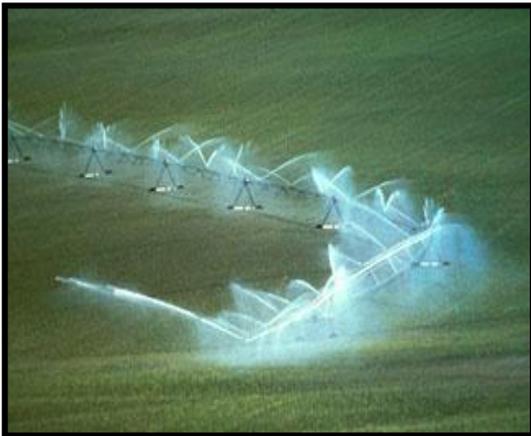


AGROTECNIA SOSTENIBLE

LUIS ANTONIO CERNA BAZÁN



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

TRUJILLO - PERÚ

2007

LUIS ANTONIO CERNA BAZÁN

Profesor Principal de la Universidad Privada Antenor Orrego

AGROTECNIA

SOSTENIBLE

TRUJILLO - PERÚ

Cultivando plantas

Cosechamos bienestar

Educando hombres

Cosechamos felicidad

En agradecimiento eterno a mis
padres José y Aurora a
mi esposa Delia y a
mis hijas Claudia y Eliana

CONTENIDO

I.	FUNDAMENTOS DE AGRICULTURA SOSTENIBLE	
	La integración de factores.....	08
	Etimología y objetivos de la Agrotecnia.....	09
	Otras áreas y la Agrotecnia.....	10
	Cambios científico-tecnológicos.....	10
	La agricultura moderna en el contexto mundial.....	13
	Agricultura sostenible en el desarrollo.....	16
II.	LABORES CULTURALES, DESMONTE Y MATADA	
	Definiciones.....	18
	Desmante o rozo.....	18
	Técnicas de desmante de vegetación herbácea.....	19
	Técnicas de desmante de arbustivas.....	20
	Técnicas de desmante de árboles.....	20
	Labor de matada.....	23
III.	LABRANZAS	
	Definición.....	26
	Objetivos de las labranzas.....	26
	Clasificación de las labranzas.....	29
	Época y número de labranzas.....	38
	Sistemas de labranzas y condiciones.....	39
IV.	LA SEMILLA Y LA SIEMBRA	
	Definición de la semilla.....	44
	Certificación de semilla.....	50
	Época de siembra.....	52
	Cantidad de semilla.....	54

	Métodos de siembra.....	56
	El trasplante.....	62
	Tratamientos de la semilla.....	68
V.	RESIEMBRA Y OTRAS LABORES	
	Requerimientos técnicos.....	77
	Labor de retape.....	79
	Cuidados culturales.....	81
	Desahije y entresaque.....	81
VI.	CONTROL DE MALEZAS	
	Fundamentos.....	86
	Competencia e interferencia.....	86
	Clasificación y principios.....	88
	Control mecánico.....	89
	Labranza mínima y malezas.....	92
	Control térmico.....	93
	Control químico.....	94
VII.	APORQUE Y OTRAS LABORES	
	Definición y objetivos.....	98
	Época de ejecutar el aporque.....	102
	Labor de desaporque.....	103
	Labor de barbecho.....	104
	Roughing o selección.....	104
	Despunte y defoliación.....	106
VIII.	EL AGUA Y LOS RIEGOS	
	Fundamentos.....	107
	El agua y sus relaciones.....	109
	El suelo como reservorio.....	110
	Factores que influyen.....	112
	Vías de pérdida y su control.....	113

	El riego y la lluvia.....	117
IX.	MÉTODOS DE RIEGO	
	Método de riego subterráneo.....	120
	Riego superficial por inundación.....	120
	Riego Superficial por infiltración.....	135
	Riego presurizado.....	141
	Lluvia artificial y por mangas.....	143
	Efectos del agua en el suelo.....	145
	Cantidad de agua.....	148
	Planificación del riego.....	155
	El agua de riego y la producción.....	157
	El agua y el sistema radicular.....	160
	Medidores de humedad del suelo.....	167
X.	TÉCNICAS DE ABONAMIENTO Y FERTILIZACIÓN	
	Definición.....	173
	Clasificación de los fertilizantes.....	177
	Abonos compuestos o completos.....	184
	Tecnología de abonos verdes.....	188
	Análisis para las dosis.....	191
	Sistemas de abonamiento.....	194
XI.	LOS MODELOS DE SISTEMAS DE CULTIVOS	
	Definición y alternativas.....	204
	Rotación de cultivos.....	206
	El cultivo múltiple o mixto.....	209
XII.	LA HIDROPONIA	
	Conceptos y evolución.....	212
	Elementos hidropónicos.....	218

	Nutrición de Plantas.....	248
XIII.	MÉTODOS DE CONTROL FITOSANITARIO	
	Métodos culturales y mecánicos.....	251
	Métodos biológicos.....	252
	Otras alternativas.....	255
	Control con insecticidas ecológicos.....	257
	Insecticidas botánicos.....	260
XIV.	LA COSECHA	
	Definición y época de cosecha.....	262
	Ejecución de la cosecha.....	263
	Control de la cosecha.....	265
	Cosechadoras de hortalizas.....	267
XV.	AGRO AVANCES E INNOVACIONES TECNOLÓGICAS	
	Biotecnología en agricultura.....	272
	Prácticas de conservación.....	274
	Cultivos verticales.....	277
	Ingeniería genética.....	283
	Antibióticos para las plantas.....	289
	Agricultura conservacionista.....	293

CAPITULO I

FUNDAMENTOS DE AGRICULTURA SOSTENIBLE:

LA INTEGRACION DE FACTORES

La producción y la productividad de las plantas dependen de la integración e interacción de los elementos y factores que participan en el sistema durante la germinación, el crecimiento y el desarrollo vegetativo y reproductivo (Fig. 1).

Estos elementos y factores son:

1. Agua edáfica y atmosférica.
2. Suelos o sustratos.
3. Elementos nutritivos.
4. Clima y sus componentes.
5. Organismos vivos; benéficos y dañinos.
6. El hombre como gestor a nivel técnico, profesional o agricultor.

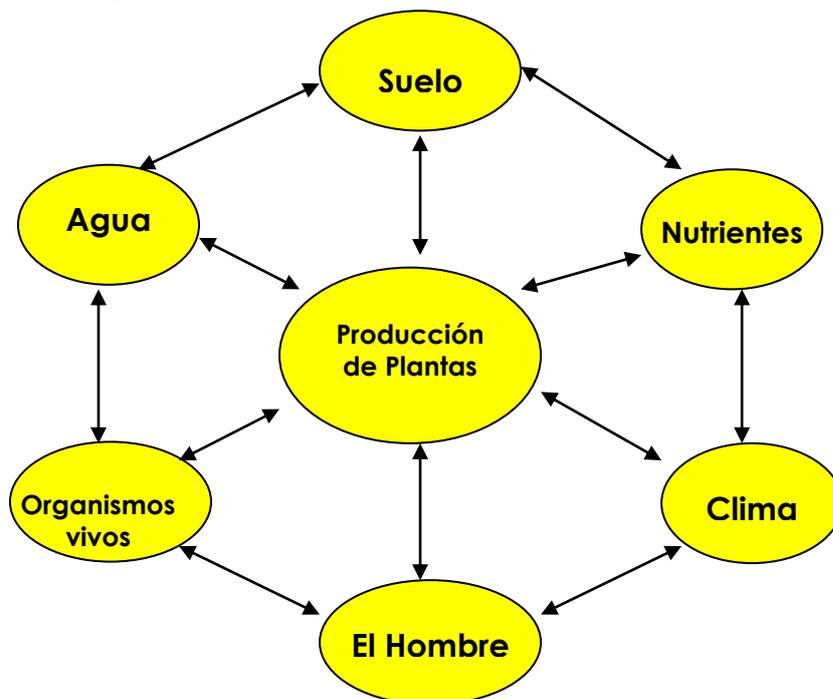


Fig. 1.- La interacción de los componentes del sistema productivo.

El hombre, para su éxito en la producción de plantas, tomará decisiones eficientes, oportunas e inteligentes, aplicando las técnicas, la ciencia y las tecnologías de manera racional, conservando los recursos y sin dejar residuos tóxicos en la naturaleza.

ETIMOLOGIA Y OBJETIVOS EN AGROTECNIA

La palabra Agrotecnia deriva de las voces latinas: AGRO o Ager o Agri que significan Tierra o Campo y TECNIA o Techne que expresa Arte, Técnica y Ciencia Aplicada.

Por el significado real de la palabra se puede decir que la AGROTECNIA es la ciencia o el arte del campo o de la tierra, o en el mejor sentido, el arte, la ciencia y la técnica de trabajar la tierra para producir plantas y sus partes productivas.

Se consideran como objetivos de la Agrotecnia:

1) Establecer los principios fundamentales en que se basan las técnicas del cultivo de las plantas.

2) Aumentar la producción y mejorar su calidad, lo que se traduce en la obtención de cosechas rentables.

3) Desarrollar la habilidad efectiva y eficiente para apreciar y comprender las labores agrícolas.

4) Lograr actitudes, destrezas y valores de vida, orden y belleza.

5) Manejar la producción con intenciones de conservación ambiental para el bienestar del hombre.

6) Obtener bases para comprensión científica de las disciplinas y cultivos de la producción agrícola.

7) De modo que la AGROTECNIA como herramienta clave de la agricultura se constituye en fuente creadora de recursos renovables por el GRAN VALOR MULTIFUNCIONAL DE LAS

PLANTAS CULTIVADAS que al producir de MANERA SOSTENIBLE contribuirá en el mejoramiento del MEDIO AMBIENTE.

OTRAS ÁREAS Y LA AGROTECNIA

Para la comprensión y buen uso de los conceptos, procedimientos y actitudes logradas en AGROTECNIA SOSTENIBLE; se requiere de los significativos aportes de otras disciplinas con fines de integración de los diagnósticos y decisiones en la producción agrícola. Entre las principales ciencias en que se basa o con las que interacciona la Agrotecnia se considera la:

- 1.- Hidrología
- 2.- Entomología
- 3.- Fitopatología
- 4.- Topografía
- 5.- Edafología
- 6.- Meteorología
- 7.- Fisiología Vegetal
- 8.- Administración Agraria
- 9.- Química Agrícola
- 10.- Genética y Fitomejoramiento
- 11.- Biología
- 12.- Botánica
- 13.- Planificación Agraria
- 14.- Economía Agrícola
- 15.- Sociología
- 16.- Fitomejoramiento
- 17.- Ecología
- 18.- Gestión Ambiental
- 19.- Física Aplicada
- 20.- Manejo de Malezas
- 21.- Relación Agua Suelo Planta Ambiente

CAMBIOS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS

Un porcentaje cada vez mayor del valor de los bienes y servicios ofrecidos en el mercado está representado por nuevos conocimientos y más aún en la agricultura como fuente de una mejor calidad de vida (3)

Hay avances científicos en biología molecular, ingeniería genética y robótica, con nuevos conocimientos que están cambiando las formas tradicionales de producción en la agricultura. La combinación de los avances en las comunicaciones e informática, los métodos científicos de investigación y los nuevos equipos, están indicando un NUEVO CAMINO, que permite mayor velocidad en la transmisión de conocimientos y tecnologías, llevando de hecho a la organización de equipos de investigación que trabajan con la perspectiva de red. Las fronteras institucionales superan hoy, con frecuencia, los límites tradicionales de organización y país, acertando en la construcción de un nuevo camino influenciado por un creciente proceso de globalización de la investigación y de los conocimientos.

En un trabajo del Instituto Interamericano de Cooperación con la Agricultura se presenta una visión de la agricultura y del medio rural para las próximas décadas. Según este estudio, la agricultura y las actividades rurales tendrían en el futuro tres características principales: 1° prosperidad, 2° Posicionamiento en los países y en el mundo; y 3° Ser considerados como asuntos estratégicos en el contexto global, conformando una VISIÓN OPTIMISTA (3)

Los principales argumentos para esta VISIÓN OPTIMISTA DE LA AGRICULTURA presenta tres características:

a) De carácter económico

- ❖ Consolidación de la globalización de la economía.
- ❖ Rápido crecimiento del comercio internacional.

- ❖ Mercados mundiales y nacionales operando sin distorsiones significativas.
- ❖ Apertura de mercados de países desarrollados, en base recíproca.
- ❖ Mayor estabilidad macroeconómica, que podrá favorecer el crecimiento de la agricultura en los países en desarrollo.

b) De carácter científico

- ❖ El desarrollo tecnológico industrial impulsará significativamente la producción y productividad del sector agroalimentario.
- ❖ La nueva revolución científica y tecnológica aplicada a la agricultura podrá mejorar significativamente la eficiencia y la capacidad de producción de alimentos.

c) De carácter político social

- ❖ Aumento de los promedios de calidad de vida y reducción de la pobreza.
- ❖ Nueva institucionalidad y valoración para la agricultura.
- ❖ Agentes sociales con mayor interdependencia.

Dentro de esta visión, puede decirse que la agricultura tiene tres desafíos centrales, a saber:

a) Producir alimentos básicos suficientes y de mayor calidad para alimentar adecuadamente sus crecientes poblaciones.

b) Incrementar la participación de América del Sur en el mercado internacional de productos agrícolas, con el fin de generar crecientes superávits comerciales para el pago de la deuda y lograr financiación de importaciones de bienes de capital, esenciales para el desarrollo.

c) Incrementar la capacidad científica y tecnológica aplicada a la agricultura, para mejorar la capacidad competitiva regional en el futuro.

Si la región acomete con éxito estos tres retos fundamentales, la visión futura de la agricultura podrá mantener una expectativa optimista y el medio rural podría expresar todo su potencial para contribuir al desarrollo económico y social (3)

LA AGRICULTURA MODERNA EN EL CONTEXTO MUNDIAL

Nuestro mundo caótico de hoy necesita UN ORDEN a fin de que la naturaleza no sea destruida, los mares, los ríos y la atmósfera dejen de ser envenenados; los suelos no pierdan su capa fértil y los desiertos no crezcan; los bosques no desaparezcan, el clima no cambie y los 10 mil millones de habitantes que seremos no mueran de enfermedad y hambre. Que todos los humanos tengan alimentos, salud, educación y empleo. Que haya agua y que pueda beberse, y un techo en donde VIVIR DIGNAMENTE, es decir un mundo donde las naciones no se arruinen y los pueblos no se maten entre sí por motivos étnicos, religiosos o culturales y haya siempre un recurso natural o un espacio donde vivir (2).

El rápido aumento de la población mundial y el ritmo acelerado del progreso tecnológico han llevado a domar la naturaleza en algunas partes del mundo a costa de su destrucción. Es imprescindible que fijar los umbrales de tolerancia y el grado en que la agricultura y la naturaleza pueden interferirse en forma aceptable. La primera prioridad es alimentar a la población del mundo. La pregunta constante es ¿Cómo puede esperarse que una población hambrienta vaya a proteger los recursos naturales y al medio ambiente y a preocuparse del bienestar de las generaciones futuras cuando está en juego su supervivencia inmediata? (6).

En la actualidad una pequeña parte de la superficie del planeta - sólo unos 1500 millones de hectáreas - es apropiada para la agricultura. Con frecuencia es posible

mejorar la tierra introduciendo el riego en zonas áridas y drenando las zonas anegadas. Los problemas que limitan la agricultura en la superficie terrestre son como sigue:

- 11 % son útiles para la agricultura
- 6 % permanentemente congelados
- 10 % demasiado húmedos
- 22 % demasiado superficiales
- 23 % problemas químicos
- 28 % demasiado secos

Según la misma fuente, las diferentes formas de degradación de la tierra por la erosión del suelo, envenenamiento químico, salinización y pérdidas de tierra por la construcción o la minería podrían privar al mundo de sus tierras cultivables (3)

De acuerdo a estos datos, de mantenerse el ritmo de degradación actual, en un periodo que oscila entre 400 - 560 años podría desaparecer toda la tierra potencialmente cultivable del mundo, y con ello prácticamente todas las especies de plantas, animales y hasta el propio hombre (3)

Con el progreso de la modernización agrícola, los principios agroecológicos son continuamente ignorados o desestimados. Como consecuencia, los agroecosistemas modernos son inestables y sus fallas se manifiestan como rebrotes recurrentes de plagas en muchos sistemas de cultivo y también en forma de salinización, erosión del suelo, contaminación de las aguas, etc. El empeoramiento de la mayoría de los problemas de plagas ha sido relacionado experimentalmente con la expansión de los monocultivos a expensas de la diversidad vegetal, la cual a menudo provee servicios ecológicos claves para asegurar la protección de los cultivos (1).

En lugares donde la producción ha sido mejorada a través de las tecnologías convencionales, a menudo se han

provocado impactos ambientales y sociales que se han incrementado en los últimos años (5) se expresan en:

- Contaminación del agua por plaguicidas, nitratos y residuos de animales, causando daños a la flora, fauna y ruptura de los ecosistemas.
- Contaminación de los alimentos y forrajes por residuos de pesticidas, nitratos y antibióticos.
- Impactos a los campos y recursos naturales por plaguicidas, causando daños a la familia campesina y a la población.
- Contaminación de la atmósfera por amonio, óxido nitroso, metano y los productos de las quemas, con un adelgazamiento de la capa de ozono, el recalentamiento global y la polución atmosférica.
- Sobreexplotación de los recursos naturales, que ocasiona disminución del agua subterránea, pérdida de fuentes de alimentos, habitats y empantanamiento e incremento de la salinidad.
- La tendencia de la agricultura comercial, hacia la homogeneización y especialización, enfatizando en las modernas variedades, causa el desplazamiento de las especies y variedades tradicionales.
- Nuevos peligros para la salud de los trabajadores de la industria agroquímica y de la elaboración de alimentos.

Con la tecnología convencional la producción agrícola ha provocado primero, el desplazamiento de los trabajadores del campo hacia las áreas urbanas, agravando los problemas de alimentación, vivienda, salud, educación y contaminación en muchas ciudades, y, en segundo, lugar hay una súper concentración de las tierras con el consiguiente desplazamiento de los productores más pobres hacia zonas marginales de difícil realización agrícola (5)

La emigración del campo a las ciudades va alcanzando niveles alarmantes, estimándose que para el año 2025 el 57 % de las personas de los países en vías de desarrollo vivirán en las ciudades, frente al 34 % actual. Para América Latina la situación se presenta mucho peor puesto que para el año 2010 se estima que el 80 % de la población viva en las ciudades (3).

El impacto de la agricultura moderna es grande pues cerca de la mitad de las áreas de arroz, trigo y maíz de los países del Tercer Mundo son plantadas con las variedades modernas, y los consumos de fertilizantes y pesticidas han crecido rápidamente. Por ejemplo, el consumo de nitrógeno se incrementó de 2 a 75 millones de toneladas en los últimos 45 años y el consumo de pesticidas, creció del 10 al 30 % (5).

AGRICULTURA SOSTENIBLE

La biodiversidad agrícola se presenta cuando todas las especies de animales, plantas y microorganismos existentes interactúan dentro de un ecosistema. En los paisajes agrícolas mundiales predominan solo 12 especies de cultivos de grano, 23 especies de cultivos hortícolas y cerca de 35 especies de árboles productores de frutas y nueces (4).

Una estrategia para lograr AGRICULTURA SOSTENIBLE es recuperar la diversidad agrícola en el tiempo y en el espacio mediante sistemas de rotaciones de cultivos, asociaciones, cultivos de cobertura y sistemas de relevos.

También se valora los sistemas agroforestales con diversas combinaciones de cultivos anuales y perennes y la AGROTECNIA SOSTENIBLE como gestión básica requiere planificar, es decir, poner en ORDEN el SISTEMA AGROPECUARIO para el futuro, mediante concertación e integración de las partes del sistema, diseñando nuevos

procesos de manejo de trópicos y subtrópicos y ordenando el uso de la tierra según su potencial agroecológico.

La vida agrícola ha sido y seguirá SINDO base fundamental del desarrollo de las civilizaciones. En un principio los impactos de la agricultura eran asimilados por la resiliencia ambiental, pero con el crecimiento poblacional al incrementar la productividad o abarcar nuevas superficies se producen efectos muchas veces irreversibles en suelos, aguas y biodiversidad. Esta problemática despierta la conciencia de investigadores, buscando modelos no convencionales mediante alternativas que sean naturales u orgánicas, agroecológicas, biológicas o biodinámicas, y mas aún en la búsqueda y aplicación de TECNOLOGIAS LIMPIAS que propicien nuestro bienestar sin ocasionar nuestra destrucción, es decir desarrollando una agricultura económicamente competitiva, socialmente responsable y ambientalmente sostenible.

BIBLIOGRAFIA

1. ALTIERI, M y D. LETOUMEAN. 1982. Vegetation management and biological control in agrosystems. Crop Protection 1: 405 - 430.
2. CASTRO, A. 1990. Effect of association of Tapetes with tomato. Pueblo Revista Mexicana de Fitopatología 8:198-200.
3. FAO. 1992. Alimentación y Nutrición, creación de un mundo bien alimentado. Roma, Italia 1-6 p.
4. FOWLER, C. and P. MOONEY. 1990. Shattering, food, politics and the loss of genetics diversity. The University of Arizona Press. Tucson Az. 178p. USA
5. PRETTY, J. 1995. Regenerating Agricultura. Policies and practice for sustainability. Reliance London. 310p.

6. SAOUMA, E. 1997. Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Política y Acción de la FAO. Roma, Italia 89 p.

CAPITULO II

LABORES CULTURALES, DESMONTE Y MATADA

DEFINICION

Se entiende por "labores culturales", a todas las operaciones que se ejecutan desde antes de la siembra en un campo de cultivo con la finalidad de llegar a una meta apropiada, que es la cosecha.

Estas labores deben ser siempre ejecutadas en su OPORTUNIDAD, con la mayor perfección posible, es decir eficientes y eficaces, a fin de lograr resultados con una rentabilidad que genere utilidades significativas. En este texto se desarrollan las labores culturales esenciales y complementarias.

DESMONTE O ROZO

Es una labor para eliminar la vegetación de campos que se van a incorporar al cultivo sean terrenos nuevos, vírgenes o también terrenos que por haber permanecido sin cultivos, durante varios años, se han cubierto de vegetación natural. Para esta labor se usan técnicas, equipos y personal de campo según el tipo de vegetación.

La naturaleza de la vegetación natural, es influenciada por factores climáticos y de suelo. Así tenemos por ejemplo, que en clima seco y suelo arenoso de Costa Norte del Perú predominan plantas espontáneas como: algarrobo, zapote, chilco, faique, álamo, etc.(3)

Por otro lado al sur del Río Santa en terrenos húmedos, predomina el pájaro bobo (*Tessaria integrifolia*) y carrizos (*Phragmites communis*).

De acuerdo al hábito de la vegetación se considera los siguientes grupos:

a) Vegetación herbácea.- Conformado por plantas herbáceas como gramíneas, solanáceas malváceas, cyperáceas y leguminosas anuales; todas ellas de consistencia suave y porte bajo (1).

b) Vegetación arbustiva.- Son plantas semileñosas como el "pájaro bobo", *Tessaria integrifolia*; "zapote", *Capparis angulata*, "chilco" *Baccharis glutinosa*; "marco", *Ambrosia peruviana*, etc. (1).

c) Vegetación arbórea.- La constituyen árboles leñosos como el algarrobo, faique, huarango, sauce, álamo. Las labores para DESMONTE o ROZO varían de acuerdo a la naturaleza de la vegetación y será mas fácil su extracción cuanto más herbáceas sean las plantas.

▪ Las técnicas de desmonte implica operaciones concordantes con la naturaleza de la vegetación.

TECNICAS DE DESMONTE CON VEGETACION HERBACEA

1° En zonas secas, con terrenos poco húmedos o secos, la destrucción del monte se puede realizar haciendo uso directo del fuego, aprovechando las plantas secas de esta vegetación. Es recomendable en estos casos, prender el fuego en base a la dirección que sopla el viento, para aprovechar su acción y permitir su distribución a la cobertura de herbáceas y si es posible a arbustos circundantes (3)

2° En áreas con suelo y clima húmedos, en que la vegetación es generalmente verde, esta no arde fácilmente y entonces es necesario "cortar", "segar" o "chalear" la vegetación herbácea, dejarla extendida en la superficie durante varios días, con el fin de que se sequen, se les

amontona y se procede a quemarla. En varios casos con material denso no es necesario amontonarla y se le quema desparramándolo. Para el corte o siega se hace empleo de hoces, palanas y guadañas.

3° En otros casos, se puede usar maquinarias con implementos que arrancan las plantas y la van amontonando en todo el campo; se emplea cultivadoras con brazos rígidos o flexibles.

4° También se puede ocasionar la muerte de las plantas con herbicidas de contacto pero que no dejen residuos dañinos a próximos cultivos ni que constituyan contaminantes en los suelos.

La vegetación herbácea no tiene mayor utilidad a no ser como fuente orgánica para mejorar los suelos o en compostaje.

5° Otra técnica es el pastoreo antes de realizar desmonte de arbustos y árboles. Se recomienda no exceder la carga de pastoreo (10 - 15 animales por hectárea).

TECNICA DE DESMONTE DE ARBUSTIVAS

Para el desmonte de arbustos las labores de corte o "chaleo" se realizan mediante el uso de machetes, hoces, palanas, etc.

Después del corte se ejecuta una selección del material desmontado para darles una utilidad práctica dentro del fundo, por ejemplo con los carrizos se hacen construcciones rústicas, canastas o pequeños cercos.

El sobrante puede quemarse o usar la parte herbácea como material para la preparación de compost.

TECNICA DE DESMONTE DE ARBOLES

La eliminación de árboles es mas costoso y moroso; aunque muchas veces se ve abaratada por el uso que se da al material de desmonte. Esta labor se aplica en campos vírgenes o para recuperar campos abandonados por muchos años. Para destruir y eliminar árboles se emplea los siguientes métodos:

1.- Extracción mecanizada Se realiza mediante el uso de tractores o yuntas de bueyes y con el auxilio de cables para extraer los árboles de raíz. Esta operación es para árboles medianos y aun grandes pero que presentan signos de vejez. (Fig. 2)



Fig. 2.- La combinación de potencia y doble tracción del tractor le permite tirar troncos. Fuente: Agricultura de las Américas.

En otros casos, la extracción es facilitada, si previamente se practica una excavación alrededor del cuello de la planta, dejándola descubierta para cortar las raíces de mayor grosor y debilitar así la estabilidad del árbol (4)

2.- Corte con la cizalla árboles La cizalladora está específicamente diseñada para cortar árboles no deseado en potreros, cercas y plantaciones.

Viene en dos modelos de 30 y 25 cm, ambos fuertemente contruidos y que trabajan sin perturbar el suelo. Debido a que realiza el corte a ras del suelo, no hay que preocuparse por los tocones. Las cuchillas son ajustables y reemplazables (2)

Se acopla a cargadoras compactas, enganches de tres puntos y cargadoras pequeñas de carriles o ruedas. (Fig. 3)

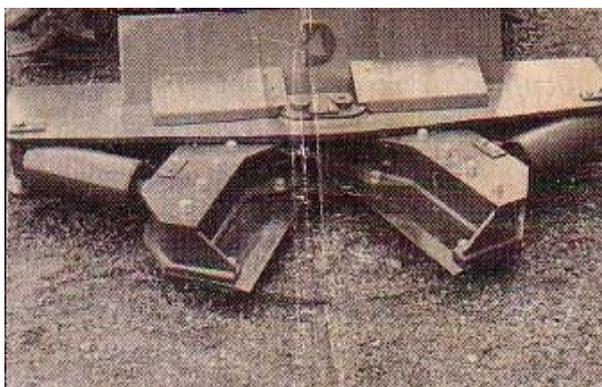


Fig. 3.- Uso de la cizalla en árboles. Fuente: Agricultura de las Américas.

3.- Mediante el "corte" o "tumba" del árbol Para ello se corta o tala el tronco con machetes o hacha a una altura de 0.30 a 0.40m. de altura sobre el cuello y se derriba la parte aérea.

Después del cortado y caída de los árboles se les deja expuestos al sol durante un cierto tiempo para la muerte del follaje y a continuación se cortan las ramas, separando las mas gruesas y los troncos, que se pueden aprovechar para postes de teléfono o luz, en construcciones rusticas, puentes o aserradas como durmientes para líneas de ferrocarril y las mas delgadas se pueden usar para cercos, leña, elaboración de carbón o construcciones simples de campo. A continuación del corte o tumbada de

árbol y del empleo del material extraído queda por destruir los tocones o cepas, formadas por las raíces y la parte básica del tronco. Las técnicas para destruir TOCONES implica el uso del fuego o explosivos. Otra alternativa es realizar una zanja alrededor del tronco, dejando descubiertas las raíces mayores, se llena la zanja con paja o material inflamable y se procede a la quema. Otra forma es la **quema directa del tocón** y para tal acción se hace una perforación vertical de 40 a 50cms, de profundidad en el centro donde se llena con azufre, salitre, kerosene u otra sustancia inflamable que ayudan a la combustión de la madera. También se puede volar los tocones haciendo una perforación vertical, en la zona cortada del tronco donde se coloca una cantidad de pólvora negra y con una mecha hacia afuera se llena el resto de la perforación con tierra y se enciende la mecha; de modo que por la explosión, el tronco y parte de las raíces queda desmenuzadas y pueden servir como combustible (3)

4.- La extracción Puede efectuarse también mediante el uso de la lampa o palana o de aparatos arrancadores especiales, llamados "**descepadores**" o "**diablo forestal**"; son métodos morosos y costosos (Fig. 3)

5.- También es adecuado el corte del monte arbóreo con **SIERRAS ELÉCTRICAS** permitiendo mayor avance de la labor y menor tiempo. Esta alternativa se justifica económicamente en grandes extensiones.

LABOR DE MATADA

Está actividad consiste en la eliminación de los residuos vegetativos del cultivo anterior; así como malezas remanentes; todo ello como una actividad previa a las labranzas (3)

Esta "matada" puede ejecutarse, según la naturaleza de los residuos con las siguientes alternativas:

- a) Pastoreo de residuos y malezas.
- b) Incorporación.
- c) Quema.
- d) Matada propiamente dicha.

a) Pastoreo.- En ciertas circunstancias los residuos vegetales son usados como forraje, mediante un pastoreo ingresando ganado ovino, caprino o vacuno pero evitando la sobre carga. Esta técnica funciona muy bien en casos de cereales y leguminosas. Después del pastoreo se puede proceder a la labranza.

b) Incorporación.- Para incorporar rastrojos se usan maquinarias con gradas de discos. Estos residuos al ser incorporados al terreno mejoran la textura y contenido de materia orgánica. Esta alternativa tecnológica funciona bien al incorporar residuos de cultivos de leguminosas, tuberosas, algodón, hortalizas y maíz. En Brasil no incorporan los residuos, lo dejan como cobertura natural con labranza cero, favoreciendo en esta tecnología las condiciones de precipitaciones de lluvias que permiten la descomposición y el mejoramiento de suelos.

c) Quema.- La técnica de quemar el rastrojo en forma directa en el campo, como en el caso de residuos de gramíneas cultivadas, como arroz, trigo y sorgo sobre cuyos restos se extiende paja excedente de la trilla, para facilitar la quema y distribución del fuego (3).

d) Matada propiamente dicha.- Esta labor consiste en derribar primero los rastrojos para luego proceder a incinerarlos mediante el fuego. La operación de corte puede ejecutarse, a mano o a maquina y el fuego se orienta en la

dirección del viento y en otros casos se puede usar equipo lanza llamas. Esta matada puede ejecutarse:

- **A mano.**- Cortando residuos vegetales con machetes, hoces o palanas, de acuerdo de cultivo de que se trate.
- **A máquina.**- Como en el caso de residuos de plantas de algodón, extrayendo las de raíz, para luego amontonarlas y cuando ya estén secas se someten a la quema o en otros casos sus tallos son usados como combustible.

BIBLIOGRAFIA

1. CERNA, B. 1994. Manejo Mejorado de Malezas. CONCYTEC. Perú. Edit. Libertad. 320 p.
2. CONDE, H. 1975. Lecciones de agricultura. Evácun. 645 p.
3. CORDOVA, G. 1970. Agrotecnia. Copias mimeografiadas. Universidad Agraria del Norte. Lambayeque, Perú. 190 p.
4. PRIMAVERCI, A. 1987. A Moderna Agricultura. Livraria do Globo. Sao Paulo. Brasil. 240 p.

CAPITULO III

LABRANZAS

DEFINICION

Las labranzas son operaciones para dejar el suelo en condiciones óptimas de mullimiento que permitan la siembra y desarrollo de los cultivos. Al efectuar la movilización o laboreo del terreno, se aseguran características físicas que influyen en las condiciones químicas y biológicas del suelo, además de permitir el éxito de los riegos y abonamientos (4)

OBJETIVOS DE LAS LABRANZAS:

1° Propiciar la fertilidad.- Al mullir el suelo se estimula la aireación influyendo así en las condiciones **AEROBICAS** que propician un óptimo hábitat para microorganismos favorecedores de la fertilidad como las bacterias Nitrosomonas que oxidan las moléculas de NH_4 a nitritos y las Nitrobacter que oxidan los nitritos a nitratos.

2° Lograr una excelente cama para las semillas.- Que en el caso de cereales se denomina SEMENTERA.

3° Favorecer la absorción y circulación del agua.- Lo cual es evidente si se supone que al remover el terreno, se incrementa la porosidad del mismo.

4° Propiciar óptimo desarrollo radicular.- Por la suavidad y soltura que se presenta al mullir el sustrato o suelo.

5° Enterrar abonos e incorporar materia orgánica.- Generalmente después de la cosecha queda sobre la superficie una buena cantidad de rastrojos, hojarasca, o materia seca, que al ser incorporados mediante araduras profundas, proporcionaran una fuente segura de materia

orgánica, que es tan escasa en los suelos de costa peruana(2)

6° Destruir malezas.- En terrenos con infestación de malezas las labranzas no solo mullen el suelo, sino que entierran el manto de malas hierbas existentes o por lo menos los colocan en condiciones propicias para su fácil descomposición.

7° Prevenir ciertas plagas y enfermedades.- En muchos casos se labra el suelo como medida de prevención contra plagas y enfermedades y por ello se prefiere efectuar labranzas profundas que logran enterrar a los órganos de conservación y de reproducción de insectos y patógenos a una profundidad que dificulta el normal desarrollo de estos organismos que podrían dañar al próximo cultivo (3)

8° Favorecer las labores culturales posteriores a la labranza.- Este objetivo se logra al tener éxito con los aporques, deshierbos mecánicos, riegos, etc.

HERRAMIENTAS E IMPLEMENTOS.- Las labranzas son empleadas desde épocas muy remotas y ha experimentado en si pocas modificaciones en cuanto a su teoría y principios como labor se refiere, pero lo que se ha progresado enormemente en cuanto a los implementos usados. Tan es así que los incas usaban nuestra taclla hasta los arados mas modernos como los reversibles, y las cuchillas rotativas; pasando por el arado de palo y como herramientas la lampa o palana que aun se usan en la pequeña agricultura y solo funcionan para araduras superficiales.

Entre los implementos mayormente usados se reporta:

a) Arado de palo.- Como su nombre lo dice, su construcción es rustica, de tronco de algarrobo o de huarango, fuerte y reforzada en el extremo que penetra al suelo, por una pieza de fierro o también por una calavera de equinos en algunos casos. Se usa en la pequeña o

agricultura extensiva y solo sirve, para araduras superficiales (2).

b) Arado a tracción animal.- Este implemento se emplea para realizar labranzas superficiales en pequeñas extensiones. Los hay de una sola o de dos vertederas.

c) Arados a tracción mecánica.- Son accionados por tractor y pueden ser de discos o de vertederas. Los más completos pueden ser de número variable de discos o de vertederas, y los hay desde 2 hasta 14 discos o vertederas, siendo los más comunes los compuestos por 3 a 7 piezas. En la actualidad, los arados de discos van desplazando a los de reja y cada día se construyen con nuevos implementos que favorecen la labor (2).

Los arados con mejor aceptación en la actualidad son los reversibles que ahorran tiempo a la maquina en su trabajo.

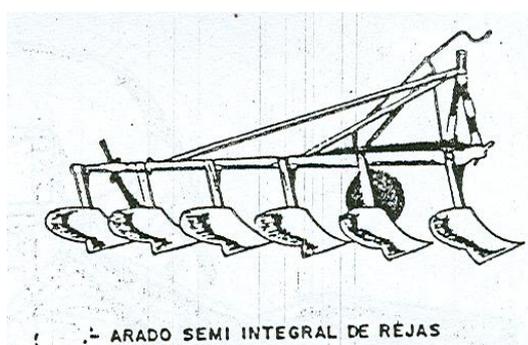
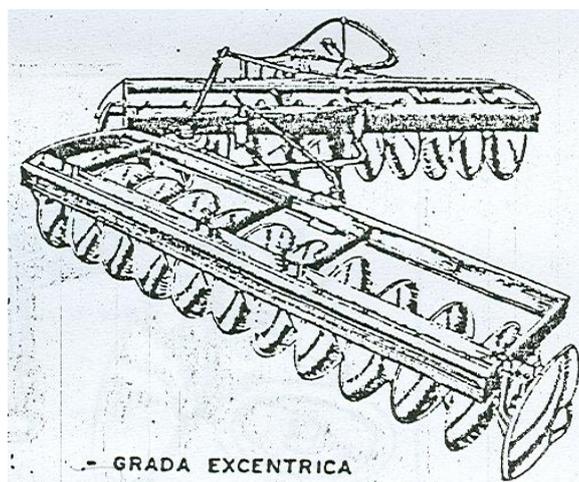


Fig. 4.- Implementos para labranzas. Fuente: Agricultura de las Américas

d) Arados de subsuelo, "killifer" o "subsolador".-

Construidos con piezas macizas en forma de brazos rígidos o puntas que penetran en el suelo produciendo su roturación pero sin producir el volteo hacia la superficie de las capas removidas.

CLASIFICACION DE LAS LABRANZAS:

Las operaciones con araduras se pueden clasificar de conformidad a ciertos criterios, como la profundidad del terreno mullido, la inclinación de la cinta de tierra volteada, el perfil de la superficie del terreno después de la labranza y la humedad del terreno al momento de la labranza.

A) POR LA PROFUNDIDAD DE LA LABRANZA:

Las capas de terreno que no pueden ser movilizadas varían desde la capa superficial hasta otras de zonas mas bajas y pueden ser clasificadas en superficiales, medianas, profundas y de subsuelo.

1° Labranzas superficiales.- Es cuando se mulle el terreno hasta una profundidad de 10 a 12 cm se utiliza generalmente como labor previa y complementaria de las araduras profundas y medianas, al permitir un mejor acabado a la preparación del suelo, mullendo mejor la superficie.

También estas labranzas sirven para enterrar el abono aplicado al voleo así como tapar la semilla voleada, destrucción de las malezas crecidas entre las hileras de plantas y para formar la capa superficial mullida que evita la pérdida de agua por evaporación.

Este tipo de labranzas se ejecuta con arados pequeños a tracción mecánica de bajo caballaje de fuerza y mediante arados de palo muy comunes en nuestra zona agricultura marginal andina.

Estas labranzas se usan en hortalizas de raíces superficiales. En el caso de agricultura extensiva la labranza superficial se usa como único laboreo y es una causa significativa de los bajos rendimientos productivos.

2° Labranzas medianas.- Estas labores se profundizan de 12 a 25 cms., y guardan relación directa con la clase de suelo y tipo de planta a cultivar. Es el tipo labranza común y usado tanto para cereales, tubérculos y pastos.

La naturaleza del terreno influye mucho y por ello que terrenos compactos necesitarán araduras mas profundas y los terrenos sueltos, menos compactos requerirán araduras menos profundas.

Para araduras medianas, se usan arados a tracción mecánica, sea de discos o de rejas. Esta aradura se emplea como preparación previa a una labranza profunda, con el objeto de facilitar esta labor. Se puede usar arados de discos. (Fig. 5)

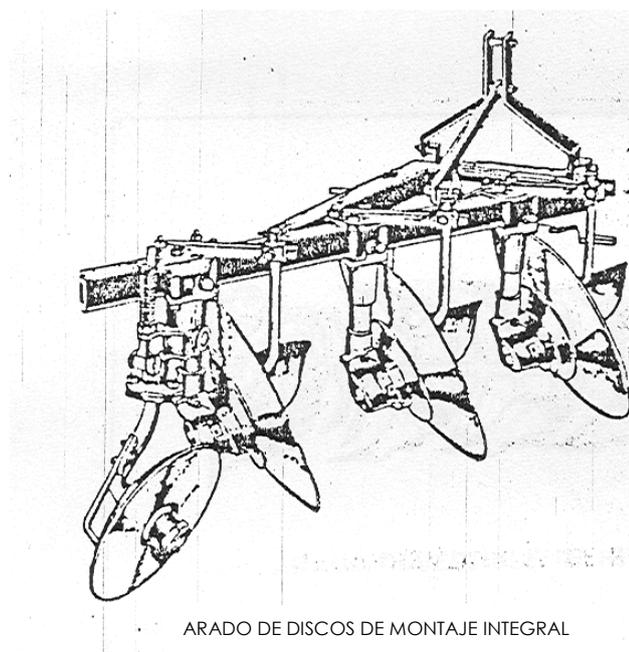


Fig. 5.- Arado para labranzas medianas. Fuente: Agricultura de las Américas.

3° Labranzas profundas.- Son aquellos que mullen el suelo a una profundidad mayor de 25 cm. llegando hasta 35 y 40cms. Se realizan para plantas de raíces profundas como vid, algodónero, alfalfa y en casos de cultivos que van a permanecer en el campo por varios años, como en el cultivo de la caña de azúcar. Igualmente este sistema es recomendable para todos los campos, por lo menos una vez cada 4 a 5 años (2).

Estas labranzas constituyen verdaderas defensas contra sequías temporales o la escasez de riegos que pueden presentarse durante el transcurso del cultivo.

Para la ejecución de estas labranzas, se requieren arados mas completos (múltiples) y a tracción mecánica exclusiva.

4° Labranzas de subsuelo.- Estas labranzas alcanzan a roturar el subsuelo. La profundidad de laboreo es mayor de 40cms. Las ventajas de esta labor son múltiples; permite la explotación por las raíces de capas nuevas del suelo, encontrando así muchas veces, nuevas reservas de elementos; aumenta la capacidad de almacenamiento para el agua evitando el humedecimiento excesivo del suelo. La subsolación rompe las capas duras e impermeables (2).

Las labranzas de este tipo se ejecutan con arados fijos llamados de "subsuelo", o con arados de gran tamaño de vertedera. En el primer caso el subsuelo es roturado y permanece en el sitio, sin que se realice volteo o mezcla con otras capas de tierra y en el segundo caso, por la acción de la vertedera el subsuelo es elevado a la superficie y se mezcla con las capas superiores.

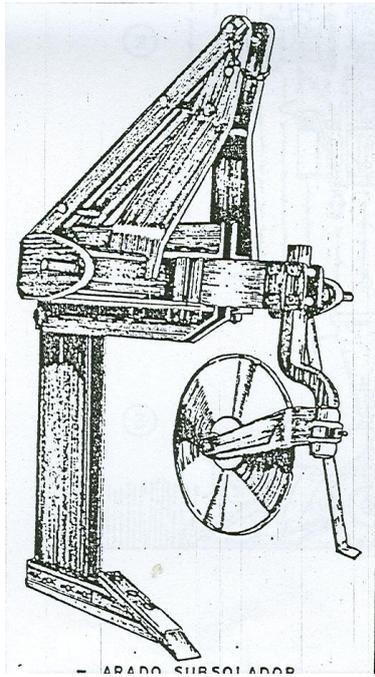


Fig. 6.- Arado subsolador "Killifer". Fuente: Agricultura de las Américas

El subsolador fijo o "Killifer", se usara en caso de tener un subsuelo demasiado pobre o cargado de sales que no es conveniente se mezcle con las capas superiores. (Fig. N° 6)

Este arado Killifer, roturador pero no volteador del subsuelo puede penetrar hasta los 0.90m. y 1 metro, se debe trabajar siguiendo una dirección perpendicular a la que seguirá el surco de riego para evitar perdidas de agua; igualmente esta labor debe ser complementada con una aradura mas superficial.

Los efectos principales del subsolador son:

- Cortar las capas de subsuelo que anteriormente no han sido explotados o aquellas capas duras (hardpan) que por su poca permeabilidad dificultan el movimiento vertical del agua.
- Crear un mayor volumen de suelo para el almacenamiento del agua.

- Mejorar el desarrollo radicular por la facilidad con que las raíces ya pueden penetrar a través de capas que oponían resistencia.

Entre las bondades del subsolado tenemos:

- 1.- Economía de riegos, porque con la subsolación se almacena mayor cantidad de agua en el suelo y subsuelo.
- 2.- Las plantas aprovechan mejor la humedad y los elementos nutritivos, por tener mayor desarrollo radicular.
- 3.- Se tiene una menor afluencia de malas hierbas, al permitirnos atrasar el primer riego.

Por otro lado es recomendable tener precauciones al practicar una labranza de este tipo, principalmente en subsuelos cascajosos o salinos.

B) LAS LABRANZAS POR LA INCLINACION DE LA CINTA:

Al ejecutar la labranza el arado suelta el suelo simultáneamente en sentido vertical y horizontal, creando una cinta continua de tierra que sufre un movimiento giratorio por el empuje de la vertedera o disco. Según el ángulo que gire el prisma, la labranza será: inclinada u horizontal y para ello se usan implementos de gradas o de rejas (Fig.7)

❖ Labranzas inclinadas.- En estas, el prisma de tierra a-b-c-d es levantado primero del lado c-d, girando alrededor de 90° y por la acción del implemento continúa girando unos 45° mas hasta apoyarlo con el prisma anterior (2)

El ángulo de inclinación depende de la anchura de la cinta de tierra movida por el arado; esta quedara mas inclinada, cuanto más ancha sea. Generalmente la inclinación es de 45° , que resulta de una rotación de 135° , que es la más conveniente desde el punto de vista de la

mayor superficie expuesta al aire; esta inclinación se obtiene cuando la anchura es el doble de la profundidad.

En este tipo de labranza, que es la más común el terreno presenta una superficie ondulada.

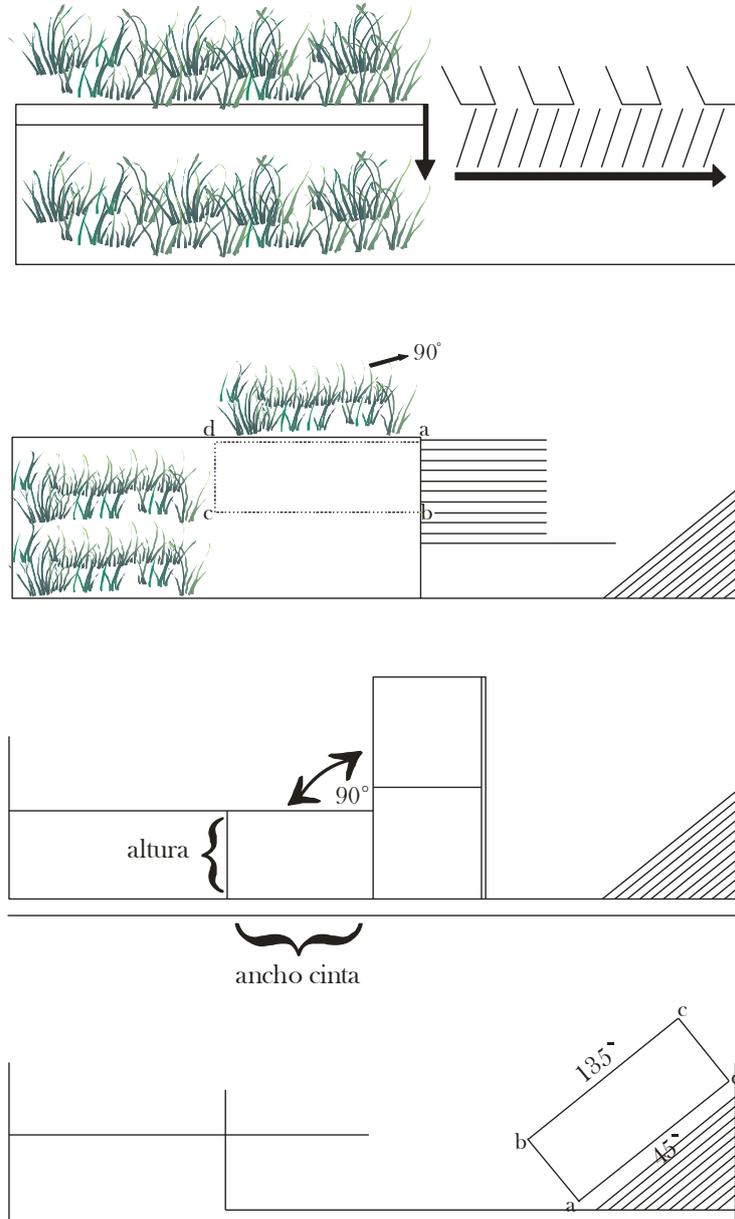


Fig. 7.- Movimientos de la cinta en forma inclinada. Fuente: Agrotecnia, G. Córdova. 1970

❖ Labranzas horizontales.- En el caso de horizontal, el prisma de tierra sufre una rotación de 180°; es decir la cinta es completamente volteada y no se apoya con la adyacente; debido a la gran anchura de la cintas

cortadas por el arado. En esta forma, la superficie del terreno, después de la labranza, queda sin ondulaciones.

