendido.

La causa de los rendimientos decrecientes en estas es variable, pero en general ella reside en el agotamiento y deterioro de los suelos destinados a este cultivo. Cuando un suelo se cultiva por primera vez con arroz, el rendimiento suele ser elevado debido a su fertilidad natural; sin embargo, los cultivos sucesivos, sobre todo con poco uso de fertilizantes, van deteriorando la fertilidad a la par que alternan o modifican las características físicas del suelo.

Ignatieff y Page (1967), expresan que en el caso de numerosos tipos de suelo y de planta, el monocultivo de las cosechas de labranza resulta, no obstante, peligroso, puesto que puede facilitar el desarrollo de enfermedades transmitidas por el suelo y de insectos nocivos, igualmente el suelo puede perder su estructura si no se regenera periódicamente dedicándolo a leguminosas o a gramíneas forrajeras. El trigo *Broadba*, en *Rothamstedha* que con el debido tratamiento es posible cultivar trigo sin interrupción en el mismo terreno, con buenas perspectivas de éxito.

Flores (1984), encontró en una investigación realizada, que el cultivo continuado de arroz, tendía a disminuir los rendimientos en el mismo, para dos épocas diferentes; además de afectaciones producidas en las propiedades físicas del suelo y como es lógico el aumento del costo de producción. Además, que los distintos precedentes culturales repercuten en las propiedades físicas del suelo, entre estas se encuentran la densidad aparente que tiene tanta importancia práctica. En la tabla 11.7, aparecen los valores obtenidos con los distintos precedentes que se estudiarán.

Tabla 11.7 Efecto de los precedentes culturales en la densidad aparente del suelo (0-10cm) $g.cm^{-3}$.

Años.

Traamiento	1979		1980		1981	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
A - A	1,27	1,34	1,36	1,36	1,38	1,38
S(g) - A	1,29	1,27	1,30	1,30	1,31	1,33
S(av) - A	1,27	1,26	1,30	1,28	1,30	1,30
K(fi) - A	1,26	1,28	1,31	1,31	1,32	1,34
K(av) - A	1,26	1,27	1,29	1,29	1,30	1,32
B(f) - A	1,26	1,29	1,34	1,34	1,36	1,36
B(av) - A	1,26	1,29	1,34	1,32	1,35	1,36

A-arroz; S-soya; g- grano; av- abono verde; K- kenaf; fi- fibra; B- barbecho; f- forraje.

La densidad aparente del suelo aumentó de forma más marcada en el tratamiento arroz-arroz. Esto influye en los rendimientos agrícolas porque las altas densidades limitan el crecimiento del sistema radical y aéreo.

Los tratamientos soya (abono verde)-arroz y kenaf (abono verde)-arroz, fueron los que mostraron los menores aumentos. Esto, lógicamente, tiene sus causas en que el mayor contenido de materia orgánica que se incorpora al suelo, favorece que se mantenga o incremente la porosidad del mismo. El estudio mostró que con el tiempo aumenta la densidad aparente del suelo, debido a la afectación progresiva de la porosidad.

A pesar de ello, la mono cultura toma auge en los países con agricultura intensiva y en muchos lugares del mundo tiende a desplazar a la rotación de cultivos. Esto se justifica por los avances que se han operado dentro de la empresa agrícola de estos, donde la intensificación se aplica al máximo que viene dada fundamentalmente por el empleo de mejores variedades, la utilización a gran escala de los fertilizantes inorgánicos y orgánicos así como el uso de herbicidas y pesticidas que unido a la calificación de todos los que intervienen en la empresa, aseguran altos rendimientos.

En Cuba, el cultivo de la caña de azúcar ocurre anualmente en el mismo suelo.

Aunque esta poácea es una planta anual, la cepa es perenne, pero en este cultivo hay que considerar dos cuestiones:

1. Las grandes fábricas procesadoras que hay que construir requieren grandes inversiones por lo que deben estar enclavadas en las zonas productoras las cuales demandan grandes áreas de dicho cultivo, es decir, pesa una razón económica.

2. Anualmente, cuando se corta la caña para ser llevada a la industria, se incorporan al suelo más de $30\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de tocones y raíces, sin contar los residuos del follaje, que en muchas ocasiones quedan sobre el terreno que esta bajo cultivo.

¿Cómo debe aplicarse el monocultivo? El monocultivo debe aplicarse, primeramente, con una intensificación al máximo del cultivo que sea objeto de ella. En segundo lugar debe complementarse o diversificarse con otros cultivos que presenten cierta importancia relativa, que protejan al país que lo practique de posibles fluctuaciones en su economía al no tener que depender de un solo producto además, de que es importante desarrollar industrias complementarias o de derivados; asegurando con ello una protección plena a la economía.

¿Cómo se lleva a cabo el monocultivo en Cuba? En nuestro país la mono cultura está desarrollada en forma general por regiones, aprovechando que en las mismas los cultivos de que se traten, encuentren las mejores condiciones de suelo y clima para su óptimo crecimiento, además desarrollando industrias complementarias en esas regiones. Ejemplo palpable de esto es la región de Jagüey Grande al sur de la provincia de Matanzas, donde se explota el cultivo de cítricos; además, en la región se construyen industrias complementarias como son los envasadores o plantas de beneficio e industrias complejas para procesar las frutas cítricas y obtener de ellas una variada gama de productos en conserva, que deberán satisfacer las demandas del mercado externo. Esta misma problemática se presenta en otras regiones del país, donde se establece este cultivo. Ejemplo Guane y la Isla de la Juventud.

El uso continuado de un cultivo económico en el mismo suelo se presenta como obligatorio para algunas especies, que por su ciclo de vida son permanentes y que su peso relativo en la economía del país, son prácticamente decisivos como la caña de azúcar, los cítricos, el tabaco. En el caso de la caña de azúcar el uso continuado del suelo tiene una explicación técnica económica y, hasta cierto punto, una justificación desde el punto de vista biológico. En los complejos agroindustriales azucareros resulta necesario el uso continuado de los suelos con esta poacea, es existen las fábricas extractoras de azúcar y el no llevar a cabo esta técnica agronómica traería problemas económicos ya que habría que dejar durante cierto tiempo suelos que están alrededor de la fábrica, sin caña. Pero, desde el punto de vista biológico es importante el señalar que la caña de azúcar es de cepa perenne, pero cada planta de la cepa es anual y cuando los campos de caña son demolidos para volverlos a plantar se han incorporado al suelo, año por año, más de $30\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de masa orgánica, lo cual contribuye en forma determinante a mantener alto el potencial productivo del suelo.

Asociación de cultivos

Los cultivos intercalados pueden tener aproximadamente el mismo efecto que la rotación de cultivo, porque para establecerlo, las especies deben diferir en hábitos nutricionales y de crecimiento, como se presenta con las poaceas y las leguminosas, o leguminosas de ciclo corto y cultivos permanentes en sus primeros años como se suele hacer con los frutales y el café. Las poaceas, de acuerdo con su sistema radical fasciculado y superficial, se nutren de las primeras capas del suelo; las leguminosas, por el contrario, al poseer un sistema radical que profundiza más en las capas inferiores del mismo, hace que se establezca un equilibrio en el agotamiento general del suelo y por consiguiente contribuye al mantenimiento de la fertilidad, con mejor aprovechamiento de los abonos incorporados al mismo, a la vez que la propiedad que tienen las leguminosas de fijar el nitrógeno atmosférico contribuye a restablecer dicha fertilidad.

En lo referente a la productividad de las tierras tendremos en cuenta que en las asociaciones bien dirigidas, obtendremos dos cosechas, en una misma área, que se refleja por menor costo de las operaciones agrícolas ya que se empleará menor cantidad de fertilizante de acuerdo con la nutrición de los cultivos asociados, menos labores de cuidado al cultivo por existir menos área libre entre líneas, generalmente hay menor consumo de agua al reducirse la

evapotranspiración.

En la alimentación animal se suele establecer asociaciones de plantas forrajeras que generalmente es una poacea y otra planta, que puede ser el kenaf o una leguminosa; en este caso se le llama "Ley" y trata de conseguir un mejor balance nutricional en los animales que lo consumen.

Russell (1967), plantea que la asociación de dos cosechas para desarrollar en común no es necesariamente perjudicial si sus sistemas radicales penetran hasta diferentes capas del suelo, o si el suelo está bien abastecido de agua y elementos nutricios. En general, ninguna cosecha anual produce un rendimiento por unidad de superficie más elevado cuando se cultiva junto con otra, aunque puede aumentarse el rendimiento total por ha por un mayor aprovechamiento del área. Sin embargo, las especies perennes como los arbustos y árboles, suelen aumentar sus rendimientos cuando se desarrollan junto con otra cosecha, si esta ocupa un volumen diferente de suelo y aire, ejemplo cultivos que cubran el suelo bajo los frutales y árboles altos de sombra sobre arbustos.

Las asociaciones de cultivos se practican desde hace mucho tiempo, aunque ésta siempre ha sido a pequeña escala; es muy frecuente encontrar la asociación de maíz y calabaza, maíz y frijol, caña de azúcar y frijol ó soya. En la caña de azúcar y otros cultivos permanentes, se obtiene la ventaja de una producción suplementaria, debiendo emplearse en este caso, fundamentalmente, una leguminosa de ciclo corto. Esta práctica tiene la ventaja de que permite aprovechar toda el área destinada a un cultivo en momentos en que no se presente la competencia y que por las distancias grandes entre las líneas, se favorece, además, la incidencia de la vegetación indeseable; también en la actualidad se debe ver como una forma efectiva de satisfacer en parte el autoconsumo para muchas empresas de producción agrícola. La desventaja fundamental que tiene la asociación de cultivos es la de limitar hasta cierto punto la utilización de las operaciones mecanizadas de atención a los cultivos, y también de la recolección de los productos.

En Cuba, se está practicando con éxito el sistema de cultivos asociados; datos al respecto se señalan a continuación:

Puentes (1975), asociando al plantar poaceas pratenses pangola, (*Digitaria decumbes* Stevot) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), con kenaf (*Hibiscus cannabinus*, L.), acortó de 180 días o más a 40 días el momento del comienzo del uso del área bajo pastoreo y aumentó la producción de leche por vaca.

En estudios realizados con la soya como cultivo intercalado en la caña de azúcar, se comprobó la afectación o no del cultivo de la caña, en dependencia del momento en que se realice la siembra de la soya, así como del número de surcos de soya que se intercala. Este trabajo realizado en suelos Ferra lítico Rojo Compactado, por Bertoli y Leyva (1985), puso de manifiesto que cuando la siembra de la soya se hace simultáneamente con la plantación de la caña, en los meses de abril y mayo, se producen reducciones en los rendimientos de la caña de azúcar. En este trabajo, cuando la soya se sembró a los dos y medio meses posteriores a la siembra de la caña de azúcar, durante los períodos de menores precipitaciones, la utilización de uno y dos surcos de soya intercalada a 40cm del surco de caña, no fueron afectados los rendimientos de la caña y si se vieron afectados los rendimientos de ese cultivo cuando se utilizaron tres surcos en vez de dos. También en estos trabajos se obtuvieron rendimientos de $0,5t \cdot ha^{-1}$ de granos cuando se intercaló la soya en un surco sencillo entre surco y surco de caña y el rendimiento del cultivo principal (caña) no fue afectado.

Hernández et al 1998, plantean que los sistemas de cultivos múltiples ó poli cultivos son un componente importante en la agricultura tradicional. Los mismos dependen de las variaciones del clima, del suelo, de la estructura socio económica y de la historia. Los poli cultivos permiten que el agricultor utilice más eficientemente la tierra y otros recursos disponibles, además de

contribuir al manejo integrado de plagas, al aumentar la biodiversidad de los agros ecosistemas. Estos autores plantean las siguientes definiciones en relación a los poli cultivos:

Terminología de los sistemas de cultivos múltiples

Sistema de cultivo: son los patrones de cultivos tradicionalmente utilizados en una finca y sus interacciones con recursos u otras actividades, así como la tecnología disponible que determina su composición.

Cultivos múltiples: La producción de dos o más cultivos en la misma superficie durante el mismo año, es una forma de intensificar la producción agrícola con un uso más eficiente de los factores de crecimiento, del espacio y del tiempo disponible y se puede lograr ya sea sembrando las especies consecutivamente, o en asociación.

Unicultivo: La siembra de una sola especie a su densidad normal.

Monocultivo: La siembra repetida del mismo unicultivo en la misma superficie.

Tiempo relativo de siembra: Se refiere al momento en que las especies son sembradas, una con respecto a la otra y pueden ser: antes, simultáneamente o después. Tiene implicaciones biológicas y económicas.

Arreglo espacial de los cultivos: Es la distribución en el espacio de las especies involucradas y tiene una influencia importante sobre el grado de competencia entre los cultivos, ya que puede afectar la eficiencia en el aprovechamiento de la luz y el cubrimiento del suelo.

Clasificación de los poli cultivos según el uso de los factores de crecimiento:

Cultivos secuenciales: Es la siembra de dos o más cultivos en secuencia en la misma superficie y durante el mismo año. El cultivo que sigue se siembra después de la cosecha del cultivo anterior. Estos pueden ser:

Cultivos dobles: Dos cultivos por año en secuencia.

Cultivos triples: Tres cultivos por año en secuencia.

Cultivos cuádruples: cuatro cultivos por año en secuencia.

Cultivos de soca: Siembra del cultivo en el retoño del cultivo anterior.