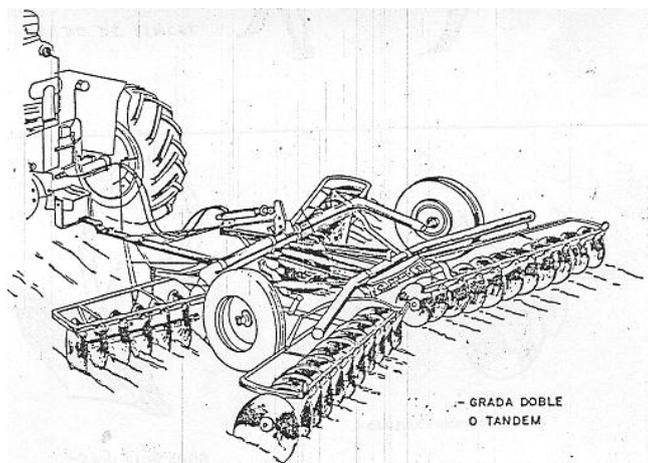


Fig. 8.- Implemento para labranza horizontal

La labranza horizontal se emplea cuando se requiere enterrar malezas o destruirlas, exponiendo sus raíces a la acción directa del sol, lo que ocasiona su natural desecamiento. Por otro lado esta modalidad funciona muy bien en terrenos demasiados húmedos puesto que la evaporación se activa al voltear la cinta (3)

C) LABRANZAS SEGÚN EL PERFIL DEL TERRENO:

Según el perfil del terreno, las labranzas pueden ser: llanas, alomadas (ó calzando) y hendidas (ó descalzando).

❖ Labranzas llanas.- Es cuando la tierra es volteada hacia el mismo lado, de tal manera que todas las cintas sean paralelas y la superficie del terreno no tenga zanjas ni accidentes es decir, que la superficie sea llana, o uniforme.

El éxito de esta labranza consiste en hacer rayas continuas volteando alternativamente la tierra a la derecha y a la izquierda.

Esta técnica de la labranza se emplea en los terrenos con fuerte gradiente y en la reducida extensión, que se quieren conservar perfectamente planos (2)

❖ Labranzas alomadas o "calzando".- Se denomina así por que después del laboreo queda en el centro del campo un lomo longitudinal pues los prismas de tierra movidos por el arado han sido volteados hacia el centro. Los de la mitad izquierda, quedan inclinados hacia la derecha y los de la mitad derecha han sido volteados hacia la izquierda formando una especie de lomo en el centro.

Esta es una forma muy común de labranza con arado de vertedera fija.

❖ Labranza hendida ó descalzando.- A la inversa de la anterior, después de la labranza queda en el centro un surco longitudinal, a causa de que los prismas de tierra han sido volteados hacia fuera.

La labranza hendida se realiza con arado de vertedera fija; se comienza por un lado del campo, para terminar en el centro donde queda el surco que se forma con las dos ultimas pasadas del arado.

Esta técnica de labranza es muy conveniente para los terrenos húmedos o para aquellos que van a ser dejados sin cultivar durante la época que se pueda humedecer por las lluvias.

D) LAS LABRANZAS SEGÚN SU DIRECCION:

La dirección de laboreo se ejecuta con la mayor dimensión del terreno, economizando tiempo, pues así se da menor número de vueltas. Generalmente cuando el terreno es de gran extensión, se divide en secciones milgas o tablas, sean largas o angostas, con el objeto de repartir el trabajo diario (2).

Cuando el terreno tiene gradiente pronunciada, se procura seguir una dirección oblicua, intermedia entre la

horizontal y la máxima gradiente, si es que se trabaja con arado de vertedera fija; pues si se sigue la dirección de la pendiente mayor, la labranza será muy difícil a la subida del tractor (2).

E) SEGÚN LA HUMEDAD DEL TERRENO:

Las labranzas pueden realizarse en condiciones de terreno seco o en capacidad de campo "a punto".

❖ Labranzas en seco.- Son factibles en casos de terrenos sueltos, arenosos o francos. Tienen como inconvenientes, el mayor desgaste de implementos, mayor esfuerzo de tracción del tractor y un menor mullimiento del terreno.

❖ Labranzas en húmedos.- Es cuando el laboreo se ejecuta en terreno húmedo. Esta humedad es proporcionada por un riego previo que recibe la denominación de "machaco" o "remojo". (Fig. 9)



Fig. 9.- Cultivo de algodón que se ara en húmedo. Fuente: Agricultura de las Américas

Esta operación previa se realiza para disminuir la tenacidad del terreno, pues la cohesión de las partículas del suelo, opone una gran resistencia a la penetración de

los implementos de labranza. Las ventajas de este tipo de labranzas radica en:

- 1.- Una mayor y mejor penetración de los implementos.
- 2.- Menor esfuerzo de tracción.
- 3.- Mejor mullimiento y labores posteriores facilitadas.
- 4.- Mejor conservación de los implementos.
- 5.- Economía de tiempo.
- 6.- Posibilidad de destruir malas hierbas que germinan y crecen con la humedad del suelo dada por el remojo o machaco.

EPOCA Y NUMERO DE LABRANZAS:

La época de ejecutar las labranzas depende en gran parte de los factores propios de cada fundo y del criterio del agricultor o administrador el fijarla en cada caso.

Se debe considerar en primer lugar, la época de siembra de modo que las labranzas se ejecuten con la debida anticipación, para que cuando llegue la época del sembrío el terreno se encuentre ya preparado (3).

Otro factor de importancia es la disponibilidad de implementos de trabajo, sea el número de arados o de tractores con que se disponen en el momento de iniciar el trabajo, relacionándola siempre con la superficie a trabajar y la cantidad de agua de riego con que se dispone, de modo que si las labranzas se hacen en húmedo, la superficie a trabajar en cada jornada de trabajo estaría condicionada por la cantidad de agua disponible. En cambio si se ejecutan las labranzas en seco, ellas se encontrarán libres de este factor limitante (2)

En cuanto al número de labranzas a ejecutar, muy raras veces un terreno queda lo suficientemente mullido con una sola labranza y mas aun los suelos arcillados requieren

ser labradas varias veces para quedar en condiciones de ser sembrado; de modo que la naturaleza textural del terreno es un factor de importancia en este aspecto. Así mismo los suelos gastados o de poca fertilidad requerirán mayores labranzas.

Por otro lado es bueno recordar y tener muy presente que un número excesivo de labranzas tiende a pulverizar el suelo.

Esta pulverización es inapropiada para la utilización del equipo pesado, que puede compactar posteriormente el terreno, impidiendo con ello que las raíces el agua y el aire se distribuyan en el suelo; además de destruir la materia orgánica.

En caso de dar varias labranzas, se debe procurar que ellas no coincidan en dirección, es decir que cada labranza sea perpendicular a la precedente, o por lo menos oblicua. En la práctica a cada pasada de arado se le denomina como "reja".

SISTEMAS DE LABRANZAS Y CONDICIONES

En condiciones de costa nor - peruana, por la gran diversidad de cultivos y especialmente por la diversidad de criterios técnicos, se emplean los más variados sistemas de labranza.

Los campos destinados al sembrío de caña de azúcar son sometidos con cierta regularidad a labranzas de desfonde, usando maquinaria pesada, generalmente tipo "oruga" y arados "killifer", mientras que para cultivos de algodón, arroz, maíz y leguminosas se ejecutan labranzas medianas con arados de grada (Fig. 8)

También hay casos que por falta de implementos adecuados solo lo realizan en forma superficial.

En casos marginales hay agricultores pequeños, que siembran lotes de pequeña extensión y generalmente cultivos

de pan llevar, que solo realizan labranzas superficiales, usando arados de palo con yunta y solo mullen unos 10 a 12 cm de terreno. En condiciones de países con lluvias como Brasil se desarrolla la AGRICULTURA DE CONSERVACION que es una agricultura sostenible respetuosa con el medio ambiente y que mejora la calidad de vida del medio rural reduciendo los gastos en trabajar el suelo agrícola contra la compactación y las malezas con suelos cubiertos de resto de otras cosechas que apartan materia orgánica, mejoran los agregados de la estructura y evitan en parte la compactación del suelo; así como la evaporación de la humedad. En estas condiciones se puede hacer la SIEMBRA DIRECTA como sucede en COSTA NORTE con sembrío de frijol "a piquete" con residuos y humedad permanente de la cosecha de arroz.

Este piquete es un pequeño hoyo removido con la palana como laboreo mínimo para la germinación y crecimiento del frijol.

❖ LAS LABORES COMPLEMENTARIAS: Estas actividades agrícolas se ejecutan porque después del laboreo el terreno presenta una superficie no del todo mullida y no apropiado para la siembra. Se puede apreciar una cantidad de terreno aún compactado, en forma de bloques, terrones, o "terromotos" que además presentan raíces y malezas.

Las labores complementarias comprenden a dos alternativas (2)

La primera es si la siembra se va a efectuar en "**seco**" sin humedecer previamente el terreno, es decir con aradura también en seco, entonces es indispensable desmenuzar los terrenos para tener una buena "cama" de la semilla. Para ello recurriremos al pasaje de una "grada" de discos y a continuación se procede al pasaje de una rastra de puntas o "rastrillo" de brazos flexibles o rígidos, con la finalidad de recoger los restos de maleza y aún para

desenterrar raíces y otros fragmentos vegetativos (Fig. 10).

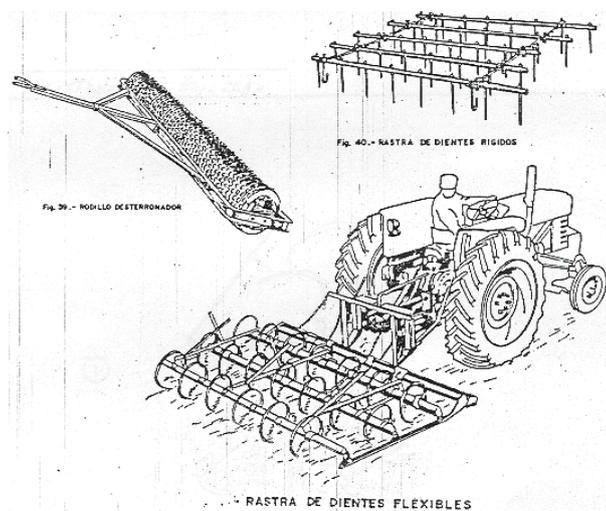


Fig. 10.- Implementos para labores complementarias. Fuente: Agricultura de las Américas

Posteriormente, estos rastrojos amontonados, serán recolectados a mano, para ser quemados dentro del campo. A esta labor se le denomina "despajo".

La segunda alternativa implicaría la siembra en húmedo y presenta dos casos con el mismo principio.

El primer caso es cuando la aradura se ha efectuado en seco y se desea sembrar en húmedo, no es necesario pulverizar ni limpiar en forma minuciosa a la superficie del terreno después de la aradura. Por ello es más económico remojar el suelo después del pasaje del arado, tal como queda, confiando que el agua cumplirá la función de desmenuzar los "terrones" y al mismo tiempo favorecerá la descomposición de una buena parte de las malezas y rastrojos que aún quedan, lo que contribuirá a incrementar la materia orgánica del suelo.

Una vez realizado el remojo y estando el terreno en capacidad de campo, "a punto", con los implementos se procede a ejecutar una nueva labranza que bien puede ser un nuevo pasaje de arado o simplemente con un "gradeo" o pasaje de una "grada" generalmente de discos. La elección

del implemento a usar, depende en gran parte de la naturaleza del terreno pues los suelos compactos y arcillosos, requerirán una nueva aradura; por el contrario un suelo suelto solo requiere de un "gradeo".

El segundo caso de la siembra en húmedo se presenta cuando la aradura se ejecuta también en húmedo, es decir con el terreno sometido al riego de "remojo" o "machaco" para después proceder a la aradura con terreno "a punto"; en este caso la proporción de terrenos es menor. A continuación de la aradura se procederá a "gradeo" el terreno, para después hacer el "rastrilleo" para terminar con el "despaje" y "quema" de los rastrojos(2)

Para evitar a veces el gradeo, preferentemente en suelos sueltos, se acopla al arado un cuerpo "desterronador" que al ir detrás del arado desmenuza el suelo; este implemento es práctico, liviano y económico, llamado también "tiller" (Fig. 10), que consta de un cuerpo con dos ejes convergentes, que llevan una serie de discos dentados, encargados de desmenuzar los terrones aún frescos que arroja el arado. En forma rústica se ha tratado reemplazar a este implemento con uno o dos rieles pesados en la parte posterior del arado adaptado con cadenas, que no hacen un trabajo perfecto pero por lo menos cumplen el objetivo en terrenos sueltos(2)

Una labor final a la preparación de tierras y complementario a todas las labranzas es el "NIVELADO", "PLANCHADO", o "TABLONEO".

La nivelación consiste en pasar una "niveladora" o tan solo un "tablón" con la finalidad de dejar la superficie del terreno lo más lisa posible sin los surcos que deja el arado o grada, para que en la siembra, preferentemente a máquina, ésta no tenga tropiezo y pueda enterrar la semilla de un modo uniforme. Estos implementos son movilizados por yuntas o tractores livianos.

SINGULAR SISTEMA DE CULTIVO:

La gradual mecanización de las labores culturales ha dado lugar un singular sistema de cultivo en caña de azúcar que en su totalidad se realiza con aperos remolcados por los tractores. La siembra y la cosecha se realizan en forma mecanizada (1)

Junto con la siembra se hace el primer abonamiento con NPK, se riega y, cuando el suelo esta en capacidad de campo se aplica el herbicida de preemergencia temprana. Después de un periodo con nuevas generaciones de malezas se realiza el cultivo con discos. Esta labor, al aporcar cambia la posición de la caña del fondo del surco al lomo del mismo (1)

Una vez realizado el cultivo mecánico se sigue con los riegos cada 10, 15 o 20 días, según el tipo de suelo, la evapotranspiración, etc.

BIBLIOGRAFIA

1. AGRICULTURA DE LAS AMERICAS. Revista Manual Técnico - científica. U.S.A.
2. CORDOVA, G. 1970. Agrotecnia. Copias mimeografiadas. Universidad Agraria del Norte. Lambayeque. 190 p.
3. DIEHL, R. y M. BOX. 1985. Fitotecnia General. 832 p.
4. HAENSCH Y HABERKAMP. 1987. Diccionario de Agricultura. 1264 p.

CAPITULO IV

LA SEMILLA Y LA SIEMBRA

La siembra se considera como una labor o conjunto de labores por la que se ubica la semilla en la cama de semilla del suelo o del sustrato en condiciones favorables para que germine y de nacimiento a la plántula que se desea cultivar. La cama de semilla tendrá condiciones físicas, químicas y biológicas óptimas.

La siembra es de alta significación por el gran valor de la semilla, del óptimo mullimiento, riegos y cuidados de las plántulas justificando así los costos que demanda el éxito de la plantación .

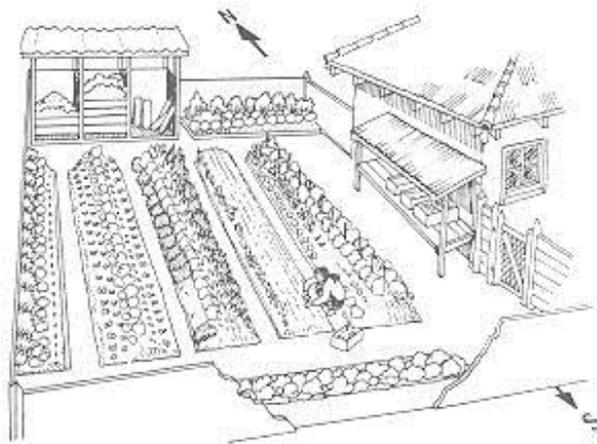


Fig. 11.- Cuidados para una buena germinación. Fuente: Agricultura de las Américas

Definición de la Semilla.- Se considera como semilla al órgano de reproducción o propagación de los vegetales. Existen 2 tipos de semilla:

➤ Semilla botánica.- es el óvulo fecundado, transformado y maduro y que implica una reproducción sexual. Ejemplo: semillas de maíz, frijol, algodón, etc.

➤ **Semilla vegetativa o agrícola.**- Implica cualquier parte del vegetal que no prevenga del ovulo y que tenga la propiedad de originar a una nueva planta al sembrarla en condiciones óptimas. La semilla vegetativa comprende a estacas como las usadas en rosas, bulbos en cebollas, hijuelos y rizomas en plátano, tubérculos en papa, etc.

➤ Entre las plantas de reproducción exclusivamente por semilla botánica con fines de producción agrícola se reporta: arroz , alfalfa y con semilla vegetativa: la caña de azúcar, vid, y camotes.

Condiciones de la semilla.- Se refiere a cualidades internas y externas que aseguren un éxito total en la siembra lo que se traduce en una germinación uniforme en calidad y cantidad. Estas características son:

A) **En genética.**- Se debe tener la certeza absoluta de que la semilla pertenece al origen genético de la variedad , híbrido o transgénico que se desea sembrar, lo cual, se garantiza adquiriendo la semilla en instituciones o casas comerciales de absoluta acreditación

B) **En morfología:-** Esta cualidad implica características de forma, color, peso y volumen normales propias de la semilla y además con sus tegumentos sin daños.

C) **En madurez.**- Las semillas para germinar requieren estar completamente maduras; por cuanto a la madurez de la semilla, se producen procesos fisiológicos y bioquímicas con la producción de enzimas como las diastasas, que van a actuar disolviendo las sustancias orgánicas que favorecen la germinación del embrión o yema.

D) **En sanidad.**-Es un requisito esencial que la semilla no sea portadora de agentes dañinos como

plaga de insectos o patógenos que atentan posteriormente en el buen desarrollo del cultivo o aún de la propia semilla, impidiendo su germinación.

E) Procedencia:- Es conveniente tener bien en cuenta el lugar del que procede la semilla. Por ejemplo desde el punto de vista sanitario, que no proceda de una zona declarada en cuarentena por tal o cual enfermedad o también desde el punto de vista ecológico que las condiciones agrícolas no sean diferentes como en el caso de que semilla de la papa proceda de un lugar mas frío que el del lugar donde se va a sembrar y cultivar (5)

F) Pureza:- Es necesario que la semilla tenga la menor cantidad posible de "impurezas" y se consideran como tales las materias inertes, y piedrecillas; tierra o arena, partículas vegetales y las semillas rotas o chancadas. También son impurezas las semillas extrañas o de malezas.

Para conocer la pureza se toma una muestra representativa de nuestro lote de semilla; se pesa esta muestra (P_1); luego se separa las impurezas y se las pesa (p) y por diferencia se encuentra el peso de semilla pura, el que debe expresarse en porcentaje. De un modo directo se aplica la fórmula.

$$\text{Pureza} = \frac{P_1 - p}{P_1} \times 100$$

P_1 = peso de muestra

p = peso de impurezas

Si es conveniente determinar el porcentaje de cada impureza (materia inerte, semillas extrañas,

etc.) se pesan cada una de ellas por separado y se hacen los cálculos respectivos.

¿Cual será el porcentaje de pureza de una muestra de 240 gramos de semilla de algodón; si se encontró 100 gramos de arena y partículas de hojas dentro de dicha muestra?

Un ejemplo numérico aclarara los conceptos:

P_1 = Peso de muestra tomada = 240 gr.

p = Peso de impurezas = 100 gr.

Aplicando la fórmula: $P = \frac{P_1 - p}{P_1} \times 100$

$$\%P = \frac{480 - 100}{480} \times 100 = 79.1\%$$

En éstos cálculos la pureza fue 79.1 % y en la práctica se estima que una buena pureza debe oscilar entre 90 y 100%.

La pureza nos permitirá establecer un precio justo a la semilla. Se paga por peso y según los cálculos lo justo es que se haga de acuerdo a dicha pureza en beneficio de una plantación uniforme.

G.-Poder Germinativo (P.G.): Es la capacidad germinativa de nuestro lote de semillas, expresado en un porcentaje referido al número de semillas que germinan. Es conocido que todo ser viviente y la semilla como tal presenta el fenómeno del envejecimiento y con la cual va perdiendo su poder germinativo (6)

Para la determinación del P.G. se coloca una o varias muestras de 100 semillas en el plato germinador a una humedad constante pero en grado tal que no constituya una inundación. El exceso de agua producirá la asfixia y

descomposición de las semillas, alterando la verdadera información del poder germinativo.

F.- **Energía Germinativa:** Esta cualidad se expresa por la rapidez y uniformidad de germinación; de modo que la energía o vigor de nuestra semilla significa una germinación rápida con el mayor número de ellas emergidas al mismo tiempo.

Con la rapidez y uniformidad de la plantación las labores pueden hacerse simultáneamente y no tendremos el problema de que unas van a ser más jóvenes que otras. Las plantas de la misma edad tendrán el beneficio de que los riegos, abonamientos y control sanitario se ejecuten por igual a todas las plantas Teóricamente se dice que la semilla tiene un buen vigor o energía germinativa, cuando por lo menos las dos terceras partes (2/3) de ellas germinan en por lo máximo un tercio (1/3) del total de días que dura la germinación. Los días se cuentan a partir de la fecha en que germinan las primeras semillas y se da por terminado cuando los días seguidos no germinan mas semillas. Para evitar confusiones y facilitar las contadas, es conveniente eliminar cada día las semillas ya germinadas (3). Según cuadro 1 en 2 días, germinaron 94 semillas siendo el mínimo de 65 en 2 días demostrando con ello tener energía germinativa

I.-Valor cultural.- Llamada también "valor real" de la semilla y es la cualidad resultante de la correlación entre la pureza (P) y el poder germinativo (P.G). Se le determina mediante los cálculos de una regla de tres simple o con la siguiente fórmula:

$$\text{V.C.} = \frac{\text{P} \times \text{P.G.}}{100}$$

Por ejemplo, ¿Cuál será el valor cultural de un lote de semilla de garbanzo si tiene 80% de pureza y 95% de poder germinativo?

Reemplazamos los datos de acuerdo a la fórmula citada:

$$\text{V.C.} = \frac{80 \times 95}{100} = 76 \%$$

Se considera que la semilla posee un buen VALOR CULTURAL cuando es mayor de 80%.

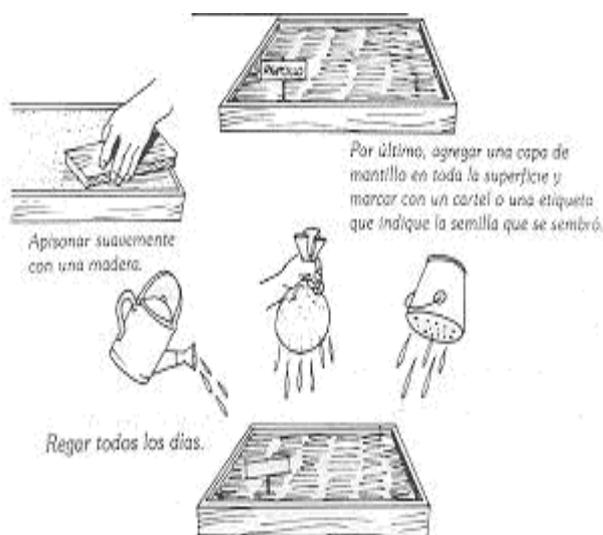


Fig. 12.- Distanciamiento entre semillas y frecuencia de riegos. Fuente Agricultura de las Américas

Según la figura 12 en el caso de almácigos y siembras directas el riego debe ser frecuente para no ocasionar mortandad del embrión y de las plántulas; así mismo los distanciamientos serán apropiados para evitar interferencia física entre semillas o competencia entre plántulas.

El objetivo práctico del análisis de la semilla es para relacionarlo con el peso de la misma que se va a emplear por unidad de superficie para un número determinado de plantas o para cubrir una superficie dada de almácigo o vivero. Así por ejemplo una semilla con un germinativo de

85% para obtener un 100% será necesario un adicional de 15% de semilla.

CERTIFICACIÓN DE SEMILLAS.- El objetivo de la certificación de la semilla es el de mantener y poner a disposición del público, semillas de variedades o híbridos superiores, de alta calidad y máximos rendimientos. Para lograr tal objetivo debe asegurarse pureza e identidad genética, durante la producción y tratamiento de la semilla certificada.

La semilla certificada es de alta pureza varietal y de elevado valor cultural. Las variedades aptas para la certificación son resultantes de la selección natural o de un proceso de mejoramiento. En cualquiera de los casos, existe un peligro de perder su identidad varietal si es que no hay un planeamiento metódico. En la actualidad existe el peligro de la contaminación en la biodiversidad con el ingreso de transgénicos capaces de producir efectos irreversibles en la naturaleza varietal de cultivos nativos.

La pureza varietal es el primer factor a tenerse en cuenta en la certificación de semillas y entre otros factores de exigencia están la presencia o ausencia de impurezas, enfermedades, variabilidad, pureza mecánica y clasificación. Los efectos adversos, causados por plagas de insectos o de enfermedades pueden ser reducidos mediante el sembrío de semillas desinfectadas. Con semilla limpia y certificada se facilita la siembra y se obtiene una plantación uniforme (2)

Para los organismos públicos o privados de semillas, la certificación es hecha, no solo para mantener la pureza genética de las variedades superiores, sino con el objeto de mantener "Standard" razonables de calidad.

Según cuadros 1 y 2 se valoran cualidades de poder germinativo y energía (vigor) con datos de muestras de semillas de frijol canario.

	D Í A S	1 ^{er}	2 ^{do}	3 ^{er}	4 ^{to}	5 ^{to}	6 ^{to}	7 ^{imo}	TOTAL
SEMILLAS									
GERMINADAS		2	90	4	1	1	-	-	98
2/3 del total de semillas germinadas: 2/3 de 98 = 65 es el MINIMO									
1/3 del total de días que dura la germinación: 1/3 de 5 = 2									

	DÍAS	1 ^{er}	2 ^{do}	3 ^{er}	4 ^{to}	5 ^{to}	6 ^{to}	7 ^{imo}	TOTAL
GERMINADOR									
I		1	90	4	2	1	-	-	98
II		4	86	5	3	-	-	-	98
III		1	80	14	-	-	-	-	95
IV		3	73	20	-	-	-	-	96
V		3	80	6	4	-	-	-	93
PROMEDIO : 480 : 5 = 96 % Germinación = 96 Total 480									

CUADRO 1 y 2.- Energía germinativa y poder germinativo

Clases de Semilla de Certificación:

Se reconocen tres clases de semillas de certificación:

- a) Semilla de fundación.
- b) Semilla registrada.
- c) Semilla certificada.

a) Semilla de fundación.- Son existencias o logros de semillas que mantienen su pureza e identidad genética logradas por selección o por cruzamiento. Estas semillas representan origen de toda otra semilla clasificada.

b) Semilla registrada.- Es la hija o progenie de la semilla de fundación y que se maneja conservando su pureza e identidad genética satisfactoria para generar a la semilla certificada.

c) Semilla certificada.- Es probada en campos para reconocer sus bondades y resistencia a adversidades y plagas. Es la progenie de la semilla registrada y esta disponible para su adquisición por los productores agrícolas. Se distribuye en envases especiales y con etiquetas que indican sus orígenes y cualidades (6)

ÉPOCA DE SIEMBRA

La selección del momento u oportunidad de siembra depende de factores, climáticos, especies, limitaciones y comercialización.

1.-El clima.- En este aspecto se consideran condiciones meteorológicas e hidrológicas, tratando de hacer coincidir en lo posible las exigencias agro ecológicas de las plantas con las condiciones naturales del ambiente. (Fig. 13)

En costa peruana los cultivos bajo riego superficial, se siembran en forma general, cuando aumenta el caudal de los ríos ("repuntas"), coincidiendo con el incremento de la temperatura, a partir del mes de noviembre, lo que es fundamental para los cultivos como el arroz y algodón; mientras que cultivos como de hortalizas se pueden sembrar todo el año.



Fig. 13.- Época de Siembra y labores previas. Fuente: Agricultura de las Américas

En la sierra peruana la iniciación del periodo de lluvias (octubre) determina la época de sembrío para los cultivos como frijol y maíz. Estas precipitaciones van desde octubre hasta abril en que las plantas tendrán crecimiento y desarrollo normal (3)

En la costa peruana hortalizas, frutales y caña de azúcar se siembran todo el año por las significativas ventajas agroclimáticas con respecto a otros países.

2.-La especie de la planta.- Cada especie cultivada tiene su época de sembrío y se pueden agrupar en:

- Plantas de clima cálido y
- Plantas de clima templado y frío.

Los cultivos de plantas de clima cálido, se siembran en primavera, crecen en verano y se cosechan en otoño, como el algodón y el arroz.

Las plantas de clima templado y frío se siembran en otoño, crecen en invierno y se cosechan en primavera, ejemplo: papa, frijol, arveja, etc.

3.-Los problemas de cada región.- Se refieren a la presencia de plagas de insectos, enfermedades, escasez de

agua. Estas limitantes muchas veces son motivos que obligan al agricultor a modificar las fechas óptimas de siembras con la finalidad de eludir la acción perjudicial de los agentes patógenos e insectos plaga. En costa la falta de agua en el verano obliga atrasar los transplantes de arroz con efectos adversos de las bajas temperaturas al momento de la fecundación floral ocasionando granos vanos.

De allí que podemos considerar que la fecha de siembra esta en muchas regiones supeditadas a una fecha fija de reglamentación.

4.-La Comercialización.- Este aspecto tiene trascendencia económica por cuanto las siembras se hacen de acuerdo a precios y requerimiento de mercado. Tal realidad esta referida a diferentes hortalizas.

5.-El Objetivo del cultivo.- Esto significa que la época de siembra varía con el órgano vegetal a usarse o la madurez de como se va a cosechar dicho órgano.

En costa las siembras óptimas de maíz para grano son las de otoño, mientras que para maíz de chala o pasto la siembra adecuada es en setiembre.

Igualmente en el caso de leguminosas, cuando se cosecha para granos, la fecha óptima es en otoño mientras que cuando se siembra para cosechar sus vainas verdes se puede sembrar todo el año en condiciones peruanas (3).

CANTIDAD DE SEMILLA Y LOS FACTORES QUE LA DETERMINAN:

1° Poder germinativo.- Cuando esta cualidad es menor al 100 %, se presentan fallas en la germinación y por ello se usara mayor cantidad de semilla en la siembra.

2° Valor cultural.- Cuanto mas alto sea el V.C. de la semilla el costo por unidad de superficie de la semilla será menor (3)

3° Especie de la planta.- La cantidad de semilla depende de la densidad del cultivo y del desarrollo vegetativo de la planta. A menor número de plantas lógicamente se empleará menor cantidad de semillas.

4° Clima.- Cuando el clima no es favorable se debe emplear mayor cantidad de semillas, con fines de compensación a las deficiencias en la germinación o en las plántulas.

5° Objetivo del cultivo.- Algunos cultivos como el maíz se siembran según la variedad, con doble propósito, (grano o pasto); cuando es para pasto se emplea mayor cantidad de semilla (a chorro continuo) que cuando se hace para cosechar granos. (a golpes).

6° Sistema de sembrío.- En el sembrío al voleo se necesita mayor cantidad de semillas que sembrando en líneas. Con el empleo de sembradoras mecánicas se gasta menor cantidad de semillas que sembrando a mano y cuando se siembra a corrido o a "chorro" se usa mayor cantidad de semillas que para siembra en sitios o golpes.

7° Preparación del terreno.- Para los terrenos bien preparados se requiere menor cantidad de semillas, por cuanto las plantas van a desarrollar mejor (3).

8° Clases de terreno.- En terrenos fértiles el desarrollo del cultivo será mayor y por lo tanto la cantidad de la semilla será menor que en el caso de los terrenos pobres donde el desarrollo de la planta será menor y por lo tanto requiere de una mayor densidad (3).

9° Plagas y enfermedades.- En muchos casos, parte de las semillas son destruidas por insectos u hongos que viven en el suelo o consumidas por aves granívoras (cereales). En dicho caso se usa más semilla a fin de compensar dichas pérdidas (3)

METODOS DE SIEMBRA:

Por la humedad del terreno:

- Siembra en seco: Es cuando se ubica la semilla en cama mullida seca. De modo que a continuación de la siembra vendrá el RIEGO DE GERMINACIÓN.

- Siembra en húmedo: En este caso la cama de semilla tiene humedad remanente del riego de machaco. Así se siembra frijol, maíz, algodón, etc.

Por su ejecución.- El sembrío puede directo y en forma indirecta o de transplante

SEMBRÍO DIRECTO.- Es cuando la semilla germina y se transforma en plántula y va hasta la cosecha en el mismo sitio donde fue ubicada en la siembra.

En este sistema, se diferencian tres formas de siembra: al voleo, en líneas y en grupos o golpes.

Sembrío directo al voleo.- Consiste en distribuir la semilla por todo el terreno uniformemente a mano, a máquina o en avionetas para después enterrarlas o taparlas con la ayuda de algún implemento. Este tipo de sembrío se usa para plantas erectas, de escaso desarrollo vegetativo (gramíneas, cereales, algunas leguminosas) que permiten sembrarse relativamente juntas. Ejemplos: cebada, trigo, centeno, alfalfa, arroz, etc.

La técnica del "voleo" de la semilla, puede ejecutarse utilizando máquinas pequeñas o acondicionadas al tractor liviano, en cuyo caso la distribución es mas uniforme.

En el caso de que el sembrío al voleo se ejecute a mano es indispensable graduar el paso del sembrador, el valor del puñado y el ancho de la faja voleada. Estas precisiones influyen en la repartición exacta de un peso de semilla por unidad de superficie. La longitud del paso es uniforme para cada sembrador; pero después de varias horas por el cansancio puede alterarse la dosis (3)

Por ejemplo conociendo que un obrero arroja un puñado de semilla de 80 g cada 02 pasos, y con una longitud de paso de 0.75m. Vamos a calcular el ancho de faja (A) correspondiente a una siembra al voleo de 100 kg por ha (3).

0.080 kg. de semilla cubrirá una extensión de 0.75 x 2 x A. Siendo A el ancho de la faja por cubrir. Podemos entonces, establecer la siguiente igualdad:

$$\frac{10,000 \text{ (ha)}}{100 \text{ kgr / ha}} = \frac{0.75 \times 2 \times A}{0.080} \left. \begin{array}{l} \text{(A = ancho)} \\ \text{(2 = dos pasos)} \end{array} \right\}$$

Despejando **A** tenemos:

$$A = \frac{10,000 \times 0.080}{0.75 \times 2 \times 100} = 5.33 \text{ m}$$

Ancho de faja de voleo = 5.33m

El sembrío al voleo a máquina, resulta mas uniforme siempre y cuando la marcha sea regular y constante.

Sembrío directo en líneas.- consiste en distribuir las semillas en líneas continuas y paralelas.

El terreno puede estar dispuesto en melgas o en surcos y se siembra con máquinas sembradoras a tracción animal o mecánica.

Las de tracción mecánica son múltiples, poseen varios distribuidores de semillas y siembran simultáneamente varias líneas o surcos, son más efectivas y la siembra es mas uniforme. (Fig. 14)

Las ventajas del sembrío en líneas con respecto al sembrío al voleo, son:

- Mayor uniformidad en la profundidad y por consiguiente germinación simultánea.
- Se economiza semilla entre un 20 a 30 %.
- Hay facilidad para mecanizar las labranzas posteriores.

La distancia entre las líneas de siembra varía con el desarrollo vegetativo de la planta a cultivar; el mismo que está influenciado por la naturaleza del terreno, por la especie cultivada y por el clima.

El maíz para chala y el sorgo son cultivos de siembra directa en líneas, necesariamente.



Fig. 14.- Siembra directa en línea. Fuente: Agricultura de las Américas.

Sembrío directo en grupos.- También se denomina siembra directa en matas o sitios. Es una variante del sistema de sembrío en líneas y consiste en ubicar la semilla en líneas pero en grupos cada cierta distancia.

Se le conoce también como "siembra al tranco" ó "siembra al golpe" y entre sus ventajas se consideran:

- Emplear menor cantidad de semillas que en líneas continuas. Ejemplo: para algodón; en líneas se usa 100 libras/ha y a golpes solo 50 a 60 libras/ha.

- Las plántulas disponen de mayor espacio y no hay competencia inicial.

- Ahorro de mano de obra en el desahije. Sin embargo, los inconvenientes de este método pueden ser:

- Que al efectuar el entresaque o desahije se pueden dañar las raíces de las plantas definitivas.

- Cuando no germinen algunos golpes o grupos de semillas, quedan espacios o "fallas" que son necesarios volverlos a sembrar.

La ejecución de este método puede ser a mano utilizando palanas o a máquina con tracción animal o mecánica. Estas máquinas llevan dispositivos graduados (discos o "platillos") que con el avance de siembra van dejando caer la semilla (3)

En este tipo de sembrío, el distanciamiento entre golpes o grupos depende del desarrollo vegetativo o copa de la planta. El sembrador lleva la semilla en la cintura en bolsas o depósitos y mediante el uso de la palana accionada con una mano, va abriendo hoyos, donde coloca la semilla con la otra mano, luego efectúa una ligera presión con el pie mientras camina, para favorecer el contacto de la semilla con la tierra mullida (3).

Sembrío indirecto, de almácigo o al transplante.-

Consiste en sembrar las semillas en un terreno denominado "almácigo" donde va a cumplir su primer periodo vegetativo, para después "transplantar" las plántulas al terreno definitivo.



Fig. 15.- Preparación del terreno con energía no contaminante. Fuente Agricultura de las Américas.

La siembra en el almácigo puede hacerse al voleo y mas apropiadamente en líneas. El sistema de siembra indirecta es recomendable en los siguientes casos:

- Tratándose de semillas costosas (hortalizas).
- Para activar el periodo inicial (frutales).
- Proteger las plántulas contra agentes dañinos.
- Por deficiencia de agua en campo definitivo se gana tiempo y economiza agua en los almácigos.

Las Condiciones que debe reunir un almacigo adecuado son.-

- 1.- Sustrato bien mullido para facilitar la germinación y enraizamiento.
- 2.- Estar libre de patógenos, insectos y malezas
- 3.- Tener de 1 a 1.20 m. de ancho para facilitar las labores y acceso de los costados (bordos).
- 4.- Estar nivelado para una buena distribución del agua.
- 5.- Usar como sustrato tierra fértil para un rápido desarrollo de plántulas. También sirve el humus o la arena.
- 6.-Labrar superficialmente el terreno, para evitar demasiado desarrollo radicular, facilitando la labor del trasplante y así evitar roturas de raíces.

La labor de trasplante requiere los siguientes cuidados:

a) Trasplantar cuando las plántulas alcancen una altura de 20 a 25 cm., con suficiente desarrollo radicular.

b) Días anteriores del transplante someter el almácigo a un riguroso agoste, y unas horas antes, darle un riego ligero para ablandar el suelo.

c) La extracción de las plántulas se hará con cuidado para no dañar las raíces. Se extrae a mano o con palana.

d) Las plántulas extraídas son colocadas en recipiente de transporte fresco y son tapadas con mantas húmedas.

e) El transporte y el plantío debe hacerse inmediatamente después de la extracción y de preferencia en horas sin sol.

f) Una práctica muy beneficiosa es el de cortar parte del sistema foliar de las plántulas al momento del trasplante para contrarrestar el desequilibrio fisiológico entre los sistemas radicular y foliar.

g) El campo definitivo, debe estar bien preparado y húmedo para facilitar la colocación de las plántulas con los dedos o la máquina transplantadora.

h) Después del transplante se harán riegos frecuentes para lograr el prendimiento total.

i) No abonar luego del trasplante porque cuanto las plántulas aun no han prendido y son muy sensibles a los productos químicos.

Ventajas que ofrece el sembrío en almácigos:

- 1.- Los plantines en el almácigo se desarrollan más rápido y más vigorosas.
- 2.- Es fácil proteger las plantas contra insectos, enfermedades y condiciones meteorológicas adversas.
- 3.- Permite realizar la selección de plántulas al momento del trasplante.
- 4.- Se economiza semilla por unidad de superficie.
- 5.- Hay menor gasto de agua de riego por la pequeña superficie del almacigo.

EL TRASPLANTE:

Esta labor consiste en extraer las plántulas del almácigo para colocarlas en el terreno definitivo, donde van a completar su período vital productivo.

La operación del trasplante se puede considerar desde dos puntos de vista:

1.- Como práctica cultural de rutina.- Es decir como de traslado que sigue a la germinación y emergencia de las plántulas en los almácigos (5) cuando tengan 4 - 6 hojas o altura apropiada.

2.- También se le considera como una labor complementaria.- En la siembra directa se ejecuta un trasplante para cubrir fallas en el campo, ocasionadas por diversa causas.

En este caso el trasplante puede ser complementario a la resiembra o reemplazar a ésta. En estas condiciones una planta que ya está desarrollada, sufre cierto retraso al ser trasplantada, de todos modos tiene ventaja con respecto a las que proceden de una resiembra de semilla botánica.

Las plantas usadas para este trasplante provienen de zonas con mayor densidad del desahije del mismo campo (RECALSE) ó del campo vecino o de un almácigo preparado con esta finalidad.

METODO DE TRASPLANTE:

- 1.-Con hoyado previo y "champa o cepa".
- 2.- A raíz desnuda.

1.-Con hoyado previo y "champa con raíz".- Para este método, es preciso proceder a perforar un hoyo a palana o máquina, con las dimensiones similares a la cepa por trasplantar.

Después del hoyado del campo se extrae las plantas del almácigo previamente humedecido, introduciendo la palana oblicuamente, al costado de los tallitos, cuidando de no dañar el sistema radicular; se presiona con el pie sobre el borde de la hoja de la palana para que ingrese en el suelo en forma suave, se palanquea el mango lateralmente y se extrae la champa con la planta y sus raíces (3)

Naturalmente, estas raíces no salen enteras, y por esta razón, es conveniente eliminar parte del sistema foliar reduciendo la evaporación y equilibrando así la relación raíz - follaje.

La champa con la plántula es colocada en el hoyo acondicionándola, de modo que el cuello quede al nivel de la superficie del terreno. Luego se apisona la champa con el pie a fin de que haya mejor contacto con el terreno; se da un pase ligero de agua con el fin de que termine el acomodo del suelo y sus partículas con el sistema radicular.

Este método es moroso y caro por ello solo se emplea ventajosamente para el caso de frutales y en cultivos industriales como alcachofa y páprika conducidos en bandejas con pequeñas cepas.

En el caso de los frutales que serán trasladados muy lejos se procede a dar consistencia a la champa con la mano, haciéndola más compacta, e incluso se protege con hojas de plátano o mantos.

Para plántones costosos (frutales y ornamentales) las champas pueden ir dentro de bolsas de plástico o papel alquitranado para permitir el riego y su protección.

2) A raíz desnuda. Para la extracción a raíz desnuda el almácigo debe estar suave y en caso de ser muy duro al sustrato se le da un remojo ligero y se procede a extraerlas con los dedos pulgar e índice y tomando el tallito a nivel de cuello se jala suavemente las plantitas y luego se las sacude para desprender la tierra o humus.

En el caso de plántulas de frutales pasadas o sea con raíces muy largas se las puede AGOBIAR, es decir se las poda apropiadamente.

También es recomendable podar parte de su sistema foliar para evitar desequilibrios fisiológicos.

Ubicación de las plantas en su sitio definitivo:

En el surco o lugar por trasplantar que ya fue previamente regado, se procede a colocar la plantita a raíz desnuda de tal forma que su parte aérea quede recostada sobre el talud y su sistema radicular sobre el fondo del surco. A continuación, con los dedos ó con el mango de la palana se introduce la raíz en el barro y la operación queda terminada (3). También el trasplante se puede ejecutar a máquina, como sucede en arroz.

A los pocos días, se inicia el prendimiento y las plantitas se enderezan y la vegetación comienza a brotar.

El sistema de trasplante a raíz desnuda es más rápido y menos costoso que el de cepa o champa; sin embargo para plantas costosas como frutales se justifica con champa por la seguridad en el prendimiento pero teniendo cuidado de que la champa no sea portadora de patógenos, estructuras de insectos dañinos o diseminulos de malezas (4).

Métodos de sembrío según la humedad del terreno:

Considerando el agua como elemento vital para la germinación de la semilla, la humedad puede ser proporcionada antes del sembrío o después de él. En el primer caso, el sembrío se denomina "en húmedo" y en el segundo "en seco".

Ambos permiten condiciones diferentes para el desarrollo de las plantas.

1.- Sembrío en húmedo.- En esta modalidad la semilla es sembrada en suelo húmedo para asegurar la germinación y crecimiento de la plantita durante un cierto tiempo. Esta humedad puede provenir de las lluvias o del riego de "remojo" o "machaco".

El remojo o machaco puede darse en tres formas distintas que implican tres formas de sembrío:

a) **Machaco antes de la preparación del terreno.**

Para esta modalidad se riega y los laboreos se ejecutan cuando el suelo este en capacidad de campo ó "a punto" sin dar tiempo a que la humedad se agote por evaporación y así la semilla pueda aprovecharla para germinar.

Esta modalidad requiere del conocimiento del terreno y un buen criterio para calcular en forma exacta las extensiones que se pueden trabajar en cada jornada para evitar que el suelo se pase de "a punto" y requiere de un buen número de implementos para atender con oportunidad el laboreo (3).

b) **Machaco después de la preparación del terreno.**

En esta forma el laboreo se efectúa en seco y el machaco se aplica cuando el terreno esta listo para el sembrío, aprovechando de los surcos o melgas que han de servir para los riegos, posteriores. En este caso las capas superficiales al secarse, pierden las condiciones del mullido que se alcanzó durante su preparación. Por

consiguiente, las semillas no encuentran las condiciones óptimas (3) y por ello se vuelve a laborar para la siembra.

Estas limitaciones se acentúan cuando las plantas se siembran en melgas o pozas, pues el remojo dado por inundación endurece el suelo más que por el método de surcos. (3)

c) **Machaco antes y después de la preparación del terreno.-** Esta modalidad implica doble remojo. El primero es para efectuar las labranzas y el segundo después del laboreo y que se da igual como en la forma anterior.

En los lugares donde abunda el agua, este método es más recomendable, pues permite una buena preparación del terreno y la extirpación de las malezas que nazcan con los dos remojos. (4)

2.- Sembrío en seco.- Bajo este sistema la humedad necesaria para la germinación de la semilla es suministrada al suelo después de la siembra.

Se recomienda para los siguientes casos:

- Cuando el suelo es suelto y las labranzas se han ejecutado en seco.

- Cuando no se dispone de agua necesaria para el machaco o remojo en la época del sembrío y por ello se siembra en seco y se remoja mas tarde, cuando ya haya disponibilidad de agua y así se gana tiempo y no se atrasa el sembrío.

- Cuando el terreno remojado se ha secado antes de la siembra.

Comparaciones entre el sembrío en seco y húmedo:

1.- En el sembrío en húmedo, la semilla ocupa una "cama" bien mullida; en seco, el sembrío se hace en condiciones menos mullidas.

2.- En la siembra en húmedo la semilla germina y la plantita inicia su crecimiento sin limitación alguna, mientras que en la siembra en seco, al aplicar el riego de germinación se forman muchas veces costras duras que ofrecen resistencias a la plantitas que tratan de emerger.

3.- El sembrío en seco hay una mayor afluencia de malas hierbas, las mismas, que adelantan o coinciden con la emergencia de las plántulas cultivadas, mientras que en húmedo, las malezas nacen con el machaco y son destruidas con las labranzas que se realizan en capacidad de campo; de modo que el cultivo se libera de un periodo inicial de competencia agresiva de las malezas. (4)

PROFUNDIDAD DEL SEMBRÍO

La germinación se realiza en buenas condiciones de humedad, aireación y calor, lo que se consigue enterrándola a una profundidad adecuada y permitiendo el contacto íntimo de las semillas con las partículas del suelo húmedo, para su rápida germinación.

Las semillas sembradas superficialmente pueden sufrir por falta de humedad, pues la capa superficial del terreno se seca rápidamente y en otros casos siembras superficiales pueden exponer las semillas a ser devoradas por insectos y aves granívoras.

Por el contrario cuando las semillas se siembran muy profundas, el aire penetra difícilmente, retrasando la germinación y además la plántula por atravesar una capa de tierra gruesa, sufre una gran resistencia y corre el riesgo de gastarse las reservas de la semilla, antes de que la plántula haya logrado emerger sobre la superficie del terreno.

La profundidad óptima de siembra depende de varios factores.

1.- **Tamaño de la semilla.**- Los cultivos que tengan semilla pequeña deben enterrarse a poca profundidad, porque tienen pocas reservas. Ejemplos: alfalfa, ajonjolí y hortalizas, cuya profundidad de siembra va de 1 a 2 cm.

Las semillas de tamaño mediano se siembran a mayor profundidad, ejemplos: algodón, maíz, frijol, con siembra de 2 a 5 cm.

Se ha investigado sobre la posición de la semilla para favorecer a la germinación, sin embargo hay un acomodo natural de la semilla para la germinación.

En semillas de mayor tamaño como las vegetativas, papa y caña de azúcar se sembraran de 10 a 15 cm. de la superficie.

Se estima que la profundidad apropiada de siembra de las semillas es de dos o tres veces su tamaño.

2.- **Naturaleza del suelo.**- En condiciones de suelos arcillosos, conviene sembrar a menor profundidad, por la mayor resistencia que ofrece el suelo pesado a la salida de las plántulas.

3.- **Humedad.**- En terrenos húmedos, las semillas se enterraran a menos profundidad que en terrenos secos con el objeto de compensar el agua disponible.

TRATAMIENTOS DE LA SEMILLA ANTES DE LA SIEMBRA

Los tratamientos de semilla se vuelven cada día más significativos por las siguientes exigencias:

- a. Acelerar la germinación.
- b. Protegerla contra agentes dañinos.
- c. Mejora el rendimiento unitario de la planta.

a) **Tratamientos para la germinación.**- Se realizan para suavizar la cutícula o cáscara de la semilla; aumentar el volumen del grano por el agua que absorbe e iniciar los

fenómenos químicos precursores de la germinación. Con estos tratamientos se consigue reducir el tiempo de germinación después de la siembra y se puede realizar de 2 formas:

1.- Remojo en agua.- La semilla se sumerge en depósitos grandes, con agua, durante un lapso que varía de 6 a 48 horas. Con esta sumersión se consigue que la semilla de mala calidad y algunas impurezas floten en el agua, para ser separadas y al mismo tiempo la semilla buena acelere su germinación.

Cuando es necesario remojar un gran lote de semillas en forma económica, se coloca la semilla en 2/3 del volumen de los sacos de yute dentro de una acequia con agua en el mismo campo, fijándolos para evitar ser arrastrados por la corriente. Lo sacos no se llenan pues las semillas aumentan su volumen por la imbibición con agua.

2.- Remojo en otras soluciones:

Ciertas semillas tienen un tegumento tan grueso, que al simple remojo en agua no se logra ablandarlas. Se recurre entonces a soluciones de ácidos o álcalis para suavizar o disolver las cáscaras. La concentración de estas soluciones deben ser bajas: carbonato de soda al 5 % de 6 - 12 hrs. y cloruro de potasio al 0.2 a 0.5%.

b) Tratamientos contra agentes dañinos.- Se hacen para destruir microorganismos o estructuras de insectos dañinos que pueden ser llevados por la semilla en la superficie.

La técnica mas simple consiste en sumergir las semillas en agua a 40 - 70°C durante unos 15 - 30 minutos; con ello se consigue destruir las esporas de ciertos hongos, como Helminthosporium en cereales.

Actualmente en el comercio hay una gran variedad de productos químicos que son curativos o preventivos y que

sirven para el control sanitario en general. Ellos actúan como germicidas o funguicidas, tales como sulfato de cobre, bicloruro de mercurio o también en polvo mojables como: brassicol, granosan, benlate, thimet, etc.

c) Tratamientos para favorecer la producción.- Actúan de preferencia a partir de las semillas dentro del tejido de la misma plántula como estimulantes y favorecer así la producción. Tenemos el caso de las bacterias nitrificantes como Azotobacter y Rhizobium que fijan N en leguminosas y Azospirillum en asociación con raíces de gramíneas. También el uso del ácido giberelico de acción hormonal que favorece enormemente el desarrollo de la planta en beneficio de la producción (2)

Las semillas son tratadas también para evitar que las plántulas se enfermen cuando estén en suelos infectados y los tratamientos incluyen procesos usados para romper el periodo de latencia, la selección según la viabilidad, y la incorporación de las semillas en una gelatina para siembra en fluido (2)

OTRAS TECNICAS

Existe el problema de distinguir entre la semilla latente y la semilla muerta. En la práctica la latencia debe interrumpirse antes de poder hacer pruebas de viabilidad. El procedimiento adecuado para vencer la latencia depende de las especies; en algunos basta solamente "escarificar" o alterar de alguna manera la cáscara de la semilla para que penetren en ella el agua, el oxígeno y los elementos nutritivos necesarios. Esto generalmente se logra por medio de la abrasión. El agua caliente (75° a 100° C) puede también ser eficaz. Otras especies como el durazno se escarifican con un agente corrosivo poderoso como el ácido sulfúrico (2)

Algunas semillas tienen que ser almacenadas en seco por periodos que van de pocos días a varios meses; otras necesitan de almacenamiento húmedo llamado "estratificación". Este almacenamiento, a su vez, puede ser en frío (0° C) o templado (por encima de 7° C) y otras semillas poseen latencia doble y necesitan ser almacenadas primero bajo condiciones templadas y después frías (2)

Proceso de Separación:

Las semillas pueden ser examinadas para mejorar la calidad del lote, separando y eliminando semillas dañadas o inmaduras, así como las semillas de malezas y variedades distintas (4)

La separación y mejoramiento de la calidad se logran aprovechando diferencias en características tales como color, tamaño, peso y densidad. En densidad se descubren que las semillas más densas de cultivos como algodón, sorgo y soya tienen porcentaje más altos de germinación y emergencia que las semillas de menor densidad.

El Remojo:

El tratamiento de semillas en agua caliente a 50° C durante 15 a 20 minutos, ha sido usado para controlar **Alternaria** en cebollas. La temperatura y el tiempo de inmersión deben ser precisamente regulados en esta técnica, de lo contrario pueden ocurrir graves daños a la semilla (2)

Un tratamiento común es inmersión por 5 minutos en una solución al 10 por ciento de blanqueador casero (o sea 5 por ciento de hipoclorito de sodio).

La semilla vegetativa de caña de azúcar se trata con una solución funguicida caliente antes de plantarla; por ejemplo BENLATE por 20 minutos a 52° C, para reducir las enfermedades fungosas y mejorar la germinación,

especialmente cuando se plantan a temperaturas desfavorables. El hongo que ocasiona el carbón puede controlarse tratando la caña semilla por 45 minutos a 52° C o por 20 minutos a 54°C, sin embargo las temperaturas más altas y/o los períodos de tratamientos mas prolongados reducen significativamente la germinación (2)

El acondicionamiento osmótico o empapado es una técnica comprobada que incrementa la germinación de muchas semillas de hortalizas como lechuga, zanahoria y tomate especialmente a temperaturas bajas a la óptima. El acondicionado implica hidratar las semillas en una solución osmológica que permite los procesos iniciales de la germinación (2)

Cada vez hay mas interés en el concepto de que la semilla funcione como un "paquete" que lleve también otros productos tales como microelementos o estimulantes del crecimiento. (1)

El Revestimiento en películas:

El revestir semillas con capas delgadas o películas es una tecnología que se comienza a usar comercialmente. Se aplica cuando es necesario tratar la semilla con producto químico, sin alterar demasiado su peso y su forma general.

El producto se puede aplicar uniformemente a cualquier tipo de semilla y un adhesivo evita que se desprenda durante el transporte, manipulación y siembra. (2)

Los compuestos que se aplica a la semilla van disueltos o expuestos en un adherente líquido, usualmente una solución coloreada de un polímero, en la que se sumergen momentáneamente las semillas. También se puede rosear el material sobre las semillas (2)

Otro método consiste en añadir un polvo después que las semillas se han impregnado de adhesivo. Es posible

lograr un efecto de capas concéntricas al cambiar la formulación a intervalos.

Después del revestimiento el compuesto queda incorporado en forma de una capa dura pero permeable sobre la superficie de la semilla. En los tratamientos convencionales con polvos o pastas líquidas, el producto hace que la semilla se aglomere irregularmente, es así que el revestimiento a base de película constituye un adelanto sobre los otros métodos (2)

La semilla revestida con esta película causa menos problemas durante su manejo y siembra, pues no se pierde material, la semilla fluye mejor en los conductos, y se elimina problemas causados por las semillas rugosas, como las de zanahoria. Al reducirse la cantidad de polvo en el ambiente, también disminuye los riesgos de contaminación de los operarios.

Los revestimientos se aplican por medio de un tambor construido especialmente, de un revestidor fluido, o con un revestidor cónico. El tambor revestidor es un tonel cuyo eje puede ser vertical, horizontal, o excéntrico. Estos dispositivos sirven para aplicar sólidos en polvo o en suspensión sobre la superficie de un lote de semillas (2)

Es posible incluir grandes cantidades de ingredientes activos, como fungicidas e insecticidas, en el revestimiento de semillas.

Se usan revestimientos de capas múltiples para controlar la germinación y la técnica puede inclusive utilizarse para aplicar productos incompatibles, por ejemplo: un plaguicida fitotóxico cuando se le coloca en contacto con la semilla podría ir separado de ella por medio de una capa inerte. (2)



Control biológico en semillas:

Los agentes usados para control biológico de plagas y enfermedades vegetales son de considerable atención y es muy ventajoso poder incorporar estos agentes en el revestimiento de la semilla, así como plaguicidas de liberación lenta. Al aplicar un insecticida de liberación controlada, se puede obtener protección satisfactoria del cultivo y es posible si se logra incluirlo en el revestimiento de la semilla. Esta técnica brinda la ventaja adicional de necesitar menos material activo, con menor exposición del ambiente y de los operarios (2)

Los agentes de control biológico son seres vivos y es requisito mantenerlos vivos en el revestimiento y exige estudios sobre la relación de las formulaciones revestidoras con los agentes benéficos. Los materiales elegidos deberán permitir la incorporación precisa y uniforme del agente biológico, así como mantenerlo viable por el lapso necesario sin alterar las propiedades de la semilla (2)

La tecnología de recubrimiento de la semilla puede permitir la adición de reguladores de crecimiento.

En la tecnología agrícola los tratamientos de semilla resultarán siempre en mejoras del crecimiento, precocidad de la maduración, aumento de la producción y de la calidad comercial. Está probado que la semilla tratada promueve el establecimiento de poblaciones uniformes y, mejores rendimientos.

DENSIDAD DE LA SIEMBRA:

Los distanciamientos de siembra nos dará el número de plantas por superficie, dependiendo esta densidad del volumen y arquitectura de la especie cultivada.

Además de ello en un mismo cultivo puede variar la densidad de siembra con el cultivar, variedad o híbrido y según la modalidad de crecimiento de la planta; de modo que un mayor desarrollo de la planta, necesitará una menor densidad por los distanciamientos mayores (cuadro2).

En el desarrollo de la planta hay influencia de factores como:

- ❖ Clima.
- ❖ Fertilidad del suelo.
- ❖ Preparación del terreno.
- ❖ Tipo de abonamiento
- ❖ Disponibilidad de agua.
- ❖ Variedad de la planta a emplear.
- ❖ Época de la siembra.

Para calcular el número de plantas o matas (población) por hectárea se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Población} = \frac{10,000}{\text{Distancia entre plantas} \times \text{distancia entre surcos}}$$

Cuadro 2.- Densidad de siembre de algunas hortalizas

ESPECIE	DISTANCIA ENTRE SURCOS (M)	DISTANCIA ENTRE PLANTAS (M)	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA (CM)
ACELGA	0.50	0.20	1.5
APIO	0.60	0.25	0.3
BRÓCOLI	0.80	0.60	0.5
COL CHINA	0.80	0.60	1.0
LECHUGA	0.70	0.30	0.5
MELON	2.00	1.00	2.0
ZANAHORIA	0.60	0.10	0.5

BIBLIOGRAFIA

1. AGRICULTURA DE LAS AMERICAS. Revista Mensual Técnico - Científica. U.S.A.
2. BOWEN, J. 1990. Tratamiento de Semillas. Agricultura de las Américas. U.S.A. Nov.: 42 - 50
3. CORDOVA, G. 1970. Agrotecnia. Copias mimeografiadas. La universidad Agraria del Norte. Lambayeque 190 p.
4. CERNA, B. 1994. Manejo Mejorado de Malezas. CONCYTEC. Perú. Edit. Libertad. 320 p.
5. DELORIT, R. y H. AHLGREN. 1986. Producción Agrícola. Edit. Continental. 783 p.
6. HAENSCH y HABERKAMP. 1987. Diccionario de Agricultura 1264 p.

CAPITULO V

RESIEMBRA Y OTRAS LABORES

La labor de RESIEMBRA significa volver a sembrar y se ejecuta para subsanar los defectos de la calidad de semilla o problemas químicos o plagas del suelo o del ambiente externo que dieron lugar a que no todas las semillas germinen o a daños a las plántulas que emergieron. Estas situaciones hicieron que el campo presentara zonas sin vegetación, es decir vacíos que llamados "claros" o "fallas". Estas fallas inciden enormemente en la densidad y en la productividad individual de cada planta con resultados en la producción total. Técnicamente es conveniente que el número de plantas sea el menor del máximo que puede desarrollar por unidad de superficie, en las condiciones de suelo y clima de que se trate.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Al resembrar se tiene en cuenta lo siguiente:

1.-Que no pase mucho tiempo para su ejecución desde la aparición de las primeras plantitas de la siembra. Se debe esperar un tiempo prudencial, acorde con el periodo que tarda la semilla en germinar, mas unos días de seguridad, con la finalidad de dar tiempo a que germinen las ultimas semillas, que por causas diversas no lo hicieron en su debida oportunidad (1)

2.-El tiempo de espera, generalmente lo da la experiencia, pero no debe ir mas allá de los 15 a 18 días de la siembra, puesto que la mayoría de las semillas germinan entre los 7 a 12 días después de la siembra. Semillas de vainita, rabanito y lechuga germinan en 7 días: mientras que las de zanahoria, pimiento, espinaca y brócoli lo hacen de 12 a 14 días y apio hasta en 18 días.

3.-Por otro lado, períodos largos, implican que el terreno se seque demasiado y no proporcione humedad suficiente para la germinación de la semilla de resiembra.

Resiembras tardías, darán lugar a plantas atrasadas también, con el consiguiente perjuicio de tener una plantación desuniforme, ocasionando descoordinación en las labores culturales posteriores por tener plantas en diferente estado fenológico.

En caso de atrasarse la resiembra por diversos motivos, es preferible recurrir al transplante del mismo campo en el caso de cultivos que lo permitan.

4.-En la resiembra, se debe emplear semilla remojada, con un mayor tiempo que la usada para siembra con la finalidad de adelantar su germinación.

5.-Se debe aumentar ligeramente la dosis de los productos desinfectantes, en caso de que la causa de la falla sea el ataque de plagas insectiles o enfermedades.

6.-Para la resiembra, que generalmente se hace a palana, se debe cuidar que la semilla sea colocada en terreno húmedo.

7.-En casos excepcionales, se podrá resembrar, en seco como un recurso de última instancia y cuando ya el terreno se "ha pasado" de su capacidad de campo, requiriendo un riego, que dará la humedad suficiente para la germinación de la semilla de resiembra y además de ayudar a las que provienen de la siembra, que muchas veces por falta de humedad no han germinado y al mismo tiempo mejorará la situación de zonas con plantas ya germinadas que sufren probablemente de un agoste prematuro. También es factible resembrar sobre la humedad de un "enseño" o riego ligero dado con la finalidad de ayudar a la rápida germinación de la semilla (1).

LABOR DE RETAPE:

Es la acción o técnica de volver a cubrir con tierra aquellas semillas botánicas o vegetativas que por acción del agua de riego de germinación fueron descubiertas. Tal situación se presenta con las estacas de caña de azúcar que tienen que ser retapadas a palana.

SISTEMA RADICULAR Y RELACIONES EDAFICAS: La distribución en forma y posición de las raíces tiene relación con las propiedades y preparación del suelo y con los caracteres genéticos de las especies híbridos o variedades. Estas condiciones están directamente afectadas con la preparación del suelo, método de abonamiento y técnica de riego.

El espacio radicular es el volumen de suelo que posee características convenientes para el desarrollo y funcionamiento del sistema radicular de las plantas. Este espacio está limitado lateralmente por la distancia entre plantas y verticalmente por los impedimentos del suelo (2)

Los atributos físicos del suelo como DENSIDAD, TEXTURA, AGREGACION y DISTRIBUCIÓN DE POROS según su diámetro influyen en el desarrollo de las plantas a través de sus efectos sobre:

- La germinación
- Restricción de la longitud y expansión radicular.
- Aireación del suelo
- Humedad del suelo
- Temperatura del suelo

• Además el desarrollo radicular lora penetración que esta directamente relacionada con el diámetro de las raíces. La textura es una característica de trascendencia por ejemplo en soya el máximo crecimiento radicular ocurre en la combinación 25% arcilla, 25% limo y 50% arena. La

arcilla funciona como separador y lubricante de los granos de arena.

- La alta resistencia ofrecida por una capa en el perfil puede impedir el crecimiento vertical y lateral de muchas raíces.

- La compactación del suelo disminuye el peso tanto del sistema radicular; así como de la parte aérea, reduciendo hasta en un 50% de la producción.

- En la atmósfera del suelo a 15cm de profundidad hay 0.25% CO₂ y 20.6% de oxígeno, variando esta composición con la nitrificación, contenido de agua, actividad vegetativa y profundidad del suelo, de modo que la aireación esta ligada a la actividad respiratoria de las raíces (4)

- Las mejores producciones de frijol se logran cuando la humedad del suelo permanecen en torno a capacidad del campo; pues del exceso de humedad restringe el intercambio difusivo entre el suelo y la atmósfera y hay una reducción de oxígeno y aumento de CO₂, mayor o menor disponibilidad de nutrientes, cambios de pH, formación de sustancias tóxicas como el nutri etileno que inhiben el desarrollo radicular.

Por su naturaleza funcional las raíces se clasifican en:

Estructurales.- Son las que realizan fijación, transporte y reserva siendo primarias o secundarias con diámetro superior a 5mm.

Raíces absorventes o finas.- Estas raíces tienen por función principal consiste en la absorción de agua y nutrientes y además son superficies activas de cambio iónico y son de diámetro menor a 1mm y están abundantemente dotadas de pelos radiculares.

Raíces intermediarias.- Están constituidas esencialmente por raíces de función de transporte.

LABORES CULTURALES AGRÍCOLAS:

Definición: Se conceptúan como labores culturales a las operaciones agronómicas que se dan a los cultivos, después de sembrarlos, con la finalidad de facilitarles su desarrollo y protegerlos contra las circunstancias y agentes que se oponen a su vida normal.

Clasificación.- Los cuidados o labores pueden aplicarse al suelo o sobre la planta, pero siempre en beneficio del vegetal.- Estas labores culturales pueden ser generales o comunes para todos los cultivos y específicos para cada uno o un grupo de ellos.

▪ **Cuidados Culturales Generales o Comunes.-** Son aquellas inherentes a todos los cultivos, ejemplo: el entresaque o desahije, las escardas, el aporque, los abonamientos, el riego, el control sanitario, etc.

▪ **Cuidados Culturales Específicos.-** Son propios de uno o varios cultivos en sí, o a un grupo particular de ellos y serán estudiados en el curso específico, es decir de cada cultivo, ejemplo: poda de frutales, injerto y protección.

DESAHIJE O ENTRESAQUE:

Definición.- Es una labor cultural dedicada a dar el distanciamiento y densidad de plantas adecuadas para cada cultivo (3)

Consiste en arrancar a mano, con palana o azadones y aun a máquina las plantas que están demás en el terreno. Esta operación permite seleccionar a las plantas, dejando las mejor conformadas, sanas, fuertes y sobre todo las que tengan características típicas de la variedad sembrada.

Esta labor dará mayor aireación y mejor explotación del terreno a las plantas que quedan.

Esta labor se realiza porque en siembras directas o en almácigos se usa una mayor cantidad de semilla, la misma que da lugar a un número excesivo de plantas por unidad de superficie. Este exceso de plantas en la práctica está justificado pues es más económico eliminar las plantas sobrantes que recurrir a una resiembra o a un transplante, con el objeto de obtener la densidad deseada y que no se obtuvo por emplear menor cantidad de semilla.

Oportunidad de realizarlo.- El desahije varía según la especie cultivada pero técnicamente se tiene en consideración el tamaño y vigor de la planta. Este tamaño debe ser el suficiente para asegurarnos que la plantita definitiva no corra el riesgo de morir por causas variadas, como el ataque de agentes dañinos o su adaptación.

El tamaño y vigor de plántulas están influenciados por características de clima, de variedad (precoz o tardía), de fertilidad del suelo, de la energía germinativa de la semilla, del sistema de siembra entre otros y todos estos factores no nos permiten dar una fecha o número de días fijos y oportunos para efectuar el desahije.

Cuidados al ejecutar el desahije.-

- No maltratar las plantitas que quedan.
- Conceder el distanciamiento adecuado para cada cultivo.
- Dejar las plantitas más vigorosas, sanas y las que muestran las características deseadas de la variedad o híbrido.
- Se debe ejecutar con terreno blando y si ello no es posible hacerlo en seco. Lo normal es efectuar un riego ligero y con el terreno "a punto" proceder al desahije.
- Dejar el número deseado de plantas por "golpe".

Desahije en surco corrido y a "golpes".-

En sembrío a línea continua, es necesario extirpar las plantas sobrantes que ocupan el espacio intermedio. Tal es el caso de rabanito o sorgo.

En el caso del sembrío a "golpes", la operación se reduce a dejar el número de plantas deseadas de cada grupo de siembra. En este caso recibe el nombre típico de "aclareo". Ejemplos: algodón, maíz, frijol (4)

En el caso de siembra a chorro continuo la excesiva población presenta una competencia inicial entre ellos y por lo tanto es peligroso dejarlo mucho tiempo en ese estado, por ello desahije se deberá ejecutar mas temprano que en el caso del sembrío en grupos, donde la planta dispone de mayor espacio para su desarrollo y podrá permanecer en el campo un mayor número de días.

◆ **Desahije a mano o monda.-** Las plantas a extirpar se toman con una mano, mientras que con la otra se separan las que se van a quedar definitivamente en el terreno. Las primeras se tiran hacia arriba con la finalidad de extraerlas de raíz.

Para obtener distanciamientos apropiados se puede usar varillas con las dimensiones deseadas. En las zonas próximas a las que quedan se deben arrancar una por una y de este modo saldrá solo una parte de la raíz principal sin producir movimientos no deseados en el suelo que afecten las raíces de las otras plantas que quedan.

En este método se pueden realizar una verdadera selección de las plantas, dejando en el campo las más apropiadas.

◆ **Desahije a mano con azadón o palana.-** Los azadones para este fin, son herramientas de media luna, cuya hoja tiene muchas veces las dimensiones correspondientes a los espacios por adoptar, de modo que el obrero gira el azadón y describiendo un semicírculo,

elimina las plantas que ocupan el lugar por donde pasa el filo de la hoja de la herramienta. En nuestro país, se practica este método utilizando la palana y se logra disminuir la densidad de plantas y al mismo tiempo eliminar gran parte de las malezas nacidas; finalmente se complementa la operación con un desahije o aclareo a mano (1)

Como se supone, este método no permite hacer una verdadera selección de las plantitas y requiere de todos modos de un trabajo manual adicional.

♦ **Desahije o aclareo a máquina.-** En este método se usa un implemento adaptado para el desahije y se suele utilizarlo en grandes extensiones y pueden ir jaladas o montadas sobre el tractor. Las hojas de este implemento son accionadas por el tractor y se mueven hacia delante y hacia atrás en forma perpendicular a la línea de plantas y eliminan cantidades variadas de plantas, de acuerdo al distanciamiento deseado.

Este método funciona cuando existe una germinación uniforme y no es recomendable usarlo en casos de haberse aplicado herbicidas en el campo.

Además esta labor puede realizarse en terrenos planos, nivelados y cuando los surcos de siembra no son profundos como en los de corrugación.

Este sistema permite ejecutar las labores posteriores de escardas en ambos sentidos del campo lo cual economiza mano de obra y como en el caso anterior, no permite una verdadera selección de plantitas, requiriendo una labor manual complementaria con mujeres y jóvenes que han demostrado ser más hábiles, y se les asigna el trabajo por tareas o por contrato.

BIBLIOGRAFIA

1. CORDOVA, G. 1970. Agrotecnia. Copias mimeografiadas. Universidad Agraria del Norte. Lambayeque. 190 p.
2. DIEHL, R. y M. BOX. 1985. Fitotecnia General. 832 p.
3. HAENSCH y HABERKAMP. 1987. Diccionario de Agricultura. 1264 p.
4. GUERRERO, A. 1997. Cultivos herbáceos extensivos. Ediciones Mundi - Prensa. 751 p.

CAPITULO VI

CONTROL DE MALEZAS

FUNDAMENTOS

Se define como MALEZA a cualquier planta no deseada en un lugar, de modo que plantas que se cultivan también al estar en un lugar inapropiado se las considera malezas. Agronómicamente se considera a una planta como maleza cuando se presenta en forma inoportuna compitiendo u obstaculizando en el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. También hay especies que además de causar problemas por competencia ocasionan interferencias como las que frecuentan canales o las que trepan árboles frutales (2)

En condiciones de agricultura eficiente y económica los problemas son tratados en forma integral y en casos particulares mediante acciones específicas de modo que un factor no se constituya en el limitante de las otras condiciones óptimas. Las acciones de competencia e interferencia de las malezas, malas hierbas o plantas indeseables en los cultivos desde hace mucho tiempo han sido los menos consideradas, debido a que se trata de plantas al igual que los cultivos y más aún porque los efectos no son sensacionales y espectaculares como las acciones de insectos y patógenos. Entre tanto ha quedado demostrado que las malezas ocasionan mermas significativas de la productividad y de la producción (2)

COMPETENCIA E INTERFERENCIA

Los elementos por los cuales las malezas compiten con los cultivos se refieren a agua, nutrientes, luz, espacio y en raros casos por bióxido de carbono.

Por otro lado semillas inmaduras de malezas en cosechas almacenadas pueden ocasionar daños de fermentación y descomposición y se ha dado el caso que rizomas de

Cyperus rotundus e *Imperata cilíndrica* han perforado los tubérculos almacenados de yuca y papa, disminuyendo su calidad.

Las malezas son hospederas de insectos dañinos, patógenos y roedores, incrementando las poblaciones de estos en los cultivos, como sucede en el algodón con el insecto "arrebiatado", *Dysdercus peruvianus* en la maleza *Sidastrum paniculatum*. En maíz, el "cogollero" *Spodoptera frugiperda* vive en *Echinochloa colonum* y *Leptochloa filiformis*. En arroz, el patógeno *Pyricularia oryzae* se hospeda en *Echinochloa cruz - galli* y en campos de tomate, papa y tabaco el agente *Pseudomonas solanacearum* "marchitez bacterial" se localiza en las malezas *Datura stramonium*, *Solanum nigrum* y *Physalis peruviana*.

Además las malezas obstaculizan las labores culturales y de cosecha.

La presencia de malezas trepadoras puede ocasionar volcamientos de las plantas y en otros casos la biomasa de las malezas dificulta la cosecha. También hay especies infestantes que poseen espinas o pubescencia urticante causante de alergias que incomodan al personal que opera en las cosechas.

La infestación de malezas en campos ocasiona costos por el uso de herbicidas, implementos de labranza y en otros casos demasiado empleo de mano de obra. Muchas labores antes y durante el cultivo se relacionan con el manejo de malezas.

El valor de las tierras agrícolas disminuyen con infestaciones de malezas perennes las que por su agresividad significaran altos costos de futuro.

En campos donde se pastorea ganado o en áreas dedicadas al cultivo de forrajeras, existen malezas que pueden causar la muerte de los animales, o reducir la producción de carne y la calidad de la leche como sucede

con *Euphorbia hypericifolia* "lechera" que contiene sustancias tóxicas.

- En áreas no cultivadas las malezas pueden causar problemas al obstaculizar el tránsito vehicular en carreteras y calles e impedir la libre navegación en lagos, reservorios y disminuir la producción y población de peces por eutrofización.

CLASIFICACION DE LAS MALEZAS POR SU CICLO VITAL:

De acuerdo a la duración de su vida y desarrollo son:

a.- Anuales.- cuando viven en un solo año y mueren después de formar sus semillas. Ejemplos: *Amaranthus hybridus* "yuyo hembra", *Portulaca oleracea* "verdolaga", etc.

b.- Bianuales.- Son malezas que viven dos años; en el primero crecen lentamente y al segundo año fructifican y mueren. Ejemplo: *Trifolium repens* "trébol" y *Argemone mexicana* "candoso".

c.- Perennes y vivaces.- se refiere a aquellas que viven varios años, mediante la formación de órganos de reproducción subterráneos, y que continuamente retoñan.

Estos órganos de propagación vegetativa pueden ser raíces horizontales, o tallos subterráneos modificados (rizomas estolones, tubérculos, bulbos). Ejemplos: *Sorghum halepense* "grama china", *Cyperus rotundus* "coquito", etc.

Estas perennes como *Sorghum halepense* demostraron ser más agresivas que las anuales como *Amaranthus hybridus* al afectar significativamente las cosechas de frijol "panamito" (4). También es apropiado considerar que las poblaciones de malezas infestantes abarcan especies diferentes como sucede en caña de azúcar con una gran biodiversidad de más de 100 especies (6)

PRINCIPIOS GENERALES PARA EL MANEJO DE MALEZAS:

- La preparación del terreno para la siembra, al favorecer al cultivo también favorece la germinación de las malezas.
- Las primeras plantas en germinar y establecerse, tratan de excluir a las que siguen, sean estas malezas o cultivos.
- Durante el desarrollo, cualquier condición del medio o labor que promueva al cultivo, disminuye los efectos competitivos de las malezas (2).
- De las malezas, las que tienen hábito vegetativo, desarrollo y demandas similares al cultivo, son las que ocasionan las mayores pérdidas.
- No hay competencia entre malezas y cultivo cuando un elemento o factor está disponible por encima de lo óptimo.
- Un factor o elemento se torna crítico cuando cae por debajo de las necesidades de las malezas o del cultivo, estableciendo así las acciones competitivas (2).

CONTROL MECANICO DE MALEZAS:

Las labranzas antes de las siembras, así como durante el cultivo cumplen las funciones de crear una cama adecuada para las semillas, controlar plagas y patógenos, mantener condiciones estructurales y de aireación, incorporar fertilizantes y residuos de cosechas dentro del suelo, facilitar la penetración y distribución del agua del riego o de las lluvias; sin embargo las labranzas tienen por objetivo fundamental la eliminación parcial o total de las malezas (2).

Estudios del CIAT (Colombia) sobre control mecánico con 2 deshierbos, a los 30 y 60 días después de la siembra de los cultivos de soya y maíz permitieron eficacia. En

frijol el período crítico de efectos competitivos de las malezas se produjo en el tercio inicial del ciclo vital (1) y en dicho período se puede ejecutar 1 a 2 deshierbos mecánicos en forma manual o mecanizada.

El laboreo también promueve la germinación y distribución de plántulas de las malezas, así como el entierro de las semillas y por lo tanto la demora de la germinación. Las araduras y rastrilladas contra las malezas perennes son más frecuentes y profundas y tienen por objetivo contarlas y exponerlas a la acción desecante del sol. Por el contrario la reducción del laboreo profundo del suelo fomenta el crecimiento de malezas perennes.

En la Costa peruana, la óptima preparación del suelo para la siembra de caña de azúcar facilita la uniformidad de la capa de semillas de malezas con una germinación simultánea y su buen control químico (2)

En casos de especies perennes como *Spilanthus urens* y *Sorghum halepense* con un intensivo control mecánico en ausencia de plantas cultivadas se consigue excelente control mediante 12 a 15 labranzas que cortan y voltean materiales vegetativos a intervalos de 15 días. Este método es eficiente cuando se le inicia en la etapa de floración por cuanto en ese momento las reservas alimenticias están bajas.

En tomate se encontró que con tres deshierbos mecánicos se lograron mayores cosechas con los cultivares Maxi Rio y Rio Grande (5).

En el control mecánico de malezas perennes se busca dos metas esenciales:

1° Evitar que fructifiquen y que sus semillas y propágulos se diseminen de una a otra localidad o región.

2° Erradicar los materiales vegetativos aun remanentes.

Se considera que el control mecánico puede realizarse en forma manual o en forma mecanizada con el objeto de cortar a la planta ocasionando su muerte o disminuyendo su capacidad competitiva.

El control mecánico en forma manual se realiza a munda es decir extracción con las manos o mediante el manipuleo de hoces, palanas, azadones, machetes, etc.

El control mecánico manual es económicamente factible en:

1° Áreas pequeñas como huertos, jardines, viveros y parcelas familiares.

2° Para eliminar manchas o focos de malezas; y.

3° En caso de poblaciones bajas de malezas.

La labor de movilizar el suelo para desprender desde la raíz a las malezas con el empleo de palanas y lampas permite una mayor eficiencia que cuando se realiza el corte con hoces o palanas solo a partir del cuello de la planta ante la posibilidad de que se regeneren a partir de su eje cauli-radicular remanente (2)

El control mecánico motorizado con cultivo en desarrollo puede ocasionar posibles daños a sus raíces y su falta de eficiencia para desprender a todas las malezas ubicadas dentro de las hileras, teniendo en cuenta que en ese espacio es donde se ocasiona la mayor competencia; sin embargo en comparación con el control manual, tienen la ventaja de hacerse con mayor rapidez y en menor tiempo para abarcar grandes extensiones; además de que al labrar el suelo se permiten condiciones agro-edafológicas favorables para el cultivo y también se puede incorporar residuos de cosechas; así como romper capas inferiores del suelo (2)

También el control biológico de malezas es una alternativa tecnológica limpia por no contaminar el medio agroecológico y al respecto se lograron acciones de control

de la maleza *Trianthema portulacastrum* con el insecto *Spoladea recurvalis* en condiciones del valle Chicama (3).

LABRANZA MINIMA Y MALEZAS:

La práctica de la labranza mínima es con el fin de bajar costos de producción y menor alteración física del suelo por el apisonado de la maquinaria. En general se dará menor preparación del terreno para la siembra, por ejemplo en las alternativas de arar y sembrar o de arar, gradear y sembrar, obviando el pase de los discos. La germinación de semillas de malezas disminuye con el menor apisonado pero solo en el espacio de las entre hileras del cultivo; posteriormente la lluvia o el riego para la germinación ocasionará firmeza del suelo y con ello otras generaciones de malezas (2).

Las ruedas de las máquinas sembradoras apisonan y afirman el suelo dentro de las hileras del cultivo originando la germinación de las malezas antes o simultáneamente con el cultivo. Estas prácticas de labranza mínima que dejan tierra suelta entre las hileras del cultivo, permite economía cuando se usa herbicidas ya que su aplicación se hará solo dentro de las hileras o surcos.

◆ En las situaciones que se practique labranza cero o solo una labranza superficial con la humedad germinarán un alto porcentaje de malezas en la zona de semillas cercana a la superficie; sin embargo el potencial germinable continuará en las capas inferiores (2)

◆ La técnica de las labranzas después de la siembra con el objeto de controlar malezas mediante cultivadoras se basa en determinar las diferencias radiculares entre cultivo y malezas en sentido vertical y horizontal dentro del suelo. Estas labranzas resultan óptimas cuando al remover la tierra desprenden las malezas pequeñas cuyos sistemas radiculares son más superficiales que los del

cultivo; sin embargo no habrá eficiencia de labores contra malezas de raíces profundas que poseen características morfológicas similares al cultivo (2)

El número de deshierbos mecánicos manuales o mecanizados varía con la infestación, tipo de suelo, humedad del suelo, ciclo del cultivo y de los costos en mano de obra o maquinaria.

◆ La maquinaria e implementos agrícolas al labrar pueden ocasionar algunos daños a las raíces y partes aéreas del cultivo.

◆ La labranza después de la siembra en hileras además de desprender también asfixia con la tierra de aporque a las que están dentro de las hileras. A continuación de las labranzas es necesario un período seco de 10-15 días para originar deshidratación de las malezas desprendidas (2)

◆ Las labores más profundas para levantar camellones dentro de las hileras, se harán cuando las plantas del cultivo tengan altura apropiada y puedan resistir el desplazamiento de tierra y algunos cortes de raíces.

◆ Para obtener buenos resultados es importante que las extracciones de materiales vegetativos para deshidratación se realicen en primavera o verano.

EL CONTROL TERMICO:

El uso del calor y del fuego a más de 100° C como método de control y/o erradicación de malezas tiene sus ventajas y limitaciones. En general es económico y práctico cuando se complementa con otros métodos. En situaciones de vegetaciones acumuladas de mal aspecto o que constituyen focos de agentes dañinos a la salud, el fuego puede ser un medio eficaz de acción no selectiva en cercos, caminos, canales, diques, calles, etc. (2)

En áreas con cultivo la quema de malezas se hará en forma selectiva por 2 o mas flameadas de acuerdo a la naturaleza herbácea o leñosa de los tejidos.

La quema selectiva con 1 o 2 llamas instantáneas se usa en forestales, frutales, algodón, papa, maíz, soya, remolacha azucarera, sorgo granero, higuierilla, ajonjolí y también hortalizas como cebollas, zanahorias, y espárragos. Algunas veces la llama ocasiona órganos antiestéticos que se pueden regenerar (2).

Los diferentes tipos de equipos de lanza llamas a mochila o montadas en tractor usan como combustible el gas propano a baja presión, el kerosene y otros derivados petrolíferos.

Entre las desventajas, se puede indicar que el control térmico requiere ajustes difíciles del lanzallamas, los costos por equipos son mayores que los de aplicación de herbicidas y el calor generado por el fuego puede ser intolerado por el personal de aplicación (2)

CONTROL QUIMICO:

El desarrollo de herbicidas se va produciendo por la necesidad de formas efectivas y baratas de control de las malezas ante problemas ocasionados por la disminución del número de trabajadores del campo, el incremento de los costos de la mano de obra y la exigencia de mayores márgenes de ganancia (2)

La tecnología de los cultivos y el mejoramiento de herbicidas tienden al desarrollo sostenible por las emergencias e impactos ambientales.

Los herbicidas pueden usarse solo o en combinación con otros métodos de control dependiendo esto de los factores ecológicos y labores agronómicas; así como de que los márgenes económicos por su uso sean rentables.

El empleo de herbicidas resulta beneficioso para el control de malezas en las primeras etapas del cultivo, es decir en el período en que se producen las mayores reducciones del rendimiento de los cultivos.

Los herbicidas no solo son beneficiosos cuando la mano de obra es escasa o cara, sino cuando las poblaciones de malezas son elevadas. (2) pero con productos no dañinos a los ecosistemas.

Otro aspecto beneficioso es que el uso de herbicidas evita daños o heridas al sistema radicular y follaje del cultivo y en el caso de algunas malezas perennes que no son económicamente factibles en forma mecánica; sin embargo siempre habrá problemas en la selectividad de los herbicidas con aquellas malezas que morfológica y fisiológicamente se asemejan al cultivo, considerando que el complejo de especies infestantes es variado y dándose casos de malezas que son resistentes a los herbicidas (2).

Desde un punto de vista sostenible se debe usar los herbicidas solo cuando las demás técnicas y métodos de control de malezas no funcionan de manera eficiente oportuna y económica; sin embargo con fines de conservación ambiental se evitara aplicar herbicidas con residuos tóxicos a los organismos de suelos y aguas o cuya persistencia sea dañina (2)

TECNICAS DE USO DE LOS HERBICIDAS:

Para que un herbicida realice su acción fitotóxica es necesario que haga contacto y penetra en la planta, haya movilización al sitio donde ejercerá su efecto y acción toxica a las especies de malezas.

De acuerdo a sus efectos los herbicidas se pueden clasificar en selectivos y no selectivos. Los primeros destruyen o impiden el crecimiento de las malezas sin afectar significativamente el cultivo; mientras que en lo

herbicidas no selectivos son productos tóxicos que aplicados en proporciones apropiadas, destruyen a todas las plantas con las que hagan contacto. Sin embargo no hay herbicidas que en forma rígida estén en uno u otro grupo en sobredosis, por cuanto puede destruir toda la vegetación (2)

Las plantas pueden presentar diferentes respuestas a la acción de los herbicidas, así unas demuestran alta susceptibilidad y mueren y otras presentan tolerancia y resistencia a los efectos químicos.

Los herbicidas con selectividad fisiológica se usan para controlar malezas dentro de los cultivos, bosques y pastizales, mientras que los no selectivos en los casos que aún no haya cultivo o en bordes de caminos, cunetas y orillas de zanjas, acequias y canales de riego, vías de ferrocarril, cercos y zonas industriales (2)

Los herbicidas actúan ya sea por contacto o en forma sistémica.

Los herbicidas de contacto.- actúan sobre los tejidos de los órganos alcanzados por el producto, por ejemplo el ácido sulfúrico y los dinitrofenoles que se comportan violentamente deshidratando e inhibiendo la fotosíntesis de los órganos alcanzados y también hay herbicidas de contacto que se translocan descendiendo y distribuyéndose en toda la planta tal como sucede con el MCPA. Los herbicidas de contacto pueden ser selectivos por ejemplo el propanil en arroz y el DNP en el trigo y no selectivos cuando llegan a destruir toda planta alcanzada; mientras que los herbicidas sistémicos deben movilizarse hacia los puntos de acción que estén distantes o cerca de la superficie donde se aplicó; por ejemplo el ghyphosate(2).

BIBLIOGRAFIA

1. CERNA, B. 1983. determinación del período crítico de competencia de las malezas con el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el invierno. TURRIALBA. 33(3):320-331
2. CERNA, B.1994. Manejo Mejorado de Malezas. CONCYTEC. Perú. Edit. Libertad. 320 p.
3. CERNA, B.; VASQUEZ, H y M. POLLACK. 1999. Control biológico de la maleza *Trianthema*. Rev. Antenor Orrego. 8 (12-13): 63 - 76.
4. CERNA, B. 2004. Efecto de las poblaciones de las malezas (*Amaranthus hybridus* L. y *Sorghum halepense* (L) Pers. Sobre la productividad del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Panamito). Rev. Antenor Orrego 15 (23): 82 - 95.
5. CERNA, B. y G. BLASS. 2000. Oportunidad del Control mecánico de malezas en dos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculantum* Mill) en San Ignacio. Revista Antenor Orrego. 9 (14 - 15):99 - 112.
6. CERNA, B. y J. MORA. 2005. Estudio Sinecológico de malezas en caña de azúcar (*Saccharum* spp) de Laredo - Trujillo. Rev. Antenor Orrego 16 (24 -25): 17-31.

CAPITULO VII

EL APORQUE Y LABORES COMPLEMENTARIAS

DEFINICIÓN:

Se considera al aporque o "recalce", como una labor cultural que consiste en acumular tierra al pie de la planta, con la cual se consigue una movilización y mullido favorable alrededor de ella (4)

OBJETIVOS DEL APORQUE:

Con esta operación se persiguen las siguientes finalidades:

- a.- Eliminar malezas.
- b.- Dar mayor estabilidad a la planta.
- c.- Favorecer la formación de nuevos órganos.
- d.- Enterrar el abono voleado.
- e.- Proporcionar abrigo y nutrientes.
- f.- Conservar la humedad cerca de la planta.
- g.- Blanquear ciertos productos de cosecha.
- h.- Evitar patógenos alrededor de la planta.
- i.- Favorecer la sanidad en cultivos de socas y resocas.

Los fundamentos para tales objetivos son:

(a) Con la acción mecánica de aporcar se destruyen malezas ubicadas alrededor de las plantas cultivadas y al mismo tiempo se logra aireación del sistema radicular.

(b) La mayor estabilidad de la planta se consigue al acumular tierra cubriendo una parte de la base del tallo, quedando así la planta menos expuesta a la "tumbada" o "acame" como consecuencia de un desarrollo foliar excesivo, o por efecto directo del viento. Ejemplo: en el maíz (1).

(c) El aporque permite la formación de nuevos órganos, como las raíces adventicias en el maíz y en otras mayor número de macollos o tallos como sucede en caña de azúcar.

También hay formación de nuevos tubérculos, como en papa y camote y nuevas raíces en yuca.

(d) El aporque se usa también como labor complementaria al abonamiento, lográndolo tapar con la tierra removida hacia el pie de la planta. Esta alternativa tecnológica es más económica que el abonamiento realizado a mano con "puyado".

(e) El aporque se proporciona mayor abrigo, al pie de la planta.

(f) Al mismo tiempo con el aporque se conserva la humedad alrededor de la planta (2)

(g) El aporque persigue también el blanqueo en ciertos órganos consiguiendo que sus tejidos se vuelvan más tiernos y jugosos, como es el caso de los peciolos en apio y turiones en espárrago (1).

(h) En leguminosas y solanáceas se practica el aporque como una operación para "cambiar de surco" a fin de evitar la acumulación o el contacto directo del agua con la planta susceptible a pudriciones.

(i) Los especialistas de sanidad vegetal, recomiendan el aporque como medida cultural de prevención de plagas y destrucción de estructuras como pupas de insectos en cultivo de algodón. En cultivo de papa se ejecutan 2 aporques, el 1^{ero} para evitar que los estolones emerjan y crezcan y el 2^{do} en la floración para favorecer la tuberización.



Aporque mecánico en forma manual. Fuente: Diehl y Box (1985)

EJECUCIÓN:

El aporque se practica únicamente en los cultivos sembrados en surcos y se ejecuta rellenando los surcos iniciales donde se encuentran las plantas desde su germinación y para ello se moviliza la tierra de los camellones. En frutales se hacen en forma individual árbol por árbol alrededor del cuello

Esta operación puede realizarse a mano, con palana o con arado a tracción animal o mecánica.

Aporque a lampa.- Se le llama también "cuspa" o cutipa (con cortes de las hojas basales del maíz) y se usa mucho en la Sierra para los cultivos de maíz y papa. A palana se parte el camellón con una mitad al surco de un lado y la otra, al surco del otro lado y se profundiza el nuevo surco que se ha formado (1)

Aporque con arado.- Esta operación comprende las labores siguientes:

* Si es con arado de tracción se hace pasar el arado por el centro del camellón, distribuyendo la tierra con la vertedera sobre el surco que queda a la derecha; se regresa por el mismo camellón y se consigue voltear la tierra del lado izquierdo sobre el otro surco. Cuando el camellón es muy ancho necesita dos pasadas más de arado,

dos por cada lado, para obtener una buena división de él (1).

En algunas regiones se le conoce a esta operación como "partir el bordito".

* A continuación se procede al "cajoneo" o "surcadura", que consiste en aclarar los surcos, dándoles profundidad. Esta labor se realiza con el arado de "Cajón" o "Surcador".