Cultivos asociados: Es la siembra de dos o más cultivos simultáneamente o con solape de los ciclos vegetativos en la misma superficie. Estos pueden ser:

Cultivos mixtos: Siembra por sitios sin arreglos en surcos.

Cultivos intercalados: siembra por surco de por lo menos uno de los cultivos.

Cultivos en fajas: Siembra en fajas amplias de varios surcos.

Cultivo de relevo: Siembra del segundo cultivo antes de la cosecha, pero después de la floración del primero.

Selección de los cultivos en un sistema policultural

Duración del ciclo vegetativo: La asociación entre especies de ciclo vegetativo similar, ofrece ventajas derivadas solamente de la utilización del espacio, mientras que con ciclos vegetativos diferentes, puede permitir una ganancia en el rendimiento total del sistema.

Habito de crecimiento: Se debe tener en cuenta el hábito de crecimiento de las especies involucradas, a fin de combinar portes bajos con portes altos.

Forma de las hojas: Una buena recomendación es combinar especies de hojas anchas y hojas estrechas, preferiblemente estas últimas con portes altos, para permitir una mayor entrada de luz a los estratos inferiores.

Eficiencia biológica. Para la evaluación de la eficiencia biológica de los poli cultivos, lo cual corresponde al mismo tiempo con la eficiencia del uso de la tierra, se ha propuesto el concepto uso equivalente de la tierra (UET); Índice equivalente de la tierra (IET) o lo que es igual Land Equivalent Ratio (LER), donde se consideran individualmente los rendimientos de los cultivos tanto en poli cultivo como en unicultivo y se calcula con la siguiente expresión matemática:

$$IET = \frac{P_x}{U_x} + \frac{P_y}{U_y}$$

Donde:

Px- rendimiento del cultivo x en poli cultivo.

Py- rendimiento del cultivo y en poli cultivo.

Ux- rendimiento del cultivo x en unicultivo.

Uy- rendimiento del cultivo y en unicultivo.

Sí el IET>1 El poli cultivo es ventajoso.

Sí el IET=1 Es indistinto el modo de sembrar.

Sí el IET<1 Los unicultivos superan a los policultivos.

El IET expresa y evalúa las ventajas o desventajas, en términos de producción biológica, comparando el policultivo con el unicultivo; la eficiencia o ineficiencia de un sistema con otro respecto al uso de la tierra; la ventaja o desventaja de una combinación de cultivo sobre otra; la ventaja o desventaja de una práctica agronómica sobre otra dentro del sistema y la competencia entre cultivo.

Beneficios de los poli cultivos

La correcta aplicación de los sistemas policulturales puede proporcionar beneficio agro ecológico, biológico y económico, encontrándose entre ellos los siguientes:

- Aportes de ganancias al productor en función del ciclo de vida de los cultivos que utilicen.
- Aseguramiento de la producción de alimentos.
- Aprovechamiento del espacio y del tiempo y por consiguiente un mayor uso de la tierra.
- Cubierta vegetal para la protección del suelo y evitar la evaporación.
- Reciclaje de nutrientes al cerrar los ciclos de energía, agua, desechos y nutrimentos.
- Protección contra plagas y enfermedades y contribuye al control de malezas.
- mejor uso de los insumos.
- Mejora el ambiente particular y el agro ecosistema en general.

Vandermeer (1998). En su análisis sobre los poli cultivos, señala que solamente con el conocimientos sobre la identidad de los cultivos no podemos predecir si el policultivo resultará mejor que los unicultivos separados y se debe abandonar la idea de que los poli cultivos son siempre buenos y elaborar una teoría que nos permita una predicción basada en principios más fundamentales, tales como: Mecanismo de ventaja de los poli cultivos; Evidencia de la ley de producción competitiva y Evidencia de la ley de facilitación.

Mojena y Cruz (1998) trabajando con asociaciones de cultivo (Contribución a la sostenibilidad ecológica, económica y social); encontraron que en las condiciones de estudio hubo beneficio con el intercalamiento de yuca con maíz o frijol, pues el aprovechamiento del espacio agrícola fue mayor. Se destacaron los agroecosistemas de 0,90 x 1,0m y 1,80 x 0,50m con 1y2 y dos hileras de frijol intercalados, con un valor de IET de 1,61 y 1,79, lo cual demuestra que estos tuvieron una eficiencia de 61 y 79 % para cada uno de ellos, respectivamente comparado con el monocultivo (tabla 11.8).

Tabla 11.8 Rendimientos totales en agroecosistemas de intercalamieto.**(Mojena y Cruz 1998).**

Agroecosistemas	Yuca	Frijol	Maíz	Total
0,90x1m + frijol	27,8	0,9	-	28,7
0,90x1m + maíz	23,9	-	9,8	33,7
1,80x0,50m+frijol	32,9	0,9	-	33,8
1,80x0,50m+maíz	28,0	-	5,6	33,6
1,40x0,60m+frijol	33,6	0,6	-	34,2
1,40x0,60m+maíz	30,1	-	7,4	37,5
1,40x0,50m+maíz	28,8	-	10,6	39,4
Monocultivo	35,1	-	-	35,1
Monocultivo	35,1	-	-	35,1
Monocultivo	-	1,1	-	1,1
Monocultivo	-	-	13,8	13,8

Pino y Terry (1998) investigando, sobre la asociación tomate-maíz, empleando esquemas que facilitarían el mejor sombreado y rendimiento de ambos cultivos:

1.- xx●xx●xx 2.- xx●●xx 3.- xx●●●xx

Leyenda: xx= maíz ●= tomate

Encontraron que los mejores resultados fueron obtenidos con el tercer esquema, donde se demostró que la utilización del maíz como sombra natural para el tomate en condiciones de estrés, por altas temperaturas y radiación solar, beneficio, crecimiento, desarrollo y rendimiento del tomate (tabla 11.9). Estas autoras, también asociaron; tomate y quimbombo con los siguientes arreglos:

1.- x●x●x 2.- x ●●x 3.- x●●●x

Leyenda: x= quimbombo ●= tomate

Se observa que en ambas épocas el mejor sistema fue el de tres hileras de tomate con una de quimbombo por ambos lados y se evidencia que la sombra proyectada por el cultivo del quimbombo y una adecuada distribución espacial contribuyeron a beneficiar el buen desarrollo del cultivo de tomate, además de obtener una producción extra de quimbombo entre 0,4 y 1,4t.ha⁻¹ (tabla 11.10)

Tabla 11.9 Rendimiento del tomate y el maíz plantados en época temprana y tardía, según Pino y Terry

	Rendimiento tomate	Kg.ha ⁻¹
Siembra	Agosto-noviembre	Marzo-junio
1 maíz 1 tomate	16,3	15,7
2 maíz 2 tomate	20,9	19,1
2 maíz 3 tomate	24,8	21,3
Monocultivo tomate	17,3	19,7

Tabla 11.10. Rendimiento del tomate asociado con quimbombo en época temprana y tardía, según Pino y Terry.

Tabla asociación: tomate-quimbombo.	Rendimiento tomate	t.ha ⁻¹
Siembra	Agosto-noviembre	Marzo-junio
1Quimbombo-1tomate	15,2	16,6
1Quimbombo-2tomate	20,5	20,4
1Quimbombo-3tomate	26,5	21,9

Hernández et al 1998. Asociaron yuca con otros cultivos en diferentes arreglos espaciales; en la asociación yuca - tomate el rendimiento de la yuca fue ligeramente superior cuando el tomate

es plantado 20 días después de la yuca. No obstante, el tomate mostró su mayor productividad cuando fue plantado de forma simultánea con la yuca (tabla 11.11).

Tabla 11.11. Asociación yuca-tomate Según Hernández et al 1998.

Tabla asociación yuca-tomate	Rendimiento	t.ha ⁻¹	IET
Combinaciones	Yuca	Tomate	
Yuca+tomate(20díasdespués)	27,5	5,70	1,43
Yuca+Tomate(Simultáneo)	23,2	11,72	1,78
Yuca unicultivo	28,5	-	-
Tomate unicultivo	-	11,95	-

Pires (1993), señala algunas desventajas de los poli cultivos:

- Dificultan la mecanización en varias labores.
- Diferentes necesidades en cuanto a fertilizantes y productos para control de plagas.
- Infraestructura y tecnología necesarias para las diferentes exigencias de los cultivos.
- Algunas enfermedades pueden ser transmitidas de un cultivo a otro, sobre todo de la misma especie.
- En cultivos perennes puede ser difícil regular la cantidad de sombra que el cultivo de menor porte necesita.
- Debido al uso intensivo del terreno, la fertilidad del suelo puede agotarse rápidamente.

Capítulo 12

Recolección y conservación de productos agrícolas

Introducción.

La palabra cosecha viene del latín **Collecta de colliquere**, que quiere decir recoger productos de la tierra. Toda la preocupación supuesta en todos los procesos tecnológicos de los cultivos económicos va encaminada a la obtención de cosechas de altos rendimientos y con productos de alta calidad. Así creamos el lecho idóneo para el desarrollo de las plantas, elegimos la fecha óptima para establecer los cultivos y este es escogido para que en los puntos críticos del cultivo en su crecimiento y desarrollo encuentre condiciones ambientales satisfactorias y resulta muy importante tener presente el momento en que se va a cosechar. El maní por ejemplo, es una planta que puede sembrarse en distintas fechas, pero se elige como principal, la que a la hora de cosechar el fruto, no coincida con un período lluvioso, pues si esto ocurre puede echarse a perder una parte importante de la cosecha, porque está debajo de la superficie de la tierra y con humedad los granos germinan.

De los cuatro grupos de labores agrícolas, la cosecha o recolección de los frutos agrícolas es la última en el proceso tecnológico, de tanta importancia como todas las demás, ya que por medio de este conjunto de labores que se denomina cosecha aseguramos que el fruto en su estado de madurez, sea obtenido con la máxima calidad y en la mayor cuantía. De nada valdría el realizar con la mayor calidad las labores precedentes, si en el final se deja perder el fruto o no se obtiene con la calidad adecuada y con el mayor rendimiento posible.

Por otra parte, no solo se ha de pensar en obtener altos rendimientos de un buen producto, sino que la labor de cosecha requiere hacerse con la mayor economía, para lo cual los métodos y medios de recolección han ido evolucionando hasta alcanzar en la actualidad una alta tecnología.

En el producto cosechado se evalúan calidad, rendimiento y costo. Por lo tanto, la cosecha es la labor agrícola mediante la cual son recogidos los frutos económicos.

Proceso de manipulación y almacenamiento de los productos cosechados

La agricultura es la fuente fundamental de la alimentación humana y, en gran parte, animal también con fines primordiales de alimentación humana. Sin los productos agropecuarios, la vida humana cesaría.

A medida que la población aumenta y que se eleva su nivel de vida, la demanda de productos agrícolas se incrementa y se exige mayor calidad. Cada vez más el papel de la agricultura se acrecienta.

Al diversificarse el empleo de productos agrícolas, las exigencias de calidad ganan en importancia, y la necesidad de una correcta manipulación y conservación se hacen más ostensibles. La calidad es el aspecto más importante en los productos agropecuarios. Esta se constituye en todo el proceso de formación del fruto y de su manipulación, hasta su entrega al consumidor.

Cuando cosechamos o cuando obtenemos algunos productos pecuarios, en las unidades agrícolas se llevan a cabo diferentes actividades que en un principio se conocen por **beneficio**, lo que es una preparación para la entrega al consumidor, y ello requiere una serie de

actividades de tipo tecnológico que es lo que se puede llamar manipulación. Estas actividades u operaciones son de diferente naturaleza, y estas consisten, en general en:

- Limpieza
- Selección y clasificación
- Envasado y transporte
- Preparaciones especiales de los frutos: lavado, secado, encerado, abrillantado, empapelado, marcado.
- Refrigeración
- Tratamientos con productos y de otra naturaleza

Limpieza

La limpieza consiste en separar todas las partes que no forman el producto principal, como hojas, raíces, piedras tierra, paja diversa, otros frutos que no pertenecen a la especie. También, ocasionalmente, se separan frutos dañados por plagas.

La limpieza primaria a veces se hace en el campo, otras veces en una instalación especial y ocasionalmente se hacen las dos limpiezas, una en cada lugar. Esta operación puede ser manual, semi mecanizada o mecanizada, empleándose en este último caso zarandas, o tamices, corrientes de aire, vibradores y otros. Un caso especial de limpieza es la trilla de los granos

Selección y clasificación

La selección es la separación de los productos según sus cualidades, fundamentalmente por el tamaño, estado de madurez y estado físico (incluido daños por plagas o mecánicos). Se puede realizar manual o mecanizadamente. La selección puede ser masiva o por clases (clasificación), teniendo en cuenta en este último caso el tamaño, color, estado de madurez.

Los equipos empleados son generalmente ventiladores, zarandas y tamices, vibradores, equipos electrónicos que separan por el color.

Envasado y transporte

El envasado puede realizarse en el campo o en instalaciones especiales, según las exigencias. Las formas de envasar y los envases utilizados tienen que estar conforme a las normas de calidad. El transporte puede ser del campo a las áreas de recepción y de estas al destino final del producto. Las exigencias de transporte tienen que avenirse a las normas establecidas

Lavado

Algunos frutos necesitan lavarse en el proceso de beneficio para eliminar frutos podridos o muy maduros o que floten por insuficiente masa, así como suciedades, por ejemplo, el café para el despulpe y después de este, los cítricos y el tomate para la exportación.