Cuando se ejecuta el aporque con tractor el arado es reemplazado por implementos especiales, que toman el nombre de "aporcadores" o "vertederas" consistentes en una sola pieza similar a la "aleta del arado de vertedera o de reja y que voltea la tierra hacia un solo lado sobre la hilera de plantas. De este modo colocando dos vertederas o aletas por cada hilera de plantas, se consigue voltear la tierra simultáneamente sobre ambos lados de la planta quedando el aporque completo con una sola pasada del tractor.

Por otra parte buscando la economía en tiempo y costos el cajón o surcador se coloca en la parte posterior del tractor, (puesto que los aporcadores van montados en el cuerpo delantero).

En muchos casos tratándose de terrenos sueltos, se prescinde del uso del conjunto de dos vertederas y solo con el pase del cajón se consigue el surqueo del campo y simultáneamente la tierra desplazada al abrir el surco realiza el aporque. Para esto, es necesario tener presente el elegir un cajón lo suficientemente ancho, para que al momento de desplazar la tierra, lo haga en forma tal que el aporque sea perfecto. (1)

ÉPOCA DE EJECUTAR EL APORQUE:

Esta labor cultural se realiza cuando la planta ya logró un tamaño que permita la acumulación de tierra sin sufrir daño alguno.

Si se ejecuta muy temprano se corre el riesgo de enterrar las plantitas y si se realiza muy tarde, con plantas grandes éstas están pueden sufrir daños por cortes, o pueden ser desarraigadas por el pasaje de los implementos.

La época de aporque es facultativo de cada cultivo por ejemplo en la caña de azúcar, se hará entre los 3 a 5 meses y el algodón de 2 a 3 meses en variedades tardías como el Tanguis y entre 1.5 y 2 meses en los precoces como el Pima y Del Cerro (1).



Aporque con lampa. Fuente: Agricultura de las Américas

LABOR DE DESAPORQUE

DEFINICIÓN:

Esta labor consiste en retirar la tierra del pie de la planta, como una operación inversa al aporque. Esta operación labor generalizada en los cultivos de socas, resocas o de retoño, como en: algodón, caña de azúcar, espárrago.

OBJETIVOS DEL DESAPORQUE:

- Remover la tierra del pie de la planta.
- Trasladar la tierra previamente al abonamiento.
- Controlar plagas en forma cultural.

Además al remover la tierra del pie de la planta se favorece la aireación de terreno, dándole al sistema radicular mejores condiciones de vida.

Como operación previa al abonamiento; el desaporque consigue abrir un surco al pie de la planta, donde se colocará el abono y que será tapado o enterrado posteriormente por el aporque (1).

Como método cultural sanitario, persigue la destrucción de pupas enterradas y también deshierbo mecánico.

EJECUCION:

El desaporque se ejecuta en forma similar al aporque, pero con la diferencia de que los trabajos se hacen a la inversa de modo que la dirección del trabajo de arado y ajuste de los implementos o vertederas serán invertidos, con la finalidad de que en lugar de voltear la tierra sobre la hilera de plantas, lo hagan fuera de ella (1).

También hay casos (frutales) que por esta operación se retira toda la tierra de alrededor del árbol, dejándolo descubierto hasta el cuello de la raíz por requerimientos fitosanitario. Cuando el desaporque se ejecuta a lampa o palana no existe problema alguno al retirar la tierra del espacio comprendido entre planta y planta, pero, cuando se ejecuta a máquina, tiene que ser complementada con el uso de la palana y esta labor se le conoce como "Descalate", aunque también se acostumbra a llamar a ambas operaciones indistintamente como *Desaporque* o *Descalate*.

LABOR DE BARBECHO

El término de barbecho abarca a dos prácticas completamente distintas. Se entiende como barbecho al descanso del terreno y por otra parte se le denomina así al laboreo del campo.

El barbecho como la época de campo sin trabajar, se refiere al lapso de tiempo que media entre la cosecha y el sembrío del cultivo siguiente. Muchas veces, este período de tiempo es provocado con la finalidad de que un terreno agotado, se recupere y se vea sometido a una fertilización natural. En este caso se le llama también "Descanso" y puede ser abierto o cerrado.

- **Barbecho abierto.**- cuando después de la cosecha se labra la superficie del terreno, con el objeto de evitar su explotación por las malas hierbas. Esta labranza se repite cada cierto tiempo con la misma finalidad.

- **Barbecho cerrado.**- es cuando el campo después de la cosecha es dejado tal como queda, sin cultivarlo ni labrarlo.

En otro sentido se entiende por BARBECHO a toda operación de labranza o de aradura propiamente dicha.

LABOR DE ROUGHING O SELECCIÓN

Es aquella labor que consiste en eliminación de plantas atípicas o virósicas que de persistir en el campo puede constituir contaminación biológica y disminución o pérdida de cosecha y más aún pérdidas de calidad en el producto final.

LABOR DE DESPUNTE

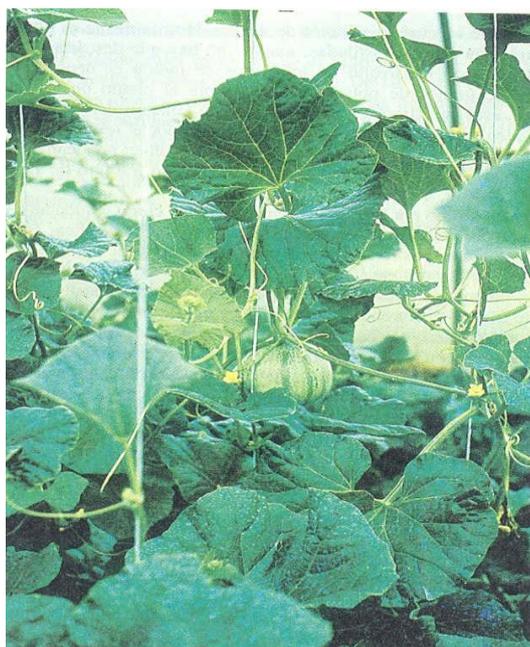
Es una labor complementaria para ciertos cultivos, como en manzano, tomate, algodón, etc. cuando existe el predominado del crecimiento terminal.

Consiste en eliminar a mano o con cuchillos los puntos de crecimiento apical de la planta cultivada con el objeto de detener el desarrollo y proporciona el brotamiento de ramas laterales que en su mayoría son fruteras. También se ejecuta con fines de sanidad vegetal para eliminar insectos en sus diferentes estados ubicados los terminales jóvenes.

LABOR DE TUTORAJE

Esta Actividad consiste en guiar a las plantas durante su crecimiento, sobre todo en aquellas de crecimiento indeterminado como la cachua, el tomate, el pepinillo, la vid, etc.

El tutoraje es simple cuando se coloca un tutor por cada planta que crece hacia arriba





El tutoraje es a caballete cuando lleva 2 tutores inclinados, asegurados por un alambre y cada 5 a 6 metros se ubican partes de apoyo.

LABOR DE DEFOLIACION

Es la acción de estimular la caída de las hojas de las plantas cultivadas, mediante la aplicación de productos químicos llamados defoliantes. En la caña de azúcar se ejecuta para propiciar la cosecha. En cítricos la defoliación también acelera la madurez de los frutos y en algodón se hace para favorecer la cosecha mecánica de la fibra (2)

BIBLIOGRAFIA

1. CORDOVA, G. 1970. Agrotecnia. Copias mimeografiadas. Universidad Agraria del Norte. Lambayeque. 190 p.
2. DELORIT, R. y H.AHL GREN. P. 1986. Producción Agrícola. Edit. Continental. 783 p.
3. DIEHL, R. y M. BOX. 1985. Fitotecnia General. 832 p.
4. HAENSCH y HABERKAMP. 1987. Diccionario de Agricultura 1264 p.

CAPITULO VIII

EL AGUA Y LOS RIEGOS

FUNDAMENTOS:

El agua es el elemento vital que da vegetación lozana y exuberante. En la costa peruana se presentan zonas áridas y valles con ríos regulares y en otros casos con aguas esporádicas.

La especies cultivadas prosperan, en los habitats que presentan, la cantidad de agua adecuada y adaptándose con sus características estructurales y fisiológicas al ambiente donde el agua es determinante de vida.

El agua es constituyente de los organismos vivos y forma parte del 70 al 90% de su peso. Para su normal funcionamiento, los tejidos vegetales y sus células necesitan estar dotados de agua que los mantiene turgentes, es decir, por presión interna conservan su forma. El agua es componente del protoplasma y participa en el metabolismo y en los procesos bioquímicos y de fotosíntesis.

El resto (10-30%) del porcentaje es material seco constituido en 90% o más por CHO. El carbono viene del aire, el Oxígeno y el Hidrógeno provienen del agua y el resto de elementos proceden del suelo con los 13 elementos minerales siguientes:

* **Macro N, P,K, Mg, S y Ca**

* **Micro B, Cl, Cu, Fe, Ma Mo y Zn**



Riego presurizado por aspersión. Fuente: Agricultura de las Américas

La escasez de agua reduce el crecimiento y modifica los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas y su trascendencia es reconocida por ser componente del sistema productivo:

Planta + agua + luz + suelo + labores agrícolas + medio ambiente

El agua.- Dentro de ciertos límites, el agua puede ser suministrada a la planta según sus necesidades mediante el riego; sin embargo hay países como Brasil y Colombia que gran parte de cultivos son manejados con lluvias además del riego.

En condiciones de Costa Peruana por falta de precipitaciones se usa el abastecimiento artificial de la humedad mediante los riegos para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas.

El calor y la insolación.- La luz no puede ser regulada globalmente por el hombre, porque no es posible modificar la cantidad de luz y calor para un terreno bajo cultivo; a excepción de invernaderos y viveros.

El suelo.- Como elemento de soporte y con elementos físicos y químicos, puede ser modificado o mejorado por el hombre, dentro de límites y a fuertes costos (3)

El manejo cultural.- Es decir la aplicación de labores culturales para mantener a la planta en mejores condiciones dentro de límites amplios de vida.

De estos elementos de la producción el agua se constituye en el más importante, sobre todo cuando se aplica bajo riego. Aplicar la óptima cantidad de agua que lo requieran las plantas en su oportunidad significa asegurar en gran parte el éxito.

El agua también constituye el medio que transporta minerales del suelo, y dentro de la planta a las sustancias elaboradas por las células hacia los puntos de utilización o acumulación.

Además el agua interviene en el proceso de FOTOSÍNTESIS, formando los compuestos orgánicos que constituirán la madera, las fibras, el follaje, las flores, los frutos, las semillas y otros órganos de gran valor para la vida del hombre y de los animales.

EL AGUA Y SUS RELACIONES CON EL SUELO, LA PLANTA y EL MEDIO AMBIENTE

El agua dentro del suelo puede presentarse en tres formas:

- Agua higroscópica.
- Agua capilar.
- Agua gravitacional o de drenaje.

El agua higroscópica.- Es aquella que mediante el fenómeno de adsorción y con fuerzas de más de 15 atmósfera se encuentra formando una delgada película alrededor de las partículas del suelo. Tiene muy poca importancia agrícola, por constituir láminas extremadamente delgadas, finas, y fuertemente retenidas, no accesible a las raíces de la planta (1).

USO CONSUNTIVO DEL CULTIVO:

Es la cantidad de agua requerida diariamente para satisfacer las necesidades del cultivo considerándose como una suma total de agua de EVAPORACIÓN de la superficie del suelo, el agua de CONSUMO vegetal y el agua que se pierde por la superficie de TRANSPIRACION de las plantas. Es decir es lo que debe reabastecerse para dar un suministro adecuado al cultivo. LA FRECUENCIA O NUMERO DE RIEGOS depende de cuanta agua puede almacenar el suelo, de las pérdidas antes señaladas, de cuanta agua se retira diariamente y del método de distribución en el riego. Por ejemplo: en aspersión los riegos son más frecuentes que en inundación (1).

El agua capilar, o de capilaridad, es aquella retenida por el suelo entre sus espacios libres y que es tomada y transportada a la planta por medio de su sistema radicular. Es retenida en el suelo dentro de fuerzas de tensión superficial de 1/3 a 15 atmósferas (1 atmósfera = 1.03 kg/cm²).

El agua gravitante o de drenaje, es la que se mueve por acción de la gravedad, después de haberse saturado el suelo con el agua de lluvia o de los riegos.

Esta agua por ser retenida con pequeñas fuerzas menores a 1/3 de atmósfera, es fácilmente arrastrada por la gravedad a capas inferiores del suelo o subsuelo sin que las raíces tenga oportunidad de aprovecharla.

EL SUELO COMO RESERVORIO tiene la propiedad significativa de poder almacenar cantidades variables de agua. Esta cualidad es aprovechada por el hombre para regular los riegos y manejar el agua de manera periódica para el manejo racional y económico.

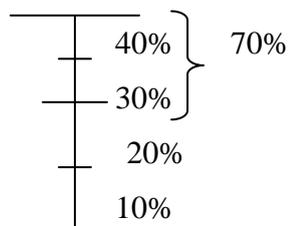
Capacidad de campo.- Es el contenido de agua capilar después que un suelo ha sido sometido a un riego fuerte o a la exposición de una lluvia intensa, y se ha logrado drenar el exceso de agua. De modo que el suelo queda en "su capacidad de campo", es decir con agua retenida con fuerzas en el rango de 1/3 a 15 atmósferas en que la raíces tienen la oportunidad de absorberla.

Coefficiente de marchitez.- Es el contenido de humedad del suelo que no es disponible para la planta por tratarse de agua adherida a las partículas del suelo con fuerzas mayores a 15 atmósferas. (agua higroscópica)

AGUA DISPONIBLE.- Es el porcentaje de agua retenida por el suelo entre la capacidad de campo y el coeficiente de marchitez en que si lo toman las plantas. Del 50 al 75% del agua disponible se denomina HUMEDAD FACILMENTE DISPONIBLE.

En este caso el agua es retenida en el suelo resistiendo los efectos de la gravedad y la planta debe ejercer cierta fuerza para vencer la tensión que lo mantiene dentro del perfil edáfico.

La investigación nos reporta que la planta extrae hasta 70% de la humedad que necesita de la mitad superior de la zona de las raíces. La absorción tiene una distribución de: 40, 30, 20, 10 % de cada cuarta parte de las zonas de las raíces. En papa el 85% se toma hasta 50% de profundidad de las raíces.



FACTORES EN LA DISTRIBUCION Y RETENCION DE AGUA:

1. **Materia orgánica.**- A altos contenidos de materia Orgánica, el suelo presenta mayor cantidad y tiempo de retención de agua.
2. **Textura.**- Suelos arcillosos retienen mas el agua que los arenosos.
3. **Estructura.**- Suelos mullidos o mejor agregados almacenan mas humedad.
4. **Harband.**- Entendiéndose como harband a la capa de "lecho duro" a base de un horizonte de acumulación que ha sido endurecido hasta tener la apariencia de roca y que no se ablanda.

El lecho duro formado por las repetidas araduras a una misma profundidad de un suelo arcilloso; en otros casos como en zonas lluviosas, las partículas de un suelo arcilloso son arrastradas hacia el subsuelo, convirtiéndolo en capa impermeable al agua. También en tierras de regadíos, el lavado de los materiales finos (arcilla), se detiene bruscamente a una distancia de la superficie, y por arrastre de estas partículas de arcilla con cal forman el harband calcaréo y duro, conocido como "greda".

La existencia de harband en los suelos cultivados establece condiciones que alteran la distribución normal del agua. El agua de riego al encontrar un harband, detiene su movimiento vertical y se puede acumular llenando completamente los poros del suelo, produciéndose una condición indeseable para la vida y expansión radicular.

Un terreno con harband está siempre en peligro de encharcarse, sobre todo, si existe la tendencia de aplicar grandes volúmenes de agua.

5.-Efectos del cascajo.- En el caso de suelos establecidos sobre una capa de cascajo suelto, la distribución del agua es irregular, por cuanto el agua al

atravesar el suelo, llega al lecho de cascajo y comienza a perderse por gravedad, sin que pueda ser absorbida por las raíces. En tal situación se recomienda que los riegos sean ligeros y frecuentes. Estos suelos cascajosos son comunes en costa y laderas de las zonas andinas.

6.-Efectos de las labranzas.- El laboreo del suelo de manera frecuente y profunda es lo que permite mejores condiciones para el éxito de la óptima distribución del riego.

Cuanto más profundamente se mulla el suelo, tanto mayor será la cantidad de agua que puede ser almacenada incrementando su capacidad de campo.

El agua por su peso tiende a compactar el suelo y en base a ello se recomienda cultivar para darles soltura en el intervalo de los riegos y con ello conceder una mejor distribución y evitar en parte las pérdidas por evaporación y percolación.

VÍAS DE PÉRDIDA DE AGUA DEL SUELO Y SU CONTROL

En el manejo hídrico se pueden presentar las siguientes vías por las que se pierde el agua:

1. Esgurrimiento superficial.
2. Percolación o drenaje.
3. Evaporación.
4. Transpiración.

1. El escurrimiento o escorrentía.- Implica movimiento del agua y su pérdida por la superficie del suelo mas aún cuando presenta pendiente o cuando se aplican riegos pesados o ante fuertes lluvias.

El método de riego influye en la mayor o menor agua escurrida. Por ejemplo: en el riego por surcos hay mayor

posibilidad de pérdida de agua que en el caso de riego por sumersión o por pozas. En ambos casos, no toda el agua escurrida de un campo se puede dar por perdida, sino que puede ser recogida por una acequia de desagüe o "desaguadero", para ser reutilizado en un campo inmediato.

Entre las técnicas que impiden o disminuyen las pérdidas por escurrimiento se consideran:

- Regar mediante surcos o pozas sin desagüe.
- Reducir la velocidad del agua, con riegos en una misma pendiente.
- Mullir el suelo para aumentar la penetración del agua.
- Limitar las aplicaciones en grandes volúmenes.
- Las pérdidas del agua por escurrimiento son significativas por su valor, sobre todo en regiones donde es escasa y costosa y además los excesos pueden ocasionar erosión del recurso suelo.

2. Pérdida de agua por percolación, drenaje o filtración. - Se produce cuando el suelo recibe una fuerte cantidad de agua (lluvia o riego) muy superior a su poder retentivo, lo que trae por consecuencia una pérdida por filtración de agua libre a capas inferiores por acción de la gravedad.

La percolación es una grave pérdida por el valor de agua misma y por el lavado de elementos nutritivos que ocasiona y es mayor en terrenos arenosos que en arcillosos.

Las pérdidas son mayores en suelos bajo lluvia y en ciertas épocas en los que la intensidad no puede ser regulada; mientras que con las técnicas de riegos el agua se abastece provee en cantidades prudenciales en forma proporcional a su poder retentivo y a las necesidades de la planta.

Las tecnologías de control de la percolación se basan en desarrollar alta capacidad retentiva del suelo mediante mullimiento, incremento de la materia orgánica, incorporación de geles, etc.

Sin embargo, en suelos con buenas condiciones de absorción para el agua, siempre es necesario, que el drenaje se realice rápidamente con la finalidad de alejar de la zona del sistema radicular el exceso de agua, que resulta dañina a la vida vegetal (4).

3. Pérdida de agua por evaporación.-

El agua se evapora, cuando entra en contacto con el aire, siempre que éste no se encuentre saturado de vapor de agua. Bajo las condiciones normales de la superficie terrestre, el aire se encuentra más o menos debajo de su punto de saturación. En las regiones áridas, de agricultura bajo riego, el aire es muy seco y por ello la evaporación se activa.

La evaporación del agua del suelo se produce en la superficie, a excepción de los casos donde existen grandes grietas o rajaduras en el suelo, en la que se produce evaporación directa.

La pérdida de agua por evaporación es porque el suelo tiene temperatura más alta que el agua, debido a su más alta capacidad absorbente de calor.

Los factores que influyen en la evaporación son:

La naturaleza del suelo.- Cuanto más fina es su textura, mayor es la evaporación, por ser más rápido el movimiento ascendente de agua por capilaridad (2).

El color.- Los suelos de color oscuro, absorben el calor solar más rápidamente y tienen la evaporación más activa que los suelos de color claro. Además los suelos ricos en sales solubles evaporan lentamente la humedad.

Las condiciones meteorológicas.- Las altas temperaturas y luminosidad incrementan la evaporación. En los campos de cultivo, la evaporación es mayor cuando las plantas inician su crecimiento, que cuando han logrado cobertura y el terreno esta sombreado. También en cultivos de siembras densas baja el porcentaje de agua evaporada. La evaporación se controla al interponer materiales o condiciones entre la superficie húmeda del suelo y el ambiente, por ejemplo al usar coberturas de plástico biodegradable, paja, papel, tierra suelta o arena, hojas secas, etc. (3)

En frutales de hojas caedizas; éstas se constituyen en una cobertura natural que además de reducir la evaporación van a mejorar el contenido de materia orgánica como base para una AGRICULTURA BIODINAMICA: En condiciones de agricultura extensiva se recurre a la "cubierta natural" es decir al mismo suelo y para ello se mulle la capa superficial del suelo. Esta acción se basa en que el movimiento capilar del agua del suelo, es mas activo cuando los canales capilares son mas finos, situación que se presenta cuanto mas compactos sean los suelos y ésta actividad se neutraliza al romper la continuidad de los capilares con el mullimiento superficial del suelo, y así se evitará que se sequen por evaporación las capas inferiores inmediatas.

4. Pérdida de agua por transpiración.-Por este proceso el vegetal elimina agua por medio de los estomas y la epidermis. Si se determina el total de agua evaporada y la transpirada por la planta, durante su ciclo vegetativo, se tendría una cantidad cientos de veces mayor que la cantidad de sustancia producida por la planta.

La cantidad de agua perdida por transpiración varia para cada especie vegetal y se ve influenciada por el calor

reinante y esta ligada a la menor o mayor cobertura del cultivo, es decir, al volumen del follaje (2)

EL RIEGO Y LA LLUVIA:

El agua que es aprovechada por las plantas para su desarrollo, puede tener dos orígenes: **la lluvia y el riego**.

La lluvia, es una forma " natural de riego " y es el producto de la condensación de la humedad atmosférica, que puede caer sobre las superficies cultivadas.

En el Perú el riego procede de los ríos, lagunas o del subsuelo que deben su origen a la lluvia o nieve y que discurre por las cuencas de las partes altas de la zona andina.

Teniendo un origen semejante, la lluvia y el riego difieren sin embargo en algunos aspectos:

1. La lluvia tiene la ventaja de que su aplicación no tiene valor monetario, ni tampoco hay que incurrir en gastos necesarios para el establecimiento del sistema de riego.

2. Las precipitaciones también limpian y humedecen el follaje.

3. Las lluvias aportan algo de nitrógeno procedente de la atmósfera bajo la forma amoniacal y nítrica.

Entre tanto el riego, tiene la ventaja sobre la lluvia de que se puede aplicar en momento y volumen técnicamente adecuado.

Las ventajas o inconvenientes enumerados, se acrecientan o disminuyen, según características típicas de cada región.

De acuerdo a la lluvia y el riego, se puede describir en condiciones peruanas tres regiones (2)

(i) **La región húmeda**, es donde llueve con suficiente intensidad para satisfacer los requerimientos de la plantas y se conoce como "agricultura bajo lluvia".

(ii) La región árida o seca, es aquella en que la precipitación pluvial es muy pequeña y se requiere de riegos para producir constituyendo la "agricultura bajo riego" o "de regadío".

(iii) La región semi-árida o "semi húmeda", en este caso es factible el uso del riego para cubrir las deficiencias de lluvia, constituyendo la "agricultura mixta".

La Costa peruana es una región seca o árida, pues, los pocos milímetros de lluvia que caen durante todo el año no son significativas y para cultivar se recurre a las irrigaciones.

En la Sierra, tenemos regiones húmedas donde toda la producción agrícola depende de la lluvia y también presenta regiones semi-húmedas, donde los cultivos se conducen con la lluvia y el riego.

La Selva peruana es mayoritariamente húmeda y los cultivos no reciben más agua que la procedente de las lluvias sin embargo, también hay áreas bajo riego.

Las condiciones bajo lluvia o riego permiten 2 tipos de agricultura:

La agricultura extensiva, caracteriza a las zonas bajo lluvia con bajos rendimientos, con un empleo limitado de maquinaria y muy poco o nada de fertilizante. Es una agricultura rudimentaria y propia de nuestra zona andina con productividad y rentabilidad bajas.

La agricultura intensiva, es propia de la mayoría de los valles costeros, que requieren de la aplicación del riego. La tierra es de un alto valor y para ser rentable utiliza alta tecnología. En esta modalidad se aplican insumos y usan maquinaria y fuente de comercialización nacional e internacional.

SISTEMAS DE RIEGOS:

El objeto de todo sistema de riego, es distribuir el agua en forma uniforme, de tal manera que la humedad llegue hasta la profundidad radicular efectiva del vegetal. Todo método de riego debe permitir el control adecuado del agua, en la cantidad y momento oportuno. El riego en exceso origina desperdicio de agua y lavado de nutrientes a profundidades del suelo donde no pueden ser aprovechados por las plantas. También puede ocasionar condiciones anaeróbicas desfavorables para el sistema radicular (4)

La selección del método más adecuado depende de los siguientes factores esenciales:

- a.- La topografía.
- b.- El suelo.
- c.- La planta cultivada.
- d.- La cantidad de agua disponible.
- e.- Condiciones climáticas.
- f.- Consideraciones económicas
- g.- Nivel tecnológico de la entidad productora.

BIBLIOGRAFIA:

1. BECERRA, J. 1975. Horticultura. Universidad Agraria La Molina. 181 p.
2. CORDOVA, G. 1970. Agrotecnia. Copias mimeografiadas. Universidad Agraria del Norte. Lambayeque. 190 p.
3. DIEHL, R. y M. BOX. 1985. Fitotecnia General. 832 p.
4. GUERRERO, A. 1997. Cultivos herbáceos extensivos. Ediciones Mundi - Prensa. 751 p.

CAPITULO IX

MÉTODOS DE RIEGO

I) METODO DE RIEGO SUBTERRANEO:

Consiste en aplicar el agua de riego de capas inferiores de abajo hacia arriba para su ascenso por capilaridad y sin llegar a humedecer la superficie del terreno. Este ascenso es por diferencia de tensiones dentro del suelo (2)

El riego subterráneo tiene la ventaja de que evita la pérdida de agua por evaporación, pero lo costoso de su instalación y mantenimiento, hace que no esté al alcance de la mayoría de los agricultores. Solo se usa en invernaderos, huertos, jardines, campos deportivos o pequeñas superficies (2)

En este sistema el agua se distribuye mediante tubos perforados en sus paredes. Estos tubos interconectados son enterrados a una profundidad de 0.80 a 1.20 m. y el agua escapa por las perforaciones y se reparte en el suelo por capilaridad.

II) METODOS DE RIEGO SUPERFICIAL: Estos métodos pueden ser:

- Por inundación
- Por infiltración o surcos

1° RIEGO SUPERFICIAL POR INUNDACION:

Consiste en aplicar el agua en forma de manto que cubre la superficie del terreno consiguiendo así, un humedecimiento uniforme. Se emplea en los riegos de pastizales, cereales, y en todos los cultivos sembrados al voleo o en melgas, tablas o pozas. Se usa también en los riegos de remojo o machaco antes de las siembras.

Este sistema requiere de las siguientes condiciones:

◆ Que el terreno tenga poca gradiente, de lo contrario se producirán corrientes de agua en dirección de la máxima pendiente, con la consiguiente erosión y mala distribución del agua.

◆ Que el terreno sea plano, es decir sin accidentes topográficos.

El riego por inundación tiene a su vez dos variantes:

A. Riego por "Derrame" o "Rebosamiento".

B. Riego por "Sumersión".

A. Riego por derrame o rebosamiento.- En este método el agua se aplica en una capa delgada sobre la superficie del terreno, haciéndola correr durante el tiempo necesario para ocasionar plena saturación del suelo hasta la profundidad deseada (2)

En este método el agua se hace rebosar o derramar lateralmente por medio de acequias "regaderas" y se requiere que el terreno tenga una pendiente adecuada para el movimiento del agua libremente (Fig. 16)

El agua llega a la parte alta del campo por una acequia que comunica por medio de una boca "a", con una regadera "A" de distribución y trazada a nivel, corre por ésta regadera que está tapada por sus dos extremos y rebalsa, inundando la melga "A", para pasar después a la regadera "B" e inundar la melga "B", y así sucesivamente hasta que el sobrante de agua, se elimina por el desagüe, ubicado en la parte inferior del campo. (Fig. 16)

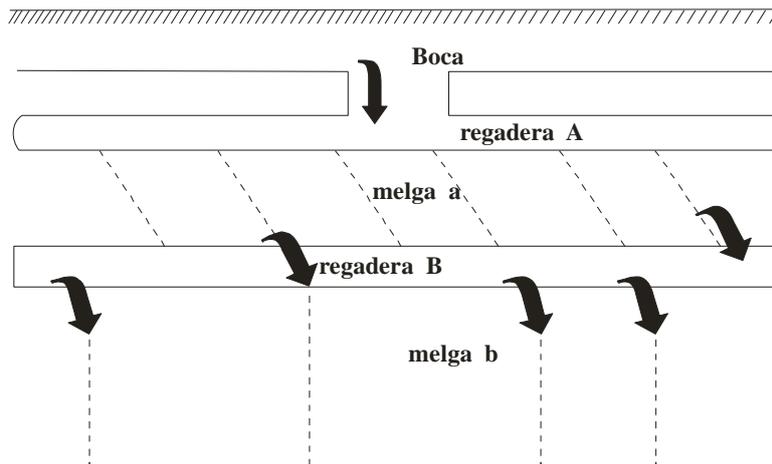


Fig. 16.- Sistema por derrame o rebosamiento. Fuente CORDOVA (1970)

Para que ésta forma de riego tenga buen resultado, es necesario que la melga sea plana y con una sola gradiente y las regaderas deben tener el borde por donde reciben el agua mas alto y de allí se derrama a la melga siguiente (2).

Cuando los factores mencionados, gradiente llanura del terreno y la permeabilidad del terreno aumentan, obligan a reducir la unidad del riego, dividiendo en cuarteles y aún melgas más pequeñas (2)

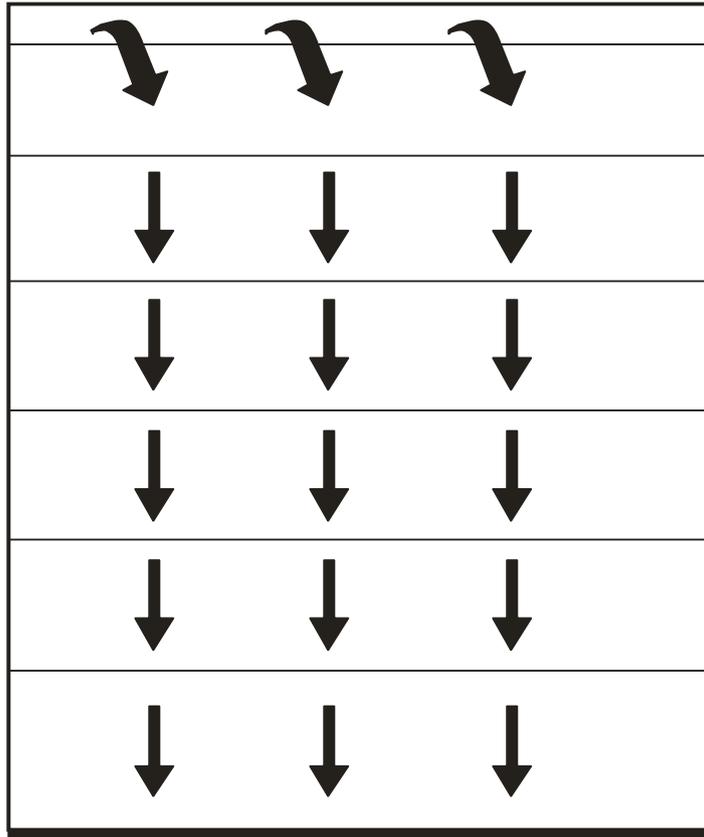


Fig. 17.- Riego por derrame en cuarteles dependientes. Fuente: CORDOVA (1970)

El método de cuarteles dependientes, es el clásico por derrame, y que en muchos casos no nos permite un humedecimiento uniforme del terreno, dependiendo de la longitud del terreno, de modo que a mayor longitud del campo se presenta una mayor demora del agua en llegar a la última melga y una mayor diferencia en el humedecimiento entre las primeras y las últimas melgas (Fig. 17).

Si la gradiente es un tanto más excesiva o por el contrario es muy pequeña 2‰, es tanto menos difícil obtener un humedecimiento uniforme del terreno (2)

En estos casos es conveniente usar el sistema de "casillas" o "cuarteles" en grupos, que tengan 2, 3 o 4 melgas cada uno, según la gradiente y permeabilidad del terreno. (Fig. 18)

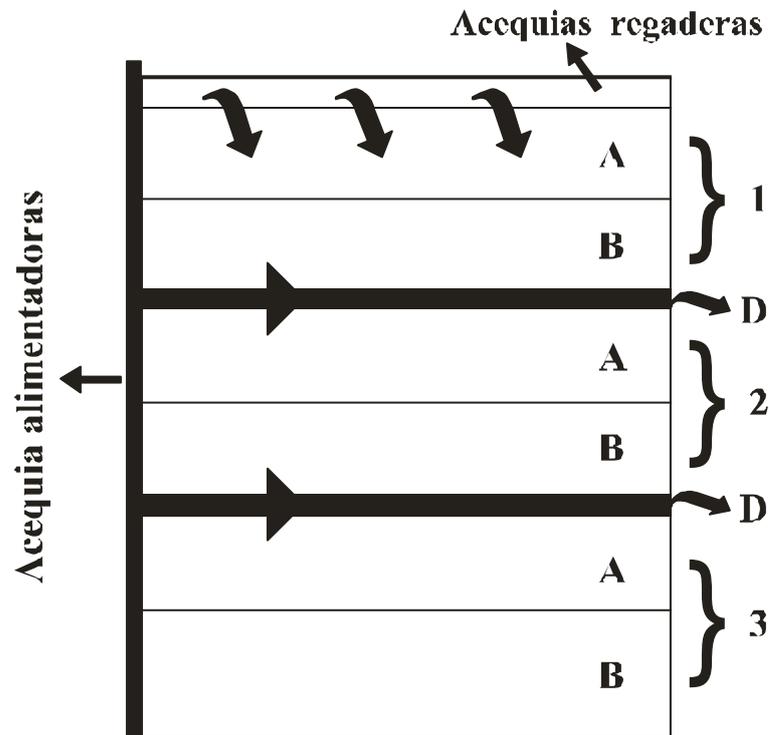


Fig. 18.- Derrame por cuarteles en grupos. Fuente: CORDOVA (1970)

Si la pendiente es aún menor del 2%, o mucho mayor que el 4%, o su superficie no es plana y presenta ondulaciones, no es posible emplear con buen resultado ninguno de los métodos señalados. En este caso se usará el método de derrame por cuarteles independientes (Fig. 19) en que cada parcela o melga recibe el agua directamente por una acequia conectada con la acequia regadora o alimentadora y su desagüe será recogido por un recibidor o desagüe, es decir, en este caso, cada melga es un elemento independiente de riego (2)

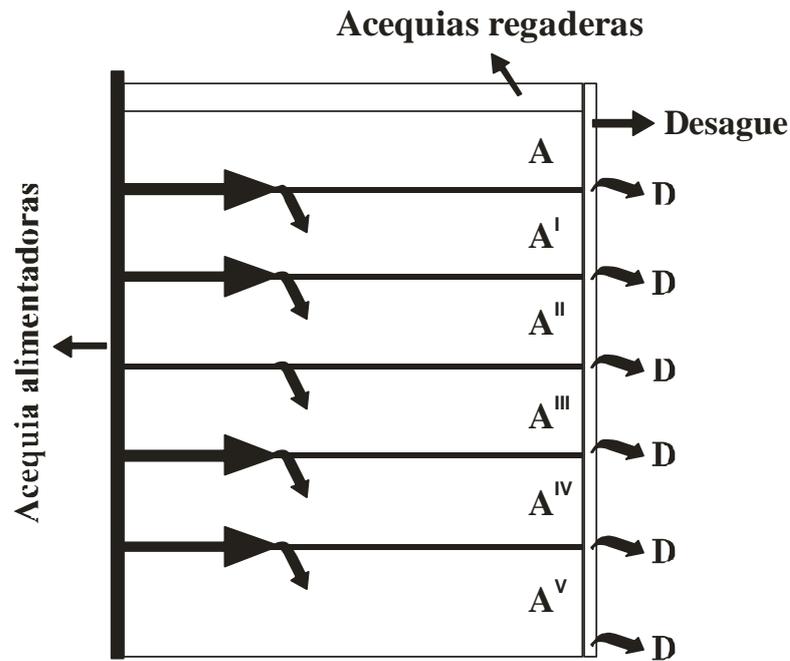


Fig. N° 19 Riego de derrame por cuarteles independientes.
Fuente: CORDOVA (1970)

Todos los recibidores están conectados con un colector o "desaguadero" que elimina el agua excedente y lo lleva a otro campo. (2)

En muchos casos, donde escasea el agua, se puede comunicar el recibidor de una melga o cuartel con la regadera de la siguiente, por medio de "bocas" o "pasos". Este riego toma el nombre de riego "amarrado" o en "arrebiato". El número de cuarteles que se pueden amarrar depende del volumen de agua aplicado en la "cabecera" del terreno, del grado de permeabilidad del suelo y de su gradiente (2).

El riego amarrado produce una distribución irregular de la humedad, pues el cuartel o melga mas alta recibe mas agua que las siguientes. Además, en esta forma de riego, se emplea mayor tiempo para regar un terreno que en la forma de cuarteles independientes.

En los sistemas de rebosamiento tratados el agua sale por un lado de la regadera, pero hay casos que una regadera

puede regar por ambos lados como en la modalidad de cuarteles pares. (Fig. 20)

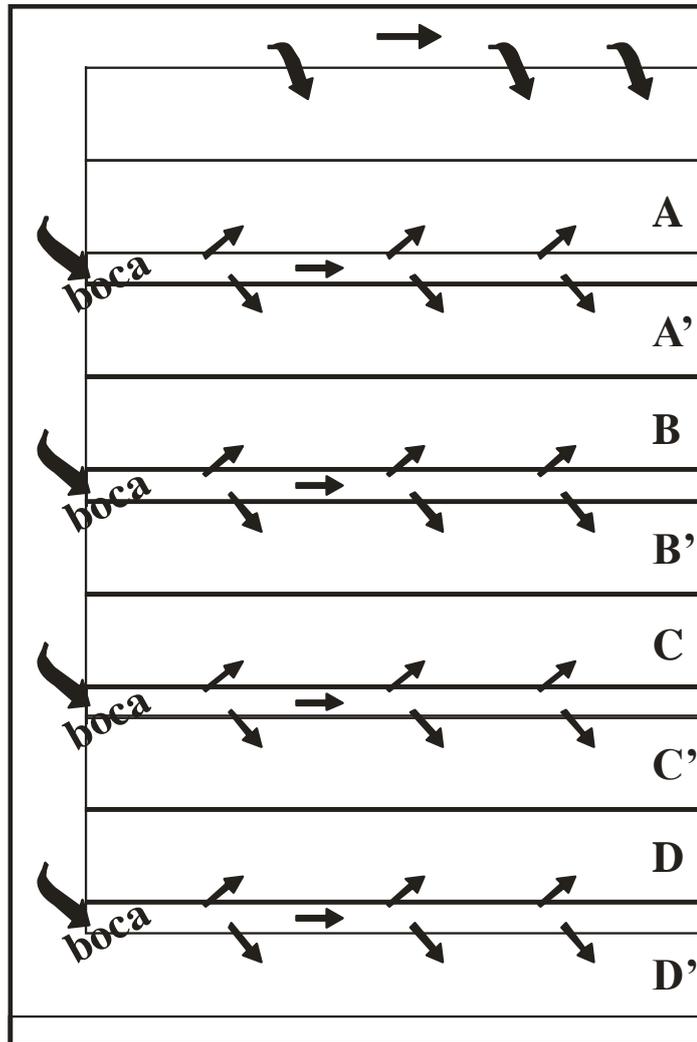


Fig. 20.- Sistema de derrame por cuarteles pares. Fuente: CORDOVA (1970)

En este caso el ancho de las melgas o sea las distancias entre dos regaderas, varía según el tipo del suelo, pendiente y forma de aplicación. Este método es aplicable cuando el terreno tiene un alto en el centro y se aprovecha de ello para construir una regadera a lo largo de esa parte alta y que sirve para regar ambos lados (2)

Otra alternativa lo constituye el derrame por regaderas oblicuas; en este caso las regaderas tienen una pendiente más o menos fuerte, es decir, son oblicuas a las curvas de nivel, y parten en forma de espiga de la acequia

alimentadora principal, según la máxima pendiente del campo. (Fig. 21)

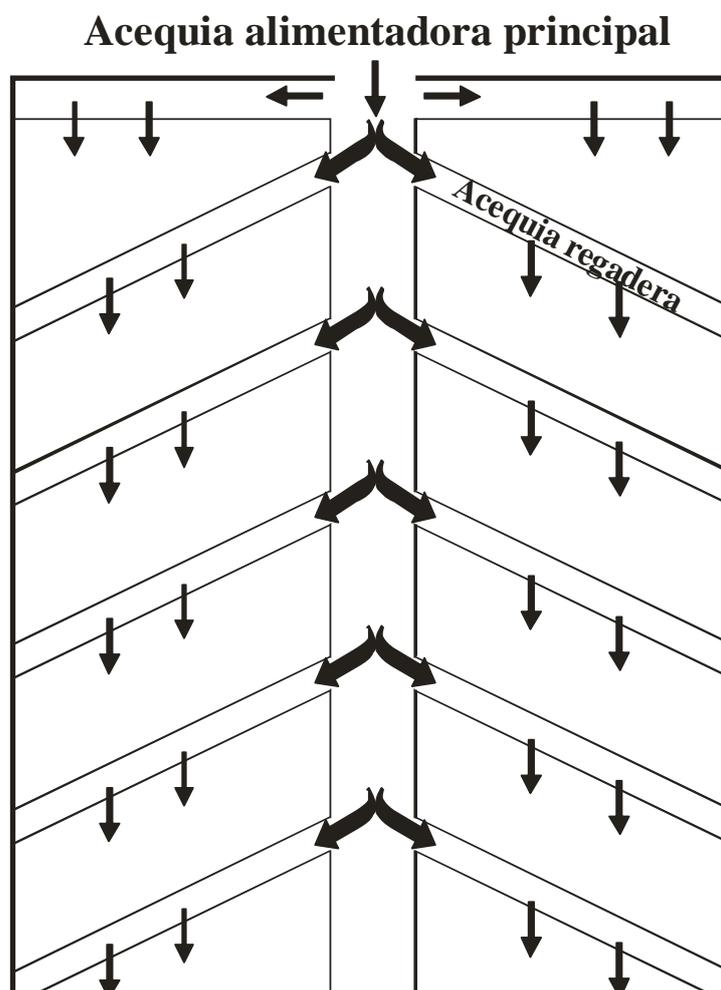


Fig. 21.- Riego por rebosamiento oblicuo o en espiga. Fuente: CORDOVA (1970)

B. Riego por sumersión o pozas.- Este método consiste en aplicar sobre la superficie del terreno una capa de 10 a 45 cm de agua, manteniéndola sin desaguar para que el suelo la absorba. Tiene por finalidad proveer al suelo de grandes cantidades de agua y saturar una capa profunda; la que dependerá del volumen de agua suministrada.

Este riego en pozas sirve también para crear un medio acuático propicio para el desarrollo de plantas como el arroz, que requiere de la permanencia de la lámina de agua durante una buena parte del desarrollo vegetativo y para

ello se admite un ingreso de agua que va a reemplazar a la que ha consumido la planta o se ha perdido por filtración por evaporación.

Otro buen empleo de este método es para lavar los suelos salinos o alcalinos, que por drenaje y desagüe elimina gran parte de las sales solubles con el agua hacia un dren (2).

Se usa también para la práctica del "colmataje", que consiste en acumular el agua que arrastra material fino (limo-arcilla) la que por sedimentación aumenta la capa arable del terreno.

La instalación de un sistema de riego por sumersión, requiere la división del terreno en una serie de "pozas" o "cajones", mediante la construcción de "bordes" o "bordos" longitudinales (bordos largueros) y transversales (bordos "cruceros").

La nivelación del campo es factor limitante en este sistema y es aplicable en casos de campos con mínima pendiente (0.5 a 2%).

De acuerdo a que se rieguen las pozas una por una o varias a la vez, unidas en serie, el riego por sumersión puede ser: "simple", "continuo" o "mixto" (2).

▪ **Riego por sumersión simple.**- Consiste en regar o inundar poza por poza, en forma independiente y cada poza recibe el agua directamente de la acequia regadera. (fig. 22).

El terreno debe estar nivelado y con muy poca pendiente en sentido transversal a las pozas, es decir que los bordos cruceros deben seguir una mínima pendiente y los largueros seguirán la máxima pendiente.

Según la figura 22, el agua de la regadera es detenida en su curso por la "tapa" "t", penetra a través de la "boca" "a" que es un corte en el borde y se distribuye el agua a ambos lado de la entrada, hasta alcanzar el nivel

deseado, que esta limitada por la altura de los bordos. Llenada la poza 1, se quita la tapa "t", se clausura la boca "a" y se construye otra tapa "t" abriendo la boca "a" para proceder a llenar la poza 2, y así sucesivamente.

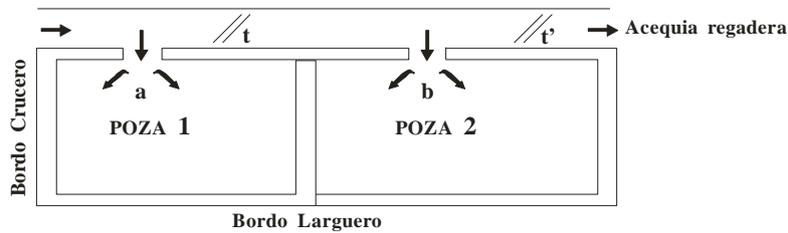


Fig. 22.- Riego por sumersión simple.

▪ **Riego por sumersión continua.** Constituye un riego amarrado ó "en arrebiato". El agua va pasando de una poza a otra, del alto hacia abajo, siendo retenida a un nivel conveniente en cada poza, mediante unas pequeñas tapas colocadas en las bocas de comunicación; de modo que el agua después de alcanzar la altura adecuada de una poza, pasa a la siguiente. (Fig. 23)

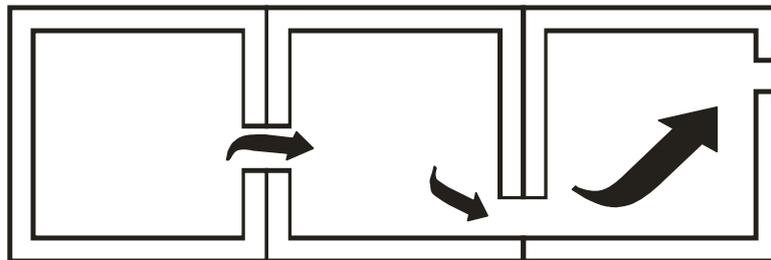


Fig. 23.- Riego por sumersión continua. Fuente: CORDOVA (1970)

La posición de las bocas comunicadoras es de gran importancia en este sistema. Estando todas en una misma línea, el agua tiende a correr siguiendo esa dirección y por erosión produce una zanja en el terreno. Además cuando el agua entra con mucho volumen a la primera poza, al chocar perpendicularmente con los cruceros pueden quebrarlos o ensanchar las bocas. (Fig. 24)

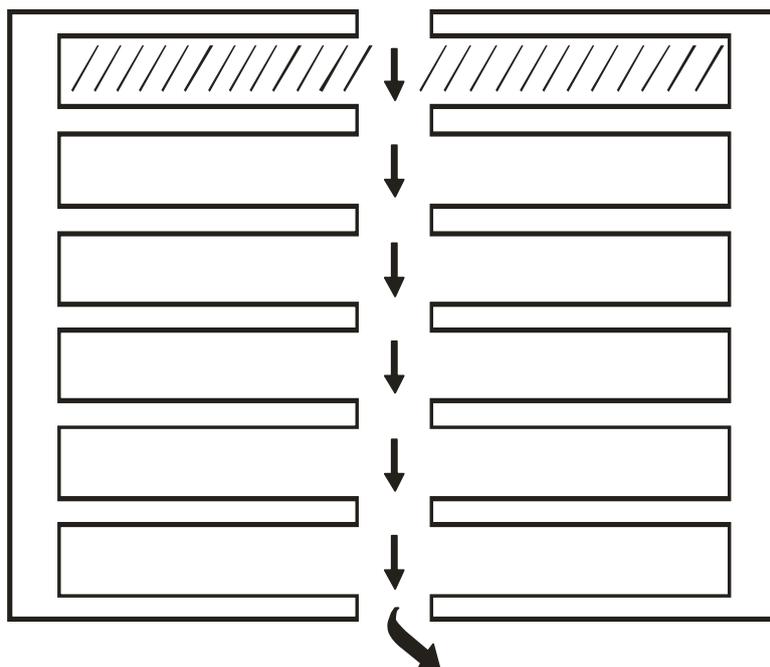


Fig. 24.- Sumersión con erosión central. Fuente: CORDOVA (1970)

Estos inconvenientes, se eliminan en gran parte, alternando la ubicación de las bocas a uno y a otro lado de las pozas (Fig. 25).

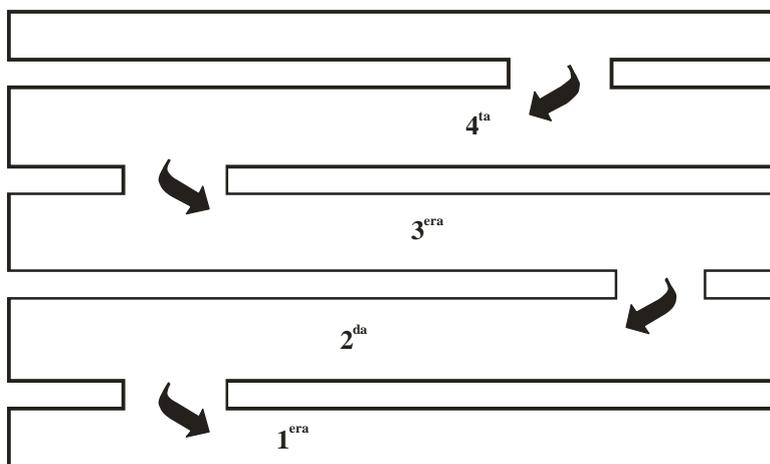


Fig. 25.- Sumersión continua con ingreso alternado.

El riego por sumersión continua es el que se usa en los cultivos de arroz en los valles de nuestra Costa y Selva y se practica en dos formas:

- Por llenado de las pozas.
- Manteniendo constante la altura de agua.

Por llenado de las pozas.- El agua pasa de la acequia regadera hacia la primera poza y continúa por las demás que constituyen el arrebiato o amarrado, pero sin llenarlas, hasta llegar a la última poza, que tiene la boca del desagüe clausurada, con lo cual se consigue que ésta última se llene y alcance la capacidad deseada, luego se tapa la boca de entrada y se llena la inmediata superior y así sucesivamente hasta llegar a la primera.

La llenada se realiza, empezando por la última poza, o sea la más baja y se termina con la más alta.

Manteniendo constante la altura de agua.- Se procede a arreglar todas las bocas de comunicación, poniéndoles el "seguro", que consiste en colocar en la boca un rebozadero hecho de paja, tierra, piedras y estacas a una altura igual a la lamina deseada.

Se admite el agua en la primera poza, la que se llenará hasta alcanzar la altura prevista y limitada por la altura del seguro y automáticamente rebozará el agua y entrará a la segunda poza, la que también se llenará y rebozará el resto de agua, por intermedio de su seguro, sobre la tercera poza y así sucesivamente, hasta llenar la última poza. Antes de que se llene esta última poza, se disminuirá o reducirá el caudal del agua que se está admitiendo en la primera de la serie.

Una vez llenadas las pozas, para mantener la altura constante del agua se puede proceder de dos formas: **sin desagüe en la última poza** y admitiendo en la primera un pequeño caudal de agua, que basta para compensar las pérdidas por evaporación o infiltración de todas las pozas de la tabla: recibiendo en este caso el nombre de riego con "agua empozada" o bien: **abriendo la última poza** con una pequeña boca de salida, con su seguro o rebozadero para los excesos de agua pero admitiendo un cierto caudal, mayor que

en el caso anterior, en la primera poza, con el fin de que el agua circule en toda la tabla, remueva el agua y el exceso sea desaguada por la última poza, en este caso se le llama riego con "agua renovada" o "en circulación".

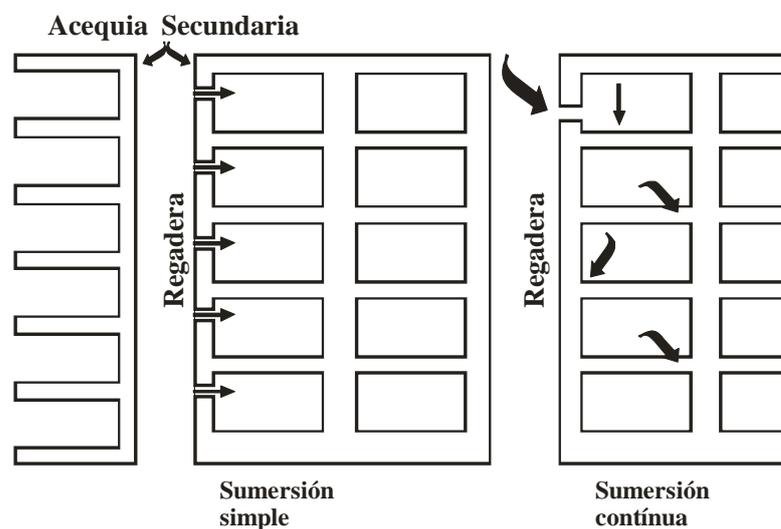


Fig. 26.- Riego por sumersión mixta. Fuente: CORDOVA (1970)

▪ **Riego por sumersión mixta.**- Según la Figura 26 este sistema muestra una disposición especial, por lo que es posible regar en forma simple y en forma continua, es decir, se puede regar poza por poza individualmente, toda la tabla en forma amarrada o solamente algunas pozas. De la acequia secundaria montada en la cabecera derivan varias regaderas trazadas en sentido de la máxima pendiente (2).

La ventaja de instalar este sistema de riego radica en que se puede regar una o varias pozas, que requieren agua con más urgencia por la naturaleza de su suelo, sin regar pozas que no la necesitan.

Requisitos para el riego por inundación.- Es indispensable condiciones de nivelación, es decir:

- Que el terreno sea plano.
- Que el agua no se empoce

Caso contrario, las consecuencias serian desarrollo desuniforme de la vegetación, las plantas sembradas en los hoyos o en las partes altas, quedarían relativamente pequeñas; en el primer caso por exceso de humedad y en el segundo por deficiencias de agua.

Los métodos por inundación, tienen como inconveniente del alto volumen de agua que se requiere en cada riego y la gran pérdida de ella por acción de la evaporación directa; así mismo por el peso del agua se produce una compactación de la capa arable.

Para la instalación de este sistema de riego, se requiere del "entable", que consiste en poner el terreno en condiciones de ser regado. Esta operación comprende:

- ◆ levantamiento de acequias "regadoras" o "principales".
- ◆ levantamiento de acequias "regaderas" o "secundarias" y bordos.
- ◆ construcción de "recibidores" o "desaguaderos".

Levantamiento de acequias regadoras.-

a) Requiere tener el terreno plano y levantado con curvas a nivel. Se determina la dirección que seguirá la acequia y luego se efectúa el "replanteo" en el campo y se procede a alinear con estacas que indiquen la dirección del eje de la acequia.

b) A continuación se hace el "rayado" de la dirección de la acequia con arado.

c) Se profundiza el rayado con arado surcador.

d) A palana se da la profundidad y ancho deseado.

Todo esto se abrevia en la actualidad con el uso de cajones "acequiadores" montados en tractores que de un solo pase trazan la acequia y solo requiere un ligero acomodo con palana. (2)

Construcción de las "regaderas" y "bordos".-

Las regaderas y bordos en el riego por sumersión, deben construirse sobre el nivel del terreno, es decir, que el fondo de la regadera debe estar al nivel del terreno y para ello se traza limitándola con dos bordos paralelos y a una altura conveniente, acorde al volumen de agua a emplear (2).

La dimensión de los bordos se hará de acuerdo al objetivo, de modo que habrán bordos que permanecerán intactos todo el tiempo que dure el cultivo y aun muchas veces se conserva varios años como "bordos permanentes"; otros bordos se destruyen y se rehacen nuevamente, varias veces; son los llamados "temporales" o "provisionales", son angostos y menos altos (2)

El espacio entre bordo y bordo, o sea el ancho de la melga estará vinculada con la gradiente del campo; así, en campos bien nivelados podrá ser más ancho. También esta influenciado por la textura, de modo que en suelos compactos la melga puede trazarse mas ancha. La dimensiones de los lados pueden variar según las exigencias de las malezas y acequias (Fig. 27).

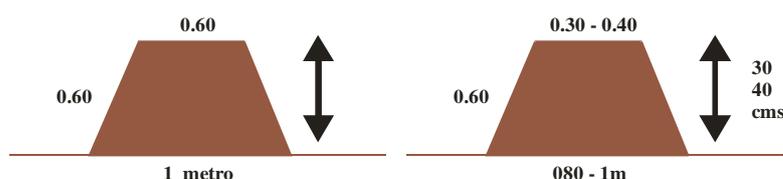


Fig. 27.- Características de los bordos de acequias. Fuente: CORDOVA (1970)

Es de mucha importancia el costo de la instalación, si deducimos que a mayor número de bordos aumentará el número de tareas.

Construcción de recibidores o desaguaderos.-

Se ejecuta con las mismas operaciones de alineamiento, rayado y perfeccionamiento a palana, pero se deben

construir con su fondo más profundo que la superficie del terreno.

2° RIEGO SUPERFICIAL POR INFILTRACIÓN O SURCOS. -

El agua se aplica sobre el terreno por surcos paralelos, de modo que los camellones se humedecen por infiltración. Las fajas angostas (surcos) reciben el agua directamente alternan con otras (los camellones) que se humedecen por capilaridad (Fig. 28).

Este sistema esta dispuesto para que el agua llegue por una regadora y penetra por una boca "a" "contra - acequia" o regadera y de allí ingresa a los surcos, de modo que la contra-acequia se encuentra tapada por sus dos extremos, cada 5 a 10 surcos. El conjunto de surcos que se riegan simultáneamente se llama "toma" (2)

El exceso de agua luego que ha corrido por los surcos se recibe en un "contra-desagüe", que va a comunicarse con el desagüero.

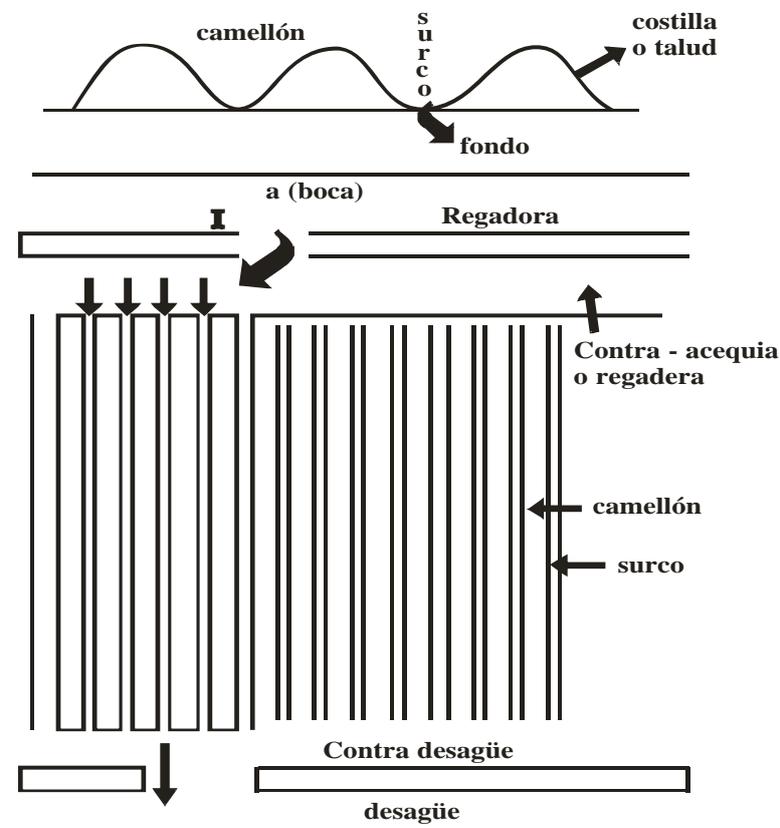


Fig. 28.- Componentes del riego por infiltración o surcos. Fuente: CORDOVA (1970)

El método de infiltración por surcos tiene las siguientes características favorables sobre el de inundación:

1. Menor requerimiento de agua.
2. Mejor penetración del agua en el suelo.
3. Facilidad para mecanizar labores posteriores.
4. Adaptación a la topografía.
5. La infestación de malezas solo en el fondo del surco y en la zona húmeda del talud (Fig. 28 parte alta)

Las técnicas del riego por surcos son:

- ◆ Riego por surcos sin desagüe.
- ◆ Riego con desagüe.
- ◆ Riego en "arrebiato".

Riego por surcos sin desagüe. - En este sistema los surcos son "ciegos" porque el agua se aplica sin salida por que las tapas colocadas al final de cada surco, de tal forma que el agua se empoza dentro del surco.

Esta modalidad de riego se usa en los llamados "enseño", es decir, el primer riego, o los que siguen al aporque o abonamiento. En esta modalidad los surcos son trazados a mínimas pendientes para que el agua circule lentamente. Es prácticamente un riego de sumersión, en que cada surco es una pequeña poza. Esta forma es muy usada en el riego de la caña de azúcar, hortalizas y maíz. (Fig. 29)

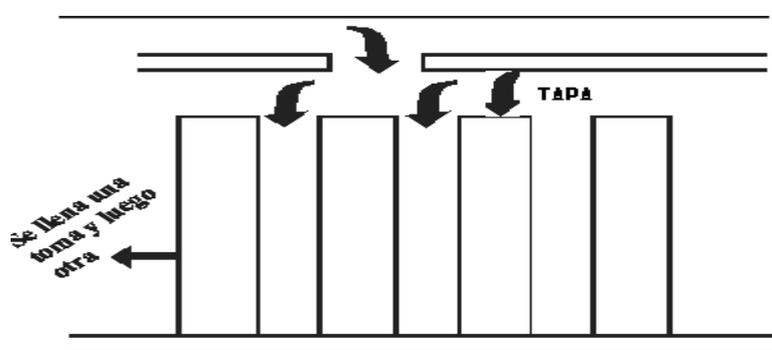


Fig. 29.- Riego por infiltración sin desagüe. Fuente: CORDOVA (1970)

El procedimiento a seguir puede ser de **dos** formas o alternativas:

1. Cuando el agua entra por la boca desde la regadera y corre por los surcos que forman toda la primera toma, se represan y se llenan. Luego se tapa la boca y se procede a regar la segunda toma.

2. Se trazan los surcos sin gradiente y se hace entrar el agua por el primer surco, corre lentamente por el, hasta llegar a su extremo, donde pasa al segundo surco por una boca que se abre en el camellón y regresa por este surco. Así se pueden regar de dos en dos, tres en tres o demás series, dependiendo de la gradiente. A esta forma se llama riego de "ida y vuelta" (Fig. 30)

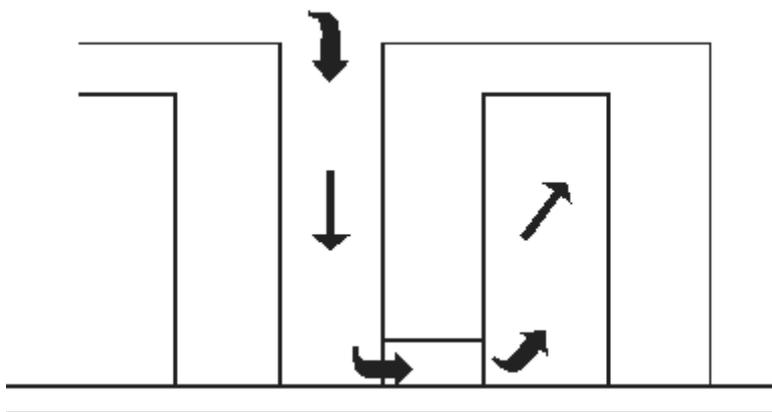


Fig. 30.- Riego por infiltración de ida y vuelta. Fuente: CORDOVA (1970)

Riegos en surcos con desagüe.- Consiste en hacer correr el agua por el surco, libremente, en forma continua de modo que entra por la cabecera y sale por el pie del surco al desagüe.

Riego en surcos en arrebiato ó dependiente.- En esta técnica de riego, se aprovecha el desagüe de un cuartel para regar el inmediato inferior y para ello se comunica el desagüe de un cuartel con la regadera del siguiente, o se

construye una acequia regadora intermedia con la finalidad de incrementar al desagüe con agua traída fuera del campo, al desagüe del cuartel, con el fin de acelerar y hacer mas efectivo el riego, por cuanto el desagüe muchas veces no es lo suficiente para efectuar un riego normal. (Fig. 31)

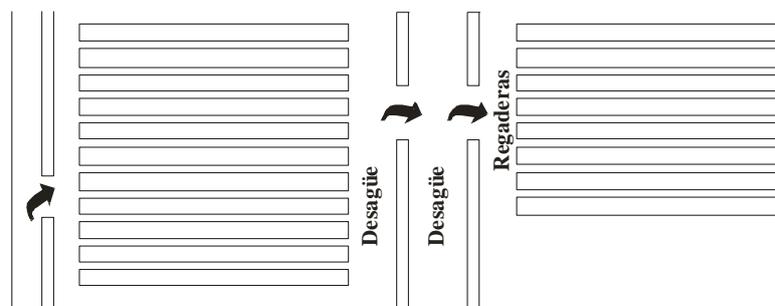


Fig. 31.- Riego en surcos en arrebiato. Fuente: CORDOVA (1970)

Como una variante, en la forma de riego por infiltración, es el llamado riego en "CACHAY", en terrenos con suma gradiente y consiste en hacer pasar el agua alternamente de un surco a otro mediante el uso de unos cortes hechos en el camellón. De esta forma la velocidad del agua es reducida y por lo tanto el humedecimiento del terreno es mayor. Este sistema es aparente para cultivos sembrados a golpes y no en líneas; y después de haber efectuado un respectivo aporque (2).

Características de los surcos de infiltración.- Es necesario considerar ciertas consideraciones básicas que intervienen en la eficacia de un riego por surcos.

- ◆ Distancia del surco.
- ◆ Longitud del surco.
- ◆ Ancho del surco.
- ◆ Profundidad del surco.

Distancia entre surco y surco. - Este dato se mide de centro a centro de los surcos y depende de la clase de la planta y para una misma planta varía según la calidad del suelo en textura y fertilidad.

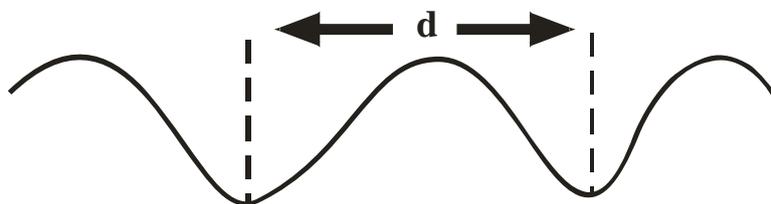


Fig. 32.- Distancia entre surcos. Fuente: CORDOVA (1970)

El desarrollo vegetativo de la planta determinar el distanciamiento adecuado. Es muy conveniente considerar que la distancia entre surcos debe ser la mínima distancia que la planta necesita y que el terreno le permita (2)

El uso adecuado del distanciamiento favorece las condiciones de densidad de plantas y mejor humedecimiento del terreno.

Longitud del surco. - Se entiende por longitud del surco la distancia expresada en metros, entre la contra-acequia o regadera y el desagüe y depende, esencialmente, de la pendiente y permeabilidad del terreno (2).

En surcos muy largos, de poca pendiente, el humedecimiento del suelo es mucho más profundo a la entrada del surco que a su salida, lo que trae como consecuencia que la vegetación no sea uniforme a lo largo del surco. Al mismo tiempo, si el terreno es muy permeable (arenoso) y con poca gradiente, los surcos muy largos dan lugar a una excesiva penetración del agua al inicio del surco o "cabecera", que puede resultar en pérdida de agua por percolación (2).

En terrenos de poca gradiente son preferibles los surcos cortos.

El surco será largo si el terreno permite una gradiente mayor del 5 0/00 y será corto si la gradiente es muy pequeña.

La longitud del surco varía entre los 30 y 200 metros. Si el terreno y el tipo de cultivo permiten trazar surcos con gradiente de 5 a 10 0/00, es preferible trazar surcos de 100 a 150 metros.

Económicamente, trabajar con surcos largos significa menos mano de obra en la construcción de acequias y desagües; así como en la distribución de agua.

En cultivos de maíz y tomate son recomendables surcos de 50 a 80 metros.

Gradiente del surco.- Esta característica se puede manejar de acuerdo a:

- 1.-Naturaleza de la planta.
- 2.-Tipo de suelo.
- 3.-Disponibilidad de agua.

Si la planta es más exigente en humedad, se trazarán los surcos a menor gradiente que si la planta es menos exigente. Ejemplo en caña de azúcar, se acostumbra trazarlos de 2-4 0/00 y en algodón de 5 a 8 0/00.

En suelos muy permeables como los arenosos, la gradiente será mayor que en un arcilloso. En los primeros debemos disminuir la penetración y en el segundo debemos aumentarla, disminuyendo la velocidad del agua. En no permeables (arcillosos debe darse menor pendiente para aumentar la penetración).

En los lugares escasos de agua, es conveniente trazar los surcos con menor pendiente, con el objeto de que el agua vaya lentamente por el surco, penetre a mayor profundidad y se almacene.

En lugares de costa norte con pocos recursos de agua, se acostumbra trabajar con surcos de 2 a 4 0/00 y aún con niveles próximos al cero, en cambio en el valle del Rímac

(Lima) se usan gradientes mayores de 8 a 15 0/00, por tener mayor disponibilidad de agua (2)

Ancho del surco.- Esta característica está ligada con la pendiente. A igualdad de profundidad, longitud y gradiente, cuanto más ancho se trace el surco más se humedece el terreno y resulta apropiado para copas mas anchas de las plantas (2)

Profundidad de surco.- Este parámetro varía de acuerdo al tipo de suelo, cultivo, profundidad de labranza, gradiente del terreno, etc.

Con plantas que se aporcan (caña de azúcar, maíz, espárrago) se requieren surcos mas profundos (30cms) que los que no se aporcan (sorgo), o que se aporcan a muy poca altura.

Cuanto menor es la profundidad de labranza menor será la profundidad del surco.

Con surcadura profunda en terreno labrado superficialmente las raicillas de las plantitas emergidas tendrán mucha dificultad o no se extenderán en el suelo duro no labrado; además que el agua penetra muy difícilmente y las pérdidas por escurrimiento serán mayores.

Cuando los surcos son cortos y con poca gradiente es conveniente que sean más profundos que si son largos y con mayor pendiente.

El surco profundo muchas veces sirve para proteger a las plántulas de vientos fríos.

RIEGO A PRESION O PRESURIZADO: Este método distribuye el agua desde una fuente que ejerce presión. Puede ser:

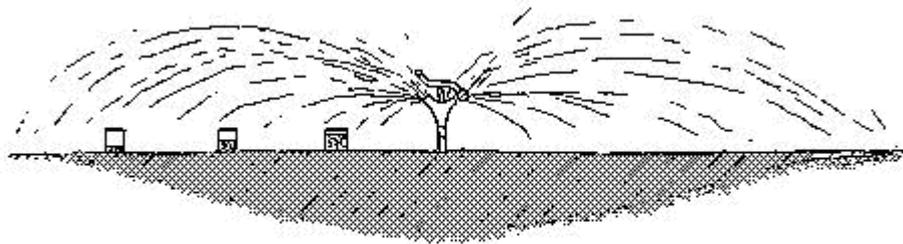
1. Por exudación.

2. Goteo o Microirrigación. Este sistema usa estructuras llamadas goteros que dejan caer el agua gota por gota en la superficie o dentro del suelo.



Vista interior de gotero

3. Aspersión.- El agua es distribuida en forma de lluvia con pequeñas gotas por debajo o encima de la copa de las plantas.



Riego por aspersión

Estos métodos de aspersión pueden ser:

- ◆ Sistema de movimiento periódico.
- ◆ Sistema de movimiento continuo o propulsado.
- ◆ Sistema de movimientos fijos.

ESTRUCTURA DEL RIEGO PRESURIZADO.- El riego a presión está conformado por:

1° Unidad de fuerza (motor, bomba con pozo o tanque de agua).

2° Unidad de filtración (filtros de arena o de anillos)

3° Unidad de conducción con tubos de aluminio, polietileno o polivinílico. Este sistema abarca tuberías principales, secundarias y terminales.

4° Desarenador y pozas de sedimentación y desarenador.

5° Unidad de aplicación (aspersores o goteros) en mangueras.

6° Unidad de medición. Presenta medidor con válvula volumétrica.

7° Unidad de quimigación para inyección de fertilizantes y herbicidas.

8° Sistema de control computarizado.

9° Reguladores automáticos con medidores de flujos; y sensores de unidad.

III) LLUVIA ARTIFICIAL: Esta alternativa se produce al provocar el fenómeno de la lluvia artificialmente. En este método participan meteorólogos para corregir o mejorar el régimen de precipitaciones en una región con nubes llegando incluso a producir lluvias a voluntad del agricultor en forma artificial y una técnica es lanzando CO₂ sólido con un avión en medio de nubes.

En Israel estimulan a que las gotas microscópicas de agua de las nubes se combinen para formar gotas más grandes que caigan como lluvia. Eso se logra con la "siembra" de cristales de yoduro de plata. Cada cristal se comporta como el NUCLEO de una gota de agua y un gramo de yoduro de plata puede generar hasta 10,000 millones de gotas de lluvia. El yoduro se siembra o dispersa con generadoras, ubicados en tierra o instalados en las alas de una avioneta.

IV) RIEGO TECNIFICADO POR MANGAS:

Estos sistemas de riego tecnificado al usar mangas permiten un ahorro de agua en relación al riego tradicional.

Considerando que la pérdida de agua es mayor en suelos de texturas sueltas que en suelos retentivos o arcillosos. El riego por mangas, si bien no es un riego a presión totalmente, es un sistema fácil de aplicar, pues no requiere del trazado de acequias, elimina las pérdidas de conducción y distribución, evita el represamiento y dosifica la cantidad de agua que se requiere por surco de riego.

Este sistema de riego por mangas usa polietileno sin costuras, fabricadas con resinas plásticas de primera calidad con aditivos especiales para uso agrícola que le aseguran una duración de 3 años.

Midiendo el ahorro de agua que se puede obtener, se ha encontrado que en suelos arenosos, utilizando las mangas como conducción y distribución, se obtiene un ahorro del 51%, reflejado en una disminución del tiempo de funcionamiento del pozo respectivo.

Otros factores pueden mejorar la eficiencia de este tipo de riego tecnificado como el mayor volumen de agua, la mayor rapidez de entrada de agua en el surco de riego, la menor longitud de los surcos de riego, etc.

Adicionalmente, los plásticos como cobertura, pueden utilizarse para revestir canales, pozos o acueductos o para forrar campos con los que se requieren eliminar las malezas o que las frutas crezcan sobre el plástico para lograr una mejor calidad.

El factor económico es otro argumento a tomarse en cuenta, pues este método de riego puede resultar 8 veces más barato que un riego por goteo y por lo tanto aliviar la inversión inicial que tiene que hacer el agricultor.



EFFECTOS DEL AGUA EN EL SUELO

En suelo arado el humedecimiento y desecación del suelo ocasionan fenómenos físicos, dilatando y contrayéndolo de acuerdo con cada riego. A medida que el suelo disminuye su volumen y se hace más y más compacto, hasta alcanzar un estado de consolidación natural, en que después de cada riego no hay prácticamente variación de volumen, convirtiéndose en un "suelo apelmazado".

Para prevenir este apelmazamiento del suelo se recomienda moderar las cantidades de agua y compensarlo con mayor frecuencia de riegos y mullimientos después de uno o varios riegos mediante el paso de cultivadoras que rompan la costra superficial y que permitan la aireación.

Efectos sobre la temperatura del suelo.- El calor específico del agua es mayor que el del suelo y por ello el suelo se enfría en invierno y se calienta en verano más rápido que el agua; lo que permite que en verano el agua prevenga el excesivo calentamiento del suelo y en invierno atenúe el frío. Estas acciones favorecen a las plantas.

El agua sirve además, de medio de equilibrio de la temperatura en las diferentes zonas del suelo. Las zonas más profundas son menos afectadas por las variaciones de

temperatura que las capas superficiales; por consiguiente, el agua que asciende a la superficie jugará un papel regulador de la temperatura; la elevará en invierno y la bajará en verano.

Efectos químicos producidos por el agua.- El agua ejerce un poder disolvente y una acción hidrolizadora. La mayoría de los materiales del suelo, son solubles en el agua y ejercen los siguientes efectos:

- Sobre la renovación de los gases del suelo.
- En la movilización de elementos de químicos.
- En la pérdida de estos elementos.

Efectos de las sustancias contenidas en el agua.- La calidad de los elementos químicos surten diferentes efectos y varían con el origen del agua, sean estos: ríos, lagos, fuentes o puquios, pozos y sistemas de drenaje. En tiempo modernos se esta valorando la calidad del agua por las sales y por los contaminantes tóxicos o peligrosos que transporta.

El agua procedente de ríos.- Esta agua trae consigo sustancias en solución y en suspensión. Las sustancias en solución, como carbonatos y nitratos de amonio, anhídrido carbónico, etc, provienen de las lluvias y vienen en concentraciones bajas sin mayores efectos en las plantas.

Mientras que los sólidos en suspensión (aguas de avenida) se traducen en grandes cantidades de sedimento que al incorporarse al suelo mejoran su textura y composición química y al mismo tiempo incrementan las capas y el nivel del suelo en que se van depositando.

Los componentes en suspensión, como limo, arcilla, materia orgánica descompuesta, producen efectos benéficos en terrenos pobres y en algunos casos la continua sedimentación puede compactar un suelo (2)

También, menos notorio, es el efecto mecánico que ocasiona la adhesión de las partículas finas en las raicillas de las plantas, siendo necesario por ello la regulación al aplicar aguas turbias a cultivos en estado de plántulas tiernas.

Agua procedente de lagos.- La naturaleza del agua de los lagos es variada. Pueden ser puras, si provienen de lagos formados por deshielos de las cordilleras (lago de Junín) pero en otros casos al lago o laguna es alimentado por ríos que tienen largo recorrido con fuertes contenidos en sales y si estos lagos o lagunas no tienen salida al mar, su salinidad puede ser mayor, por la mayor concentración de sus aguas por una constante evaporación (Lago de Huacachina) (2).

Aguas procedentes de fuentes o puquios.- Tienen su origen en fuentes subterráneas y por lo tanto su grado de salinidad es muy variado, va desde la pureza hasta una concentración semejante al agua de mar. La mayoría de estos manantiales son de pequeño caudal y usado como fuentes fijas. En casos especiales estos manantiales tienen caudales abundantes y de buena calidad para regadío.

Agua procedente de pozos.- La extracción de agua subterránea es intensivo en el país, como única fuente o en otros casos como complementaria a riegos con agua de río. Esto sucede con las empresas de caña de azúcar y frutales en algunos valles de la costa peruana.

El volumen de agua extraída de cada pozo es variable, y se considera económico un rendimiento de más de 60 litros por segundo.

La calidad del agua subterránea varía con la composición del suelo donde se encuentre y de los terrenos que ha atravesado con o sin sales de arrastre.

Aguas procedentes de drenaje.- Cuando el agua de drenaje proviene de terrenos simplemente húmedos, sin alto

contenido de sales alcalinas, se puede usar en cultivos. En caso de que el agua presente alto contenido de anhídrido carbónico, se le puede eliminar haciendo correr libremente en trechos largos. Las aguas salinas de drenajes no son de mayor utilidad en superficies agrícolas (2).

CANTIDAD DE AGUA EN EL CULTIVO:

Dada la trascendencia del agua en el desarrollo vegetal, y la importancia del riego como medio de proporcionar humedad para la obtención de una cosecha, el buen uso del agua depende de la cantidad de agua que demos a las plantas, de la oportunidad con que se aplique y de evitar el stress fisiológico.

La cantidad de agua en los sistemas de riego superficial contempla un volumen total reconocida como V y que se logra de la suma de volúmenes como V' , V'' , V''' tratando de mantener el suelo en capacidad de campo.

Estos volúmenes parciales, no siempre son iguales y en la generalidad de los casos varían de acuerdo al suelo en capacidad de campo y al estado vegetativo del cultivo con los tiempos de intervalo con que se van a aplicar.

Como factores que influyen en la cantidad o volumen total de agua tenemos:

- a.- Suelo
- b.- Clima
- c.- Planta
- d.- Labores culturales.

(a) **Suelo**.- Todas las características del suelo: textura, estructura, color, composición química, gradiente, permeabilidad, etc, tienen influencia en la cantidad de agua (4).

La textura, la materia orgánica y la profundidad son caracteres que tienden a aumentar la capacidad de retención de la humedad.

Las tecnologías y técnicas que mejoran los suelos disminuyen o impiden las pérdidas por escurrimiento, evaporación, percolación, etc, y con ello se tiende a economizar el agua de riego.

(b) Clima.- Todas las condiciones de clima y suelo que aumentan la transpiración y evaporación elevan el consumo y dan lugar a requerimientos con mayores volúmenes de agua, en cambio, las condiciones ambientales que disminuyen el consumo de agua por ejemplo las coberturas de suelo o planta, producen también economía de agua.

(c) Planta.- Las especies y sus cultivares tienen diferentes requerimientos de agua, lo cual se expresa por sus índices de transpiración. Las variedades precoces poseen un consumo de agua menor que las tardías. Así mismo las variedades originadas en climas fríos, requieren un menor volumen de agua que las originadas en regiones calurosas.

(d) Labores culturales.- Los suelos que han sido adecuadamente preparados, mejoran su capacidad retentiva, con un buen mullimiento. También la eliminación de malezas evita la competencia hídrica (3).

CANTIDAD DE AGUA REQUERIDA POR CADA RIEGO:

La cantidad de agua que se debe aplicar en cada riego o sea el "modulo de riego" depende de factores como:

- 1.-Naturaleza del suelo.
- 2.-Época del año.
- 3.-Edad y estado de la planta.
- 4.-Objetivo del riego.

(1) Naturaleza del suelo.- A suelos profundos y poco compactos, conviene riegos abundantes (volúmenes mayores); mientras que en suelos superficiales y con subsuelo impermeable, es apropiado usar riegos ligeros

(bajos volúmenes) que no alcancen al subsuelo para no crear condiciones asfixiantes para las raíces.

Suelos que descansan en subsuelos cascajosos o muy permeables, deben recibir riegos ligeros, para evitar pérdidas por percolación. Además el volumen de agua aplicada en un riego, está en relación con la profundidad de penetración de las raíces.

(2) Época del año.- En verano por la alta temperatura los riegos serán más abundantes que en invierno por los mayores consumos ocasionados por la transpiración y evaporación mas intensas.

(3) Edad y estado de la planta.- La cantidad de agua debe ir paralela a las necesidades de la planta en sus requerimientos hídricos.

Esas necesidades parten de la germinación y se van incrementando con el desarrollo vegetativo hasta la floración, a partir de la cual empiezan a disminuir. Las plantas jóvenes deben recibir riegos medianos, de acuerdo a su capacidad de aprovechamiento.

(4) Objeto del riego.- Según el objetivo y función del riego superficial podemos clasificarlos en:

a.- Riego de remojo o machaco.- Se realiza para poner al terreno en condiciones de ser arado con facilidad. Son riegos previos a la siembra y son de grandes volúmenes de agua, (más de 1000 metros cúbicos por hectárea).

b.- Riego de enseño.- Se llama así al primer riego que se da a la planta, después de la germinación, cuando se ha sembrado sobre humedad de remojo. Este riego debe aplicarse con cuidado, pues la tierra está bien mullida, lo que puede producir erosiones y acciones adversas a las plantas. Se recomienda que este riego de enseño sea de bajo volumen y de corta duración.

En la práctica se llama también riego de "enseño" a todo aquel que sigue a una labor de labranza o pase de

cultivadora en un cultivo, pues el terreno también esta sumamente suelto.

c.- Riego de germinación.- Es el que se da después de la siembra en seco y para lograr la germinación de las semillas debe ser ligero y de poca duración.

d.- Riego de aporque y abonamiento.- Son los que se suministran después de estas labores, son de poco volumen, con cierta duración para que humedezcan bien la tierra y de preferencia se hacen con el sistema de riegos sin desagüe o con surcos o pozas ciegas, es decir sin salida.

e.- Riegos de mantenimiento.- Son aquellos que se aplican hasta el final (época de floración) del cultivo y son de volumen variado y métodos diversos.

CÁLCULO DE AGUA REQUERIDA POR RIEGO:

Para ello debemos tener en cuenta las características de relación agua - suelo - planta:

Coeficiente o punto de marchitez (C. de M.)

Capacidad de campo (C. de C.)

Densidad del suelo (D)

Profundidad de remojo (P).

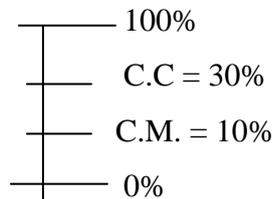
Por ejemplo suponiendo un suelo con los siguientes datos:

- ◆ Coeficiente de marchitez: CM de 10%
- ◆ Capacidad de campo: CC de 30%
- ◆ Densidad 1.5
- ◆ H = profundidad de raíces.
- ◆ Profundidad de remojo 0.50m = profun
- ◆ X = humedad en el momento de riego.

La diferencia de CC menos CM nos dará "agua aprovechable" por la planta. Luego si tenemos el suelo en su CM, se requiere suministrarle suficiente agua como para

alcanzar su estado de CC o sea $30 - 10 = 20\%$ (referido a peso de suelo seco).

Pero si el campo ya posee una humedad igual al 15%; entonces el agua restituida será $30 - 15 = 15\%$.



Al calcular el agua requerida por riego, si la capacidad de campo y el coeficiente de marchitez se expresan en porcentaje de peso de suelo seco, tenemos que referirnos en peso del suelo por hectárea.

Si los requerimientos de humedecimiento son para una profundidad de 0.50m que está en relación con la profundidad de raíces, tenemos que:

$$Q = \text{Peso} = \text{Volumen} \times \text{Densidad} \quad (P = V \times D)$$

$$V = \text{Área por profundidad} \quad (10,000\text{m}^2 \times 0.50\text{m})$$

$$P = 10,000 \times 0.50 \times 1.5 \text{ m}^3$$

$Q = 7,500\text{m}^3$ o toneladas (peso del suelo seco o cantidad de agua que puede almacenar el suelo).

El peso obtenido corresponde a un suelo seco, o sea en su estado de CM, luego si se quiere adicionar agua para alcanzar el estado de capacidad de campo, o sea el 30% se añadirá $30 - 10 = 20\%$, es decir el que se refiere al 20% de 7,500 o sea:

$7,500 \times 0.20 = 1,500 \text{ tn. o m}^3$ que viene a ser el volumen de agua requerida por riego.

Consideremos un 20% como coeficiente de seguridad y tendremos:

1,500 + 300 = 1,800m³ que debe ser la cantidad de agua de riego por adicionar en las condiciones al inicio citadas.

Por este procedimiento de cálculos matemáticos, determinamos pues el volumen de agua que se debe dar en cada riego. Pero es sumamente importante conocer, la forma como se regula en la práctica el suministro de agua en el campo.

Los datos promedios según textura de suelo se reportan a continuación.

Densidad:

Arenoso = 1.7 - 1.6	franco-limoso 1.3 - 1.2
Fr. Arenoso 1.6 - 1.5	franco. Arcilloso 1.3 - 1.2
Franco = 1.5 - 1.3	arcillos 1.2 - 1.1

Marchitez permanente en porcentaje:

Arenoso ----- 3 ----- 4.5	franco arcilloso 9.5 - 11
Franco arenoso ----- 6 ----- 7.5	arcilloso 15 - 19
Franco ----- 7.5 ----- 9.5	

Capacidad campo en Porcentaje:

Arenoso ----- 8 ----- 10
Franco arenoso ----- 14 ----- 17
Franco ----- 17 ----- 20
Franco arcilloso ----- 19 ----- 24
Arcilloso ----- 27 ----- 35

REQUERIMIENTOS DE AGUA SEGÚN METODOS:

Riego por sumersión sin desagüe.- El volumen de agua por ha es regulada por la altura de la capa de agua en las pozas. Por ejemplo si deseamos aplicar un riego de 1,000 m³

por ha, admitiremos en cada poza, una altura (h) de 0.10 m y como no hay salida dejaremos que se infiltre en el suelo.

Entonces para calcular el volumen (v) de agua en la superficie (s) de una hectárea tendremos:

$V = S \times H$ (Superficie por altura)

$$H = \frac{1,000}{10,000} = 0.10 \text{ m.}$$

Ratificando tenemos que $10,000 \text{ m}^2 \times 0.10 \text{ m}$ con una lamina de 0.10 m nos permite un riego de 1000 m^3 de agua.

Riego por sumersión con desagüe.- En este caso la cantidad aplicada será la diferencia entre la cantidad de entrada y la cantidad sobrante o eliminada en el desagüe.

Esto nos obliga a medir o "aforar" la cantidad de agua que entra (Q) al campo y la cantidad que sale (Q') por el desagüe y tomar los tiempos respectivos (t y t') expresados en segundos, durante los cuales se producen esos gastos. El consumo de agua será:

$C = (Q \times T) - (Q' \times T') =$ litros por segundo ello y al dividir entre 1,000, tendremos m^3 de agua.

Riego en surcos con desagüe.- El procedimiento será idéntico al caso anterior, y necesario el instalar aparatos medidores de agua, como aforadores o vertederos para medición del gasto de agua en una corriente y en un tiempo, cuya velocidad se mide con un FLOTADOR O CORRENTOMETRO en una longitud del canal en l/seg. o m^3/seg .

Cuando se trata del surco sin desagüe, es decir que toda el agua que entra en el campo se queda en él, se medirá el gasto (Q) y el tiempo (t), que multiplicándolos nos dará el número de litros que ingresan al campo y dividiendo esta cantidad entre 1000, tendremos el número de metros cúbicos de agua.

Estos métodos de cálculos de agua son utilizados en campo, pero el agricultor con la suficiente práctica, solamente mide el volumen de agua necesaria para humedecer a una profundidad dada solo por una vez, y luego la relaciona con la duración de la tendida del riego, es decir, el tiempo que permanece el agua en el campo y así, según la naturaleza del suelo las tendidas pueden ser de 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 horas.

PLANIFICACION DEL RIEGO:

Es los riegos superficiales y más aún en los métodos presurizados la planificación se podrá ejecutar en forma oportuna y eficiente con dotación regular de agua calculada en forma oportuna. El planeamiento de riegos, puede ser factible llevarlos en lo que se refiere a fechas, campos, volúmenes y duración del riego con registros que nos permitan controlar mejor nuestra agua de dotación. Para ello se confeccionan cuadros en horizontal y vertical.

CAMPO	ÁREA has	RIEGO m³	DOTACIÓN l/seg
A 5 SET	23	1300	80
B 8 OCT	21	900	120
C 6 ENE	8	500	150

Ejercicios de Cálculos:

Determinar la cantidad de agua en metros cúbicos para regar un campo de 40 has, con una dotación de 100 litros/seg. Si se va a dar un riego de 1,000 metros cúbicos/ha. Hallar el tiempo que durara el riego de las 40 hectáreas en número de horas.

Si 1 ha necesita 1,000 metros cúbicos.

40 has requerirán 40,000 metros cúbicos.

La dotación indicada de 100 litros por segundo de que disponemos nos servirá para saber el tiempo (T) que durara el riego. Por lo tanto:

Si 100 litros es por segundo y si en una hora hay 60 x 60 segundos entonces tendremos $100 \times 60 \times 60 = 360,000$ litros en 1 hora que equivalen a 360 metros cúbicos de agua por hora.

Por lo tanto para obtener 40,000 metros cúbicos en las 40 has.

De acuerdo a esta deducción

$$\begin{array}{r}
 360 \text{ m}^3 \text{ _____ } 1 \text{ hora} \\
 40,000 \text{ m}^3 \text{ _____ } X \\
 X = \frac{40,000}{360} = 111 \text{ horas}
 \end{array}$$

Entonces el riego de la 40 hectáreas durara 111 horas, es decir 4 días y 15 horas.

Relación de la superficie que se puede trabajar con la dotación de agua disponible.-

Si un cultivo de algodón requiere 7,000 metros cúbicos/ha de agua durante su periodo vegetativo, (6 meses). En un campo cultivado de 100 has el requerimiento de agua será $100 \times 7,000 \text{ m}^3$ en 6 meses. La dotación será en m^3 como volumen de agua en tiempo (6 meses) según el siguiente cálculo:

$$\text{DOTACION} = \frac{700,000}{60 \times 60 \times 24 \times 30 \times 6} = \frac{700,000}{15'252,000 \text{ seg.}} = 0.046 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

46 litros / seg. para 100 has.

Estos $0.046 \text{ m}^3/\text{seg.}$, equivalen a 46 litros/ seg. para 100 hectáreas y para 1 hectárea será 0.46 l/seg. Si se considera un 33% de pérdidas normales (escorrentía,

filtración, evaporación y transpiración), entonces hay un agregado de 0.6 l/seg.

$$0.46 \text{ litros} \times 1.33 = 0.61 \text{ litros seg.}$$

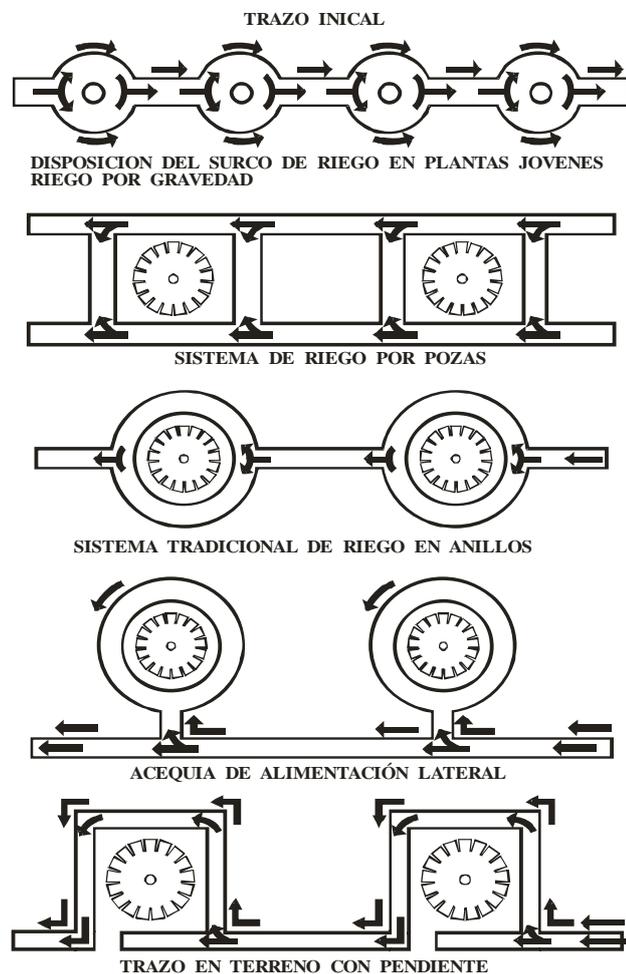


Fig. 33.- Variantes de sistemas riego. Fuente: Manual de Cultivo de frutales. Franciosi R. 1995.

AGUA DE RIEGO Y LA PRODUCCIÓN:

De acuerdo a la precipitación de lluvias la Costa Peruana es considerada entre las zonas áridas y semiáridas donde la lluvia anual total es menor de 50 cms. y por ello la única forma de desarrollar una agricultura intensiva es mediante el riego con la aplicación artificial del agua al suelo para proveer de humedad necesaria para un desarrollo normal de las plantas.