Secado

Cuando se cosechan frutos con una alta humedad que impide su transporte a largas distancias o el almacenamiento, es necesario someterlo a secado para eliminar la humedad. Esta operación antiguamente se realizaba al Sol, pero en la actualidad existen, sin descartar este método, instalaciones especiales denominadas secaderos, que eliminan el exceso de humedad empleándose corrientes de aire a temperatura ambiente o caliente, o directamente los gases de

la combustión de quemadores, aunque esto no es del todo conveniente. Hay muchos tipos de secaderos (de calor directo, de calor indirecto, de cámara, de torre, de túnel), debiéndose cumplir en cada caso los requisitos siguientes:

- El aire caliente circula en sentido contrario a como lo hace el producto.
- El aire más caliente se pone en contacto con el producto más seco, y el más frío y cargado de humedad sale por donde entra el producto más húmedo.
- La temperatura de entrada del aire tiene que ajustarse a los requisitos de cada producto.
- El secado no sobrepasará las horas establecidas, pues afectará la calidad del producto.
- Muchos productos son higroscópicos, por lo que la humedad final y su almacenamiento tienen que tener en cuenta estas particularidades.
- Los productos que más necesitan del secado son los granos, en particular el arroz y el maíz. El café se seca en secaderos especiales para este grano.

Encerado, abrillantado, empapelado, marcación

Estas operaciones se les hacen a algunos productos, como los cítricos, algunas hortalizas como se hace con el pimiento, el tomate para la exportación.

Trilla y descascarado

Varios productos necesitan trillarse, como el arroz, el maíz (deshojado) el maní, el ajonjolí, etc. a fin de separar el grano, del resto del fruto.

Algunos frutos se trillan y descascarar, como el arroz. En otros la trilla y el descascarado es lo mismo, como sucede con el girasol, maní, frijol. El descascarado o descascarillado consiste en separar la cáscara o testa. Se someten a él algunos frutos, como arroz, café y otros. El arroz una vez descascarado necesita pulirse y clasificarse.

Refrigeración

Ciertos productos necesitan de la refrigeración durante su manipulación. Así la fresa acabada de cosechar debe refrigerarse inmediatamente. La leche tiene que transportarse de las vaquerías en tanques refrigerados (termos).

Tratamientos con productos preservadores y de otra naturaleza

Estos tratamientos a base de repelentes, fungicidas, bactericidas, insecticidas e inhibidores, se practican solo en aquellos productos que requieren transporte a largas distancias o conservación por algún tiempo.

Al aplicar estos tratamientos, es necesario tener en cuenta que uno de los factores que también se toman en cuenta al valorar la calidad es un máximo de tolerancia a productos tóxicos, bien de los tratamientos en el campo como de los que se hagan en la manipulación de los productos.

La conservación de los productos agropecuarios es necesaria para lograr su disponibilidad en un momento dado o a lo largo de todo un período. Durante la conservación el producto puede mantener sus cualidades originales o sufrir transformaciones, según el proceso y los objetivos. Para conservar un producto en su estado natural, este debe presentar las siguientes cualidades (no todas necesarias en todos los productos):

- Estado natural normal(composición química y estructural), sano, de tamaño normal

Estado de humedad adecuado, excepto la leche y sus derivados (esto está también en correspondencia con el estado de madurez).

- Completamente libre de impurezas y correctamente envasado.

Para conservar productos en su estado natural con el mínimo de cambios y pérdidas, es necesario controlar:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Condiciones del local

La humedad y las altas temperaturas combinadas propician, en primer lugar, las actividades biológicas de los tejidos vegetales (respiración principalmente), hasta la germinación o brote, y también el desarrollo de enfermedades que puedan estar en el producto o que se provoquen por accidentes.

A temperaturas y humedad relativa bajas, los efectos anteriores disminuyen o cesan, incluido el ataque de insectos. López et al, (1983) señalan que las bajas temperaturas tienen acción inhibitoria en las reacciones bioquímicas de la germinación y de la fermentación así como en la supervivencia de agentes bióticos destructores de los granos.

Para contribuir a la mejor conservación se necesita, además de regular la temperatura y la humedad relativa, de locales apropiados que cierren herméticamente y la adición de sustancias o gases (gas carbónico, bisulfuro de carbono, inhibidores del brote).

Los mejores locales son las cámaras refrigeradas o frigoríficos, pero muchos productos pueden conservarse en condiciones ambientales si presentan las condiciones adecuadas mencionadas anteriormente.

Otra forma de conservación es la transformación de los productos, en industrias especiales como la conservera, industrias lácteas.

Con la manipulación y conservación es posible lograr una mejora en la calidad de los productos y hasta obtener productos nuevos, aumentando el uso de ellos por medio de los derivados, lo cual es de vital importancia para la economía del país. Para la manipulación y conservación de los productos agropecuarios es necesario aplicar las normas establecidas por legislaciones vigentes.

Diferentes tipos de frutos agrícolas y sus características biológicas

El fruto agrícola o económico, es el producto vegetal a cosechar y que pueden ser o no frutos botánicos, pero sí frutos objeto de ser cosechados pues constituyen la razón fundamental de la producción agrícola y por eso se llaman frutos económicos. Para realizar una cosecha con éxito es necesario conocer el objeto de trabajo, o sea, el fruto, distinguiéndose entre fruto botánico o fruto propiamente y "fruto agrícola".

El fruto es, según la definición clásica, el ovario fecundado y maduro; o el ovario desarrollado y con las semillas hechas o maduras para luego diseminarlas (Font Quer, 1975). En este concepto se involucra tanto al fruto de las gimnospermas como el de las angiospermas, porque a pesar que se plantea que el pino presenta semillas desnudas se puede considerar a este órgano como un fruto. Este concepto, aunque contiene elementos de biología, es más bien económico, utilitario y se fundamenta en los aspectos externos del proceso que tiene como expresión al fruto. Sin embargo, este órgano no es más que un elemento suplementario de protección y reserva de nutrientes de las semillas, que son los órganos de reproducción.

El fruto termina su desarrollo y madura cuando la semilla anatómica y fisiológicamente está formada y es capaz de germinar, aunque existen frutos que maduran y las semillas, por un fenómeno de evolución, no germinan, a pesar de estar presentes, como en los plátanos cultivados.

No todo lo que consideramos en ocasiones es un fruto simple, sino que pueden ser frutos compuestos, en unos casos y en otros falsos frutos. La fresa es un fruto múltiple en el cual las

semillas están cubiertas por varios ovarios. El fruto botánico del pino no presenta ovario desarrollado pero sí la semilla tiene una testa o cubierta, con lo cual ella está protegida

Los frutos botánicamente hablando comprenden entre otros tipos:

- a) Frutos propiamente dichos, el maíz.
- b) Frutos múltiples, la fresa.

Los frutos atendiendo a la naturaleza del pericarpio se dividen en **frutos secos** y **frutos carnosos**. En el primer caso el pericarpio es poco desarrollado y no jugoso como ejemplo al maíz; en el segundo caso el pericarpio es desarrollado y epicarpio que cubre a las semillas, con naturaleza carnosa y hasta jugosa siendo un representante típico, los frutos en baya como el del tomate, las drupas como la del mango, la del melocotón y la fresa como fruto múltiple.

Los frutos secos según se abran o no por sí solos se clasifican en dehiscentes e indehiscentes. Los primeros se abren por sí solos y dejan las semillas libres, ejemplo típico de este tipo son las legumbres; en el segundo caso tenemos a todos aquellos frutos que no se abren por sí solos y dejan salir a las semillas. En estos tenemos los que el pericarpio está unido y soldado a las semillas como las cariósides, ejemplo el arroz; y los que el pericarpio está unido a la semilla pero no soldado a esta, por ejemplo los frutos en aquenio como el del romerillo.

El "fruto agrícola" o "fruto económico" es el producto vegetal a cosechar. Esta denominación incluye tanto a los frutos verdaderos como a cualquier parte de la planta que se cosecha con fines económicos. El fruto agrícola depende del uso al que se destina, porque puede ser que un mismo cultivo tenga un fruto principal y otro que sea secundario. En el maíz la mazorca constituye el fruto agrícola principal y el resto de la planta, que se puede destinar a la alimentación animal, el secundario. La clase de los productos o frutos agrícolas secundarios, dependen de la posibilidad de su recolección, procesamiento y utilización, lo que vale decir del nivel tecnológico alcanzado. La utilización de los frutos agrícolas secundarios es de gran importancia para la agricultura en general.

El concepto de fruto agrícola es ante todo un concepto eminentemente económico, porque involucra todo lo que sea posible recolectar y que tenga una utilización, debido a que no siempre, la especie que es objeto de cultivo, desarrolla un fruto propiamente dicho o en algunos casos, no resulta apropiado para el consumo. Ejemplo las llamadas hortalizas de hojas como la col, la lechuga, entre otras; también el forraje para los animales.

Momento de la recolección de los productos agrícolas

La recolección como se ha señalado, constituye el momento culminante de la tecnología de los cultivos, recogida en las cartas tecnológicas correspondientes y donde se puede valorar la eficiencia de todo el proceso en su conjunto dado por los resultados que se obtengan.

La determinación del momento en que realicemos la cosecha es fundamental, para poder conseguir los mejores resultados posibles o los peores, si para determinarlo se ha seguido rigurosamente o no lo que señala los requisitos técnicos al respecto. El momento puede estar determinado por la edad de la plantación recogido en el historial de campo correspondiente y en concordancia con el ciclo del cultivo, objetivo de la producción, las condiciones en la que se haya desarrollado el cultivo la época del año; porque es importante que el fruto que se coseche, reúna los requisitos de madurez, asegurando con ello, la mayor calidad posible y en la mayor cuantía.

Lo primero que se necesita para que un producto agrícola sea cosechado es que esté óptimamente maduro. La madurez puede ser fisiológica y técnica. La madurez fisiológica es la que presenta el fruto, en la que las semillas son capaces de germinar, si al ser separadas del

fruto son colocadas en condiciones apropiadas, aunque en ellas fuera necesario realizar algunos tratamientos mecánicos, como la escarificación. Esta madurez también la podemos llamar "natural". En nuestras condiciones tropicales, la madurez fisiológica de una semilla se presenta al instante en que el fruto presenta las características morfológicas y bioquímicas óptimas para su recolección, ejemplo tomate rojo, el arroz cuando la panícula presenta en toda o en 2/3 de su longitud los granos amarillos, en el maíz cuando las brácteas que envuelven a la panoja están secas. Las semillas de algunas especies necesitan un proceso de post maduración, porque su madurez no coincide con la del fruto.

Esta madurez tratándose de frutos, se denota por cambio de color, pérdida de acidez, desprendimiento del resto de la flor y otros. En las poáceas, con el proceso de maduración comienza generalmente el secado de la planta. Esto es característico en muchas otras especies de diversas familias, como el kenaf, algodón, girasol.

Cuando se alcanza el grado de madurez no se deberá retrasar la recolección porque los frutos comienzan a deteriorarse y se conoce por el cambio de coloración, la pérdida de consistencia, etc., debido a que los frutos envejecen. En el melón al inicio de esta fase el fruto alcanza el máximo contenido de sacarosa, pero a partir de aquí se incrementan los azúcares reductores, como la maltosa, la fructuosa y se aceleran los procesos de maceración natural del fruto y el mismo pierde las cualidades para el consumo. Se produce la senescencia. Esto mismo ocurre con el pepino.

La madurez técnica está en función del uso del fruto agrícola y se presenta diferente en dependencia del cultivo y aún dentro de un mismo cultivo puede haber varios momentos óptimos de cosecha. Así tenemos que, en el maíz, cuando se va a recolectar para grano, este tiene que estar seco con una humedad entre el 18-22% y aquí la madurez fisiológica y comercial ocurren en el mismo momento. Pero cuando el maíz se cosecha para consumir tierno, la madurez comercial se alcanza cuando la mazorca presenta los granos formados pero en estado lechoso o pastoso.

El café, si se cosechará para ser beneficiado por vía húmeda, tiene que ser cosechado en madurez fisiológica, o sea, en forma de cerezas; sin embargo, si es beneficiado por vía seca puede haber granos pintones y verdes. El tomate cuando se va a transportar a lugares lejanos o para la exportación no se puede cosechar en madurez fisiológica, porque se deteriora con facilidad. Para dicho tipo de mercado se recoge cuando está morfológicamente maduro, o sea, con tamaño óptimo y al presentar las llamadas estrellas en el extremo basal del fruto, éstas deben ser claras y rosadas. El frijol si es para grano, se cosecha cuando las vainas están secas.

El millo presenta su madurez óptima, cuando la planta presenta panícula con granos tiernos, pues así el contenido de ácido prúsico, se presenta en cantidades mínimas.

Resumiendo se puede decir que la madurez técnica es aquella en la cual el fruto tiene el desarrollo y las características para el fin al que se le destina, para que resista determinadas manipulaciones, o que permita comenzar la recolección sin que haya pérdidas apreciables en el rendimiento.

Estimado de cosecha

Cuando se decide efectuar la recolección de los frutos en el campo, debido a los síntomas de madurez que los mismos presentan, se impone técnicamente efectuar una predicción de los resultados que se obtendrán, como prerrequisito para poder planificar todos los recursos que serán necesarios para garantizar esta última etapa en el proceso tecnológico de los cultivos.

Con el estimado se puede evaluar económicamente la tecnología que se haya aplicado y su repercusión directa en el rendimiento y la calidad del mismo.