La humedad del suelo es el factor más importante en la obtención de cosechas, por cuanto sin agua aprovechable

las plantas no crecerán ni se desarrollarán aunque los demás factores de la producción agrícola sean adecuados.

El suelo como almacén del agua.- El criterio fundamental del riego está basada en considerar al suelo como un reservorio donde se almacena el agua y del cual van extrayéndolo las raíces de las plantas para satisfacer sus necesidades fisiológicas. Conforme las plantas utilizan la humedad del suelo, la disponibilidad de agua va disminuyendo hasta que llega un momento que ya no es suficiente para satisfacer las necesidades fisiológicas y éstas se marchitan y mueren, salvo que sea restituida por una lluvia o mediante el riego oportuno.

El suelo entre las partículas minerales quedan espacios libres denominados poros, donde se intercambia y almacena el agua y el aire. Esta capacidad para almacenar agua depende principalmente de su profundidad y de su porosidad, la que está influenciada por la textura y estructura del suelo. Además, los suelos profundos tienen mayor capacidad para almacenar agua que los superficiales.

Suelos de textura media a fina retienen más agua que los suelos de textura gruesa. (Fig. 34)

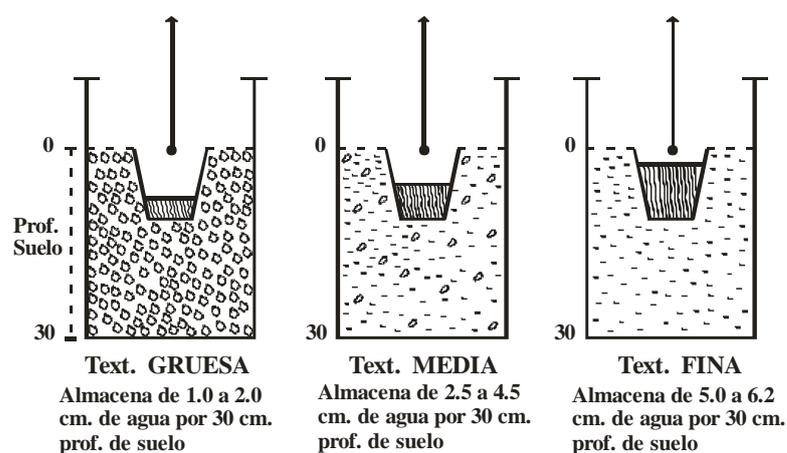


Fig. 34.- Capacidad de almacenamiento de agua por la textura del suelo

La proporción de arena, limo y arcilla de un suelo determina su textura. Un suelo de textura gruesa se compone mayormente de arena y uno de textura fina tiene mayor proporción de arcilla. La textura ejerce gran influencia en la capacidad de almacenamiento de agua y en la velocidad de su movimiento en el suelo. La figura N° 34 representa la capacidad de almacenamiento promedio de tres suelos de diferentes texturas gruesa, media y fina.

El agua que almacena un suelo y puede ser utilizada por las plantas es una cantidad definida que está comprendida entre las constantes hídricas de Capacidad de Campo (C.C.), y Porcentaje de Marchitez Permanente (P.M.P.). La humedad comprendida entre estas constantes se le denomina "agua aprovechable" y varía con los tipos de suelo.

Las plantas no pueden utilizar toda la humedad del suelo, pues cierta cantidad es retenida con tal fuerza por las partículas del suelo que las raíces no son capaces de absorberla, en la cantidad y rapidez suficiente para satisfacer las necesidades de la transpiración y el metabolismo de las plantas. Estas se deshidratan (marchitan), sus procesos fisiológicos se alteran y, si no se añade agua al suelo, mueren. El porcentaje de marchitez permanente es el contenido de humedad del suelo al cual las plantas no lo pueden absorber.

Los agricultores para obtener buenos rendimientos de su cultivo deben regar antes de que el suelo llegue hasta el porcentaje de marchitez permanente, o sea, antes que las plantas comiencen a sufrir por una deficiencia de agua.

La utilización del "agua aprovechable" almacenada en el suelo depende del sistema radicular de las plantas. Especies con raíces profundas y bien ramificadas pueden utilizar mayor cantidad de agua del suelo que las especies con sistemas radiculares pobres. La humedad del suelo que

está bajo las raíces se le considera como no aprovechable, por no ascender capilaridad con la suficiente rapidez como para satisfacer las demandas de agua de las plantas. (Fig. 35)

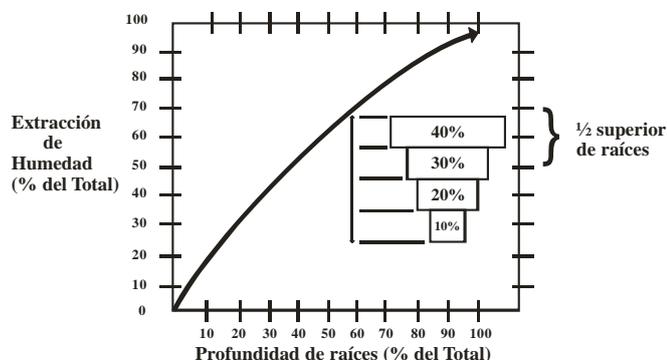


Fig. 35.- Extracción de agua según la profundidad radicular.

AGUA Y EL SISTEMA RADICULAR

A continuación se consigna la profundidad promedio que alcanza el sistema pedicular de los principales cultivos, al momento de la madurez, cuando se han desarrollado en suelos profundos, permeables y bien drenados.

<u>Cultivo</u>	<u>Profundidad m.</u>	<u>Cultivo</u>	<u>Profundidad m.</u>
Caña de azúcar	0.6 a 0.90		0.9
Ají	0.9	Fresas	0.39 a 1.2
Alcachofa	1.3	Higo	1.2
Alfalfa	1.8 a 2.7	Lechuga	0.4
Arveja	1.0	Maíz dulce	0.9
Algodón	0.90 a 1.2	Maíz para grano	1.8
Apio	0.6	Melón	1.2 a 1.8
Berenjena	0.9	Nabo	0.9
Brócoli	0.6	Nuez	3.6 a 5.4
Camote	1.2	Olivo	1.8 a 2.7
Cebolla	0.3 a 0.4	Pallar	1.2
Ciruelo	1.2 a 1.8	Papa	0.9
Cítricos	1.2 a 1.8	Pastos	0.4 a 0.9
Col	0.6	Peras	1.8 a 2.7
Coliflor	0.9	Rábanos	0.4
Durazno	1.8 a 2.7	Remolacha	0.9
Espárrago	3.0	Sandía	1.8
Espinaca	0.6	Vid	2.4
Frijol	1.0	Vainitas	0.9
Tomate	1.8	Zanahoria	0.9
Soya	0.7		

Se considera que un riego es eficiente cuando se aplica la cantidad de agua necesaria para humedecer el suelo hasta la profundidad de zona de raíces. Los riegos excesivos ocasionan problemas en la respiración pedicular, constituyen desperdicios de agua y lavan los nutrientes a profundidades del suelo que no lo aprovechan las plantas. Los riegos excesivos solo se recomienda en suelos salinos, o en riegos con alta concentración de sales. En el primer caso el exceso agua sirve para lavar las sales de la zona donde crecen las raíces de las plantas, y en el segundo caso, sirve para impedir que se acumulen en el suelo las sales que contiene el agua de riego. Las aguas de riego traen sales disueltas en mayor o insignificante cantidad.

En el sistema radicular de las plantas tiene trascendencia su profundidad y la forma como se distribuyen las raíces. Las hortalizas anuales en general tienen raíces superficiales. En el cultivo de la cebolla es necesario mantener el agua aprovechable en los primeros 15 a 25 cms. de suelo para obtener altos rendimientos. El apio, el brócoli, la coliflor, la espinaca y la lechuga tienen la mayor concentración de sus raíces en los primeros 30 cm. y este es el fundamento por el cual a esta profundidad del suelo no debe faltarle agua aprovechable, mas aún en sus primeros estados de crecimiento.

En el manejo del riego es apropiado saber que en los primeros 10 - 15 cm. de suelo se consume agua por evaporación y por extracción de las raíces por lo que esta zona del suelo se seca mas rápidamente; mientras que a mayores profundidades la evaporación es prácticamente nula y todo el consumo del agua lo realizan las plantas, las que dependen exclusivamente de la concentración de sus raíces para la extracción hídrica del suelo. La tecnología agrícola recomienda que en cultivos de raíces superficiales se comienza con riegos ligeros y frecuentes.

Según la figura 35 existe una extracción de la humedad del suelo por las raíces de acuerdo con la profundidad de esta. Con la ayuda de este gráfico y conociendo el consumo de agua del cultivo en todo su período vegetativo se puede determinar el consumo de agua en las diferentes profundidades del suelo por ejemplo: en el cultivo de la zanahoria las raíces alcanzan la profundidad de 0.9 m, el consumo de agua de este cultivo en todo su período vegetativo es equivalente a una lámina de agua de 47 cm. de altura, de modo que la extracción de humedad en los primeros 30cm. del suelo fue de 40% del agua consumida y hasta 45cm de profundidad absorbió 70% del agua dotada y el resto 30% de absorción restante se presenta de 45 a 90 cm. de profundidad.

Humedecimiento de los suelos.- La forma de humedecimiento varía con la textura y estructura de los suelos. En suelos de textura arenosa (gruesa) el humedecimiento es especialmente en profundidad con poco movimiento lateral del agua. En cambio en los suelos de textura franca (media) y arcillosa (fina) el movimiento lateral del agua es mucho mayor (Fig. 36)

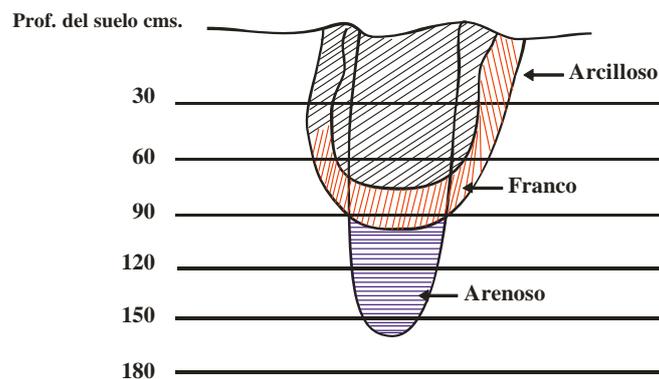


Fig. 36.- Distribución de la humedad según la textura

La presencia en el perfil del suelo de capas duras modifica la penetración del agua y en muchos casos de la raíces.

De acuerdo al movimiento del agua se puede concluir técnicamente lo siguiente:

1.- En los suelos de textura gruesa el tiempo de riego debe ser menor que en los suelos de textura media y fina.

2.-En los suelos arenosos el movimiento lateral del agua es muy limitado por lo que el distanciamiento entre los surcos debe ser estrecho si se quiere humedecer todo el suelo.

3.-En los suelos de textura media y fina el tiempo de riego debe ser mayor y se puede aumentar el distanciamiento entre surcos sin peligro de que queden zonas secas entre ellos.

El agua aprovechable almacenada en el suelo, se evapora de la superficie y es transpirada por los órganos aéreos de las plantas, especialmente por las hojas. Es imposible medir separadamente la cantidad de agua consumida por evaporación de la consumida por transpiración. En forma práctica se determina un solo valor que es la suma del consumo de agua por ambos procesos, conocido "evapotranspiración" cuyo consumo depende principalmente del clima, por la energía disponible, suministrada por el sol, que hace posible el proceso de evaporación del agua, y también influyen el contenido de humedad del aire, la velocidad del viento y la luminosidad. A nivel de planta afectan la superficie foliar del cultivo; el número y la sensibilidad de las estomas; grosor e impermeabilidad de la cutícula de las hojas y facilidad con que se transmite el agua dentro de la planta.

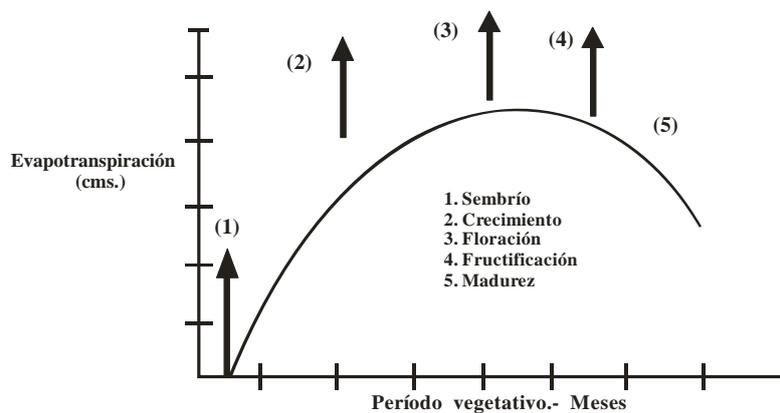


Fig. 37.- Evapotranspiración de acuerdo a la fenología del cultivo.

Según la figura 37 de acuerdo como se va desarrollando el cultivo, aumenta la superficie foliar y la evapotranspiración también se incrementa, llegando a su valor máximo en el momento del fructificación y comienzo de la madurez. Cuando los frutos están madurando es común dejar de regar y entonces el consumo de agua por evapotranspiración disminuye debido a que se va agotando el agua aprovechable almacenada en el suelo.

Lámina de riego.- En los riegos superficiales es necesario calcular la lámina de agua, que va a aplicarse al suelo al momento de regar.

Es necesario conocer el valor de las constantes hídricas.

Proponiendo el caso de un suelo franco con:

Capacidad de campo	20.3% de Ps (contenido de la humedad del suelo)
P.M.P.	9.2% de Ps (porcentaje Marchitez permanente)
Agua aprovechable	11.1% de Ps

En las hortalizas conviene regar cuando se ha consumido el 50% del agua aprovechable o sea de $11.1 = 5.5\%$ de Ps.

La fórmula para calcular la LÁMINA DE AGUA (L) para las hortalizas sería:

$$L = (50\% \text{ del agua aprovechable}) \times Da \times Pr.$$

Pr = profundidad de las raíces (lechuga = 40cm)

Da = de un suelo franco = 1.4

$$L = \frac{5.5}{100} \times 1.4 \times 40 = 3.08 \text{ cm. de agua}$$

Por lo tanto el cálculo del volumen de agua para una hectárea.

$$\text{Una hectárea} = 10,000 \text{ m}^2$$

$$\text{Lámina de riego} = 3.08 \text{ cm} = 0.0308 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de agua} = 10,000 \text{ m}^2 \times 0.0308 = 308 \text{ m}^3 \text{ de agua.}$$

En todo método de riegos se considera eficiencia de uso del agua, por cuanto no toda la humedad es absorbida por el suelo, pues hay escurrimiento, filtración, evaporación, etc y la eficiencia de aplicación depende del diseño del sistema de riego y en los surcos de lechuga se considera 50% de eficiencia de aplicación, o con la mitad de perdidas.

Según esta consideración técnica se requiere almacenar en el suelo 308 m³ de agua por hectárea. Por lo tanto a la cabecera de los surcos necesitaremos un volumen de agua de 620 m³ para realizar el riego en una hectárea.

PERÍODOS CRÍTICOS DE LA DEFICIENCIA DE AGUA PARA DIFERENTES CULTIVOS

Existen momentos o tiempos en los que la falta de agua afecta significativa y adversamente en los cultivos. Se reportan algunas:

Aceituna.- Antes de la floración y durante el crecimiento del fruto.

Albaricoques.- Período de floración y brotamiento de yemas.

Alfalfa.- Inmediatamente después del corte y al comienzo de la floración para el caso de la producción de semilla.

Algodón.- Crecimiento inicial, floración y formación de bellotas.

Arveja.- Al inicio de la floración y cuando las vainas encuentren en crecimiento.

Avena.- Al comienzo de la emergencia de la espiga, hasta el desarrollo del grano.

Brócoli.- Durante la formación y crecimiento de la cabeza.

Caña de azúcar.- Período de máximo crecimiento y macollaje.

Cebada.- Antes de la formación de las espigas y, en la etapa de la maduración.

Cerezas.- En el período de rápido crecimiento y desde el inicio de la maduración de la fruta.

Cítricos.- Floración y etapa de la formación de frutas.

Coliflor.- Requiere frecuente riego desde la siembra hasta antes de la cosecha.

Durazno.- Período de rápido crecimiento de la fruta y antes de la maduración.

Fresas.- Antes de la floración y durante el desarrollo del fruto hasta su maduración.

Frijol.- A la floración y período de formación de vainas.

Girasol.- Durante la floración y formación de semillas hasta su desarrollo.

Lechuga.- Requiere suelos húmedos hasta antes de la cosecha.

Maní.- Crecimiento y etapa de desarrollo de semillas entre germinación y floración y al final del ciclo.

Maíz.- período de polinización desde la formación de la mazorca hasta la formación del grano.

Nabo.- Del inicio de formación de la raíz la cosecha.

Papa.- Desde el inicio de la formación de tubérculos y floración.

Rábano.- durante el período de crecimiento de la raíz.

Repollo.- durante la formación y crecimiento de la cabeza.

Sandía.- Desde la floración hasta la cosecha.

Sorgo.- Desde el enraizamiento secundario, antes del espigamiento; floración y formación del grano.

Soya.- Durante el período de crecimiento vegetativo, floración y fructificación.

Tabaco.- Crecimiento hasta floración.

Tomate.- Inicio de floración y cuando los frutos se encuentran en rápido crecimiento.

Trigo.- Antes y durante la formación de espigas y dos semanas antes de la polinización.

MEDIDORES DE HUMEDAD DEL SUELO

Según PRIETO, (7) el riego de los cultivos requiere una inversión considerable en equipo, combustible, mantenimiento y mano de obra, pero ofrece la posibilidad de aumentar la producción y los ingresos netos. La frecuencia de riego y la cantidad de agua aplicada afectan directamente los costos de producción.

El agricultor se enfrenta al problema de determinar cuando regar y cuanta agua aplicar. Para obtener los mejores resultados, el riego debe efectuarse oportunamente y antes que se agote toda el agua disponible en el suelo. En la programación del riego es esencial determinar las condiciones de humedad en zonas de las raíces.

Para este fin existen diversos métodos y dispositivos que se han usado con éxito variado. El más práctico, y menos exacto, es el que se basa en el aspecto del suelo con varios niveles de humedad cuando se aprieta firmemente en la mano. Además los dispositivos que han mostrado ser más

prácticos para uso en el campo son los tensiómetros y los medidores de resistencia eléctrica.

1° Tensiómetros:

Es básicamente un tubo sellado lleno con agua; en un extremo tiene una cápsula de cerámica porosa y en el otro un manómetro o medidor de vacío. El tubo se instala en el suelo con la punta de cerámica a la profundidad deseada y el manómetro a cierta altura sobre la superficie.

A medida que el suelo se seca, retira agua del instrumento a través de la cápsula cerámica, creando un vacío parcial dentro del tensiómetro que registra el manómetro.

Cuanto más seco esté el suelo más alta será la lectura. Cuando el suelo recibe humedad ya sea por riego o por lluvia, tiene lugar el proceso inverso.



El vacío indicado por el manómetro es una medida directa de la tensión de agua o succión del suelo; la unidad estándar de medición de presión es el bar, que equivale aproximadamente a una atmósfera. La mayoría de los tensiómetros vienen calibrados en centésimos de bar

(centibares) y con escalas de 0 a 100 centibares. Con estas unidades de calibración, un tensiómetro puede funcionar en una amplitud de 0 a 80.

Para retirar y usar el agua del suelo, las raíces de las plantas deben vencer la fuerza con que las partículas del suelo retienen la humedad. La medición de la succión de agua del suelo es una indicación directa del esfuerzo que las raíces deben efectuar para obtener humedad.

Interpretación de lecturas.- las lecturas del tensiómetro indican el grado relativo de humedad en el suelo. Las altas indican un suelo seco, y las bajas un suelo húmedo.

Lecturas de 0 a 10, indican suelo saturado. A menudo tiene lugar uno a dos días después de la lluvia o riego. Si las lecturas en este intervalo persisten, las raíces del cultivo pueden sufrir por falta de oxígeno.

Lecturas de 10 a 20; Capacidad de campo. En éste intervalo se interrumpe el riego para evitar el desperdicio de agua por percolación y la lixiviación de los elementos nutritivos.

Lecturas de 30 a 60. Intervalo común para iniciar el riego. La mayoría de las plantas con sistema radicular a 45cms de profundidad o más no sufren hasta que las lecturas llegan al intervalo 40 a 50. Se obtiene un factor de seguridad para compensar por problemas prácticos como riego retardado o imposibilidad de obtener distribución uniforme en todo el campo.

Lecturas de 70 o más es intervalo de falta de agua para la mayoría de los cultivos y los suelos. Las plantas de las raíces profundas en suelos de textura media no siempre muestran señales de falta de agua antes que las lecturas lleguen a 70. Una lectura de 70 no indica necesariamente que toda el agua disponible ha sido utilizada.

2° La sonda neutrónica de CPN Corp. Indica la cantidad de agua del suelo por decímetro de perfil, en cualquier nivel de la zona radicular.

El procedimiento requiere pocos segundos. Una sonda pequeña se baja por un tubo hasta las raíces. La sonda efectúa la medición y la transmite hasta el instrumento en la superficie. Esta información sirve para trazar en el campo gráficos sencillos que permiten al agricultor determinar cuando y cuanto regar.

Con la sonda, un operario mide el volumen de agua en las zonas de las raíces de hasta 2,000 hectáreas por semana.

3° El medidor electrónico de humedad del suelo Agmom, de accionamiento manual, que permite al agricultor saber exactamente cuanta agua requieren sus cultivos. Efectúa mediciones desde ausencia de agua o de suelo totalmente seco hasta suelo anegado, dando indicación del punto de marchitamiento. Su funcionamiento instantáneo no es afectado por el tipo de suelo, la concentración de sales o fertilizantes ni las condiciones climáticas. No requiere calibración.

El usuario simplemente inserta un sensor en el suelo y lo activa conectándolo a la unidad portátil de indicación digital, que da una lectura inmediata del porcentaje de humedad en el suelo con relación a su capacidad, ubicando sensores en diversos puntos se obtiene un perfil tridimensional de todo el campo. El sistema básico consta de una unidad indicadora digital y diez sensores. Pueden aumentarse sensores adicionales a medida que sean necesarios.

Para la ubicación se abre un hoyo para cada sensor que se baja a la profundidad deseada. Luego se rellena el hoyo compactando el suelo firmemente, se coloca una varilla

indicadora junto a cada sensor y se conecta el cable a la varilla.

4° Medidores de resistencia eléctrica.- Estos equipos determinan la humedad al medir la resistencia eléctrica de un bloque de yeso o material similar incorporado en el suelo. La resistencia eléctrica del bloque varía con su contenido de humedad que a su vez depende de la humedad del suelo en contacto con el bloque. A medida que el suelo se seca, el bloque pierde humedad y su resistencia eléctrica aumenta.

5° Otros dispositivos.- Actualmente existen en el mercado otros dispositivos para medir la humedad del suelo, cuyo funcionamiento se basa en principios diferentes a los anteriores, como en el caso del medidor de humedad y temperatura del suelo Modelo MC 300B de soiltest Inc., que mediante una resistencia térmica enterrada mide la humedad y la temperatura del suelo en forma permanente o semipermanente.

BIBLIOGRAFIA

1. BECERRA, J. 1975, Horticultura. Universidad Agraria La Molina. 181 p.
2. CORDOVA, G. 1970. Agrotecnia. Copias mimeografiadas. Universidad Agraria del Norte. 190 p.
3. DELORIT, R. y H. AHLGREN. 1986. Producción Agrícola. Edit. Continental. 783 p.
4. DIEHL, R. Y M. BOX. 1985. Fitotecnia General. 832 p.
5. GONDE, H. 1975. Lecciones de Agricultura. Evácun. España. 645 p.
6. HAENSCH Y HABERKAMP. 1987. Diccionario de Agricultura. 1264 p.
7. PRIETO, V. 1994. Medidores de humedad del suelo. Agricultura de las Américas. U.S.A. marzo.

CAPITULO X

TÉCNICAS DE ABONAMIENTO Y FERTILIZACIÓN

El uso tecnificado de fertilizantes o abonos, data de los últimos siglos pero a pesar de ello, los conocimientos de la necesidad de nutrir las plantas, para incrementar sus crecimientos, se habían reconocido desde los primeros años que registran la historia de la humanidad.

Las escrituras antiguas de los chinos, griegos y romanos, revelan el uso de los fertilizantes.

Entre las primeras materias usadas como abonos se reportan: el estiércol de animales, cenizas de madera, huesos, pescados, desperdicios de cal, etc.

Se dice que los primeros colonos de La Nueva Inglaterra, aprendieron de los indios que, al enterrar pescado en cada hoyo para la siembra de maíz se aumentaba considerablemente el rendimiento.

Alrededor de 1840 el famoso científico agrícola, Justus von Liebig; explicó por primera vez, la naturaleza de la nutrición de las plantas y demostró que ciertas sustancias favorecían al desarrollo de ellas, por su contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, y otros elementos en forma asimilable por los vegetales. Como resultado de sus investigaciones definió su famosa "Ley del Mínimo" que a la letra dice: "La deficiencia cualquiera de los elementos necesarios, aún cuando todos los demás se encuentran en cantidades adecuadas, limita el rendimiento de una cosecha. En forma resumida se dice que "Un factor cualquiera puede limitar el potencial en productividad de una cosecha".

Esta ley, es variada en su interpretación original, por los conceptos modernos de fertilización y se acepta mas la teoría de la "**Ley de independencia de los factores en**

acción" que dice que si los elementos de fertilidad se encuentran, por ejemplo, en dosis mas bajas en el terreno, los rendimientos pueden elevarse si agregamos uno de ellos, aunque el otro lo dejemos a su nivel y aunque ésta elevación no pueda pasar de cierto limite impuesta por la deficiencia del otro elemento.

Otro de los conceptos básicos del abonamiento reside en la aplicación de la "Ley del rendimiento decrecimiento según la cual cuanto mas alto es el nivel de fertilidad de un suelo, menores son los incrementos de rendimientos que se pueden obtener con determinadas dosis de elementos fertilizantes.

Esto significa que con la incorporación de determinado valor de un elemento fertilizante, vamos a ir obteniendo respuestas de cosechas cada vez mas pequeñas y por consiguiente, si seguimos aumentando la dosis, el abono aplicado tendrá un precio mas elevado que el producido por el incremento de la cosecha.

Definición:

"Abonamiento".- Es la labor que consiste en poner a disposición de la planta, el fertilizante o abono y sea colocándolo en el suelo o suministrándolo en forma de fumigación al follaje (abonamiento foliar).

"Abono" o "Fertilizante".- es toda sustancia de origen orgánico o mineral que puesta a disposición de la planta le sirve de alimento.

El principio de la necesidad de abonar se basa en:

-Que la planta necesita el abono para los procesos de nutrición vegetal.

-El suelo también pierde nutrientes por la absorción de la planta.

-Por lavados que se producen en los suelos

-El suelo pierde nutrientes por acción del agua o por las reacciones químicas que se experimentan en él.

-El suelo no posee reservas permanentes de elementos asimilables.

f. Porque los procesos bio-químicos del suelo que conducen a la transformación de los elementos asimilables, son más lentos que el ritmo de extracción.

Los elementos nutritivos se dividen en:

- i. Macro nutrientes N, P, K, Ca, Mg.
- ii. Micro nutriente Cu, Zn, Mn, Fe, Cl, B, Al.

Función e importancia:

Son Funciones del Nitrógeno:

- ◆ La constitución de la clorofila CHON Mg
- ◆ Elaborar proteínas de las células.
- ◆ Estimular la vegetación (hojas y yemas).
- ◆ Aumentar los rendimientos de cosechas.
- ◆ El exceso de N puede ocasionar encamado o envejecimiento vegetativo.

Funciones del Fósforo:

- ◆ Desarrolla el sistema radicular.
- ◆ Regula la floración y facilita la fecundación.
- ◆ Ayuda a la formación de semillas y frutos.
- ◆ Activa la maduración.
- ◆ Da más rigidez a tallos de cereales.
- ◆ Da a la planta mayor resistencia a enfermedades.

Funciones del Potasio:

- ◆ Aumenta la eficiencia de uso del agua.
- ◆ Favorece la formación de las reservas orgánicas.
- ◆ Mejora la calidad de granos y raíces.
- ◆ Da resistencia contra la desecación precoz.
- ◆ Interviene en la absorción y uso del N.
- ◆ Da más resistencia a enfermedades y accidentes.

- ◆ Facilita la conservación de raíces y tubérculos.
- ◆ Prolonga el periodo de asimilación nutritiva.
- ◆ Favorece el mejor uso del agua.
- ◆ Acelera el flujo de productos asimilados.
- ◆ Fomenta la fotosíntesis activando las enzimas que promueven la transferencia de energía generando el trifosfato de adenosina y además estimula la síntesis de azúcares, almidón y proteínas.

Función del Calcio:

- ◆ Mejora el pH del suelo.
- ◆ Da resistencia contra plagas y enfermedades.
- ◆ Promueve la actividad microbiana del suelo.

Funciones del Magnesio:

- ◆ Es vital y constituyente de la clorofila
- ◆ Ayuda a la respiración.

Función del Azufre:

- ◆ Ayuda a la formación de nódulos.

Función del Cobre:

- ◆ Básico para reducción de nitratos.

Funciones del Manganeso:

- ◆ Acelera la germinación.
- ◆ Aumenta la disponibilidad de P y Ca.

Función de Fierro:

- ◆ Es catalizador y ayuda a formar la clorofila
- ◆ Actúa como portador de oxígeno.

Función del Boro:

- ◆ Estimula la producción de polen.

Función del Zinc:

- ◆ Sirve para el crecimiento.

Fertilización reduce las enfermedades de plantas:

La adición de fertilizantes puede inhibir la subsistencia de agentes patógenos en el suelo. Estudios realizados en este aspecto demuestran que la incidencia de algunas enfermedades comunes de las raíces y de las hojas de las plantas de cereales, pueden reducirse con el adecuado suministro de los elementos esenciales P y K. Si bien no todos los patógenos pueden eliminarse a través de un fertilizante específico, la gravedad de la mayoría de ellas puede mitigarse con la propia nutrición. La nutrición equilibrada con minerales refuerza el control químico, genético y biológico de numerosos agentes patógenos en los cultivos.

El potasio y su importancia en la calidad:

Todos los procesos metabólicos que tienen lugar en la planta, están influenciados por enzimas cuya actividad depende de la presencia de potasio. En plantaciones de papa el contenido de agua de la planta se ve afectado por el potasio de modo que las plantas con un buen aprovisionamiento de K resisten mejor a la sequía. El aumento de la presión osmótica celular por efecto del potasio, acelera el transporte de fotosintatos de las hojas a los tubérculos. En camote la carencia de potasio se caracteriza por un deterioro del sabor y por un aumento del descoloramiento del producto y oscurecimiento del mismo después de cocido. Es particularmente importante en el caso de los camotes industriales, dado que un buen suministro de K limita la formación de azúcares reductores, aunque pueda disminuir el contenido de materia seca.

El trigo extrae grandes cantidades de nitrógeno y potasio, según puede verse a continuación en distintos niveles de producción.

Rendimiento (t/ha)	Extracción de nutrientes(Kg/ha)		
	N	P2O5	K2O
4	120	17	66
6	170	24	110
8	210	30	141

CLASIFICACION DE LOS FERTILIZANTES

Una clasificación practica de los fertilizantes es la siguiente:

I.- **Por su origen** {
 1.- Orgánicos
 2.- Inorgánicos

II.- **Por su constitución** {
Química
 1.- Nitrogenados
 2.- Fosfatados
 3.- Potásicos
 4.- Cálcicos

II.- **Por el número de** {
Elementos
 1.- Simples
 2.- Compuestos

I.- POR SU ORIGEN:

1) Abonos orgánicos.- Son los fertilizantes de origen directo, sea animal o vegetal. Contienen la mayoría de ellos, varios elementos nutritivos, N, P, K y micronutrientes. Su concentración es mas baja que los fertilizantes minerales.

Estos fertilizantes no deben valorarse únicamente por su contenido nutricional, sino también por los efectos físicos y biológicos que producen en el suelo.

Entre estos abonos, tenemos a los guanos de (islas y de corral), estiércol, compost, harina de pescado, sangre seca.

2) Abonos inorgánicos o minerales.- Constituidos por sustancias minerales, generalmente contienen a los nutrientes en forma concentrada y fácilmente solubles.

Ejemplo: sulfato de amonio, Nitrato de amonio, Urea, Cloruro de Potasio, Superfosfato de calcio, etc.

II.- SEGÚN SU CONSTITUCIÓN QUÍMICA:

1° Abonos nitrogenados:

Tienen un alto porcentaje de Nitrógeno el que supera al contenido de otros elementos. Pueden ser a su vez:

a) Nitrogenadas de origen orgánico.- que contienen nitrógeno en forma orgánica, de origen animal o vegetal.

En esta forma la liberación del N, es gradual, pues tiene que sufrir sucesivas transformaciones, antes de ser asimilada por la planta. Los principales son:

Guano de islas.- tiene su origen en las deyecciones de tres especies de aves marinas (Guanay, Piquero y el Alcatraz) que viven a lo largo del litoral peruano.

Es considerado como el abono mas completo de todos los existentes y el N del guano, se encuentra en mayor proporción bajo la forma orgánica, parte de los cuales son solubles en agua.

Composición del guano de islas:

Nitrógeno amoniacal	_____	4.37 %
Nitrógeno nítrico	_____	0.02 %
Nitrógeno orgánico	_____	9.31 %
Total		<u>13.70 %</u>
Acido fosfórico soluble	_____	7.41 %
Acido fosfórico insoluble	_____	0.09 %
Total		<u>7.50 %</u>

Oxido de potasio soluble	——	2.20 %
Oxido de calcio	——	7.45 %
Oxido de magnesio	——	0.41 %
Oxido de sodio	——	1.07 %
Azufre	——	1.51%
<u>Elementos menores:</u>		
Fierro	——	0.0328 %
Magnesio	——	0.0200 %
Fluor	——	0.0182 %
Boro-yodo-cobre-zinc	——	0.0095 %
Estaño- estroncio- aluminio	——	0.0271%

Guano de corral o establo.- Usado generalmente en Horticultura. Dosis 5 - 10 toneladas por ha con 1% de N, 0.2 % de P₂O₅ 0.5 de potasa y cal 0.5 %.

Harina de pescado.- Son residuos de las fabricaciones de conservas, de producción de aceites o pesca intensiva de anchoveta. Puede tener de 6 a 10 % de N y además unos 4 a 8 % de P₂O₅.

Tortas de semilla de algodón.- residuos de la extracción de aceites con 8 a 10 % de N.

Sangre seca.- son residuos de camales, con un 10 % de N, más o menos.

b) **Abonos nitrogenados minerales.**- se les califica en tres grupos:

▪ **Fertilizantes nítricos.**- (Nitrato de Sodio con 16% de N, Nitrato de Calcio con 17%, Nitrato de Potasio con 13% N).

▪ **Fertilizantes amoniacales.**- (Sulfato de Amonio 21% de N, Amoniaco anhidro con 82%, nitrato de amonio con 33.5% N).

Fertilizantes amidos.- (cianamida de calcio y urea

Sulfato de amonio.- con un 20.6 % de nitrógeno amoniacal; se nitrifica rápidamente; es usado para todo tipo de plantas. Su continua aplicación en dosis elevada

suele conducir a una acidificación gradual, en dicho caso no ejecutar una aplicación adicional de cal. No se debe mezclar con sustancias alcalinas, pues hay liberación de amonio.

Urea.- con 45 y 46 % de nitrógeno. Es muy soluble en agua y de fácil asimilación foliar. Es de lenta descomposición comparada con el sulfato de amonio.

Lleva una impureza en su composición, denominada biuret, que cuando pasa de ciertos límites (0.25% en abono foliar y 1.5% al suelo) puede ser tóxico para la vegetación o el ganado. No se recomienda su uso en plantas ornamentales por ser sensibles.

Nitrato de amonio.- usado con explosivo y como fertilizante, con un 33 % de N, mitad en forma amoniaca y mitad con nitrato soluble en agua, no deja residuo, es el fertilizante de acción más rápida. Los sacos se ubican en lugares secos, cerrados y no se arruman en filas de más de 6 sacos. Se evita fumar, hacer fuego o golpear los sacos por su acción explosiva.

2° Abonos fosfatados:

En su composición de elementos, predomina el P_2O_5 , sea cual fuera su asimilación. Entre ellos destacan:

<u>Guano de islas pobre:</u>	cuya composición es:
Nitrógeno	_____ 1-2 %
Acido fosfórico	_____ 12-18 %
Potasio	_____ 1-2 %
Cal	_____ 16-19 %

Son aquellos guanos que cuando más antiguos y expuestos a la intemperie son más ricos en P_2O_5 .

El guano pobre se puede aplicar en cualquier momento de la vida de la planta, ya que no existe peligro que el ácido fosfórico se arrastrado por el agua de infiltración.

Superfosfato de calcio.- Puede ser simple con 16 a 22% de P_2O_5 y triple con 44 a 32% de P_2O_5 respectivamente,

en forma fácilmente asimilable por la planta (también se le llama fosfato ácido).

Entre otros abonos fosfatados se reporta

Escorias básicas	—————	18 % de P_2O_5
Metafosfato cálcico	—————	64 %
Fosfato biamónico	—————	46 % de P_2O_5 y 18% de N
Fosfato bicalcico	—————	40 %
Fosfato dipotásio	—————	41% de P_2O_5 y 54 de K_2O
Polifosfato de amonio	—————	35 a 62% P_2O_5 y 10-15% de N

Abonos Potásicos:

Caracterizados por tener potasio soluble en agua y de fácil asimilación por la planta. Entre ellos tenemos:

Bicarbonato de K – 45 – 47% $KHCO_3$

Sulfato de potasa: con 42 – 44 % de K y de 17% de S

Cloruro de potasa: con 50-52%

Nitrato de potasa: con N 37% de K y 13 % de N

Cenizas vegetales – 20 – 35% K

karmita con 19% de K_2O , 9% Mg y 13% S

4.-Abonos Cálcicos:

El caso influye directamente en la nutrición vegetal y ocasiona cambios notorios en ciertas características del suelo, que favorecen la asimilación de ciertos elementos. Ejemplo: carbonato de calcio, hidróxido de calcio y sulfato de calcio.

III.- POR EL NÚMERO DE ELEMENTOS:

Para esta clasificación se considera únicamente la presencia de los macro - nutrientes y pueden ser:

• **Fertilizantes simples.**- cuando contienen uno de los s macronutrientes. Ejemplo. sulfato de amonio, cloruro de potasio, superfosfato de calcio.

• **Fertilizantes "Compuestos".**- llamados también propiamente "completos", aquellos que llevan 2 o más de los macro - nutrientes. Ejemplos: nitrofoska, engro, etc.

5° Mezclas de abonos:

En muchas situaciones se desea efectuar un abonamiento balanceado en el que pueden entrar dos o tres elementos mayores, es factible preceder en dos formas, recurrir al empleo de los llamados "abonos completos" o "compuestos" o también adquirir los abonos simples y proceder a su mezcla mecánica.

Se deduce que el mezclar los abonos antes de su aplicación al suelo, es más económico que aplicarlos por separado.

Antes de efectuar la mezcla de los abonos deseados, se realizan los cálculos que nos determinan la cantidad de cada uno de los que van a intervenir.

En caso de no disponer de máquinas mezcladoras puede extenderse una porción de uno de los abonos sobre un suelo limpio, liso y duro, haciendo una capa uniforme de poco espesor y colocando encima de ella una capa del otro abono que intervendrá. A continuación se procederá en igual forma colocando en forma alternada una capa de cada abono hasta tener un volumen de 6 a 10 toneladas, y luego se procede a voltearla con palana hasta tener una mezcla uniforme.

-Efectuada la mezcla, se ensaca el producto y se tiene listo para su aplicación al campo.

Precauciones al realizar una mezcla:

1) No todos los abonos pueden mezclarse, pues muchas veces reaccionan entre ellos, produciendo pérdidas de productos vitales, tal cosa sucede con los fertilizantes amoniacales que cuando se mezclan con cal o algún fertilizante que la tenga, se produce liberación de N. amoniacal. Así mismo fertilizantes fosfóricos no deben mezclarse con otros que contengan cal libre, pues se reduce la acción del ácido fosfórico soluble.

2) En la mezcla deben participar abonos cuyas partículas sean de igual tamaño, pues de lo contrario,

aunque la mezcla se haga bien, los abonos tendrán la tendencia de separarse, lo que redundara en un mal abonamiento.

3) Al ejecutarse la mezcla, se deben efectuar los cálculos en forma precisa, para lo cual se considera las concentraciones de los elementos que cada fertilizante.

Cálculos De Abonos:

Si deseamos abonar nuestro campo de algodón con una dosis de:

Nitrógeno	_____	180 kgr/ha
Fósforo	_____	160 kgr/ha
Potasio	_____	150 kgr/ha

Y tenemos en almacén los abonos simples siguientes

Urea:	45 % de N
Superfosfato de Ca:	20 % de P (P ₂ O ₅)
Cloruro de potasio:	50 % de K (K ₂ O)

Necesitamos conocer las cantidades de cada uno de nuestros abonos para efectuar una mezcla de 3000 Kg. En el caso de urea:

De 100 partes de urea 45 son de nitrógeno, cuanto urea habrá con 180 Kg. de nitrógeno.

Mediante la fórmula clásica es:-

$$\text{Cantidad de abono} = \frac{100 \times \text{dosis}}{\% \text{ del producto}}$$

$$\text{Para Urea} = \frac{100 \times 180}{45} = 400$$

$$\text{Superfosfato} = \frac{100 \times 160}{20} = 800$$

$$\text{Cloruro de Potasio} = \frac{100 \times 150}{50} = 300$$

Entonces tomaremos: Urea: 400 kgr; Superfosfato: 800kg y 300kg de cloruro de potasio. Los 3 abonos suman 1500Kg.

Pero como se necesita 3000 Kg de mezcla la cantidad de cada abono será:

En Urea:

$$\begin{array}{r} 1500 \text{ de mezcla} \quad \text{—————} \quad 400 \text{ de urea} \\ 3000 \text{ de mezcla} \quad \text{—————} \quad X \\ X = 800 \text{ Kg. Urea} \end{array}$$

En superfosfato:

$$\begin{array}{r} 1500 \text{ mezcla} \quad \quad \quad 800 \\ 3000 \text{ mezcla} \quad \text{—————} \quad X \\ X = 1600 \text{Kg. superfosfato} \end{array}$$

En cloruro de Potasio:

$$\begin{array}{r} 1500 \text{ mezcla} \quad \text{—————} \quad 300 \text{ cloruro} \\ 3000 \text{ mezcla} \quad \text{—————} \quad X \\ X = 600 \text{ Kg. de cloruro} \end{array}$$

Al sumar las cantidades de los tres abonos tenemos los 3000 Kg. de la mezcla.

ABONOS COMPUESTOS O COMPLETOS:

Son abonos, que traen en su constitución los tres elementos mayores o por lo menos dos de ellos.

Se venden con nombre comerciales diferentes, como: Ammo - fos - ka; Nitrofosca; engro. etc.

Los porcentajes que tienen cada uno de estos elementos en los abonos completos llamados también "abonos compuestos", es variable, y así son comunes las formaciones siguientes:

FORMULACIONES COMERCIALES:

<u>N</u>	<u>P₂O₅</u>	<u>K₂O</u>
10	10	10
12	12	12
12	12	0
14	14	14
14	0	14

Por ejemplo, la formulación 10 - 10 - 10 quiere decirnos que el fertilizante contiene 10% de N, 10 % de P₂O₅ y 10 % de K₂O.

Datos de la FAO sobre la demanda anual de abonos compuestos reportan nueve formulaciones preferenciales mismas clasificadas según las relaciones entre sí de NPK según el cuadro siguiente:

<u>N-P-K</u>	<u>N-P-K</u>	<u>N-P-K</u>
0-1-1	1-1-1	1-2-2
0-1-2	1-1-3	1-3-2
0-2-1	1-1-3	1-4-4

En este caso, la dosis a emplear debe ser estimada de manera que encuadre con cualquiera de las formulaciones conocidas, y que se indican en el cuadro anterior.

Si deseamos abonar con 50-100-100 de NPK, que concuerda con una relación de 1-2-2, entonces debemos aceptar que necesitamos una fórmula comercial de: 5-10-10 y ejecutamos los cálculos respectivos.

1-. Calculando con cualquiera de los 3 elementos y el resultado será el mismo.

Aplicando la fórmula:

$$\begin{array}{r}
 X = \frac{100 \times \text{dosis}}{\%} = \frac{100 \times 50}{5} = 1000 \text{ es decir } 100 \times \frac{5\% \text{ N}}{50\%}
 \end{array}$$

Lo que quiere decir que necesitamos 1000 kgr del abono compuesto, cuya formulación comercial es de 5 - 10 - 10, para llegar a la dosis comercial de 50 - 100 - 100 Kg ha.

2.-Otra forma de calcular es considerando la suma de los tres elementos y con el mismo ejemplo: tenemos:

Abono compuesto	dosis deseada por ha
N 5	N 50
P 10	P 100
K 10	K 100
TOTALES 25	250

Luego por regla de tres tenemos:

$$25 \text{ N} \frac{\text{_____} 100}{250 \text{ N} \text{_____} x} X = \frac{100 \times 250}{25} = 1,000 \text{ Kg. mezcla o abono compuesto}$$

Se nos puede presentar un problema nuevo, en el caso de que necesitemos preparar una mezcla 1000Kg y que la mezcla contenga una formulación igual a 2 - 1 - 2 con urea, superfosfato de calcio y el cloruro de potasio.

Se requieren, calcular la proporción de Kg. de cada uno de estos fertilizantes que van a intervenir en nuestra mezcla. Según datos se tendrá:

Cantidad de mezcla a obtener: 1000 kgr.

Formulación y proporción deseada: 2 - 1 - 2 de NPK

Urea: _____ 45% de N

Superfos. de Calcio: _____ 20% de P₂O₅

Cloruro de potasio: _____ 50% de K₂O

Calcularemos la cantidad de fertilizantes necesarios para llegar a esta formulación y decimos que: si 45kgr de N, hay en 100 kg. de úrea en 2 de N habrá X de úrea

$$\begin{array}{r} 100 \\ X \end{array} \frac{\quad 45}{\quad 2} = \frac{100 \times 2}{45} = 4.44 \text{ kg Urea}$$

Para Fósforo

$$\begin{array}{r} 100 \\ X \end{array} \frac{\quad 20 \text{ P}}{\quad 1 \text{ P}} = \frac{100 \times 1}{20} = 5 \text{ kg superfosfato}$$

Para Potasio

$$\begin{array}{r} 100 \\ X \end{array} \frac{\quad 50 \text{ K}}{\quad 2 \text{ K}} = \frac{100 \times 2}{50} = 4 \text{ kg cloruro de potasio}$$

Sumamos los tres fertilizantes y obtenemos 13.44 de la mezcla con la formulación 2 - 1 - 2.

Estas. 13.44 de mezcla $\frac{4.44}{13.44} \times 1000$ X

Por lo tanto 1000 kg de mezcla tendrá X de Urea

$$\frac{1000 \times 4.44}{13.44} = 330.4 \text{ kgr de Urea}$$

Para superfosfato

$$\frac{1000 \times 5}{13.44} = 372.0 \text{ kgr de superfosfato}$$

Para cloruro de potasio

$$\frac{1000 \times 4}{13.44} = 297.6 \text{ kgr de Clro de C}$$

Lo que hace un total de 1000 kgr de mezcla.

Con referencia a extracciones una cosecha de remolacha azucarera de 50 ton. /ha contiene como promedio las siguientes cantidades de elementos nutritivos (en kg/ha)

	• N	• P ₂ O ₅	• K ₂ O	• CaO	• MgO
• Raíces	• 80	• 30	• 100	• 50	• 25
• Partes verdes	• 120	• 40	• 120	• 70	• 25
• total	• 200	• 70	• 220	• 120	• 50

El potasio es absorbido y extraído por las raíces en mayores cantidades que todos los demás elementos nutritivos.

Fuente: Loué, A: Le potassium et la betterave sucrière. N° 23: 1993.

TECNOLOGÍA DE ABONOS VERDES

Se denomina "abono verde" a todo cultivo que es sembrado con la finalidad de ser incorporado al suelo. Las plantas pueden incorporarse como fuente de materia orgánica; sin embargo el grupo las leguminosas, tienen la propiedad tomar directamente el N del aire (mediante el fenómeno de la simbiosis con ciertas bacterias del suelo) y fijarlo en las raíces, de las cuales se moviliza hacia los demás órganos de la planta, y se aprovecha de ésta cualidad para utilizarlas como cultivos típico de abono verde.

Para el logro de mayores beneficios de los abonos verdes se procede a sembrar la leguminosa y llegado la floración (etapa fenológica en que se ha almacenado la mayor cantidad de nitrógeno en la planta) se humedece el suelo mediante un riego y cuando el estado de humedad lo permita, se procede al paso de un arado, con el cual se consigue enterrar las plantas, para su descomposición facilitada por el estado de humedad del suelo.

El efecto de los abonos verdes no es tan rápidamente como sucede con los abonos minerales, pues, la descomposición de la planta verde es más lenta.

La incorporación de abonos verdes tiene variados efectos sobre el suelo aplicado, aunque no todos ellos se pueden presentar simultáneamente. Entre los beneficios se consideran:

- a) Aumento del contenido de materia orgánica.
- b) Aumenta el contenido de nitrógeno.
- c) Reduce las pérdidas de N por lixiviación.
- d) Incrementa la capacidad retentiva al agua.

La efectividad del abonamiento en verde, depende de:

- a.- Madurez de la planta al momento de la incorporación.
- b.- Oportunidad de la incorporación.
- c.- Cultivo sub - siguiente.
- d.- Especie cultivada o incorporada.
- e.- Disponibilidad del agua en el suelo.
- f.- Condiciones ambientales presentes.

Esta tecnología es poco usada en nuestro país, por la limitación del tiempo entre cosechas y cosechas y en la Costa se cubre casi todo el año agrícola sin dejar tiempo libre para la inclusión de otro cultivo que no sea el comercial o industrial y en las zonas que se dispone de tiempo (Costa Norte) es cuando no se dispone de las avenidas de agua que es necesario para incorporar el abono verde.

CANTIDAD DE ABONAMIENTO

En el caso de la simbiosis de algas verdes de azuladas y el helecho acuático Azolla en arroz también constituye Abono Verde.

Se refiere a la dosis de abonamiento y depende de:

▪ **Tipo de planta cultivada.**- Esta referido al ciclo corto o largo de vida vegetal, a la mayor o menor fructificación, a las exigencias nutritivas del cultivar y especie.

▪ **Tipo o estado del suelo.**- Los suelos ricos en elementos necesitarán menor cantidad de abono que los suelos pobres.

▪ **Labores culturales.**- En caso de no disponer de agua para regar normalmente el cultivo o sino existen mullimiento óptimo está demás suministrar dosis altas de abono, pues las raíces no podrán absorber los nutrientes del abono.

Precio de cosecha comparado con el del abono.- De acuerdo la ley del mínimo con una adición de 100kg de urea obtenemos un incremento de 5 qq de algodón; a la aplicación de 200 kgs de urea no corresponderán 10 qq de aumento. Sino únicamente 5qq por los primeros y 2.5 qq por los segundos 100kgs es decir solo 7.5 qq de incremento.

De igual modo a la aplicación de 300kgs corresponderán 5qq por los primeros 100; 2 ½ por los segundos y 1 ¼ por los terceros o sea un total de 8.75qq, y así sucesivamente. De modo que conforme vaya subiendo la dosis de abono aplicado el rendimiento será cada vez menor, hasta que llegue un momento en que el costo de abono es igual o supera al precio de cosecha y ya no es económico aplicar abono.

Dentro de las estrategias de desarrollo sostenible en agricultura se considera el uso racional y selectivo de los fertilizantes teniendo en cuenta que los excesos dentro de las plantas constituyen residuos como las nitrosaminas en las hojas que tienen carácter tóxico. Así mismo los excesos de fertilizantes en el acuífero, dentro o fuera de los suelos son fuente de eutrofización.

ANÁLISIS PARA LA DOSIS:

a) Análisis fisiológicos.- Con este método se puede apreciar el estado del suelo después de la experimentación directa sobre el campo.

Este tipo de análisis se puede realizar en el mismo campo o en macetas con tierra del suelo que se trata de analizar y es conveniente en el mismo lugar para relacionar el clima con las propiedades del suelo.

Este análisis consiste en sembrar o trasplantar en macetas con tierra procedente del campo a sembrar procurando que las plántulas tengan el mismo vigor a cada una de las macetas se les trata con una dosis creciente de abonamiento, el cual será suministrada en agua pura (filtrada). Además el riego debe ser con agua pura en cantidad y fechas iguales. Se cosecha la planta en su madurez, en forma individual, se le pese la materia seca y con tablas especiales se lee la interpretación. De modo que por ejemplo la dosis más recomendable de abonamiento será la de la maceta con plantas más vigorosas y de mayor productividad biológica en el tallo y follaje.

En el otro caso cuando se realiza el análisis en forma directa en el campo, se proceden a marcar parcelas en el terreno por abonar y se procede en igual forma como si fueran macetas con dosis crecientes de abono. Seleccionando las dosis de la parcela que produjo mas.

b) Análisis químicos.- Se hacen para determinar químicamente la cantidad de elementos nutritivos que existen en el suelo, expresando en partes por mil o porcentaje.

A veces el análisis químico no da resultados exactos, porque los elementos presentes, que aparecen en el

análisis, no están en condiciones de poder ser asimilados por las plantas.

También hay análisis físico del suelo y nos indica la proporción en que intervienen en el suelo, el cascajo, arena, arcilla, limo; así como color, estructura, etc.

El análisis del suelo aporta información para establecer el grado de fertilidad del suelo y en consecuencia determinar las prácticas de fertilización.

Para obtener resultados positivos de un análisis químico se requiere:

1. Uniformidad de la muestra.

2. -Que la muestra sea representativa del campo y esté formada por 10 - 15 submuestras, tomadas a una profundidad media de 30cms.

3. Que las muestras sean secadas al sol, pues el secado artificial puede traer malos resultados.

4. Acompañar a la muestra, una hoja con la historia del campo: cultivos anteriores sectores del campo con altos, bajos o resultados medios.

c) ANALISIS DE LA PLANTA:

Esta alternativa de análisis se basa en la cantidad de elementos encontrados en el vegetal, nos da un índice de lo que se suministra a ella por medio del suelo.

Se consideran dos tipos de análisis de plantas: uno conocido como "prueba rápida" de tejido la que es comúnmente realizado en el campo, y la otra es el análisis total de parte o de toda la planta, que se realiza en laboratorio y con técnicas mas precisas.

En el análisis de la planta, esta muy generalizado el "análisis foliar" que consiste en considerar una hoja pecíolo o foliolo promedio.

Existen ciertas consideraciones, al efectuar estas pruebas, como las características de tipo, tamaño y

posición de la hoja en el tercio medio de la planta y de la rama tomada.

El análisis foliar nos da respuestas:

-Al poder de suministro de elementos nutritivos del suelo, por posibles bloqueos antagónicos.

-La determinación de los efectos de la fertilidad sobre el suministro de nutrientes a la planta.

-La relación entre fertilidad y los resultados del cultivo.

Época de la aplicación de los fertilizantes.- El momento de abonamiento está supeditada básicamente a 2 aspectos:

-requerimientos de nutrientes por la planta en sus diferentes estados de desarrollo.

-de la clase de abono de que se trate.

Sabemos bien que toda planta requiere elementos nutritivos desde su estado de plántula para su crecimiento y desarrollo vegetativo y posteriormente para las etapas de floración y fructificación en los cultivos que son útiles por sus frutos; en este concepto no se incluyen forrajes (alfalfa, gramalote, chala), caña de azúcar y algunas hortalizas de hojas (lechuga, repollo, espinaca. etc.), y muchos otros más cultivos, donde no interesa el fruto para su valoración económica, salvo que sea para producción de semillas.

Por lo tanto el abono será aplicado en forma dosificada durante parte del desarrollo vegetativo planta; sea en forma fraccionada o de lo contrario toda la dosis a la siembra o en épocas muy cercanas a ella y alejadas del periodo floración.

En lo que referente a la clase de fertilizante se recomienda que:

1. Los abonos orgánicos nitrogenados como el guano, estiércol y los abonos verdes se aplican con la debida

anticipación (2-3 meses) a la siembra, con la finalidad de que tengan tiempo de descomponerse y actuar.

2. Los abonos minerales nitrogenados pueden aplicarse en una sola incorporación cuando son susceptibles de ser arrastrados por las aguas de infiltración, tal sucede con el sulfato de amonio por ser retenido en el suelo. Los nitratos, como el salitre sódico, el salitre de potasio y el nitrato de amonio, deben aplicarse en forma fraccionada, dosificándolos conforme la planta los vaya necesitando, por cuanto una cantidad de ellos que no son tomados por la raíces pueden perderse con las aguas de lixiviación.

3. los abonos fosfatados, potásicos, cal y la materia orgánica no son susceptibles de perderse en la misma proporción que los nitrogenados y pueden incorporarse temprano, a la siembra, y en dosis mayores, por cuanto los excedentes son retenidos en el suelo y pueden ser utilizados conforme la planta los vaya absorbiendo.

SISTEMAS DE ABONAMIENTO Y SUS TÉCNICAS:

De manera general se consideran:

1. Aplicaciones localizadas.
2. Aplicaciones al voleo.

El sistema localizado de abonamiento es apropiado para los cultivos sembrados en surcos o hileras. El principio se basa en colocar el abono lo bastante cerca de la planta para obtener su mejor empleo y sin que una excesiva concentración de sales provoque daño en la germinación o en el desarrollo de las plantas. En este sentido las sales de N y de K_2O tienen mayores posibilidades de ocasionar estos daños.

Además la posibilidad de causar daños aumenta en suelos arenosos que en los pesados y en climas secos y cálidos que en los húmedos y fríos.

Así mismo, la aplicación localizada del fertilizante tiene una mayor importancia para el fósforo y potasio que en el nitrógeno, por ser estos menos solubles.

APLICACIONES LOCALIZADAS.- En ésta metodología se presentan las siguientes técnicas:

1. **Aplicación mezclada con la semilla.**- Es eficiente solo para ciertos cultivos, como cereales de grano pequeño y solo es apropiado en dosis bajas de fertilizantes, y aun así no es recomendable para leguminosas que son las mas sensibles a daños.

Algunos técnicos, recomiendan no exceder de 30kg/ha de **N** y **K₂O** en contacto con la semilla.

2. **Aplicación en bandas.**- El abono se desparrama en uno o dos lados de la fila de semilla y sobre, al nivel o bajo de ellas. La distancia recomendada varía mucho, pero oscila entre 2.5 a 5 cms. al lado, y a la mínima distancia hacia abajo. (CORDOVA, 1970)

La aplicación a doble banda, se justifica cuando la cantidad de abonamiento es alta.

Está técnica es utilizada en casi todos aquellos cultivos con abonamiento fraccionado (el N), como el maíz, frijol, papa, hortalizas, etc.

3. **Aplicación al fondo del surco.**- En esta modalidad el fertilizante cae en el fondo del surco abierto por el arado en bandas. En esta técnica el daño por quemaduras es mínimo. La fijación del P₂O₅ es baja. Se requiere un montaje especial en el arado.

4. **Aplicaciones golpes o a piquete.**- Consiste en aplicar el abono por puñados o porciones al lado o debajo de

la planta a las distancias de 3 a 5 cm. al lado y 3 a 5 cm. hacia abajo.

En este caso hay una mejor disponibilidad del abono para cada planta o mata.

APLICACIONES AL VOLEO.- Se consideran las alternativas siguientes variantes:

1. **Esparcido sobre la superficie.**- Consiste en distribuir el abono sobre el suelo y se recomienda para abonos o fertilizantes solubles como los nitrogenados; no es recomendable para los fosfatos. Se aplican dosis relativamente altas, y son recomendable para pastizales, arrozales y todo cultivo sembrado al voleo.
2. **Esparcido y mezclado con el suelo.**- Para esta técnica el fertilizante se esparce sobre la superficie del suelo y luego se ara o se pasan discos. En este último caso pueden servir para granos pequeños y pastos. La fijación del P es alta; y las mejores fuentes de N, son aquellas menos susceptibles al lavado como urea y sulfato de amonio.

Aplicaciones especiales:

a.- Aplicación profunda de abonos nitrogenados en arrozales bajo agua.- Se ha mostrado eficiente para el uso de sulfato de amonio y urea. Es el sistema de enterrar todo el abono con una aradura en seco, para luego aplicar el agua de riego.

b.- Aplicaciones en anillos a árboles frutales.- Este método es recomendable para aplicar N y P_2O_5 y se esparce es esparcir el abono al voleo debajo de los árboles hasta

la proyección de la copa, centímetros hacia adentro y hacia fuera.

También se pueden aplicar con el agua dentro del anillo de riego. El fósforo debe ir enterrado a unos 30 cms de profundidad. También existe la técnica de enterrar todo el fertilizante simple o compuesto en 4 o 6 hoyos abiertos en el anillo de la proyección de la copa.

c.- Fertirrigación o fertilizante diluido en el agua de riego.- Está técnica es aparente para aplicaciones en bajas dosis; para abonos solubles en agua y de preferencia nitrogenados y en el sistema de riego superficial los surcos deben ser sin salida. Para ello se acostumbra colocar el abono en bolsas de crudo en la boca de entrada del agua, la que disuelve el abono al ponerse en contacto con el y lo arrastra al campo de cultivo. En tecnología avanzada se aplica fertilizantes en el sistema de riego presurizado por goteo y es procedente aplicar macro y micronutrientes.

d.- Aplicación de amonio - anhídrido.- Es una de las formas más baratas de aplicación de nitrógeno al suelo.

En la aplicación de amonio en una forma anhidra gaseosa que se licua con la humedad existente en el suelo. En este caso el nitrógeno va en 82% de concentración.

Se aplica utilizando una cultivadora y mediante un tubo de descarga regulada el gas amoniacal sale por entre los conductos de las rejas o uñas de la cultivadora para depositarse directamente en el suelo.

Es fundamental que al efectuar este tipo de abonamiento se requiere que el terreno tenga cierta humedad para así favorecer la retención del gas y evitar pérdidas posibles.

e.- Aplicaciones de abonos foliares.- Está técnica se basa en que las plantas pueden absorber nutrientes a través de las hojas. En un principio únicamente era el nitrógeno el único elemento suministrado en esta forma, y los abonos usados eran preferentemente la urea y el nitrato de amonio.

Actualmente lo son todos los nutrientes conocidos, comprendidos dentro de los términos de macro y micronutrientes y también se incluyen muchos bioestimulantes y hormonas que favorecen la fisiología de la planta.

El requerimiento inicial será siempre el de preparar una solución del compuesto o producto que tenga el o los elementos deseados y que pueden ser asimilados por la planta, atravesando las paredes celulares, hasta ser incorporados en su jugo celular. Por consiguiente todo el principio está basado en el fenómeno de las ósmosis o sea en la difusión de los líquidos a través de membranas.

Para la adecuada difusión del líquido a través de una membrana semipermeable siempre es de la región de baja concentración hacia la alta concentración.

Si la solución del fertilizante es de menor concentración que del jugo celular, se logrará su incorporación junto con los elementos disueltos en ella. Pero, si la concentración de la solución de fertilizantes es mayor que la concentración celular entonces se originan un vaciado de las células conocido con "plasmólisis", que se demuestra como "quemaduras".

CONSIDERACIONES TECNOLOGICAS

La fertilización foliar ya se usa en la agricultura desde hace años, generalmente se emplea para corregir con rapidez la deficiencia específica de algún elemento, o darle al cultivo un complemento en su nutrición, rara vez basta para dar a la planta todos los macro elementos que

necesita, los cuales usualmente se suministran por aplicaciones al suelo o al agua de riego; por cuanto las hojas son incapaces de absorber todos los macro elementos que la planta necesita.

Entre tanto los micro elementos, necesarios en pequeñas cantidades, si pueden darse a través de follaje en forma satisfactoria y muchas veces, la fertilización foliar es única forma de resolver una deficiencia de micro elementos, por cuanto en algunos casos el resultado de aplicaciones al suelo es muy lento. Por ejemplo, las aplicaciones al suelo de sulfato de manganeso son eficaces en suelos ácidos, pero en suelos calcáreos es mejor usar la aplicación foliar. Las aplicaciones de Zinc al suelo rara vez son efectivas, pero sirven bien en las hojas nuevas de ciertos frutales como los cítricos después de la floración. Las aplicaciones de cobre al follaje de los cítricos no solo resuelven con rapidez los síntomas de deficiencia, sino que contribuyen al control de enfermedades.

Sin embargo, es común que la fertilización foliar mejore el aspecto de las plantas, pero que los aumentos del rendimiento final sean escasos.

Es clave elegir los compuestos como fuente de elementos nutritivos pues algunos fertilizantes comunes pueden quemar el follaje, si se usan en aplicaciones foliares. La urea sirve bien como fuente de nitrógeno foliar, pero debe tener un contenido muy bajo de biureto. Este sub - producto de la fabricación de la urea es toxico para muchas especies de plantas. En hortalizas por ejemplo, se usa urea a concentraciones no mayores de 0,5 a 0,7% de agua.

Los fertilizantes foliares también pueden mezclarse con la mayoría de los insecticidas y fungicidas, lo cual es muy conveniente si se deben hacer aplicaciones para controlar agentes dañinos.

Se suele usar los fertilizantes foliares en forma regular, cada 7 a 10 días y su efecto es mayor en plantas tiernas, en las que la cutícula de las hojas es aún permeable y considerando que los estomas de las hortalizas, están situados principalmente en el envés de las hojas, se recomienda hacer llegar la aspersion por debajo hasta esa superficie inferior. Las aplicaciones funcionan mejor a volúmenes elevados de 470 a 935 litros por hectárea.

En conclusión la fertilización foliar, por lo general es sólo un suplemento de la buena fertilidad.

Los análisis de suelo y de tejidos vegetales indican si existe alguna deficiencia leve que carece de síntomas y ofrecen una base para el programa de fertilización.

Se recomienda que los agricultores mantengan lotes de comparación, para comprobar si su inversión en la fertilización foliar se justifica económicamente.

Preparación de la solución.- Se consideran 2 casos:

1. La preparación de la solución empleando fertilizantes foliares específicos, que se expenden en el comercio y cuya dosis o cantidad necesaria, viene indicada en la etiqueta del envase. Ejemplo: "ferti- foliage", que contiene N-P-K y micro nutrientes además de vitaminas y cuya dosis recomendada es de :
 - 5.5 gramos por litro de agua para planta pequeña.
 - 4 gramos por litro de agua para planta mediana.
 - 3.5 gramos por litro de agua para planta grande.
2. La preparación de la solución a partir de fertilizantes simples, tales como urea o nitrato de amonio.

En este caso, es necesario considerar dos criterios:

- Empleo de la solución a la concentración óptima
- Cantidad del elemento que se desea aplicar.

1° Empleo de la solución a la concentración óptima.-

Por ejemplo para urea, nos bastaría conocer la concentración de los jugos celulares de la planta para poder aplicar la concentración óptima y su buena asimilación. La concentración de estos jugos se puede determinar, colocando las hojas de la planta a aplicar en soluciones de urea con concentraciones conocidas y crecientes y en estas hojas sus síntomas son observados, de modo que las que presentan indicios de plasmólisis nos sirven para determinar la dosis buscada con bastante exactitud que no haga daños.

Por ejemplo, para algodón se ha determinado que la dosis óptima es de 2.4% o sea 24 gramos en cada litro de agua.

Soluciones mayores ocasionan quemaduras que son mas serias al aumentar la concentración.

2° Cantidad de nitrógeno (u otro elemento) que se puede aplicar.- Se supone cualquier cantidad puede aplicarse por vía foliar, pues el líquido que no es absorbido por la planta, al caer al suelo es fijado por éste y utilizado por las raíces.

En la práctica, el factor limitante es el volumen del líquido por aplicar y éste volumen crece proporcionalmente a las unidades de N.

Por ejemplo si queremos aplicar urea, por vía foliar, en una dosis equivalente a 15kgr N por ha. ¿Que cantidad de urea y que volumen de solución debemos aplicar por hectárea para no causar quemaduras en nuestra plantación?

La cantidad de urea se calcula, como si se tratase de un abonamiento normal al suelo. Por ejemplo ¿Cuánto de urea se requerirá a la dosis de 15 Kg. /ha de nitrógeno?

Urea 45 %

$$\begin{array}{r} 100 \text{ ————} 45 \\ x \text{ ————} 15 \end{array} x = \frac{100 \times 15}{45} = 33 \text{ kg/ha}$$

Necesitamos 33 kg de urea por ha.

Ya hemos visto que la urea se debe absorber a razón 24 gramos por litro de agua. ¿Cuánto de agua se necesitara por hectárea? o lo que es lo mismo:

$$\begin{array}{rcl} 24\text{kg} & \underline{\hspace{2cm}} & 1000 \text{ l/agua} \\ 33.0 & \underline{\hspace{2cm}} & \times \hspace{1.5cm} = 1380 \text{ l/agua} \end{array}$$

Por lo tanto 2.4kgr en 100 litros de agua; entonces los 33kgr deberán ser disueltos en 1380 litros de agua por hectárea.

Veamos, como varía el volumen de la solución cuando aumentamos la dosis de N. supongamos que en el lugar de los 15kgr de N por ha, deseamos usar la dosis de 30kgr de urea, o sea 66kgr. Disueltos en el doble de agua o sea 2,760 litros por ha, lo cual es un volumen desproporcionado a toda práctica de cultivo.

Pero al aumentar la dosis al doble (30 kg.) ósea 66 kg de urea se aplicara la solución de 2760 l/ha que es un volumen muy alto. Esta situación es una limitación práctica del abonamiento foliar.

Este problema se puede resolver haciendo aplicaciones fraccionadas en operaciones sucesivas y cada una de ellas con cantidades, que sumadas dan el total deseado.

La aplicación fraccionada no es inconveniente alguno, si consideramos que los abonos foliares pueden ser mezclados con muchos de los insecticidas, fungicidas, y aun herbicidas y ser aplicados simultáneamente en la misma solución.

PROBLEMA Se requiere abonar con urea 50 hectáreas de maíz con distancias entre golpe de 0.80 p.m. 0.50m con la dosis de 180 kg N/ha.

Cuántos kg úrea se necesita

Cuántos kg /50 has

Cuánto gramo de urea por golpe

Para conocer los Kg. de urea se deduce:

$$\begin{array}{r} 100 \text{ de urea} \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 45 \text{ de N} \\ \times \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 180 \end{array}$$

$$\text{Urea/ha} = \frac{\text{dosis} \times 100}{\%} = \frac{180 \times 100}{45} = 400$$

1. Se necesitará 400 kg de urea por hectárea
50 has = 400 x 50 = 20,000 kg.
2. Para 50 hectáreas será 50 x 400 = 20.000 kg de urea
3. El número de golpes por hectárea

$$\text{Nº golpes/ha} = \frac{10000}{0.80 \times 0.50} = 25,000$$

$$\text{Abono/golpe} = \frac{\text{abono total/ha}}{\text{Nº golpes}} = \frac{400000 \text{ grs.}}{25.000} = 16 \text{ grs./golpe}$$

BIBLIOGRAFIA

1. CONDE, H. 1975. Lecciones de Agricultura. Evácut. 645 p.
2. GERRERO, A. 1997. Cultivos herbáceos extensivos. Ediciones Mundi - Prensa 751 p.
3. MATH, J. 1985. Diagramas de análisis de plantas. Revista de la Potara. Suiza. Nº 2.
4. PRIMAVERCI, A. 1987. A moderna Agricultura. Livraria do Globo. Sao Paulo. Brasil. 240 p.

CAPITULO XI

LOS MODELOS DE SISTEMAS DE CULTIVOS

Definición y Alternativas

Se denomina sistemas de cultivos a la disposición de vegetales en un mismo espacio y periodo determinado. Se les llama también arreglos o patrones.

Este periodo en días es la longitud del ciclo de desarrollo y durante este periodo existe una competencia por luz, agua o nutrientes e incluso espacio edáfico y aéreo del campo ocupado.

Hay siguientes tipos de arreglos:

a. Arreglo solo o limpio o monocultivo.- En este sistema hay un solo cultivo y existe la posibilidad de competencia por espacio y nutrientes entre los individuos de dicho cultivo más aún cuando existe una sobre densidad. En éste concepto se exceptúa la posibilidad de la competencia de las malezas con el cultivo.

b. Arreglo asociado.- Cuando se siembra dos cultivos en el mismo sitio y en el mismo momento de modo que los sistemas radiculares alcanzan a entrelazarse y compiten desde la germinación; en este tipo de arreglo la competencia por espacio y nutrientes es bastante alta. Este sistema se usa mucho en la zona andina con la asociación maíz y fríjol.

c. Relevo o por etapas.- Cuando se siembra dos cultivos en el mismo sitio de siembra, pero no coinciden las épocas; en este caso la competencia es parcial. Ejemplo: siembre de maíz en abril, fríjol trepador en julio.

d. Intercalado.- El sitio de siembra de un cultivo es diferente al sitio del otro cultivo y la época de siembra de los dos puede ser igual o diferente. En este caso la competencia por espacio, luz y nutrientes es parcial. Por

ejemplo un golpe con maíz y otro golpe con frijol o una hilera con maíz y otra hilera con frijol.

e. Múltiple o policultivo.- cuando existen una combinación de más de dos cultivos arreglados en cualquiera de las formas antes descritas. Ejemplo: una huerta con frutales, flores y hortalizas. También otras alternativas de asociaciones se presenta en el siguiente reporte (2)

<p>En cultivos anuales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cultivos asociados secuenciales y barbechos con leguminosas. ▪ Cultivo como cobertura de suelos y abonos verdes. ▪ Barreras vegetales contra la erosión y a curvas a nivel.
<p>En cultivos Perennes</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asociación de café y cacao con especies forestales y frutícolas. ▪ Árboles de sombra sobre cultivos tolerantes como café. ▪ Cultivos de frutales en varios estratos. ▪ Asociación de frutales nativos con maderas valiosas. ▪ Frutales nativos con palmeras. ▪ Combinaciones de frutales, forestales y pastos.
<p>Sistemas Silvo pastoriles</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asociación de pastos con frutales diversos. ▪ Asociación de pastos con árboles de regeneración. ▪ Mejoramiento de pastos con árboles de regeneración. ▪ Pastos asociados con palmas industriales. ▪ Pastura en bosques raleados.
<p>Otros Poli sistemas</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Policultivos. ▪ Cultivos en multiestratos. ▪ Sistemas de chacras integrales.

f. Rotación de cultivos: Esta modalidad de sistema consiste en la alternancia o sucesión de plantas cultivadas una después de la otra. Para rotar se requieren requisitos tecnológicos:

- ◆ Que las plantas escogidas se acomoden al suelo y clima de la localidad y que tengan diferentes problemas fitosanitarios.
- ◆ Que el total de plantas que comparten la rotación, no exijan una mayor cantidad de mano de obra ni capital de la que se dispone.
- ◆ No descuidar las disposiciones legales que reglamentan determinados cultivos.
- ◆ Que los cultivos que se rotan tengan mercado.
- ◆ Rotar las plantas de raíces profundas con aquellas de raíces superficiales o fasciculadas.
- ◆ Alternar las plantas que tengan cierta armonía a sus exigencias nutritivas.
- ◆ Que a toda planta que extraiga N del suelo le suceda otra que lo fije de la atmósfera.
- ◆ Que a los cultivos que tengan inconvenientes en limitar las malezas, les sucedan cultivos que las sofocaquen fácilmente. Ejemplos: Después de arroz sembrar camote.
- ◆ Establecer los cultivos de tal modo, que dejen tiempo suficiente para la preparación de tierras y que permitan la siembra del siguiente en su oportunidad.
- ◆ Lograr un mayor número posible de cosechas en cada terreno.

En la **ROTACION**, la alternancia puede ser limitada en la cual se fijan las plantas que las va integrar y el orden en que han de integrarse.

Entretanto en el Monocultivo una especie cultivada tiene una repetición continuada en un mismo terreno, originando la disminución progresiva de la producción, hasta que llega a un estado en que es antieconómico. Se ha demostrado mediante experimentos concluyentes la ventaja de la rotación de cultivos y tan es así que hoy es una práctica muy recomendable en una **agricultura sostenible**.

Los fundamentos que justifican la aplicación de la rotación como agro sistema sostenible:

1. **Manejo agrodinámico de las malezas**: Son conocidos los métodos de control de maleza con escardas o mediante métodos químicos, pero una buena rotación también contribuye a destruir o limitar las infestaciones. Entre las plantas cultivadas hay algunas que propician la dispersión de malezas (plantas ensuciadoras: maíz) y otras plantas llamadas "ahogadoras", cuyo desarrollo es rápido y abundante impide la emergencia de dichas malezas (camote) CERNA, 1994.

2. **Por la diferencia de morfología radicular**: Se refiere a que cultivos de raíces profundas absorben sustancias provenientes de capas inferiores del suelo (algodón) mientras que los que tienen raíces fasciculadas, superficiales, aprovechan mayormente los horizontes superiores (maíz, arroz) con lo cual hay un mejor aprovechamiento del suelo.

La rotación puede ejecutarse en varios años como en el siguiente ejemplo:

1er año = remolacha con incorporación de estiércol

2do año = trigo

3er año = cebada

4ª 5to 6to 7to año = alfalfa

8ª año = trigo o cebada

3. **Por las diferentes exigencias nutritivas.-** Es decir todas las plantas no tienen los mismos requerimientos en elementos, así la papa requiere mucha potasa y los cereales prefieren el nitrógeno. Las gramíneas consideradas plantas agotantes como el arroz que exigen altas dosis de nitrógeno para su desarrollo no se deben rotar en el mismo terreno con otras también exigentes en nitrógeno como el maíz híbrido.

4. **La rotación permite evadir la acción de insectos y agentes de enfermedades.-** Muchos de estos organismos dañinos son específicos para determinada planta y al rotarla con otro cultivo de otra familia el ciclo del agente dañino se interrumpe por cuanto no encuentra su alimento apropiado.

5. **Al rotar se permiten la diversificación de la producción.-** Con todas las ventajas económico- sociales al cosechar 2 o más especies en un corto o largo periodo se permite mejor distribución del trabajo y además se evita variaciones de precios.

6. Las rotaciones ayudan a conservar la fertilidad del suelo por cuanto se enriquece con materia orgánica y mejora su estructura. Para mejores resultados se recomienda rotar con una leguminosa.

7. Economiza abonos, puesto que es más económico rotar con leguminosas que usar abonos nitrogenados.

8. Las rotaciones permiten combatir a las malezas, plagas de insectos y enfermedades, por cuanto la variación de cultivos altera las condiciones que cada especie cultivada suprimiendo hospederos de los agentes dañinos.

EL CULTIVO MÚLTIPLE O MIXTO

En zonas donde existen exceso de mano de obra por la superpoblación, falta de puestos de trabajo y un bajo grado de mecanización, los cultivos múltiples son deseables y pueden incrementar sustancialmente la producción total (1) En el sistema múltiple se planta más de un cultivo sobre la misma parcela de tierra. Cada uno de ellos se siembra al mismo tiempo o a intervalos cortos. Esta mezcla puede hacerse de manera organizada con unas pautas fijas de espacio y número de plantas por área y también funciona de una manera desorganizada.

Según BEETS las condiciones agro-ecológicas de un sistema de cultivo múltiple son muy diferentes a las de monocultivo, que reproduce a veces condiciones naturales que puede constituir lo mismo una ventaja que una desventaja. La agricultura puede describirse como un "sistema en donde el hombre solo permite crecer las plantas que el quiere que crezcan". El concepto de permitir una planta al mismo tiempo fue elaborado en épocas muy tempranas de la historia, y junto con la necesidad de la mecanización tendió a favor del establecimiento del monocultivo (1)

Sin embargo, los monocultivos tienen muchas desventajas que pueden resumirse de la siguiente manera:

1).-Al comienzo del periodo de crecimiento el suministro de luz excede a las necesidades. Después frecuentemente falta luz debido a un exceso de sombra.

2).- Los requerimientos de elementos nutritivos y de humedad del suelo son máximos y a menudo el suelo no es capaz de proporcionar las enormes cantidades de elementos nutritivos durante periodos de máxima necesidad como en el macollamiento e iniciación de las panojas en los cereales.

3).-Debido a los amplios espacios al comienzo del periodo de crecimiento el control de las malezas resulta una tarea costosa y son frecuentes las pérdidas de nitrógeno del suelo.

Entre tanto en el cultivo múltiple el suelo solo esta mullido durante un corto periodo de tiempo tras la plantación. La necesidad de luz de los distintos cultivos hacen posible una mayor actividad fotosintética en cualquier momento y los elementos nutritivos del suelo se utilizan mejor ya que las necesidades de las distintas plantas cultivadas no son las mismas y no suceden al mismo tiempo.

De lo anterior se comprenderá que es de vital importancia hallar la combinación correcta de cultivos en el espacio y tiempo, de modo que la combinación resultante haga uso máximo de los elementos disponibles.

En términos de eficiencia agroambiental se tendrá en cuenta los siguientes factores:

- 1.- Tipo de cultivo (leguminosas o no)
- 2.- Espacio y numero total de plantas por hectárea de los diferentes cultivos participantes.
- 3.- Tiempo de plantación.

Una combinación ideal es una leguminosa y una planta de grandes requerimientos en elementos nutritivos, por ejemplo, maíz plantado con maní o bien con yuca o con soya.

Para los trópicos húmedos con una estación lluviosa se sugiere la combinación de cultivos mixtos y por etapas, por ejemplo al comienzo de las lluvias se siembran hileras de maíz y arroz de las tierras altas. Tras madurar los cultivos, su sitio es ocupado por sorgo, maní o soya.

BIBLIOGRAFIA:

1. ALTIERI, M. y D. LETOUMEAU. 1982. Vegetation management and biological control in agrosystems. Crop protection 1:405 - 430.
2. DELORIT, R Y H. AHLGREN. 1986. Producción Agrícola. Edit. Continental. 783 p.
3. HAENSCH Y HABERKAMP. 1987. Diccionario de Agricultura. 1264 p.

CAPITULO XII

LA HIDROPONIA

CONCEPTOS Y EVOLUCION:

El término hidroponía significa trabajo o cultivo (ponos) en agua (hydros). Hidroponía se define en la actualidad como la ciencia del cultivo de plantas sin el uso de tierra, pero si con un medio inerte como: arena gruesa, cascarilla de arroz, grava, aserrín, entre otros, a los que se les agrega una solución nutriente con todos los elementos esenciales requeridos por la planta para su crecimiento y desarrollo normal (6)

Los métodos hidropónicos que emplean algún tipo de medio que contiene material orgánico como turba o aserrín, son a menudo llamados "cultivos sin suelo", mientras que aquellos de cultivo en el agua serían los verdaderamente hidropónicos.

Los "cultivos sin suelo", incluyen el cultivo de plantas en recipientes llenos de agua y cualquier otro medio distintos a la tierra. Incluso la arena gruesa, vermiculita y otros medios más exóticos, como piedras pulverizadas o ladrillos, fragmentos de bloques de carbonilla, entre otros. Al reemplazar la tierra por un medio estéril, se eliminan pestes y enfermedades contenidas en la tierra inmediatamente y las labores del cuidado de las plantas se ve notablemente reducida.

La característica trascendente de cultivar en un medio sin tierra permite tener más plantas en un espacio limitado, las cosechas madurarán más rápidamente y producirán rendimientos mayores; además se conservan el agua y los fertilizantes, que pueden reciclarse. También la hidroponía permite tener un mayor control sobre las plantas, con resultados más uniformes y seguros. Esto es posible por las buenas relaciones entre la planta y sus

elementos nutrientes. No es tierra lo que la planta necesita; son las reservas de nutrientes y humedad contenidos en la tierra.

Cualquier medio de crecimiento dará un apoyo adecuado, y al suministrar nutrientes a un medio estéril donde no hay reserva de estos, es posible que la planta consiga la cantidad precisa de agua y nutrientes que requiere.

En condiciones de siembra en suelo la tierra tiende a menudo a llevar agua y nutrientes lejos de las plantas lo que hace que las cantidades correctas de fertilizantes sea un trabajo muy difícil. En hidroponía, los nutrientes necesarios se disuelven en agua, y esta solución se aplica a las plantas en dosis exactas en los intervalos necesarios.

Diversas investigaciones reportan que la hidroponía, es considerada como un sistema de producción agrícola con gran importancia dentro de los contextos ecológico, económico y social y se basa en la gran flexibilidad del sistema, es decir, por la posibilidad de aplicarlo con éxito, bajo distintas condiciones y para diversas aplicaciones (6)

TECNICAS DE CULTIVO HIDROPONICO:

a.- Cultivo hidropónico puro o en medio líquido:

Es aquel en el que, mediante un sistema adecuado de sujeción, la planta, desarrolla sus raíces en medio líquido (agua con nutrientes disueltos) sin ningún tipo de sustrato sólido.

En este caso las raíces están sumergidas en solución nutritiva y en la cual se regulan constantemente su pH, aireación y concentración de sales (Fig.38)

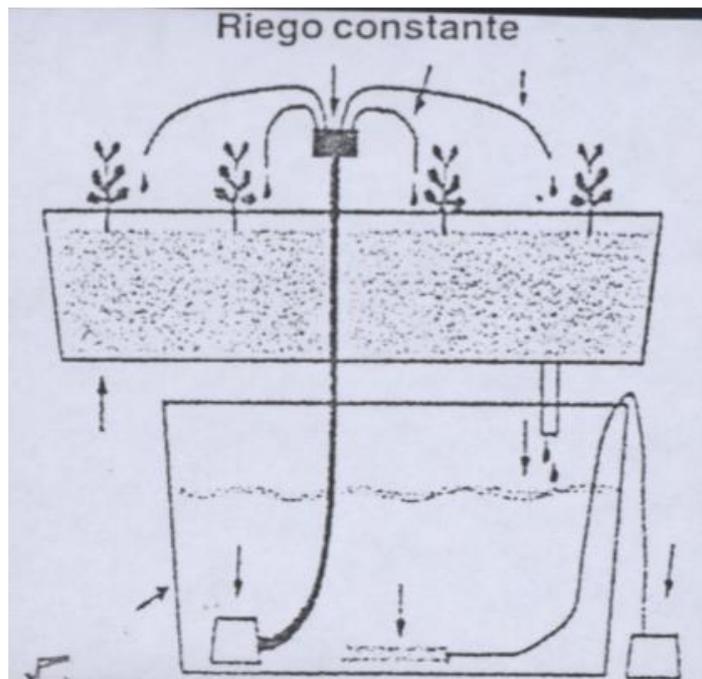


Fig. 38. Hidroponía en medio líquido. Fuente: Sánchez (2004)

Una variante es la recirculación constante de la solución nutritiva en contacto con la parte baja de la raíz; esta es llamada Técnica de Película Nutriente. La planta es sostenida por medios mecánicos.

b.- Cultivo hidropónico en sustrato sólido inerte:

Esta técnica implica el cultivo en agua (acuicultura) o en sustratos sólidos más o menos inertes y porosos a través de los cuales se hace circular la disolución nutritiva.

Es similar en muchos aspectos al cultivo convencional en tierra y es el más recomendado para trabajos iniciales en HIDROPONIA. En lugar de suelo se emplea algún material denominado sustrato, que no contiene nutrientes y se utiliza como un medio de sostén para las plantas, permitiendo que estas tengan suficiente humedad, y también la expansión del bulbo, tubérculo o raíz (6)

c.- Aeroponía:

En ésta técnica las raíces se encuentran suspendidas al aire, dentro de un medio oscuro y son regadas por medio de nebulizadores, controlados por temporizadores (Fig. 39)

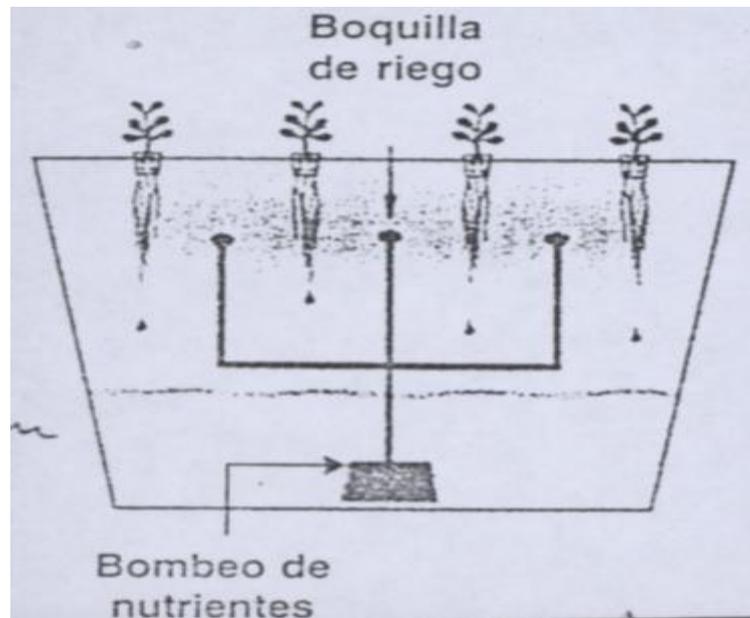


Fig. 39 Aeroponía. Fuente: Sánchez (2004)

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CULTIVO HIDROPONICO:

Para producir alimentos por el cultivo hidropónico se debe evaluar las ventajas y desventajas.

-Ventajas:

- Los cultivos están libres de bacterias, hongos y malezas.
- Reduce los costos de producción.
- Permite la reducción de semilla certificada.
- Hay independencia de los fenómenos meteorológicos.
- Permite producir cosechas en fuera de estación.
- Ocupa menos espacio y capital para una mayor producción.
- Economiza de agua, porque el agua se puede reciclar.

- Se evita la maquinaria agrícola (tractores, rastras)
- Ahorra fertilizantes e insecticidas
- Hay limpieza e higiene en el manejo del cultivo.
- Se presenta mayor precocidad de los cultivos.
- Hay alto porcentaje de automatización.
- Ofrece una rápida recuperación de la inversión.
- Se conduce en ciudades, zonas áridas o frías.
- Es fuente productiva sin contaminación, porque la hidroponía no utiliza maquinaria agrícola y además exhala oxígeno deseado por los seres vivos.

-Desventajas de la hidoponía:

- Requiere un costo inicial alto.
- Necesita un entrenamiento así como conocimiento de las plantas para operar en este sistema.
- Las enfermedades y plagas insectiles pueden propagarse rápidamente.
- La materia orgánica y los animales benéficos del suelo están ausentes.
- Las plantas reaccionan rápidamente tanto a buenas como a malas condiciones (6)

ANTECEDENTES DE LA HIDROPONIA

Muchos creen que la hidroponía empezó en la antigua Babilonia, en los famosos Jardines colgantes en lo que probablemente fuera uno de los primeros intentos exitosos de cultivar plantas hidropónicamente; sin embargo esta técnica existió en la antigua China donde el arroz ha sido cultivado en agua desde tiempos inmemoriales, y existen archivos jeroglíficos egipcios de varios cientos de años a.C. que describen el crecimiento de plantas en agua a lo largo del Nilo. Del mismo modo, Teofasto (327-287 a.C.) emprendió varios experimentos sobre nutrición de plantas y

hoy sabemos por la referencia viviente de gente asentada en el Lago Titicaca que esta técnica también se practicó en nuestro país.

Los japoneses, por falta de espacio y de agua, desarrollaron la tecnología de la hidroponía de manera significativa y La NASA la ha utilizado desde hace aproximadamente 30 años para alimentar a los astronautas y las naves espaciales viajan seis meses o un año y los tripulantes durante ese tiempo comen productos vegetales cultivados en el espacio.

El interés en la aplicación práctica de esta "Nutricultura" no se desarrolló hasta aproximadamente 1925 cuando la industria del invernadero expresó interés en su uso. Al final de la década de 1920 e inicio de los años treinta el Dr. William F. Gericke de la Universidad de California extendió sus experimentos de laboratorio y trabajos en nutrición de plantas a cosechas prácticas en aplicaciones comerciales a gran escala. A estos sistemas de nutricultura los llamó "hidroponía" (6)

Además del trabajo realizado para desarrollar sistemas hidropónicos para la producción de verduras, entre 1930 y 1960 se realizaron trabajos dirigidos a desarrollar sistemas para producir alimento para ganado y aves y los investigadores determinaron que los granos de cereal podrían cultivarse muy rápidamente de esta manera y usando granos como cebada, demostraron que 2 kilogramos de semillas pueden convertirse en 17 kilogramos de alimento verde en 7 días.

Cuando se utilizó como suplemento a las raciones normales, este alimento verde era extremadamente beneficioso para todo tipo de animales y pájaros y en animales productores de leche, aumentó el flujo de ella. La avicultura también se benefició.

Sin embargo, varios problemas se presentaron. Los primeros sistemas tenían poco o ningún control medioambiental, y sin el control de temperatura o humedad había una fluctuación constante en la proporción de crecimiento.

Para evitar problemas de hongos se encontró que el uso de semilla desinfectada con un porcentaje de germinación alto era absolutamente esencial para lograr una buena cosecha.

Con el desarrollo de nuevas técnicas, equipos y materiales, llegaron a estar disponibles unidades virtualmente libres de estos problemas. Muchos de éstos están en uso hoy en día en ranchos, granjas, y parques zoológicos por el mundo.

Para demostrar que la hidroponía era necesaria para el mundo entero como una manera barata y fácil de cultivar vegetales sin tierra se experimentó para despojar a la hidroponía de dispositivos complicados.

Hoy en la India miles de familias cultivan sus vegetales esenciales en unidades hidropónicas simples en azoteas o en patios traseros.

ELEMENTOS HIDROPONICOS:

Los cultivos hidropónicos tienen una forma de conducción diferente pero son plantas y por lo tanto tienen los mismos requerimientos que cualquier cultivo convencional (3)

Por lo tanto sus elementos a considerar para el manejo hidropónico son:

- Los recipientes
- La nutrición
- Los sustratos
- El agua
- La siembra

- La luz
- El aire
- La humedad
- La temperatura
- El riego

Estos componentes son vitales en la nutrición de la planta, la falta de uno o varios de ellos limitarán su desarrollo, y ningún elemento puede ser reemplazado por otro.

En la hidroponía las plantas requieren agua, luz, aire, sales minerales y sustentación para las raíces.

El anhídrido carbónico es transformado con ayuda de la energía luminosa.

Además debe haber suficiente humedad y nutrientes en los cultivos hidropónicos para evitar que la planta se seque y muera.

LOS RECIPIENTES:

Las plantas en hidroponía se cultivan sin tierra, es por esto que principalmente se necesitan recipientes en los que se pondrá el material (sustrato) que va a sustituir a la tierra.

Estos depósitos pueden ser materiales que se encuentran sin uso en los domicilios o también pueden ser contruidos con madera o plástico; todo depende de las posibilidades económicas.

Se pueden usar cajas de uvas, peras o manzanas, (que se obtienen a bajo precio en los supermercados), llantas viejas, galones recortados a la mitad, vasitos plásticos desechables, botellas plásticas, bolsas, etc.

Estos depósitos son adecuados para cultivar acelgas, cebolla, culantro, lechuga, perejil y otras hortalizas de hoja.

La bolsas plásticas negras (10" x 10") como las que se utilizan en los viveros, son recipientes útiles,

económicos y fáciles de usar, además de ser apropiados en pequeños espacios, para especies como apio, albahaca, lechuga, cebolla, tomate, ají pimiento, etc.

Las camas de madera (recipientes de madera grandes) son muy útiles porque aprovechan mejor el espacio disponible.

La profundidad del recipiente no debe ser mayor de 12 centímetros para cultivos de apio, acelga, lechuga, nabo, pepinos, perejil, rábano, tomate y otras hortalizas, plantas medicinales y ornamentales.

Hay algunas excepciones como en zanahorias, la profundidad del contenedor debe ser como mínimo de 20 cm; y para forraje verde hidropónico debe ser como máximo de 5 cm. de profundidad.

Los datos de profundidad recomendados es para que las raíces tengan suficiente lugar para desarrollarse.