Para realizar el estimado se debe tener muy en cuenta el cultivo en cuanto a las características del fruto agrícola a cosechar; aunque de forma general, el estimado tiene en cuenta como elementos principales el marco de plantación y el área que ocupa el cultivo, para determinar la densidad de población real en campo, y la producción promedio de las plantas.

Ejemplo en el cultivo de la papa el estimado se realiza muestreando en tres puntos diferentes por hectárea con una longitud entre cada uno de ellos de 11m lineales, que representa un área de 10m² debido al marco de plantación del cultivo. Todos los tubérculos cosechados se masan y se promedian todos los puntos muestreados. Esto después se lleva al área total y de esa forma se conoce aproximadamente que volumen de producción se tendrá en correspondencia con la población real en campo. (Minagri, 2004)

Esta misma técnica se sigue para realizar el estimado de rendimiento en el cultivo de la yuca. Siempre se determinará la producción promedio de la planta a través de la diagonal muestreando varias de ellas, extrayéndolas, masando las raíces tuberosas comerciales, para poder determinar la producción promedio por planta y por la población presente en el área calcular el volumen de cosecha.

Una particularidad entre los estimados lo constituye el cultivo del boniato en el que López, et al (1995) plantean que en correspondencia con la longitud del campo se muestreará, cada 15m cuando la diagonal es de 200m, una planta por cada uno de los puntos a la que se le determinará su producción, si la diagonal está entre 200 y 400m se muestrearán dos plantas en cada punto y se determinará la producción promedio. Este mismo procedimiento se efectúa cuando la diagonal sobrepasa los 400m porque se deben muestrear en cada punto tres plantas. A partir de la producción promedio, de la población real en campo y del área, el volumen de producción total.

En cultivos en los que el fruto agrícola coincide con el fruto botánico, para realizar el estimado de rendimiento se debe tener en cuenta el peso promedio del fruto, la cantidad de frutos por plantas, la población en campo y el área que ocupa.

La importancia del estimado de cosecha se centra en determinar el volumen de producción que se obtendrá, por lo tanto, a partir del mismo, se pueden planificar todos los insumos necesarios para garantizar la labor de recolección. Con los datos que el mismo nos brinda podemos hacer el contrato de la cantidad de envases que se utilizarán, la fuerza de trabajo, los medios de transporte, la maquinaria en función a la productividad del trabajo, la capacidad de almacenaje, los días de duración del proceso. Constituye el estimado un elemento técnico organizativo de la producción.

Métodos de cosecha

Los métodos usados en la agricultura son manual, semi mecanizado y mecanizado.

Método manual. Es aquel en el que es usada la mano como elemento motriz total. Así tenemos como más típico en este método la recogida del frijol, de legumbres, tomate de crecimiento indeterminado, del plátano.

Método semi mecanizado. Es aquel en el que la cosecha se realiza parte a mano y parte mecanizada. Un ejemplo de este método es el maíz al ser cosechado para grano, donde se puede realizar la recogida a mano y el desgranado a máquina.

En nuestro país generalmente la recolección del cultivo de la papa se realiza por este método empleando las máquinas sacadoras que dejan los tubérculos sobre el suelo formando bandas y el proceso se completa con el llenado de los sacos a mano.

Método mecanizado. Es aquel en el que todo el proceso de la cosecha, hasta dejar el producto envasado y listo para ser transportado se realiza con máquinas. La cosecha del arroz en todos sus pasos se realiza con combinadas como es el corte de la planta, trilla y desgrane en una sola operación.

En Cuba también una parte importante de la cosecha de la caña de azúcar se realiza con combinadas específicas, como es el caso de la KTP.

Los métodos de cosecha están en función de las condiciones socio económicas, así tenemos que la recolección del arroz y de la caña de azúcar en muchos países asiáticos y otros subdesarrollados se realiza totalmente a mano, porque son producciones en pequeñas áreas pero también se puede encontrar bajo nivel de desarrollo en el campo y la no existencia de la maquinaria apropiada.

Entre los métodos de recolección se puede plantear que se presentan diferencias económicas dadas fundamentalmente por la diferencia que se logra en la productividad del trabajo. Así tenemos que un obrero a mano recolecta en 8 horas de labor alrededor de 480 kg de mazorcas de maíz y con una máquina 2 hombres recogen entre 12000 y 14000 kg en el mismo tiempo. Esto mismo se presenta para el desgrane del maíz en el que un hombre puede desgranar en 8 horas de trabajo 150kg y con una máquina 2 hombres desgranar entre 3000 y 4000kg.

Características del fruto agrícola en función de sus cualidades para la recolección

La calidad es el aspecto más importante en los productos agropecuarios. Esta se constituye en todo el proceso de formación del fruto y de su manipulación, hasta su entrega al consumidor. Puede decirse que la calidad se concibe desde que se planifica una producción, al escogerse el período de producción, las simientes, las técnicas a seguir, la forma de manejar los productos, etc. y es vigilada a través de todo ese proceso aplicando la tecnología correcta. Puede decirse, que el concepto de calidad no puede ser el mismo para todos los productos y para todos los usos, de donde podemos referir que la calidad de un producto agropecuario es el conjunto de cualidades que lo hacen apto para un fin dado.

La calidad depende de un conjunto de factores, tales como:

- De la selección de especies, variedades o líneas.
- Del período de establecimiento.
- De la selección de la simiente o propágulo adecuado.
- De la tecnología.
- De la incidencia de plagas.
- De la manipulación que se haga del producto una vez obtenido.
- De la forma de conservación.

En la lista de factores que hemos mencionado se hace evidente que el hombre puede intervenir en cada uno de ellos para influir en la calidad final del producto.

En forma general, los elementos de la calidad se pueden agrupar en internos y externos.

Los factores internos son: composición química y valor biológico, consistencia, humedad, sabor y otras cualidades organolépticas, resistencia de la corteza (frutos).

En los externos se encuentran: tamaño, color, solidez, forma y uniformidad de la superficie, libre de defectos y otras circunstancias, estado de madurez (apariencia externa), sano y libre de accidentes mecánicos, entre otros.

La calidad, en forma general, depende pues de la concurrencia de estos factores y de las proporciones que manifiesten cuando sean posibles. Para casi todos estos factores se establecen índices dentro de determinados rangos, de modo que si un índice está fuera de su rango de tolerancia, afecta la calidad y este debe pasar a otro rango inferior.

Las viandas contienen almidón en grandes proporciones, así como otros componentes que determinan sus propiedades químicas y los cambios que se pueden producir en el transcurso de la manipulación y conservación, bajo ciertas condiciones. Igualmente las viandas presentan ciertas propiedades físicas que pueden sufrir modificaciones durante las referidas operaciones.

Las propiedades físicas que se consideran son: la solidez o dureza que es propia de cada especie o variedad, estando muy relacionada con los contenidos de agua y almidón; y el estado mecánico, definido en este caso particular por los accidentes que haya recibido el fruto.

La solidez y dureza dependen del tipo de fruto y del estado de madurez. De las viandas la más sólida es la malanga, y cuanto más madura se cosecha, más sólida se encontrará y será más fácil de manipular y conservar. Le siguen el boniato y la papa, que también son más sólidos y se conservarán mejor cuanto más se acerquen al estado de madurez óptima. La yuca es tan sólida como la malanga, pero a diferencia de aquella no puede ser conservada por mucho tiempo.

En la papa, la madurez técnica se presenta conjuntamente con la madurez fisiológica, a los efectos de su mejor manipulación y para alcanzar los máximos rendimientos, pero la madurez fisiológica del tubérculo (su capacidad de multiplicación y brote) se presenta mucho antes que la madurez técnica, por lo cual la papa para propágulo puede ser cosechada antes que la que se dedica al consumo.

El boniato debe cosecharse cuando la madurez técnica es la óptima. El plátano vianda se cosecha verde, es decir, con la madurez técnica, pues si se cosecha con la madurez fisiológica estará maduro y no resistirá transportarse a largas distancias, ni almacenarse. Es muy importante el estado de solidez del fruto para su buena manipulación y conservación.

Lo que se ha definido como estado mecánico se refiere a que el fruto esté sano, sin golpeaduras, heridas, etc., lugares por donde comienzan las pudriciones, lo que es más probable en los frutos que contiene más humedad, como la papa. El boniato puede sanar.

Se ha dicho que químicamente las viandas son reservas carbohidratadas (almidones, fécula, azúcares). Cuanto mayor es la proporción de almidón, mayor será la resistencia del fruto al almacenamiento. En el caso del plátano, a altas temperaturas y humedad relativa también alta (pero sobre todo la temperatura), los almidones se convierten rápidamente (3 -12 días) en una alta proporción en azúcares, lo que lo hace de difícil conservación.

El boniato gana algo en azúcares a costa del almidón durante el almacenamiento. En la malanga no se conocen estudios al respecto.

La papa es un caso particular. Aquí las condiciones de baja temperatura pueden influir favorablemente en la acumulación de azúcares a costa de los almidones durante el almacenamiento. El tubérculo de la papa es una parte viva del tallo que contiene gran cantidad de agua.

Numerosas reacciones químicas se producen en el tubérculo que respira, lo que significa que consume oxígeno. A unos 4-5 °C la respiración es muy débil y al mismo tiempo el desarrollo de hongos y bacterias es casi siempre mínimo. Por esta razón la papa se conserva bien a esta temperatura. La pérdida mínima de humedad se consigue con una humedad relativa del aire no inferior al 92%. En ambiente seco, las pérdidas de agua son grandes y pronto los tubérculos se ablandan y se arrugan. Asimismo, el tubérculo no debe permanecer humedecido durante su conservación, pues en tal caso el riesgo de putrefacción es muy grande, además de que la humedad estimula el brote (grillado o grelado). Esas condiciones de 4-5 °C, y 92% de humedad relativa son óptimas para almacenar la papa por largo tiempo. Se puede frenar el grillado además con un inhibidor como CIPC o IPC, de modo que el tubérculo se conserva así de 7 a 9 meses.

Las bajas temperaturas aumentan el contenido de azúcares reductores en la papa, a los cuales se debe, principalmente, la coloración parda de las papas cocidas después de una larga conservación. Por ello, a pesar de las indicaciones de la norma de calidad para conservar la papa fresca, cuando el tubérculo se destina al consumo humano se debe almacenar a una temperatura de 7-10 °C. Para papa frita la temperatura debe de ser de 6-7 °C, lo que prescribe también para papa de consumo, y para la industria chip a 8-10 °C. En este caso se debe frenar el brote con un inhibidor. Modernamente se emplean silos aislados con circulación forzada de aire para conservar la papa.

Las pudriciones que puedan producirse en productos como la papa y el boniato, se deben a hongos y bacterias que atacan a estos frutos y otros, cuando las condiciones físicas del producto y la temperatura y humedad les son favorables, por lo que se deben tomar en cuenta la naturaleza de cada una de estas plagas para frenarlas o combatirlas, pero se ha visto que en general ello se logra con frutos sanos y temperaturas y humedad relativa adecuadas en locales debidamente preparados.

Otros tipos de frutos agrícolas tienen un tiempo mucho menor de conservación. Tal es el caso de las hortalizas, cuyas características más relevantes radican en su alto contenido de agua, de vitaminas y de minerales, no así en cuanto al contenido de carbohidratos, esto determina su baja aptitud para la conservación al presentar poca solidez; poseen también una amplia gama de formas en sus frutos agrícolas debido a que están representadas por muchas familias diferentes, encontrándonos con hortalizas de hojas (acelga, lechuga, col), hortalizas bulbosas (cebolla, ajo), hortalizas representadas por sus frutos botánicos (tomate, pimiento, berenjena). En el caso de las hortalizas representadas por sus frutos, la genética ha trabajado específicamente con el tomate para lograr que los mismos presenten un largo período de conservación en condiciones naturales (frutos de larga vida). Está comprobado que la menor o mayor conservación está determinada por factores genéticos. Este mismo fenómeno se presenta con muchos frutales que se asemejan a las hortalizas en cuanto a las sustancias que reservan.

Almacenamiento de los productos agrícolas

El fin de un producto vegetal es bien para el consumo directo o para su industrialización, cualquiera que sea el producto agrícola, es sometido a por algún tiempo, más o menos largo, a la conservación. El método que se emplea, estará directamente relacionado con las características de la producción de los frutos agrícolas a través del año. La conservación de los frutos es cuestión necesaria, lo mismo en países fríos, que en países tropicales y subtropicales; esto por un lado obedece a que los cultivos tienen su época y período óptimo para establecerlos y también para ser cosechados, lo que hace que estos frutos agrícolas solo existan en determinados períodos del año para la población si no se conservan. Esto mismo corresponde a los cultivos permanentes como los pastos en los que la población fluctúa durante las diferentes épocas del año.

Los métodos que más se emplean en el almacenamiento de los productos agrícolas son el **natural** y bajo condiciones controladas de humedad y temperatura. El primer caso es el tradicional y más empleado por los pequeños productores, para lo cual emplean locales determinados, generalmente de piso de tierra, donde el aire circule libremente. En ellos el almacenamiento que se sigue depende del fruto agrícola en cuestión, así por ejemplo la cebolla se agrupa en mazos (ristras) y se cuelgan. Proceso similar se emplea con el ajo pudiéndose conservar durante todo un año. La papa y la malanga se pueden conservar directamente sobre el piso de tierra, con un pilón a poca altura, siempre que haya libre circulación de aire por un período de aproximadamente 6 meses sin mayores contratiempos.

El arroz, que al ser cortada su panícula con ciertas porciones de tallos, son hechas gavillas y mazos, los que son puestos en varas que se cuelgan en lugares frescos y libres de lluvias, conservándose por un año y más. Este método es muy utilizado por los campesinos.

En general, los granos deben conservarse atendiendo a mantenerlos físicamente bien y conservando su poder germinativo. Los granos pueden deteriorarse físicamente por la acción de bacterias y hongos, por lo que se debe tener en cuenta en las condiciones de almacenamiento.

El principio más usado en esta etapa para la prolongación marcada de la vida útil de los productos agropecuarios es el del almacenamiento refrigerado o de baja temperatura bajo condiciones controladas de humedad y temperatura, con lo que se reduce la actividad biológica

del producto y de los microorganismos, y en el caso de granos y especias se evita la incubación de los huevos de insectos.

Cuando nos referimos a refrigeración estamos incluyendo a la congelación, por considerarla como correspondiente a la industrialización.

Pero no todos los productos pueden ser refrigerados bajo las mismas condiciones. Esta situación tiene mucho que ver con las características del producto y las condiciones de la nevera. La nevera o local refrigerado debe poseer ante todo un control muy estricto de la temperatura, que a su vez debe ser uniformemente distribuida en todos los puntos de esta; el aire debe circular libremente entre el producto almacenado para lograr un buen intercambio de calor. Además el diseño de la nevera debe ser tal que los elementos donde se produce la expansión de los gases (serpentines) tengan una superficie que evite una gran diferencia de temperatura entre el aire y los serpentines; de ese modo se impide un exceso de condensación en esos elementos con disminución en la humedad relativa del aire que provocaría una deshidratación de los productos. También la capacidad tiene que estar calculada según el régimen de producción y recibo de materia a almacenar, y de ese modo facilitar el movimiento adecuado de los productos. Es decir, puede ser más conveniente tener 3 neveras de 10 t cada una, que 2 de 15t o una de 30. Las puertas y ventiladores influyen en mantener las condiciones ideales de la nevera, pero hay que evitar un excesivo uso de las puertas.

Congelación

Este sistema utiliza el efecto de bajas temperaturas, inferiores al punto de congelación en los alimentos para retardar el desarrollo microbiano y las actividades enzimáticas, prolongando considerablemente la vida útil de los alimentos.

Es conocido el hecho de que la gran mayoría de los microorganismos no se desarrollan a temperaturas inferiores a 0°C. En general los hongos y levaduras soportan temperaturas más bajas, y las bacterias y sus esporas no son dañadas por las temperaturas de congelación industrialmente usadas, es decir, que después de la congelación son capaces de reproducirse si se incuban a temperaturas adecuadas. En la mayoría de los casos en que producen daños a los microorganismos por el frío, la acción es más bien física a causa de cristales que se rompen de la estructura celular, u otros efectos de la congelación en los tejidos celulares.

Sistemas de congelación:

- Túnel de congelación: mediante la circulación forzada del aire a temperaturas de -30°C a -35°C. Se adapta para productos variados.
- Contacto: se trata de un gabinete que posee placas por cuyo interior circula el gas refrigerante y donde se colocan los productos. Después de lleno el gabinete las placas se elevan para entrar en contacto directo con el producto y producir un buen intercambio de calor. Se emplea con productos embalados en cajas como filetes de pescado, pollos, cortes de carne, frutas pequeñas, legumbres y productos preparados.
- Lecho fluilizado: se emplea en la conservación de productos pequeños como las fresas, ciruelas, habichuelas cortadas y chícharos. Consiste en un túnel con el fondo perforado por donde circula el aire muy frío y con fuerza suficiente para levantar el producto y mantenerlo en suspensión. De esta forma la superficie de contacto entre los elementos intercambiantes es la máxima posible y la congelación es rápida.
- Nitrógeno líquido: el punto de congelación del nitrógeno es -195,8°C. Su uso es muy limitado por el alto costo y la competencia con otros sistemas que ofrecen productos de muy buena calidad. Se emplea en la conservación por termo-anabiosis del semen.

Tratamientos post cosecha

Deshidratación

En el sistema de conservación por deshidratación se elimina en todo lo posible el agua que contiene el producto. Si se analizan los porcentajes de agua que contiene los productos deshidratados, se encuentra que varían de 3 a 10%, por lo general, es decir, unos productos son más exigentes que otros. Este fenómeno se explica también según el concepto de actividad del agua, que está determinada por el porcentaje de humedad y la composición del producto (sobre todo en elementos solubles), lo que determina la capacidad del producto obtenido para su conservación. En la actualidad la mayoría de los productos deshidratados se preparan de forma tal que su rehidratación sea muy rápida. Son los llamados instantáneos, e incluyen sopas, puré de papa, salsas, etc. Estos productos se caracterizan porque se cocinan antes de deshidratarse, lo que facilita su preparación en el hogar.

Uno de los sistemas usados para preparar los productos instantáneos es el empleo del deshidratador de tambor. Este en esencia es un tambor de gran diámetro, hueco, por cuyo interior circula vapor a presión. Por su parte externa posee uno o dos rodillos que ayudan a formar una capa delgada del producto que se aplica en la parte exterior del tambor. El producto se prepara de una consistencia tal que se adhiere a la superficie del tambor, y éste en su recorrido lo deshidrata de manera que puede ser raspado por una cuchilla en el lado opuesto del diámetro del tambor.

Existe un equipo de atomización usado para sustancias fluidas, que consiste en una cámara por donde circula el aire y donde penetra el producto a través de toberas de diseños especiales que lo atomizan, produciéndose una deshidratación muy rápida y sin aumento sensible de la temperatura del producto. Este método es muy usado en productos lácteos fluidos, en clara de huevo. Son de gran capacidad, por lo que se requiere de bases industriales que les apoyan en su explotación económica.

Entre los métodos más avanzados de deshidratación se cuenta la liofilización. Esta consiste en la deshidratación por sublimación del producto congelado, es decir, el agua que se encuentra en estado sólido en el producto pasa directamente al estado gaseoso (vapor) en el exterior, sin que en momento alguno pase por el estado líquido. El producto obtenido por liofilización tiene propiedades muy singulares. Sus componentes permanecen prácticamente inalterables durante el proceso. Basta decir que por ese procedimiento se obtiene el plasma sanguíneo. En la actualidad es muy utilizado para la obtención de café soluble instantáneo y también en menor escala para las sopas. El costo de producción es muy elevado por el alto valor del equipo principal en el mercado.

Tratamiento térmico

La aplicación del calor a la conservación de los alimentos se basa en el efecto letal que la temperatura (superior a los 60⁰C) tiene en mayor o menor grado sobre los microorganismos y enzimas. Es conveniente aclarar que dicho efecto es siempre dependiente del tiempo de aplicación.

Esterilización y pasteurización

En el primer caso se refiere a la operación principal de las conservas en envases de cierre hermético y también conocida por apertización. La esterilización es el tratamiento térmico a que se somete una conserva para obtener una esterilización que estadísticamente sea, muy probable, ideal.

Uno de los métodos más avanzados es el de la conservación o envasado aséptico. Este sistema ha permitido la conservación de productos que hasta fecha reciente no era posible conservarlos. El sistema consiste en esterilizar todos los elementos de la conserva por separado: lata, tapa y producto, para unirlos en atmósfera aséptica y lograr así su conservación.

El otro sistema que utiliza el calor es la **pasterización**, que se puede definir como la aplicación de calor para lograr la eliminación parcial de los microorganismos que contiene el producto. Como no se logra la esterilidad del producto, este sistema exige condiciones especiales de almacenamiento (refrigeración, generalmente).

En la actualidad la pasteurización se encuentra limitada a alimentos en los que se desea eliminar los patógenos y que se conservan por otros métodos (congelación, refrigeración, deshidratación, fermentación.)

La leche pasterizada es uno de los pocos productos que aún subsisten, pero tiende a ser sustituida por la leche esterilizada, la evaporada o la leche en polvo instantánea. Estos productos no requieren refrigeración y su calidad ha mejorado mucho en los últimos años, compitiendo con éxito en cuanto a costo y propiedades organolépticas con la leche pasteurizada.

La temperatura y tiempo del tratamiento dependen del producto, su estado y destino.

Conservación por medios químicos

En este método el principio usado es el de la acción bactericida o bacteriostática de ciertos productos químicos. Los más usados son el ácido sulfuroso y la sal común o cloruro de sodio. Otros agentes químicos como el benzoico, sórbico, borax, agua oxigenada. no se consideran dentro de este sistema por ser considerados como aditivos preservantes y su uso regulado por la ley.

El ácido sulfuroso se obtiene en el proceso de sulfitación por dilución directa en el jugo de la fruta o líquido de cobertura, de SO_2 o de una sal de bisulfito. Su acción es más eficiente a pH bajo (inferior a 3), pues es la forma molecular de SO_3H_2 la que ejerce la acción preservante. En Cuba este método es muy usado con trozos de frutas verdes (piña y fruta bomba) en forma de cubos de 5cm de segmento. Estos productos se usan en la fabricación de confitados (azucarados) para las dulcerías.

Un ejemplo de conservación por métodos químicos es el empleado con el pepino, el cual se conserva en tanques grandes sumergidos en una salmuera, conteniendo benzoico, sórbico o la mezcla de los dos, más ácido láctico o acético. Estos casi siempre se usan para la industria como materia prima de otros productos. Otro caso de conservación por estos medios es la salazón, aunque casi siempre acompañada por deshidratación o ahumado como en el caso del jamón, embutidos y tasajo.

Fermentación: entre las fermentaciones usadas para conservar alimentos ocupa un primer lugar el de los encurtidos. En ellos se produce una fermentación láctica controlada por medio de los microorganismos tolerantes a la sal, los cuales pueden fermentar el medio nutriente en salmuera de 10% de NaCl con producción de ácido láctico que alcanza concentraciones de 1,5-2,5% en dependencia del producto. Ej: pimiento y sal agria.

Irradiación por medios químicos

Uno de los métodos más modernos en la conservación de alimentos. Este utiliza las distintas irradiaciones del espectro electromagnético (rayos X, ultravioletas, infrarrojos) en el tratamiento

de los productos alimenticios. En particular, los rayos gamma, procedentes de fuentes de combustible atómico como el cobalto 60, es una de las irradiaciones más usadas. La irradiación de un producto puede producir distintas acciones en dependencia del tipo de irradiación, dosis aplicada y tiempo de exposición. Algunas de esas acciones son: letalidad, mutación de genes, distintos tipos de inhibición del crecimiento y alteraciones nutricionales y organolépticas. El efecto letal sobre los microorganismos en distintas etapas de su desarrollo, así como la inhibición en el crecimiento de ciertos vegetales, son dos de los aspectos más utilizados en la conservación. En el primer caso se logra la esterilización del producto, desinfección de locales y especias, así como de bandejas o cajas. Lo más corriente es procesar el producto ya empacado o en el flujo preenvasado (especias y granos). El segundo efecto, el de evitar el crecimiento, es el de mejor resultado económico y el que mayor aplicación práctica ha tenido. El ejemplo principal es de la papa, que con dosis pequeñas de irradiación se inhibe el desarrollo de las yemas, con las consecuencias de cambios en su composición, y almacenadas a 12-15°C con una humedad relativa de 85-90%, pueden conservarse durante un año. Otros resultados halagadores se han obtenido en la cebolla, el ajo y otros tubérculos.

Bibliografía.

Abdul-Baki, A y J. R. Teasdale 1997. Snap Bean Production in Conventional Tillage and in no-till hairy vetch mulch. Hort Science Vol. 32 (7) p-1191 EUA.

ACAO 1995. Reflexiones acerca de la agricultura orgánica. Boletín del grupo gestor de La Asociación Cubana de Agricultura Orgánica. Año 1 No 1 p – 3. Cuba.

Acuña, J 1957. Algunas razones a favor del uso de la rotación del cultivo del arroz. Banco de Fomento Agrícola Industrial de Cuba. Dirección Agrícola. Departamento de Diversificación. Cuba.

AgroTrop 1997. Propagación asexual. Diponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado 19-3-2004.

AgroTrop 1997. Propagación asexual. Introducción. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado 19-3-2004.

AgroTrop 1997. Propagación asexual. El clon. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado 19-3-2004.

AgroTrop 1997. Propagación. Cambios en los clones asociados con la edad. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado 19-3-2004.

AgroTrop 1997. Propagación. Injerto. Aspecto técnico del injerto I. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado: 20-3-2004.

AgroTrop 1997. Propagación. Aspectos teóricos del injerto II disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado 20-3-2004.

AgroTrop 1997. Propagación. Aspectos teóricos del injerto III. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado 20-3-2004.

AgroTrop 1997. Propagación. Aspectos teóricos del injerto IV. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado 20-3-2004.

AgroTrop 1997. Propagación. Aspectos teóricos del injerto V. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado 20-3-2004.

AgroTrop 1997. Propagación. Aspectos teóricos del injerto VI. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado 20-3-2004.

AgroTrop 1997. Influencia de la luna en la vid y en el vino. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/fagescuela.asp>. Consultado 20-3-2004.

Altieri, M. A 1997. Agroecología. Bases Científica de la Agricultura Alternativa. División de control biológico. Universidad de California. Berkeley. EUA.

Alvarez, A. E; Dania Acosta; J. Galvez; Graciela Ferrán y A. Alpizar. 1998. Sistema de agricultura vertical-tropical. Minagri-INIFAT p-2. Cuba.

Andino, B y Milagros García 1998. Experiencias en Cuba con el sistema de bandejas flotantes para la producción de plantas de tabaco para capa. Estación experimental del tabaco de Pinar del Río. IIMA. Agroingeniería. Libro de resúmenes p-6. Cuba.

Angles, J y I. Farrerens 1996. Influencia de la luna en la agricultura 5^{ta} edición. Edición Mundi-Prensa p-29. España.

Anónimo 1962. La miel de abejas en la propagación vegetativa del cacao. Agricultura técnica en México. Vol. II No. 1. México.

Anónimo 1964. Injerto. Agricultura Técnica en México. Vol. II No. 3. México.

Anónimo 1975. Acodo aéreo en lichi. Agricultura técnica en México Vol. II No. 2. México.

Anónimo 1973. Injerto. Agricultura Técnica en México. Vol. IV No 7 México.

Anónimo s/a. Manual de prácticas y actuaciones agroambientales. Serie Técnica. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias. Editorial agrícola española. SA Ediciones Mundi-Prensa p-67. España.

Anónimo 1986. Cultivo Profundo. Revista del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. Centro Agrícola. Año XII No.1. Cuba.

Anónimo 1976. Aire no reja. Revista URSS.

Arce, R; M. Caballero; J. Ramos; C. Rivera y S. Rodríguez 1997. INIVIT. Nueva distancia de plantación en el cultivo de la fruta bomba (Carica papaya L.). Cuba.

Arnal, A. P 1997. Evolución del no laboreo en Navarra. Acta. Congreso Nacional. Agricultura de conservación y medidas agroambientales p-123. España.

Basch, O y Carvalho, M 1997. Perspectivas del laboreo de conservación en Portugal. Actas. Congreso Nacional. Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales p-10. España.

Baumer, R 1998. Sistemas de labranza y consumo de energía. Siembra directa. INTA. Editorial hemisferio sur p-301. Argentina.

Bergh, R 1998. Evaluación de sistemas de labranza en el centro sur bonaerense. Siembra directa. INTA. Editorial hemisferio sur p-223. Argentina.

Bertoli, M. 1985. Informe de tema. INCA. Cuba.

Bonner, J y A. Galston. 1970. Principios de Fisiología Vegetal. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.

Borman, J 1988. Racionalización de tecnologías utilizadas en la preparación del suelo en el cultivo de la papa en la región occidental de Cuba. Instituto de la Agricultura Tropical de la Universidad Carlos Marx. Leipzig, RDA. Trabajo mimeografiado, p-10.

Boronad, S; F. Elías; E. González; M. Hernández; R. Irauso; F. Miñona; E. Oria; S. Planes; J. Rojo y J. Sala 1970. Diez temas sobre Agrios: Publicaciones de Capacitación Agraria. Ministerio de la Agricultura, p- 56. Madrid.

Bouza, H; Marisol Morales; Ennis Peart; I. Martínez y J. Martínez 1985. Laboreo localizado en caña de azúcar II. Influencia sobre los rendimientos y las propiedades físicas. Instituto de Suelo de la Academia de Ciencias de Cuba. INCA. V Seminario Científico. I Simposio de Cítricos. Resúmenes p-97. Cuba.

Bravo, E. 1988. Biotecnología. Ciencia, Ética, Subdesarrollo. ISCAH. Ediciones ENPES, p-13. La Habana. Cuba.

Brunet, R; N. Valle; E. Acosta. 1990. La producción de tomate en condiciones de hidroponía. Editorial Científico Técnica, p- 10. Cuba.

Caballero, M; J. L. Ramos; R. Arce; C. Rivera; Mercedes Fernández, 1999. Nuevo método para la germinación de la semilla de fruta bomba (Carica papaya L.) var. Maradol Roja. Santo Domingo. Cuba.

Cairo, P y G. Quintero 1983. Suelos. Editorial Pueblo y Educación p-164. Cuba.

Camejo, Nelly; A. Blanco; Karen Alvarado; L. Rodríguez y S. Muñoz 2004. Influencia de técnicas de manejo agroecológico en la germinación del cocotero. (CUG). XIV Congreso Científico. INCA. Resúmenes p-87. Cuba.

Cañizares, Z. J 1973. Elementos de reproducción y multiplicación de las plantas superiores. Edición Revolucionaria. Instituto cubano del libro p-3-175. La Habana. Cuba.

Cañizares, Z. J 1973. Los Aguacateros. Edición Revolucionaria. Instituto cubano del libro p-99. La Habana. Cuba.

Cañizares, Z. J 1968. La guayaba y otras frutas myrtáceas. Edición Revolucionaria. Instituto cubano del libro p-36. La Habana. Cuba.

Cañizares, Z. J 1966. El Mango. Segunda edición revisada p-18 y 23. La Habana. Cuba.

Cárdenas, S. P 1986. Análisis para determinar el vigor de la semilla. Empresa productora de semillas varias. Minagri. Monografía. P-4. La Habana. Cuba.

Casanova, A 2003. Manual para la producción protegida de hortalizas. Instituto de investigaciones hortícolas. Liliana Dimitrova. Material para publicar. Cuba.

Castro Ruz Fidel 1975. Informe del Primer Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana. Cuba.

CATIE 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate. Serie Técnica. Informe Técnico No 151 p- 40. Costa Rica.

Cepero, H; A. Leyva; M. Bertolí, H. Hernández; R. Gil; C. Díaz; P. León; G. Skeen; A. Tamajón; R. Valdés y J. Hernández. 1990. Una Nueva Tecnología para la Producción de Papa en Cuba. INCA. Folleto Divulgativo para Productores, p- 8. Cuba.

Cervantes s/a

CIAT 1972. Informe Anual. Centro Internacional de Agricultura Tropical p-181. Colombia.

Clausen, C. P 1978. Introduced parasites and predators of orthropod pests and weeds: a world review. United States Department of Agriculture. Agricultural Handbook 180 p-1-551.

Cock, M. 1986 Biological control of weeds In tropical crops. Universiti Pertanian Malasia, p- 375-385.

Cortés, Sara; R. Venéreo y H. Hernández 1985. INCA. Efecto de las altas densidades de plantación sobre el rendimiento de algunos cultivos económicos. V Seminario Científico. I Simposio de Cítricos. Resúmenes p-90. La Habana. Cuba.

Cuadra, R; C. Aguilar y J. A. Pérez 1999. Efecto de la solarización sobre nemátodos en la desinfección de suelos en viveros de cafetos. Revista de protección vegetal. Vol. 14 No. 1 p- 23. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 2000. Información básica sobre Sanidad Vegetal. Biblioteca Nacional Agrícola y Forestal. Cuba.

Cuba Ministerio de Agricultura 2002. Tecnología para el cultivo de las viandas tropicales y el maíz. La Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de agricultura 1987. Departamento de frutales. Area no cañera. Conferencia sobre la propagación, variedad y otras atenciones fitotécnicas a los frutales p-89. la Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de agricultura 1989. Instructivo técnico para el control de los cítricos. La Habana. Cuba.

Cuba Ministerio de agricultura 1990. Instructivo técnico para el cultivo de la cebolla. La Habana. Cuba.

Cuba Ministerio de agricultura 1990. Instructivo técnico para el cultivo del tomate. La Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 1980. Instructivo técnico de germinadero y vivero en el cultivo del mango (*Mangifera indica* L.). Dirección nacional de cítricos y frutales. La habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 1983. Instructivo técnico del cultivo de la cebolla. Dirección nacional de cultivos varios p-17. La Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 1984. Instructivo técnico para el cultivo de la papa. Dirección nacional de cultivos varios, p-35. La Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 1984. Instructivo técnico para el cultivo del plátano. Dirección nacional de cultivos varios, p-8. La Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 1984. Instructivo técnico para el cultivo del tomate. Dirección de cultivos varios, p-35. La Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 1980. Instructivo técnico de germinadero y vivero del cultivo del aguacate. La Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 1980. Instructivo técnico de germinadero y vivero del mango. La Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 2004. Grupo Técnico de Bio fábricas y Plátano. Tecnología del Futuro. Una nueva concepción en la producción de plátano fruta y vianda en Cuba. Segunda Versión, p-7. La Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 1980. Normas técnicas nacionales del cultivo del kenaf para fibras. Habana. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 1999. Asociación Nacional de Cultivos Varios. Guía Técnica para La Producción de Hortalizas. En Casa de Cultivo Tropical con efecto Sombrilla, p-7. Cuba.

Cuba. Ministerio de Agricultura 2003. Instituto de Investigaciones Hortícola Liliana Dimitrova. Manual para la Producción Protegida de Hortalizas, p-9. Cuba.

Cuyas, A y Cuyas, A 1970. Gran Diccionario Cuyas (inglés-español y español-inglés). Edición Revolucionaria. Instituto del libro. La Habana. Cuba.

Charudattan, R; C. J. De loach 1988 Management of pathogens and insects for weed control in agroecosystems. Ecological Approaches. Florida EE.UU.; CRC Press, p-245-264.

Dalmau, L; A. Verdú; R. Rosa 1997. Influencia del laboreo sobre la temperatura superficial del suelo en el cultivo de los cereales de invierno. Acta. Congreso Nacional. Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales p-169. España.

De Armas, U; E. Ortega y Rosa Rodés García 1990. Fisiología Vegetal. Editorial Pueblo y Educación p-247. Cuba.

Deblin, R 1975. Fisiología Vegetal. Ediciones Omega, SA p-401. España.

De las Cuevas, H. R; Tomasa Rodríguez; P. Paneque; M. Herrera 2004. La labranza conservacionista y sus gastos energéticos. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 13 No. 2 p-37. Cuba.

Demolón, A 1977. Crecimiento de vegetales cultivados. Principios de agronomía. Tomo II. Edición Revolucionaria p-389. Cuba.

De Toro y G. M 1968. Pequeño Larousse Ilustrado. Diccionario Español. Edición Revolucionaria. Instituto del libro. La Habana. Cuba.

Díaz, G. S 1985. Influencia de las siembras continuadas de arroz (2 veces cada año), comparados con la alternativa Kenaf + millo para la época del periodo poco lluvioso. ISCAH. V Seminario Científico. I Simposio de Cítrico. Resúmenes p-117. Cuba.

Díaz del Pino, A 1953 Cereales de Primavera Salvat. SA. Madrid. España.

Díaz-Zorita, M; J. H. Grove and E. Perfect 2005. Soil fragment size distribution and compactive effort effects on maize root seedling elongation in moist soil. Crop Science 45: 1417 – 1426. Stanford University

Dielh, R y J. M. Mateo Box 1973. Fitotecnia. Ediciones Mundi- Prensa p-3. España.

Dorembos, J y Kassan, H. A 1988. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO. Roma, p-115-117.

Dostalek, J 1971. Injertación del mamey colorado (*Calocarpus sapota jacq Merr.*). Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Biología. Serie Agrícola No 19. Cuba.

Espasa 1984. Diccionario Enciclopédico.

Evans, H. C 1987 Fungal pathogens of some subtropical and tropical weeds and the possibilities for biological control. Biocontrol New and information 8, p-7-30.

Evans, H. C 1991. Biological control of tropical grassey weeds. Wallingford, UK, CAB Internacional, p-52-72.

FAO 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelo. Boletín de tierras y aguas de la FAO No. 8 p-29. Roma.

FAO 1990. Fundamentos teóricos- prácticos vegetales. Estudio FAO Producción y protección vegetal. No. 105 p-3. Roma.

FAO 2001. Relafрут. Red Latinoamericana de Frutales Tropicales. Propagación de la Guayaba. Carta Circular No 4 p-3. Impreso en Cuba.

FAO. 1964. Gramineas en la agricultura. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.

Fernández, A; B. Domenech; A. Porras; A. Porras Piedra y M. Soriano 1998. Propagación in vitro de Olivos" Cornicabras" foro del olivar y el medio ambiente. Disponible en: lsoriano@ita-cr.uclm.es. Consultado 30-3-2004. España.

Flores, R. D 1967. Análisis de pureza física, medio para evaluar la calidad de la semilla. Agricultura Técnica en México. Vol. II No. 7 p-308. México.

Flores, T 1985. Estudio del efecto de los precedentes culturales (soya-barbecho), en la población de la vegetación y en los rendimientos del arroz. ISCAH.V Seminario Científico. I Simposio de Cítricos. INCA. Resúmenes p-118. Cuba.

Flores, T 1984. Evaluación técnico económica de la tecnología del aprovechamiento del suelo con dos siembras anuales de arroz o una con distintos precedentes culturales. Tesis para Candidato a doctor en ciencias agrícolas. ISCAH. Cuba.

Font Quer, P 1975. Diccionario de Botánica. 5^{ta} edición. Editorial Labor, SA. España.

Fuentes, S. A 2004 Conservación, mejoramiento y fertilización de suelos. Instituto de suelos. Ministerio de Agricultura. La Habana Cuba.

Fuentes, S. A 2004 Indicaciones prácticas de consevación de suelo para los agricultores. Instituto de suelos. Ministerio de Agricultura. La habana Cuba.

Funes, F; G. Febles; M. Sistachs; J. Suárez y F. Pérez-Infante 1979. Los Pastos en Cuba. Producción. Tomo I. Editorial: Ministerio de Agricultura p-523. Cuba.

Gamboa, W.G 1994. Manejo de malezas como alternativa para la implementación de una agricultura sostenible en el trópico de Centro América. Tesis de Grado Científico. Universidad de Leipzig p-33. Alemania.

García, C. V 1988. Evaluación de diferentes sistemas de cultivo en la explotación del suelo FRT dedicado a la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.). Resumen. Tesis en opción al grado científico de candidato a doctor en ciencias agrícolas. Cuba.

García, T. L y F López Granado 1997. Perspectiva de la agricultura de precisión y su relación con la agricultura de conservación. Actas. Congreso Nacional. Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales p-69. España.

García, V 1985. Influencia de la profundidad de plantación y los aporques sobre los rendimientos y calidad de la papa para propágulos. ISCAH. V Seminario Científico. I Simposio de Cítricos. INCA. Resúmenes p-116. La Habana. Cuba.

González, D; D. Sourd y L. Rodríguez 1985. Comportamiento del rendimiento del cv N.6 de guayaba ante diferentes métodos y épocas de poda. Estación nacional de frutales. Ministerio de Agricultura. V Seminario Científico. I simposio de Cítricos. INCA. Resúmenes p-127. Cuba.

González, P. O; S. Meneses e Isabel Milanés 1995. Iniciación de callos in vitro en *Dioscorea alata* L. Centro Agrícola. Revista del MES. Año 22 No. 1 p-79. Cuba.

González, S. C. 1968. Los agrios. Edición Revolucionaria p-475-482. La Habana. Cuba.

González, F 1978. Tesis para Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. ISCAH. La Habana. Cuba.

Guenkov, G 1969. Fundamento de la Horticultura Cubana. Instituto del libro p-99. La Habana. Cuba.

Harley K. L. e I. W. Forno 1992. Biological control of weeds. Melbourne and Sydney, Innata Press, p-74. Australia.

Hartmann, H y Kester, D 1968. Propagación de Plantas. Principios y Práctica. Edición Revolucionaria. Instituto del Libro p-61. La Habana. Cuba.

Harris, P 1991. Invitation Paper (CP Alexander Fund) classical biocontrol of weeds its definition, selection of effective agents and administrative- political problems. Canadian Entomologist 123, p- 827-849.

Harrold, L; G. Triplitt and R. Younker 1967. Reprinted from the Journal of soil and water Conservation. Vol. 22 No. 3.

Hector, E 2002. Clonar o no clonar Agricultura Orgánica. Año 8 No. 3 p-8. La Habana. Cuba.

Henin, S; R. Grass y G. Monnier 1972. El perfil cultural. El estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas. Ediciones Mundi-Prensa p-186. España.

Heredia, Altunaga Concepción 2005. Rendimiento de los cultivos en condiciones de organopónico. La Habana. Cuba. UNAH. (Comunicación personal).

Hernández, B. G 1967. Efecto de varios factores ambientales en la germinación de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). Agricultura Técnica en México. Vol. II No. 7 p-318. México.

Hernández, M. 1991. Manual metodológico para un esquema de rotación de cosecha, p-76. La Habana. Cuba.

Hernández, A; R. Santos y A. Casanova 1998. Clasificación y principios básicos de los sistemas de cultivos múltiples o poli cultivos. Agricultura Orgánica. Vol.4 No. 2 p-8. Cuba.

Hernández, A; R. Ramos y J. Sánchez 1998. La yuca en asociación con otros cultivos. Agricultura Orgánica. Vol. 4 No. 2 p-15. Cuba.

Hernández, A y R. Oramas. 1983. Incremento del índice de multiplicación en papa para semilla con tratamientos previos a la plantación. Cultivos Tropicales 14(2-3) p-79. La Habana. Cuba.

Hernández, H; E. Ortiz; C. Puentes y V. García 1985. Informe de tema del INCA. La Habana. Cuba.

Honsford, J. 1969. Tecnología del cultivo de los cítricos. Ministerio de la enseñanza tecnologica, p-8-9 La Habana Cuba.

Infoagro, (s/a). Legislación Argentina sobre Agricultura Ecológica (parte 1y 2).

Disponible en: <http://www.infoagro.com.htm>; . Consultado 21-5-2004

Infoagro, (s/a). Injerto en árboles. Disponible en:

<http://www.infoagro.com/árboles/injertos.injerto.árboles.htm>. Consultado 31-3-2005

Infoagro, (s/a). Injerto en cactus. Disponible en: <http://www.infoagro.com/suculentas/injerto.injertos.cactus.htm>. Consultado 31-3-2004

Irwin P; R. McDonal y C. Abraham 1998. A Guide to Successful. Irish Potato Producction in Dominica.

Iguatieff, V y H. Page 1967. Uso eficaz del fertilizante. Editorial Ciencia y Técnica. La Habana. Cuba.

Jacob, A y H. V. Uexkull 1968. Fertilización. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Edición revolucionaria. Instituto del Libro. La habana. Cuba.

Julien, M. H. 1992. Biological control of weeds. A World catalogue of agents and their Target weeds. Third edition. Wallingford, R. U. Internacional Institute of biological control, p-186.

Labrada, R. R 1991 Métodos para el estudio de las malezas y plaguicidas. Ediciones EMPES. La Habana. Cuba.

Lampurlanés, C. J; C. Cantero Martínez y P. Angás Pueyo 1997. Influencia del sistema de laboreo sobre el desarrollo radical de la cebada en condiciones de secano. Actas. Congreso Nacional. Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales p-181. España.

Lattanzi, A 1998. La siembra directa y la agricultura sustentable. Siembra Directa. Hemisferio Sur p-29. Argentina.

León Garre, A 1968. Manual de Agricultura. Fundamentos Científicos Naturales de la Producción Agrícola. T-I. Salvat Editores, SA, p-14. España.

León Garre, A 1964. Técnica de la Producción Vegetal e Industrias Fitógenas. Herbicultura. Segunda Edición. T-III p-1105. España.

León, P; Luisa Díaz y María Cea 2004. Efecto del aporque en el rendimiento del cultivo del maíz. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 13 No. 2 p-43. La Habana. Cuba.

León, P; E. Frómeta y A. López 1999. Influencia de dos tecnologías de labranza en relación con la densidad aparente del suelo y el rendimiento del cultivo de la papa. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 8 No. 4 p-61. La Habana. Cuba.

León, P; E. Frómeta y A. López 2004. Efecto de la profundidad de remoción del suelo, sin inversión del prisma en el rendimiento del maíz. INCA. XIV Congreso Científico. Programas y Resúmenes p-15. La Habana. Cuba.

León, P 2004. Estudio de cuatro profundidades de labranza, sin inversión del prisma utilizando laboreo reducido y cero en el rendimiento del frijol. (Trabajo para publicar). UNAH. La Habana. Cuba.

León, P 2004. Estudio de cuatro profundidades de labranza, sin inversión del prisma utilizando laboreo reducido y cero en el rendimiento de la Lechuga. (Trabajo para publicar). UNAH. La Habana. Cuba.

León, P 2005. Estudio de cuatro profundidades de labranza, sin inversión del prisma utilizando laboreo reducido y cero en el rendimiento de la Remolacha (Trabajo para publicar). UNAH. La Habana. Cuba.

León, P 2005. Estudio de cuatro profundidades de labranza, sin inversión del prisma utilizando laboreo reducido y cero en el rendimiento de un sistema de cultivo: maíz, frijol, lechuga y remolacha. (Trabajo para publicar). UNAH. La Habana. Cuba.

León, P; A. López y R. Ravelo 1998. Influencia de dos formas de labranza en el rendimiento de la papa. ISCAH. IIMA. Agroingeniería. Libro de resúmenes p-6. La Habana. Cuba.

León, P; C. Puentes; A. López; R. Ravelo y I. Pérez 1985. Influencia de cinco sistemas de preparación de suelo en el rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.). INCA. V Seminario Científico. I Simposio de Cítricos. Resúmenes p-114. La Habana. Cuba.

León, P 1998. Efecto de tres sistemas de preparación de suelo en el rendimiento y algunos de sus componentes en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis de maestría en ciencias agrícolas. UNAH. La Habana. Cuba.

León, P; R. Ravelo y C. Puentes 1981. Evaluación de cinco sistemas de preparación de suelo en papa alternando con maíz. Revista cultivos tropicales. INCA. La Habana. Cuba.

León, P; Maria Elena Ceballos; Sonia Alzugaray y C. Puentes 1985. Efecto de diferentes profundidades de siembra en el cultivo del frijol. Informe. Facultad de Agronomía. ISCAH. La Habana. Cuba.

León, P; Lucila Correa; Sonia Alzugaray y C. Puentes 1985. Demostración de la germinación epigea en frijol e hipogea en maíz. Informe. Facultad de Agronomía. ISCAH. La Habana. Cuba.

Lerch, G 1977. La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Editorial Científico-técnica. La Habana. Cuba.

Leyva, A. 1985. Informe de tema del INCA. La Habana. Cuba.

Lievig, J. V 1840 Die Organische Chemie in Anwendung auf agricultural and Physiologie.

López, M y J. L. Arrué 1997. Efecto del laboreo de conservación en el estado de agregación y en la infiltración de agua en suelos franco de Aragón. Actas. Congreso Nacional. Agricultura de conservación y medidas agroambientales p-189. España.

Malicki, L; J. Nowicki y Z. Szwejkowski 1997. Soil and crop response to soil tillage systems: a polish perspective. Science Soil & Tillage Research. Vol. 43, p- 65-80. USA.

Marcano, J. Control de malezas en yuca. Disponible en:
<http://www.fornaia.gov.ve/publica/divulqa/fd59/yuca2.html> Consultado: 23-5-2005

Marelli, H 1998. La siembra directa como práctica conservacionista. Siembra Directa. INTA. Editorial Hemisferio Sur p-127. Argentina.

Martínez, M. A; F. Alvarez; V. M. Paneque; R. Plana y M. Menéndez 1985. Efecto del número de yemas por propágulo sobre la brotación de la caña de azúcar (*Saccharum* sp.) INCA. V seminario Científico. I Simposio de Cítricos. Resúmenes p-120. Cuba.

Martínez, O 2004. Agricultura de precisión. Disponible en: <http://www.ferson.com.do/Agp.htm>. Consultado 21- 5- 2005

Mateo, B. J 1969. Leguminosas de grano. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.

Mayea, S. S 1990 Manipulación y conservación de la producción agropecuaria. Editorial pueblo y Educación. La Habana. Cuba.

Mederos Olalde, E 1988. Fruticultura. Editorial Pueblo y Educación p-38. Cuba.

Ministerio de Ganadería y Agricultura 1973. Calidad de las semillas finas. Boletín de divulgación No 24, p- 5. Uruguay.

Mitscherlin, C. A 1948. Die Estragsgesetze. Berlin.

Mojena, G. M y Bertolí, H. M 1999. Los cultivos múltiples: Un principio básico de la agricultura sostenible. (Monografía). UNAH p-2. Cuba.

Mojena, M y O. Cruz 1998. Las asociaciones de cultivo, contribución a la sostenibilidad ecológica, económica y social. Agricultura Orgánica. Vol. 4. No. 2 p-15. Cuba.

Monsato, J. 1984. Conservación y laboreo mínimo del suelo. Monsate. EE.UU.

Montaldo, P; R. Daroch y A. Ellies 1974. Influencia de diferentes sistemas de preparación de suelo sobre poblaciones de malezas. Fitotecnia Latinoamericana (IX reunión). Agro Sur. Vol. 2. No 1 p-15. Chile.

Montesino, A. D. 1983. Viveros. Editorial Pueblo y Educación, 2^{da} edición. La Habana. Cuba.

Moreno, J.J; María E. Verdejo; A. Arias; J. A. Pérez y D. Martínez de Velazco 1997. Comparación de la solarización con distintos desinfectantes de suelo en semillero de tabaco en Extremadura 1997. Plagas. Boletín de sanidad vegetal. Vol. 23. No 3, 3^{er} trimestre p-423. España.

Muñoz, Laura 1975. Germinación de las semillas de lechuga en condiciones de verano en Cuba. Revista de la Agricultura, vol. 8 no. 3, p-86-88. La Habana. Cuba.

Nan, Hong; J. G. White; Marcia L. Gumpertz y R. Weisz 1997. Spatial Analysis of Precision Agriculture treatments in Randomized Complete blocks: Guidelines for covariance Model selection. Agronomy Journal p- 1082- 1096.

Navarro, C. R; Milagro Saavedra y A. Martínez 1998. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/faquescola.asp> Laboreo. Mantenimiento del suelo en repoblaciones forestales. Informaciones técnicas No 56. Consultado 20-3-2004

Nuñez, M. A 2005. Bases científicas de la agricultura tropical. Disponible en: <http://www.inmotionmagazine.com/global/man-base.asp>. Motion Magazine. Venezuela. Consultado 21-6-2005.

Oleschko Klaudia 1987. Evaluación de la eficiencia de la labranza a través de la dinámica de las propiedades físicas del suelo. Trabajo mimeografiado. 35p. México.

Ortiz, C.1985. Informe de tema del INCA. La Habana. Cuba.

Pagés Raisa 2005 La ley que desató la guerra económica contra Cuba. Granma (Cu); junio 19, p-3.

Papa, J. C 1998. La siembra directa y las malezas. Siembra Directa. INTA. Editorial hemisferio sur p-177. Argentina.

Pastor, M; J. Castro y María Dolores Humanes 1996. Criterios para la elección de sistemas de cultivos en el olivar. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/faquesuela.asp>. Información técnica No. 38. Consultado 20-3-2004

Pastor, M; J. Castro; María Dolores Humanes y Milagro Saavedra1997. La erosión y el olivar: cultivo con cubierta vegetal. Disponible en: <http://www.agrohispana.com/escuela/faquesuela.asp>. AgroTrop. Agroalimentaria No 22 Consultado 20-3-2004

Peart, E; H. Bouza; Marisol morales; I, martínez y J. martínez 1985.Laboreo localizado en la caña de azúcar I. Influencia sobre la nutrición mineral y el rendimiento. Instituto de suelos de la academia de Ciencias de Cuba. INCA. V Seminario Científico. I simposio de Cítricos. Resúmenes p-96. Cuba.

Peña, F.2001. El abonado verde como cultivo asociado.BUAP-1.S. Puebla. México.

Perczeck, B. 1965. Mínima labranza en el cultivo del maíz. Acta Agronómica. Colombia.
Pereira, M 1997.Desarrollo y perspectivas del laboreo de conservación en Brasil. Actas. Congreso Nacional. Agricultura de Conservación y Medidas agroambientales p-1. España.

Pérez, I; C. Puentes; P. León R. Ravelo y A. López 1987. Estudio de la influencia de cinco sistemas de preparación de suelo y su fertilización sobre las principales características químicas del mismo y los rendimientos de la papa (1^{er} cosecha). INCA. Cultivos Tropicales. Vol. 9. No. 3 p-62. Cuba.

Pérez, I; P. León; C. Puentes; A. López y R. Ravelo 1985.estudio de la influencia de cinco sistemas de preparación de suelo y la fertilización en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) 1^{era} 2^{da} cosecha. ISCAH. V Seminario Científico. INCA. I Simposio de Cítricos. Resúmenes p-322. Cuba.

Pérez Ponce, J. N; Yelenys Alvarado Capó; R. G. Kosky; E. A. Jiménez y P. A. Orellana 1998. Propagación y mejora Genética de Plantas por Biotecnología. Vol. 1 p-13. Cuba.

Pérez Ponce, J. y C. Rodríguez Fuentes 1989. Producción de semillas y propágulos. Editorial Pueblo y Educación p-51. Cuba.

Pérez, I; C. Puentes; P. León; R. Ravelo y A. López 1987. Estudio del efecto de cinco sistemas de preparación de suelo sobre algunas características químicas de este y su relación con el cultivo del maíz (1.^{er} cosecha. INCA. Cultivos Tropicales. Vol. 9. No 3 p- 41

Pérez, C; Teresita Tellería y R. Jiménez. 1989. Cultivos Hidropónicos. Elementos Tecnológicos. Edición y distributions CIDA, p- 5. Cuba.

Perfect, E y N. B. McLaughlin 1996. Soil management Effects of Planting and emergence of no-till corn. American society of agricultural engineers. Vol. 39 (5) p- 1611-1615. Canada.

Pino, María de los Angeles y E. Terry 1998. Los policultivos como modificadores del microclima. Agricultura Orgánica. Vol. 4 No. 2 p- 18. Cuba.

Pires, P. L 1993. Asociación de yuca con otros cultivos. VIII curso intensivo nacional de yuca. Cruz de Almas. Bahia. Ministerio de Agricultura. Conferencia mimeografiada. Brasil

Plana, R y María Domini 1985. Influencia de las densidades de plantación y distancias entre surco en la producción de material de plantación en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* sp. Híbrido) V Seminario Científico. I Simposio de Cítricos. Resúmenes p-91. Cuba.

Plana, L. 1987. Periodo critico de competencia de malezas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad ICA Pijao. Documentos de Ciencia y Técnica. 3. p- 21. Cuba.

Primavesi, Ana María 1990. Manejo ecológico del suelo. Parte II. Sao Paulo, agricultura en regiones Tropicales p-359. Brasil.

Puentes, C; P. León; R. Ravelo, I. Pérez y A. López 1985. Influencia de cinco sistemas de preparación de suelo en el rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) ISCAH. V Seminario Científico. INCA. I Simposio de Cítricos. Resúmenes p-116. Cuba.

Puentes, C, P. León; Enolvia Díaz; R. Ravelo y T. Chávez 1980 Manual de Fitotecnia General ISCAH. Facultad de Agronomía. La Habana. Cuba.

Puentes, C. 1985. Separación entre lotes de kenaf para evitar cruzamiento entre variedades. Agronomy Journal.

Puentes, C. 1975. El kenaf como planta forrajera. Tesis para optar por el grado científico de candidato a doctor en ciencias agrícolas.

Quiroga, A; O. Ormeño y N. Peineman 1998. Efecto de la siembra directa sobre propiedades físicas de los suelos. Siembra directa. INTA. Editorial Hemisferio Sur p- 57. Argentina.

Rabago, R 1982. Tendencias modernas en la preparación del suelo. Rotación de cultivos. Ciencia y técnica agrícola. Pastos y forrajes. Ministerio de agricultura. Vol.5 no 1 p-53. Cuba.

Ramírez Pava, Bertha; C. Estrada; J. Rodríguez; J. Muñoz y A. Suárez. 2004. Aporte al conocimiento y sostenibilidad del agro ecosistema intervenido de la Amazonía colombiana. Universidad de la Amazonía. Florencia-Caqueta, p-141. Colombia.

Ravelo, R; P. León; I. Pérez; C. Puentes y A. López 1985 Estudio comparativo de cinco sistemas de preparación de suelo; en la composición botánica y en el control de la vegetación indeseable, en un suelo Ferra lítico Rojo Compactado; con el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L) ISCAH. V Seminario Científico. INCA. I Simposio de Cítricos. Resúmenes p-112. Cuba.

Ravelo, R; C. Puentes y P. León 1986. Estudio comparativo del sistema tradicional y de Laboreo Mínimo de preparación de suelo F.R.C en el control de la vegetación indeseable. Cultivos tropicales. Vol. 9 No. 1 INCA. Cuba.

Ravelo, O. R. 1987. Manual sde clases prácticas de Fundamentos de agronomía para riego y mecanización. La Habana. Cuba.

Ravelo, O. R. 2003. Estudio de la repercusión de distintos métodos de control de la vegetación indeseable en el cultivo de la cebolla. III Congreso de la ACTAF. La Habana. Cuba.

Restrepo, R. J 1996. Abonos verdes. Aportes de los abonos verdes usados en la agricultura orgánica como cobertura p-1. Colombia.

Rivero, L. E. 2001. Indicaciones para el manejo de las principales malezas del cultivo del arroz en Cuba. Instituto de investigaciones del arroz. Minagri. Cuba.

Roberts, A and M. L. Robinson 1995. la propagación de las plantas de interior. University of Nevada. Reno. Página de información 99-60.

Rodríguez, A; S. Rodríguez y A. Morales 1983. La época de plantación y la calidad del material de propagación y su influencia sobre los rendimientos en las viandas tropicales. Ciencia y técnica en la agricultura. Vol. 6. No. 1y2 p-7. Cuba.

Rodríguez Dojer, Teresita 1999. Banco de semillas de malezas en un suelo preparado con tracción animal. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 8 no 4 p-73. Cuba.

Rodríguez, N. A. 2002. Tecnología para los huertos intensivos de raíces tuberosas y rizomas tropicales, p-16. Cuba.

Rodríguez, R; H. Bouza y C. Romero 1984. Tecnología para la preparación rápida de suelo ferralítico para el cultivo de viandas. Agrotecnia de Cuba. Vol. 16 No. 1 p-41. Cuba.

Rodríguez, N. A. 1978. El cultivo de la malanga isleña. (*Colocasia esculenta* Schott). Dirección de normalización. Ministerio de la Agricultura, p-12 La Habana. Cuba.

Roig y Mesa, J. T 1965. Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos. Tomo I y II. Tercera Edición. Editorial Nacional de Cuba.

Romero, L; C. Puentes; P. León; R. Ravelo y G. Skeen. 1987. Una nueva tecnología de Laboreo Mínimo en la producción de papa. El Economista. Vol. II No. 4 Publicación de la Asociación Nacional de Economistas de Cuba. pág. 31 Cuba.

Roquero de Laburu, C 1997. La disminución de la productividad de los suelos originada por la erosión. Acta. Congreso Nacional. Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales p-43. España.

Rossell, C. H y Villalobos, V 1990. Fundamentos teorices prácticos del cultivo de tejidos vegetales. FAO. Roma.

Ruiz, J. 1991. Agricultura Bio-Intensiva Sostenible en el Minifundio Mexicano; Universidad Autonoma Chapingo, p- 13. México.

Russell, J y W. Russell 1967. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Edición Revolucionaria p-476. La habana. Cuba.

Saavedra, M 1997. Cubiertas vegetales y agricultura de conservación implementación y manejo en cultivos leñosos. Actas. Congreso Nacional. Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales p-35. España.

Sánchez, R. 1993. Siembra Directa: Tecnología para una agricultura sustentable. Universidad Rómulo Gallegos. (CES DIR). Venezuela.

Serrano, D. 1998. Uso de policultivos un sistema integrado agricultura ganadería. Agricultura Orgánica. Vol.4 No. 2 p-22. Cuba.

Sheng, T. S. 1990. Conservación de suelos para los pequeños agricultores en las zonas tropicales húmedas. Boletín de suelo de la FAO No 60 p-66. Roma.

Sosa, J. 1988. Sobre Poda en Setos. Facultad de Agronomía. – INCA. DICT. Dirección de Información Científico- Técnica. La Habana. Cuba.

Sosa, J. 1988. Informe de ejecución de proyecto al INCA. La Habana. Cuba.

Suárez de C. 1968. Manual de conservación de suelo. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.

Tenorio, J. L; L. Ayerbe y J. J. Lucena 1997. Efecto de diferentes sistemas de laboreo sobre el rendimiento de cebada y el contenido de agua en el suelo. Actas, Congreso Nacional. Agricultura de Conservación y Medidas Agroambientales p-207. España.

Theron, A 1968. Botánica. UTEHA p-18. España.

Thompson, L. M. 1967. El suelo y su fertilidad. Edición revolucionaria p-14 y 33. La Habana. Cuba.

Timiriazhev, K.A.1948. Fitotecnia y Fisiología de las plantas. Selioguiz. T-III, Moscu.

Truco, B 1998. Siembra Directa. INTA. Hemisferio Sur p-9. Argentina.

Urbano Terrón, P 1992. Tratado de Fitotecnia General. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa p-193. España.

Valdés Escobedo, María; V. M. Cardedo; A. Duran y C. J. Hernández 1980. Fitotecnia General. Editorial Pueblo y Educación p-1. La Habana. Cuba.

Vandermeer, J 1998. Policultivos: La teoría y evidencia de su efectividad. Agricultura Orgánica. Vol. 4. No. 2 p-12. Cuba.

Varona, J; Enolvia Díaz y R. Ravelo. 1984. Fundamentos de Agronomía. ISCAH. MES. Cuba.

Vasiliev, G. I; J. L. Peña; F. Peña y T. Cancio 1985. La rotación de cultivo como medida antierosiva en las áreas tabacaleras del Escambray. Estación experimental de Suelos y Fertilizantes Escambray. V Seminario. I Simposio de Cítricos. INCA. Resúmenes p- 111. Cuba.

Vázquez Becalli, Edith y S. Torres 1984. Fisiología Vegetal. Editorial Pueblo y Educación p-283-290, 384, 493-452. La Habana. Cuba.

Venereo, R.1985. Informe de tema del INCA. La Habana. Cuba.

Vinent, F.1980. Efecto del fotoperiodismo sobre la producción de semillas en dos variedades de kenef. Agrotecnia de Cuba, Vol. 12, no. 2, p-89-94. La Habana. Cuba.

Vorobiov, S. A; D. J. Bureo; V. E. Egurov y G. J. Guzdiev 1972. Fitotecnia General. Koles. (En ruso). Moscu.

Wanadoo. Los orígenes de la Agricultura. Disponible en <http://www.pdf.rincondelvago.com/lib/ad./php...> Grupo Wanadoo España. Consultado 3-3-2005

Wapshere, A. J; E. S. Delfosse y J. M. Cullen 1989. Recent developments in biological control of weeds. Crop Protection 8, P-227-250.

Wilfred, W. R; S. C. Alden y N. P. Richard 1967. Destrucción de malas hierbas".Edición Revolucionaria p-4. La Habana. Cuba.

Wothén, E y S. Aldrichz. 1968. Suelos Agrícolas. Edición Revolucionaria. La Habana. Cuba.

Zaffaroni, E; H de A. Barros; J. A. Nobrega; J. T de La Cerda y V. E. De Souza 1991. Efeito de métodos de preparo do solo na produtividades e outras características agronômicas de milho e feijao no nordeste do Brasil. R, bras. Ci. Solo, Campinas, 15, p-99-104. Brasil.

Zubiri, X. 1976. El concepto descriptivo del tiempo. Sazón (tempero). Disponible en: <http://www.Zubiri.Org/works/spanishworks/conceptsdscripp.htm> p-7-47. España. Consultado 31-3-2005

Zulueta, B.1984. Experimento realizado en semillero de tabaco usando diferentes dosis de bromuro de metilo. Informe al Centro Universitario de Pinar del Río. Cuba.

Zulueta, B. 1984. Experimento realizado en semillas de tabaco usando distintas dosis. Informe al Centro Universitario de Pinar del Río. Cuba.