Los recipientes más adecuados son los de material PVC o plástico. Si son de metal deben pintarse con pintura epóxica, y los de madera deben forrarse con tela impermeable o de plástico.

Los recipientes tendrán un largo máximo de 6 metros y el ancho de 90 cm. para cada unidad o recipiente (5)

Es una exigencia técnica que los recipientes tengan perforaciones en su base para el drenaje y aireación y para asegurar un buen drenaje es necesario que los recipientes tengan una pendiente entre el 3% y el 5% que dependerá del sustrato utilizado.

En caso que el recipiente no sea opaco podrá originar el desarrollo de algas que competirán por los nutrientes, el oxígeno y alteran el pH de la solución (5)

Otra condición esencial es que debe ser inerte químicamente para evitar reacciones o cambios en la solución nutritiva.

Las huertas hidropónicas instaladas en diferentes países tienen una superficie que varía entre 10 y 20 metros cuadrados para consumo familiar, pero también hay familias o grupos que cuentan con áreas superiores a 200 metros cuadrados, lo que les permite comercializar los excedentes de su producción hidropónica.

LA NUTRICION HIDROPONICA:

La nutrición vegetal consiste en la adición de elementos nutritivos como un procedimiento de balance (4)

Los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas son:

-Macronutrientes:

Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Azufre, Magnesio.

-Micronutrientes:

Hierro, Manganeso, Boro, Zinc, Cobre, Molibdeno, Cobalto y Cloro.

La deficiencia de un elemento limitará su desarrollo, porque la acción es específica y ningún elemento puede ser reemplazado por otro.

Es apropiado aclarar que no existe una única fórmula para nutrir los cultivos hidropónicos (3)

La fórmula más simple es la siguiente:

Nitrato de Calcio = $(NO_3)_2 Ca$	120,00 g.
Nitrato de Potasio = $(NO_3) K$	50,00 g.
Fosfato mono cálcico = $(PO_4)_2 H_4 Ca$	50,00 g.
Sulfato de Magnesio = $SO_4 Mg$	50,00 g.
	<hr/>
	270,00 g.

Estos 270 g. de sales van disueltos en 100 litros de agua lo que nos da una concentración del 2,7% y cada una de las sales debe ser disuelta por separado en un (1) litro de agua obteniéndose así la SOLUCION MADRE CONCENTRADA (6)

Por cada diez (10) litros de SOLUCION NUTRITIVA que se quiera obtener, se agregarán cien (100) centímetros cúbicos de cada una de las soluciones madre, que se hayan preparado, en diez (10) litros de agua (3)

Si se notaran deficiencias en el crecimiento de las plantas de nuestros cultivos hidropónicos, los primeros ajustes se pueden iniciar con el $(NO_3)_2 K$ y el $SO_4 Mg$.

Es apropiado controlar el pH, que para la mayoría de los cultivos se debe mantener entre 6 y 6,5.

Al notar la falta de K se puede aumentar el $(NO_3)_2 K$ a razón de 20 g. por cada 100 litros de solución.

En el caso de faltar el P y el Mg se puede ir aumentando de 10 g por cada 100 litros de solución.

Al aumentar el Mg, aumenta también el S y esto no trae problemas, pues este elemento ayuda en la formación de proteínas. Su exceso moderado en la solución no perjudica las raíces.

Para completar la solución se disuelve 10 g de $SO_4 Fe$ en un litro de H_2O , para obtener Fe al 1%; 10 g en 1000 cm³ de H_2O = 1% de sulfato de hierro (3)

Luego toman 100 cm³ de esta solución y se agregan a los 100 litros de H_2O y en el caso de preparar menos litros de solución nutritiva, agregar 10 centímetros cúbicos por cada 10 litros de H_2O .

Al usar alguno de los métodos en que se utiliza un depósito para la solución nutritiva, efectuar los agregados en dicho depósito mezclando perfectamente.

Es conveniente considerar que las plantas consumen agua y que las condiciones de ambientación provocan

evaporación, por lo tanto, se debe tener marcado el nivel inicial de la solución, e ir agregando agua sola a medida que dicho nivel disminuya. Esto debe hacerse cada semana.

El cuidado en mantener el nivel inicial, es fundamental pues al disminuir la cantidad de agua, aumenta proporcionalmente la concentración de las sales y ello es perjudicial para las plantas.

LOS SUSTRATOS:

La hidroponía al inicio usó al agua como sustrato principal para investigaciones en nutrición mineral de plantas y a través del tiempo los sustratos orgánicos como cáscara de arroz, arena, vermiculita han sido usadas en el crecimiento de plantas por las buenas propiedades físicas. En la actualidad hay varios sustratos para la hidroponía comercial; algunos de ellos inertes y otros capaces de ceder algunos nutrientes a la solución y al mismo tiempo para retener nutrientes de la solución (3)

Los sustratos también se mejoran físicamente por la mezcla de diversos materiales y químicamente por la adición de correctivos y fertilizantes.

Los sustratos de 2 fases contienen aire y agua en los cuales se diluyen los nutrientes.

En el cultivo en agua la fase gaseosa (aire) es mezclada en la fase líquida, mientras que en la AEROPONIA la fase líquida es pulverizada en la fase gaseosa.

En los sustratos de 3 fases el sistema radicular tiene una fase sólida adicional que actúa como relleno, donde el agua baña y el aire se aloja en el espacio poroso. Los materiales de relleno son naturales como la arena, cascajo, aserrín, estiércol, hojas secas, cáscara de arroz y los manufacturados son la vermiculita, perlita, pumita y espumas sintéticas (2)

En la hidroponía las principales propiedades de los sustratos son pH, tamaño de partículas, densidad real y calculada, capacidad de retención de agua, etc.

La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real, o bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina aparente. Su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los de origen mineral (3)

La estructura puede ser granular como la de la mayoría de los sustratos minerales.

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría.

La reacción química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es recíproca entre sustrato y solución de nutrientes y puede ser debida a reacciones de distinta naturaleza:

PROPIEDADES QUIMICAS DE SUSTRATOS:

Las reacciones químicas se deben a la disolución e hidrólisis de los propios sustratos y pueden provocar:

- Acciones fitotóxicas por liberación de iones H^+ y OH^- .
- Hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provoca un aumento del PH y la precipitación del Fósforo y algunos microelementos.
- Osmosis provocados por un exceso de sales solubles y el consiguiente descenso en la absorción de agua por la planta.

Las reacciones físico-químicas son de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenidos en materia orgánica o los de origen arcilloso, es decir, aquellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico. Estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva.

Las reacciones bioquímicas producen la biodegradación de los materiales que componen el sustrato. Se producen con materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera CO₂ y minerales por desintegración de la materia orgánica (2)

La actividad química aporta a la solución nutritiva elementos adicionales por procesos de hidrólisis o solubilidad. Si éstos son tóxicos, el sustrato no sirve y hay que descartarlo, pero aunque sean elementos nutritivos útiles entorpecen el equilibrio de la solución al superponer su incorporación un aporte extra con el que habrá que contar, y dicho aporte no tiene garantía de continuidad cuantitativa. Los procesos químicos también perjudican la estructura del sustrato, cambiando sus propiedades físicas.

PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE SUSTRATOS

La actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También pueden degradar el sustrato y empeorar sus características físicas. Disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular. La actividad biológica está restringida a los sustratos orgánicos y se eliminarán aquellos cuyo proceso degradativo sea demasiado rápido.

Entre las propiedades biológicas de un sustrato se pueden señalar:

1.- La velocidad de descomposición que es función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esta puede provocar deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la velocidad de descomposición.

2.- Entre los efectos biológicos de los sustratos orgánicos se atribuyen a los ácidos húmicos y fúlvicos, que son los productos finales de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa. Varias funciones vegetales se ven afectadas por su acción.

Hay una posibilidad en cuanto a los sustratos que es la utilización de materiales de desecho de actividades e industria de la zona, como ladrillo molido, plástico molido, etc.

El mejor medio de cultivo depende de factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc.

Se logran buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, con las siguientes características del medio de cultivo:

CLASES DE SUSTRATOS POR SUS PROPIEDADES

. Sustratos químicamente inertes: Arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida.

. Sustratos químicamente activos: Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales lignocelulósicos, etc.

Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de

adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización; almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal (6)

LOS SUSTRATOS POR EL ORIGEN DE LOS MATERIALES

1. Materiales orgánicos:

Estos materiales son de origen natural y están sujetos a descomposición biológica (turbas)

2. Materiales de síntesis:

Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (como la espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc).

3. Materiales de Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas: Estos materiales orgánicos deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (son ejemplos las cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibras de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.).

4. Materiales inorgánicos o minerales:

. De origen natural:

Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc).

. Transformados o tratados:

Se originan en rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de

partida (éstos pueden ser la perlita, la lana de roca, la vermiculita, la arcilla expandida, etc).

. Residuos y subproductos industriales:

Abarca los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc).

EL AGUA EN HIDROPONIA:

La calidad del agua es de gran importancia en el cultivo hidropónico, por eso antes de utilizar cualquier tipo de agua es sumamente necesario efectuar su análisis (6)

La dureza del agua es una medida del contenido de ión carbonato (HCO_3^-) y conforme aumenta ésta, el pH se incrementa y ciertos iones como el hierro quedan bloqueados.

Desde el punto de vista de la concentración salina, no puede haber problemas con el uso de agua con valores inferiores a 200 p.p.m. (partes por millón) de sales totales, puesto que estas concentraciones no poseen apreciación significativa en la solución nutritiva.

Todos los métodos de cultivo hidropónico, están basados en los mismos principios: la utilización de agua y fertilizantes químicos para nutrir las plantas (6).

Un contenido de cloruro sódico superior a las 50 p.p.m. en el agua de riego no es aconsejable porque disminuye el ritmo de crecimiento de la planta.

Ciertas sustancias pueden resultar tóxicas en determinadas proporciones como el cloro libre en cantidades superiores a las 5 p.p.m; el boro, el flúor y manganeso en concentraciones superiores a las 2 p.p.m. y el sodio en cantidad superior a 10 p.p.m.

Es indispensable que el agua para los cultivos, provenga de una fuente de agua para consumo humano o

animal, y por lo tanto también será apta para las plantas. Se recomienda en lo posible utilizar agua destilada o desmineralizada.

La concentración de hipoclorito de sodio, existente en las aguas corrientes debe ser mínima.

Las aguas con gran contenido de sal pueden ser utilizadas, (previo análisis de las mismas, para poder adaptar las fórmulas a ellas) pero teniendo en cuenta que las plantas a desarrollarse en ellas sean tolerantes a la sal, por ejemplo el tomate, el pepino, la lechuga o los claveles.

Las aguas "duras" que contienen concentraciones de calcio pueden ocasionar un problema ya que el calcio se deposita y puede taponar orificios en las instalaciones de riego.

Si se sospecha que el agua está contaminada con patógenos, la cloración, en sus diferentes modalidades, constituye el proceso de desinfección más útil y el más barato (hipoclorito de sodio o de calcio, 2 a 5 partes por millón, de Cloro) dejar evaporar el cloro antes de proceder al llenado con la solución nutritiva.

LA SIEMBRA EN HIDROPONIA

La óptima siembra ayudará a las plantas a desarrollarse bien tanto al comienzo como durante la fase productiva. Es conveniente asegurarnos que las semillas sean frescas y alto poder germinativo.

Un almácigo se compone de una serie de elementos destinados a brindarle a la semilla todas las condiciones necesarias para su germinación.

Son métodos de siembra más adecuados con destino a cultivos hidropónicos, el de los cubos de espuma plástica,

los almácigos y la siembra directa en el recipiente hidropónico.

La semilla germina al absorber suficiente cantidad de agua, la cáscara exterior se abra y el pequeño embrión empieza a desarrollarse.

La luz puede estimular o inhibir la germinación de acuerdo a la variedad o especie de planta.

Las semillas respiran durante la germinación y si no existe aire en abundancia se asfixian, por eso hay que tener cuidado con la cantidad de agua que se suministra y con el tipo de medio en el cual se siembra.

La nueva raíz se abre camino hacia abajo para afirmarse en su base de sustentación, y el pequeño tallo crece hacia la luz.

LA LUZ PARA LAS PLANTAS:

La fotosíntesis requiere de la luz como elemento vital para el crecimiento de las plantas, pero no todas necesitan la misma cantidad de luz.

Se recomienda que los cultivos reciban la mayor cantidad posible, (por lo menos 6 horas de luz solar). En lugares de poca luz se pueden instalar uno o varios tubos fluorescentes que no emiten tanto calor como las lámparas incandescentes y además son de bajo consumo y por lo tanto con un gran ahorro económico.

Los tubos fluorescentes deberán estar a una distancia máxima de 15 centímetros por encima de las plantas. Existen otras alternativas de iluminación artificial más eficaces como las lámparas de alta descarga, llamadas Halogenuros Metálicos (que valen para el crecimiento vegetal) y las de Sodio a Alta Presión (valen para el desarrollo floral y de los frutos).

Al elegir un lugar abierto debe procurarse que no dé el sol en directo durante todas las horas del día. No debemos olvidar que existen especies que se desarrollan mejor a la sombra (6)

EL ELEMENTO AIRE:

La ventilación de los cultivos hidropónicos es relevante, especialmente los instalados en lugares cerrados, donde debe haber una buena circulación de aire fresco; sin embargo las corrientes fuertes y el polvo son muy perjudiciales.

Si el ambiente es muy seco debe humedecerse rociando las hojas, pero tener en cuenta que el exceso de humedad provocará el desarrollo de enfermedades.

En lugares abiertos deben protegerse los cultivos hidropónicos de vientos fuertes que afectan al proceso de polinización de las flores y por consiguiente las seca, además los vientos fuertes impiden el vuelo de los insectos, que son factores esenciales en el proceso de polinización (6)

Por otra parte, los vientos moderados suelen favorecer la circulación de la savia, facilitan la fecundación transportando el polen y renuevan el aire en el medio ambiente de la planta.

EL ANHIDRIDO CARBONICO: CO₂

El anhídrido carbónico es parte de la vida de las plantas, por ser imprescindible para realizar la fotosíntesis.

El nivel de este gas en la atmósfera es de un 0,03% (300 p.p.m), pudiendo variar entre un 0,02 y 0,04%. Esta concentración varía mucho más en el interior de un invernadero que en el aire libre.

En las primeras horas de la mañana en un día despejado, la concentración de CO₂ en cultivos hidropónicos en invernadero es más alta que en la atmósfera.

En cuanto aumenta la intensidad luminosa y, por lo tanto, los procesos de fotosíntesis hay una disminución rápida de CO₂, que alcanza niveles muy bajos, menos de 200 p.p.m.

El momento peor es el medio día, cuando la intensidad de luz es máxima, con lo que la fotosíntesis es también máxima y por lo tanto también el consumo de CO₂.

Por algunas horas este nivel permanece constante hasta que la intensidad luminosa empieza a disminuir, desde este momento la concentración de gas empieza a aumentar, hasta alcanzar los niveles iniciales.

Durante el invierno, en días de cielo nublado, la concentración de gas es menor que en los despejados, debido a que los invernaderos permanecen cerrados, con lo que el aire no se renueva y el CO₂ es absorbido por las plantas.

En verano, las altas temperaturas que se alcanzan en el invernadero obligan a abrir las ventanas con lo que la concentración del CO₂ se iguala con la exterior.

A menudo la concentración de gas presente en el invernadero no es suficiente para las necesidades de las plantas hasta el punto de poder llegar a convertirse en factor limitante, teniendo en cuenta también que en un invernadero los procesos fisiológicos adquieren ritmos más intensos de desarrollo.

La concentración de CO₂ que requieren los cultivos varía mucho, según especies y estado fenológico de las mismas, pero en las épocas de gran desarrollo, en que el proceso fotosintético alcanza los grados máximos, el nivel de anhídrido carbónico puede situarse entre 700 y 1000 p.p.m. en el cultivo de hortícolas, pudiendo subir a

niveles más altos en cultivos exigentes en este gas, como es el caso del tomate.

EFFECTOS DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD

Al tener en cuenta que para la mayoría de plantas hortícolas la temperatura óptima para el crecimiento está entre los 15 y 35 grados, para los cultivos hidropónicos, bajo cubierta, la temperatura ideal promedio es de 20 grados.

El congelamiento es uno de los fenómenos más destructivos de las plantas, así como el sol a plenitud durante el verano en lugares de clima muy cálido.

En los casos en que el cultivo hidropónico es en invernadero no hay que olvidar que el invernadero fue pensado para tener en su interior una temperatura mayor que la exterior, de forma que se pudieran dar los cultivos en zonas frías o simplemente adelantar y acortar el ciclo de cultivo en el tiempo, con la correspondiente ganancia económica (6)

Los plásticos empleados en las cubiertas, se comportan de distinta manera ante las diferentes radiaciones que componen la luz. Son transparentes a la luz visible y el infrarrojo corto. La parte reflejada y absorbida de esta onda es tan sólo el 10 - 20% del total. Por supuesto esto varía según la inclinación y orientación de las paredes y techo.

Las temperaturas óptimas para el tomate están comprendidas entre los 10°C de mínima y los 30 - 35°C de máxima.

Toda la energía absorbida por el recubrimiento del invernadero es transformada en calor y emitida por irradiación, yendo la mitad al interior del invernadero y la otra mitad al exterior.

La temperatura del invernadero está determinada por la radiación infrarroja corta, que al incidir sobre el terreno y plantas los calienta. La radiación infrarroja larga, que calienta la cubierta y por fin, la radiación emitida por cubierta, terreno y plantas debido a su aumento de temperatura.

Si el material de recubrimiento deja pasar fácilmente las radiaciones emitidas por la superficie del terreno y por las propias plantas y, estando sereno el cielo, por la noche puede haber una inversión térmica, es decir, una temperatura en el interior del invernadero inferior a la exterior.

En épocas de mucho calor, se puede actuar de distintas maneras, la menos sofisticada es la de la sombra. Este método consiste en dar sombra al invernadero, aplicando un encalado o cualquier material que disminuya la radiación solar en el interior del mismo.

La temperatura y la humedad están fuertemente relacionados en los cultivos hidropónicos y la primera alternativa consiste en la colocación de un ventilador en un extremo del invernadero y unos paneles de fibra de madera o de plástico en el lado opuesto, éstos paneles deben ser porosos y permeables, se les pueda mojar, y se les mantiene en un grado de humedad muy elevado y continuo durante todo el período que se quiere enfriar el invernadero. El aire caliente del exterior pasa a través del material humedecido atraído por la acción de los ventiladores colocados en el lado opuesto y, encontrando el agua en los paneles, sufre una baja de temperatura a causa de la absorción de calor por parte del agua que evapora.

Con éste método se eleva también la humedad, lo que representa una ventaja inconveniente notable, debiendo tener control sobre enfermedades que se pueden ver beneficiadas por este aumento de humedad.

Una segunda alternativa es que podemos bajar la temperatura, a través de nebulizadores, que dispuestos cada 8 o 10 metros en la parte alta del invernadero, nebulizan el agua en gotas de un diámetro menor de 10 micras, con lo que permanecen el tiempo suficiente en el aire como para evaporarse antes de caer sobre la planta, lo que generaría problemas, debido al aumento de humedad en la superficie de la planta, que podría originar problemas de enfermedades.

En casos de dar sombra al invernadero hay pérdida de luz que lleva asociado este sistema, ocasionando retrasos en el ciclo del cultivo y problemas específicos de ciertos cultivos, como el tomate, que pierde contenido de azúcar.

También las bajas repentinas de humedad pueden provocar una condensación del agua, que puede tener consecuencias peligrosas en las plantas porque las gotas de agua condensadas sobre la superficie interior del plástico caen sobre la planta, aumentando su humedad en superficie y posibilitando problemas de enfermedades.

Si la cantidad de agua que la planta consume es excesiva y llega a superar la disponibilidad máxima, la planta reaccionará regulando los estomas y disminuyendo las aberturas, con lo que la fotosíntesis disminuye.

Si el ambiente es muy seco debe humedecerse colocando recipientes con agua, rociando las hojas o mojando el piso.

Esta situación se suele dar a medio día, en estos momentos las necesidades hídricas aumentan y los estomas se cierran, por lo que la fotosíntesis disminuye, justamente cuando la intensidad de luz es máxima.

En sitios cerrados como el invernadero, al ser la velocidad del viento menor, y poder actuar sobre el grado de humedad del aire, el valor de la temperatura promedio disminuye, con lo que los estomas de las plantas permanecen

abiertos por un período mayor de tiempo, con lo que aumenta el trabajo de fotosíntesis de las plantas y de este modo se compensan las pérdidas causadas por la disminución de radiación total.

La solución para aumentar la humedad en las épocas secas y cálidas, es con nebulizadores, con lo que hay un aumento de humedad y una disminución de temperatura en una sola operación.

El limitante de los nebulizadores es que no se pueden usar en invierno, ya que enfriarían mucho la atmósfera, aunque los problemas de humedad, raramente se dan en esta época y además es raro que los problemas de temperatura excesiva y humedad baja no vayan unidos.

Si la humedad en el interior es alta, la única forma de reducirla es calentando el aire o abriendo las ventanas, para igualarla con la del exterior. De lo contrario, nos encontraremos con los problemas de condensación en la cara interna del plástico y de goteo sobre el cultivo.

La humedad requerida por nuestro cultivo es de un 45-70%, siendo el óptimo de humedad de 60%. El exceso de humedad ocasiona menor desarrollo vegetativo (disminuye la transpiración), mayor riesgo de enfermedades criptogámicas y bacterianas y condensación de humedad.

Por defecto de humedad se presenta deshidratación de los tejidos, menor desarrollo vegetativo (mas transpiración por cierre de estomas) y deficiente fecundación y caída de flores.

EL RIEGO EN HIDROPONIA:

En los cultivos hidropónicos es imprescindible el uso de un sistema de riego para suplir las necesidades de agua de las plantas y suministrarle los nutrientes necesarios.

Los sistemas de riego que pueden utilizarse van desde uso manual con manguera hasta el más sofisticado con

controladores automáticos con dosificación de nutrientes, pH y programador automático de riego (6).

Un sistema de riego consta de un tanque para el agua y nutrientes, tuberías de conducción de agua y goteros o aspersores (emisores).

El tanque debe ser inerte con respecto a la solución nutritiva y de fácil limpieza, mantenimiento y desinfección. El criterio para seleccionar el tamaño puede variar según el cultivo, localidad, método de control de la solución nutritiva, etc.

Cuanto más pequeño sea, más frecuente será la necesidad de controlar su volumen y composición.

El tanque en caso de regar por gravedad, deberá tener suficiente altura para lograr buena presión en los goteros, si se riega utilizando una bomba, el tanque puede ser subterráneo.

Las tuberías de PVC y mangueras de polietileno son las más económicas. El diámetro dependerá del caudal y longitud del tramo.

Según el movimiento de agua en el sustrato, los sistemas de riego se pueden clasificar en los de aporte de agua de arriba hacia abajo (goteo y aspersion) o de abajo hacia arriba (subirrigación).

En el primer caso, el movimiento del agua durante el riego está regido principalmente por la gravedad. En el segundo caso, este movimiento está regido por las fuerzas capilares.

El sistema de riego y las características físicas del sustrato están estrechamente relacionados entre sí.

a) Riego localizado o por goteo:

Es uno de los sistemas más ventajosos. El agua es conducida hasta el pie de la planta por medio de mangueras y vertida con goteros que la deja salir con un caudal determinado.

Mediante este sistema se aumenta la producción de los cultivos, se disminuyen los daños por salinidad, se acorta el período de crecimiento (cosechas mas tempranas) y se mejoran las condiciones fitosanitarias.

En hidroponía el riego localizado consiste en aplicar agua a cada maceta mediante un microtubo provista de una salida de bajo caudal. Es uno de los métodos más utilizados en los cultivos hidropónicos.

b) Riego por aspersion:

En este sistema el agua es aportada a una cierta altura sobre el cultivo y cae sobre el follaje.

En la riego por aspersion el agua es llevada a presión por medio de tuberías y emitida mediante aspersores que simulan la lluvia.

c) Riego por subirrigación:

La subirrigación es una técnica de riego que consiste en suministrar el agua a la base de la maceta. Este aporte se realiza mediante el llenado de agua de una bandeja donde están colocadas las macetas. El llenado se puede realizar bien por elevación de la lámina de agua de la bandeja (Flujo-reflujo) o haciendo fluir agua por unos canalones.

Después de la cosecha, si las plantas no prestan ninguna utilidad, se retirarán de los recipientes para desecharlas, se sugiere la idea de usarlas para la alimentación animal. Luego se desinfectará y lavará el sustrato con abundante agua clara para que pueda ser utilizado nuevamente.

METODOS HIDROPONICOS:

Entre los métodos existen varios métodos y técnicas hidropónicas para escoger:

1. Técnica de la ventilación estática:

Las plantas crecen en un depósito de solución nutritiva, ventilado por un compresor de aire.

Esta es una técnica sencilla para cultivar lechuga y repollo. Esta técnica sirve además para empezar a aprender como funciona la Hidroponía.

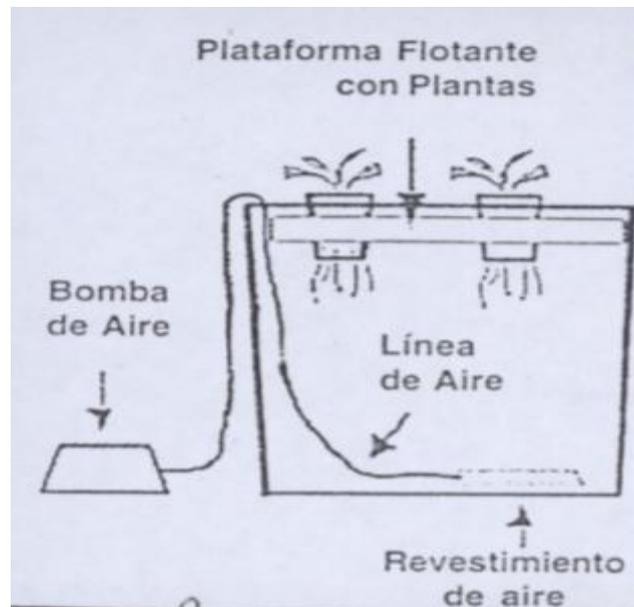


Fig. 40 Por Ventilación estática. Fuente Sánchez (2004)

2. Técnica de inundar y Drenar:

Las plantas crecen como en la técnica anterior, pero las raíces son inundadas y drenadas por la solución nutritiva varias veces al día para permitir la respiración de las raíces. Esto permite un mejor desarrollo para las plantas.

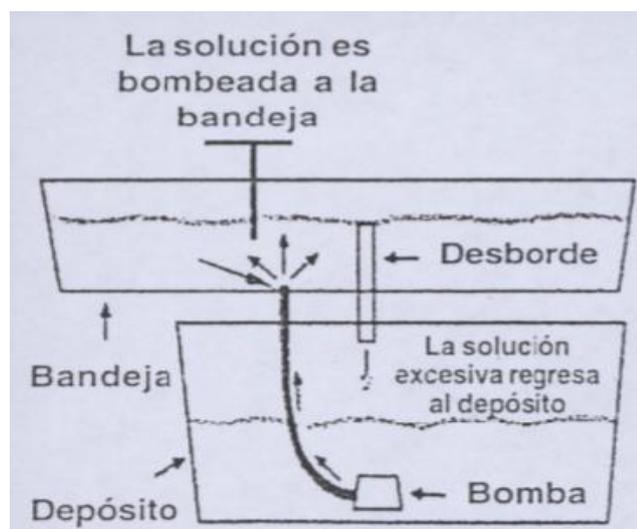


Fig. 41 Por inundación y drenaje. Fuente Sánchez (2004)

3. Técnica de la Solución Nutritiva Recirculante:

Una capa delgada de solución nutritiva está siempre en contacto con las raíces. Mientras la solución nutritiva recircula en un sistema cerrado, la superficie de las raíces están expuestas al aire. Esta técnica es excelente para producir frutas y vegetales.

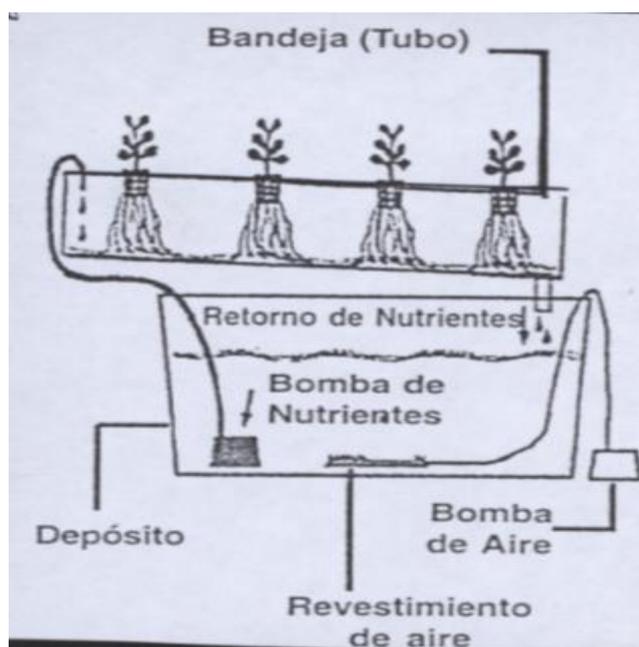


Fig. 42 Con solución nutritiva recirculante. Fuente Sánchez (2004)

4. Técnica de Irrigación por Goteo:

Las plantas crecen en un sustrato inerte (arena, grava, perlita, cáscara de arroz, arcilla expandida). La solución nutritiva es dosificada cerca y alrededor de las raíces.

Desde los desiertos en el Oriente Medio se están exportando cosechas a partir de este método de cultivo.

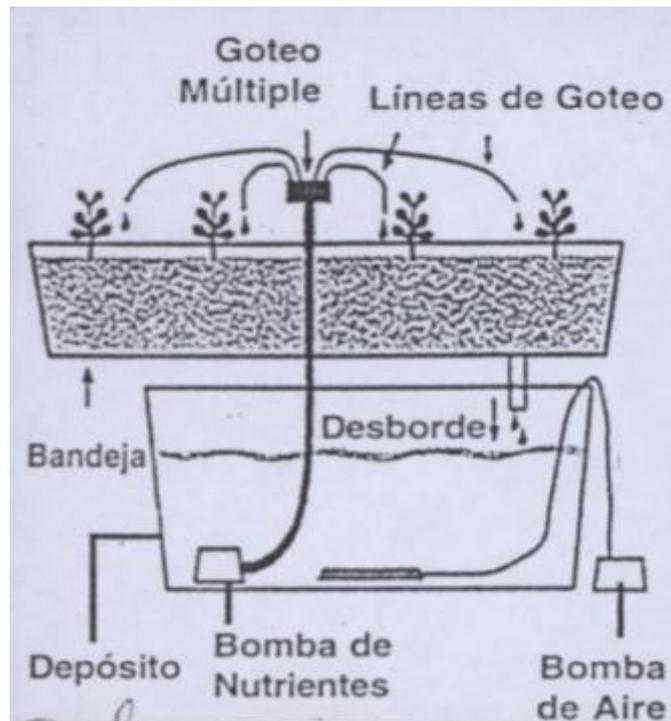


Fig. 43 Con irrigación por goteo

5. Técnica Aeropónica:

Una delgada capa de solución nutritiva es inyectada por un atomizador (nebulizador) en las raíces de las plantas que se encuentran suspendidas en el aire desde el marco superior del contenedor.

Con esta técnica se puede acelerar hasta diez (10) veces el crecimiento y desarrollo vegetal.

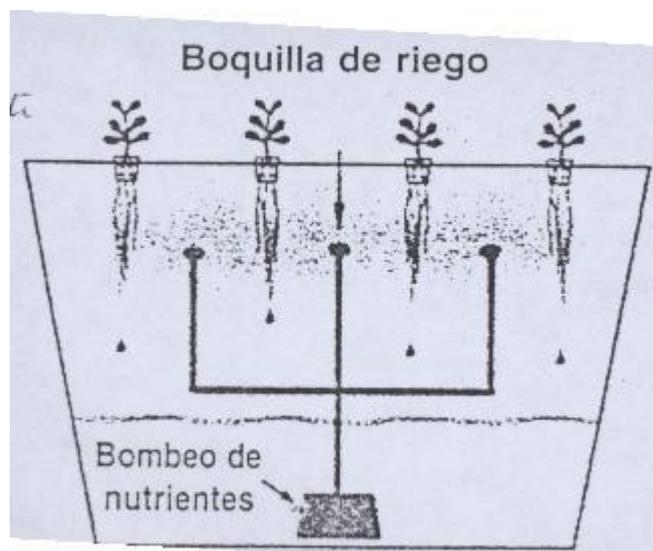


Fig. 44 Por aeroponía

CONSTRUCCION DE CONTENEDOR HIDROPONICO:

Para construir el contenedor se usan 2 tablas de 2 m. de largo, 2 de 1.20 m., 13 de 1.24 m. y 6 de 0.32 m; clavos, plástico de color negro, calibre: seis milésimas o plástico grueso, manguerita de hule, de preferencia color negro de $\frac{1}{4}$ de pulgada.

También se necesita martillo, serrucho, engrapadora y cinta métrica (metro).

1.- Después de medir las dimensiones cortamos las tablas. Se deben obtener dos tablas de 2 m. que conforman el largo y dos de 1.20 del ancho del contenedor (este ancho nos permite trabajar cómodamente alrededor del contenedor).

2.- Al clavar estas cuatro tablas obtenemos el marco del contenedor. El ancho de 12 cm. de las tablas nos da la profundidad ideal de la cama.

3.- Después de terminada la caja, se clava las seis patas en los cuatro extremos y en el centro de cada lado.

Las patas deben colocarse en la parte externa de la cama, nunca en su parte interior, porque dificultan la colocación del plástico.

La función de las patas es hacer que la base de la cama quede separada del suelo, permitiendo que no se produzca humedecimiento del área próxima al cultivo y se disminuye el riesgo de enfermedades y la aparición de algunos insectos que se establecen debajo de ella sin ser detectados en su debido momento.

COLOCACION DEL PLASTICO:

Para impermeabilizar el contenedor se necesita un plástico negro de calibre seis milésimas. Su función es evitar que la madera se humedezca y se pudra e impida la pérdida de los nutrientes. El color negro es para evitar la formación de algas y para dar mayor oscuridad a la zona de las raíces. El plástico nunca debe colocarse sobre el piso, a menos que se hayan barrido de éste todas las asperezas

que pudieran perforarlo o que el piso esté forrado con periódicos viejos.

El contenedor para lechugas no usa drenaje ni desnivel, porque necesita agua con nutrientes por varias semanas.

COLOCACION DEL DRENAJE:

1.- Todo recipiente que se va a destinar para un huerto hidropónico en sustrato sólido deberá tener un orificio de drenaje por donde se escurrirán los excesos de agua o sales nutritivas. Este drenaje debe estar ubicado en la mitad de uno de los extremos.

OTROS TIPOS DE CONTENEDORES:

Las mangas verticales y los canales horizontales constituyen otro tipo de contenedores, igual de eficientes que el anterior pero para espacios más pequeños.

Las mangas verticales (tubos de nylon) ya vienen fabricadas en diferentes anchos y calibres. De preferencia, se debe usar el de color negro, calibre 0.20 y ancho de 20 cm., para soportar el peso del sustrato. Estas mangas se compran por kilos o metros, listas para hacerle las perforaciones donde irán las plantas. El procedimiento es el siguiente:

A ocho cm. de uno de los extremos amarre la manga con un hilo o pita plástica, dando varias vueltas y apretando fuertemente el nudo y se puede iniciar el llenado de la manga con la mezcla de sustrato y humedecida por lo menos desde el día anterior, especialmente si tiene cascarilla de arroz, porque tarda muchas horas en humedecerse lo suficiente.

No poner el sustrato dentro de la manga si éste no está previamente mojado pues será imposible mojarlo antes de la siembra, lo que es muy importante. Después de llenar

la manga con el sustrato húmedo se la coloca verticalmente dándole algunos golpes suaves, para bajar el sustrato.

La manga se cierra por su parte superior, de la misma manera que se cerró en el otro extremo, y con una tijera se le hace un corte redondo de 3 cm. de diámetro, que es por donde se le suministrará el riego.

También se puede colocar un pedazo de botella desechable a manera de embudo, con la tapa perforada con 6 hoyitos, amarrando la boca de la botella cuando se hace el nudo de la manga en la parte superior.

La manga se deja colgada o recostada. No se siembra el mismo día que se llenó. En 2 ó 3 días se aplicaran riegos con solución de nutrientes para que el sustrato baje o se estabilice.

Después de esto, a la sombra, se transplantan las plantitas del semillero. Para el transplante, se hacen hoyos que apunten abajo, a través de cada perforación de la manga y se introducen las raíces con mucho cuidado, sin romperlas ni maltratarlas. Si el tiempo es soleado y caluroso, se deja la manga a la sombra por 3 días, para que las plantas peguen bien y después se cuelga en el sitio donde va a quedar definitivamente.

Los excesos saldrán por donde se hizo el nudo inferior. Este líquido se debe recoger y aplicar nuevamente en los riegos posteriores.

En las mangas verticales no se siembran especies de siembra directa, solo se deben sembrar especies de transplante. Usando este sistema se han tenido muy buenos resultados con fresas, perejil (rizado o liso), lechugas, achicorias y plantas ornamentales de flor de porte reducido.

PREPARACION DEL SUSTRATO EN MANGAS

Para la preparación del sustrato de mangas, se disminuye un poco la cantidad del componente mas pesado y aumentar el mas liviano y que retenga más humedad. Por ejemplo: 60% cascarilla de arroz + 40% arena de río. También se puede usar una mezcla de 60% cascarilla de arroz + 40% arena blanca (piedra pómez molida).

La nutrición se hace de la misma manera que en un contenedor de madera, regando todos los días con solución nutritiva y con agua cuando sea necesario. Para una manga vertical de 1.20 metros, la cantidad diaria de solución de nutrientes es de un litro.

Las Mangas horizontales, también se llaman canales horizontales y se ubican sobre el suelo (en la base de las paredes) o colgadas en las paredes.

Se usa plástico negro de calibre 0.15 ó 0.20 de 50 ó 60 cm. de diámetro.

SELECCIÓN DEL SUSTRATO

Existen muchos tipos de materiales útiles y eficaces para hacer hidroponía, pero no todos son de bajo costo o fáciles de conseguir. Los mejores son:

- Cascarilla de arroz.
- Arena de río o arena gris.
- Arena blanca o piedra pómez.
- Aserrín de maderas blancas.

Estos materiales pueden ser utilizados solos, aunque algunas mezclas han tenido mucho éxito.

Con base en pruebas hechas, la mezcla de los materiales que mejores resultados dan son:

- 50% cascarilla de arroz con 50% arena de río.
- 50% cascarilla de arroz con 50% arena blanca.
- 60% cascarilla de arroz con 40% arena río.
- 80% cascarilla de arroz con 20% de aserrín.

Estos sustratos y sus mezclas deben tener ciertas características siguientes:

- Que las partículas que los componen tengan un tamaño no menor a 0.5 milímetros y no mayor a 7 milímetros.
- Que retengan una buena cantidad de humedad, pero que además faciliten la salida de los excesos de agua que pudieran caer con el riego o con la lluvia.
- Que no retengan mucha humedad en la superficie.
- Que no se descompongan con facilidad y sean de bajo costo.
- Que tengan, preferentemente, coloración oscura.
- Que no contengan elementos nutritivos que no se puedan controlar.
- Que no contengan microorganismos perjudiciales a la salud de los seres humanos o de las plantas,
- Que no contengan residuos industriales o humanos.
- Que sean abundantes, fáciles de conseguir, transportar y manejar.
- Que sean livianos, es decir que no pesen para que las camas de cultivo lo soporten.

Cuando se usa aserrín de maderas, es preferible que no sean de pino ni de maderas de color rojo, porque contienen sustancias que pueden afectar a las raíces de las plantas. Si sólo es posible conseguir aserrín o viruta de estas maderas, se lava con abundante agua y se deja fermentar durante 10 días antes de usarlo.

El aserrín o viruta se lava con abundante agua y se deja fermentar durante 10 días antes de usarlo.

Cuando se usa arena de río, arena blanca o algún tipo de grava de río, estos materiales deben lavarse cuatro o

cinco veces en recipientes plásticos grandes, para eliminar todas aquellas partículas pequeñas que flotan.

El sustrato ya está en condiciones de ser usado cuando el agua del lavado sale clara. Si las cantidades que se necesitan son muy grandes, entonces se deben usar areneros o mallas durante el lavado, para retener las partículas menores a medio milímetro.

El exceso de partículas con tamaños inferiores al mínimo indicado, dificultan el drenaje de los excedentes de agua, y por lo tanto, limitan la aireación de las raíces.

Los tamaños superiores no dejan que germinen las semillas pequeñas como las de lechuga y apio, y además restan consistencia al sustrato y limitan la retención de agua.

PREPARACION, SIEMBRA Y MANEJO DE LOS SEMILLEROS:

Existen varios tipos de siembra. Las 2 más usadas en hidroponía son:

- Siembra por transplante y
- Siembra directa.

El primer tipo de siembra usa los semilleros o almácigos, y en el segundo tipo de siembra las semillas se ponen a germinar en el sitio definitivo de cultivo.

OTRAS LABORES DE MANEJO:

En los métodos, tanto en el de sustrato sólido como en el de raíz flotante, es importante tener cuidado constante con la presencia de plagas, que pueden afectar la cantidad y la calidad de las cosechas (su control se explicará más adelante).

También debemos evitar que los cultivos reciban exceso de sol o frío, especialmente heladas.

- Contra los excesos de sol podemos sombrear los cultivos con una malla oscura para reducir la radiación solar.

- Para los excesos de frío se recomienda cubrir los cultivos más susceptibles a este fenómeno con plásticos transparentes, preferentemente de uso agrícola, durante los días u horas en que haya más riesgo de que ocurran bajas temperaturas (6)

NUTRICION DE LAS PLANTAS

Los nutrientes para las plantas cultivadas en huerto hidropónico son suministrados en forma de soluciones nutritivas concentradas. Estas soluciones de nutrientes pueden ser preparadas por los propios hidrocultores cuando ya han adquirido suficiente experiencia en el manejo de los cultivos o cuando tienen áreas lo suficientemente grandes como para justificar una inversión en materias primas para su preparación.

Las soluciones nutritivas concentradas, contienen todos los elementos químicos que las plantas necesitan para su desarrollo y adecuada producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas.

Si cualquiera de los elementos de las soluciones se agregan al medio en proporciones inadecuadas, estos elementos pueden ser tóxicos para la planta.

Existen varias fórmulas para preparar soluciones de nutrientes que han sido usadas en otros países, además de la solución que provee la Universidad Agraria La Molina, reconocida a nivel internacional.

La solución hidropónica La Molina fue formulada después de varios años de investigación. Con el propósito de difundir la hidroponía con fines sociales, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir con facilidad.

En hidroponía es común la aplicación de dos soluciones concentradas, denominadas A y B. La fórmula de la solución hidropónica La Molina se prepara con los siguientes fertilizantes:

SOLUCION CONCENTRADA A:

(Para 5.0 litros de agua, volúmen final)

Nitrato de potasio 13.5% N, 45% K ₂ O	550 g.
Nitrato de amonio 33% N 350g.	350 g.
Superfosfato triple 45% P ₂ O ₅ , 20% CaO 180g.	180 g.

SOLUCION CONCENTRADA B:

(Para 2.0 litros de agua, volúmen final)

Sulfato de magnesio 16% MgO - 220g.	220 g.
Quelato de hierro 6% Fe 17 g.	17 g.
Solución de Micronutrientes 400 mL	400 mL

SOLUCION CONCENTRADA DE MICRONUTRIENTES:

(para (1) litro de AGUA DESTILADA)

Sulfato de Manganeso	5.0 g.
Acido Bórico	3.0 g.
Sulfato de Zinc	1.7 g.
Sulfato de Cobre	1.0 g.
Molibdato de Amonio	0.2 g.

¿COMO USAR LA SOLUCION NUTRITIVA?

Para regar almácigos se aplica la mitad de la dosis: 2.5 ml. de solución A y 1.0 ml. de solución B por litro de agua. La mitad de dosis se aplica diariamente desde la aparición de la primera hoja verdadera durante los primeros días de almácigo (5-7 días); luego se continúa el riego con la dosis completa (6). Para producir forraje verde hidropónico se usa la cuarta parte de la dosis: 5 ml. de solución A y 2 ml. de solución B para cuatro (4) litros de agua. El riego con solución nutritiva se aplica desde el 4°

hasta el 7° día; luego regar con agua hasta la cosecha (10-12 días).

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

1. DE BOOT, M, VERDONCK, O 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. Acta Horticultural. Wananigen, n, 26, p. 37-44.
2. EVARISTO, M y J. DURAN, 1995. Los cultivos hidropónicos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica De Madrid.
3. MARTINEZ H e J. BARBOSA, 1999. O uso de substratos en culturas hidropónicas. Editora Universidad Federal de Vicosa. Brasil. 49 p.
4. MORGAN, L. 1999. Hidroponía lettuce production. Casper, Narraheen, Australia, 111 p. ISBN: 0-9586735-2-7.
5. PITTENGER, D. 1986. Potting soil label information inadequate. California Agricultura, Berkeley, V. 40 n. 11/12 p. 6-8.
6. SANCHEZ, R.C. 2004. Hidroponía, cultivo sin tierra. Edic. Ripalme 135 p.

CAPITULO XIII

METODOS DE CONTROL FITOSANITARIO

Se conoce y comprende que las plagas agrícolas están referidas a virus, bacterias, hongos, ácaros, insectos, moluscos, aves, roedores, malezas y nemátodos dañinos a los cultivos.

Para lograr éxito en el control de estos organismos se considera:

- ◆ Seleccionar el método de control apropiado, económico y sostenible.
- ◆ Atacar al agente en el momento oportuno.
- ◆ Dirigir la técnica al punto más vulnerable del agente dañino.

Los medios, tecnologías y técnicas que se pueden aplicar están referidos a los siguientes métodos:

- Métodos culturales.
- Métodos mecánicos.
- Métodos biológicos.
- Métodos químicos.
- Otras alternativas.

1.- Métodos culturales.- Se basan en el empleo de las labores culturales que se dan a todo cultivo, como medio de favorecer a la planta cultivada y alterar el habitat de vida de los agentes dañinos.

El criterio es poner al agente o enemigo natural en condiciones desfavorables para su desarrollo y multiplicación. Ello se consigue ejecutando buenas araduras, eliminación de malezas hospederas, aporques, rotaciones de cultivos, labores de cultivo oportunos, retirando y quemando restos y aún plantas infectadas de patógenos o infestadas de insectos; aplicando fertilizantes

en forma oportuna y a dosis apropiadas y regando para condiciones de capacidad de campo (3).

2.- Métodos mecánicos.- Se refiere a usar sistemas prácticos de destrucción, como pueden ser la recolección a mano de insectos y su aplastamiento, poda y descortezado de órganos enfermos o infestados de insectos. También se incluye la EXCLUSIÓN de plantas u órganos atacados para evitar la contaminación biológica por infección o infestación, uso del el embolsado de frutas u otros órganos atacados para evitar la proliferación del agente adulto o de estados inmaduros.

También se consideran el colocado de fajas y anillos de cintas adherentes.

3.- Métodos biológicos.- Se basa en la acción y modo de vida de ciertos insectos u otros agentes, como hongos y bacterias, etc. que limitan o dan muerte a los insectos y enemigos de las plantas cultivadas. Estas bondades de lucha y equilibrio de la naturaleza biológicos se ven favorecidas por la crianza artificial de los agentes benéficos que luego son liberados en el campo .El ejemplo muy conocido es la avispa *Trychogramma* para el control biológico de la plaga insectil *Diatraea saccharalis* de la caña de azúcar. También se emplea el *Bacillus* que por acción estomacal destruye insectos y a base de ellos se tiene los bio-insecticidas.

4.- Metodos químicos.- Los controles de plagas con compuestos químicos eficaces y económicos para acciones inmediatas pero en condiciones de AGRICULTURA SOSTENIBLE se recomienda aquellos productos químicos inocuos al medio ambiente y a sus componentes. También se plantea su empleo cuando los otros métodos no funcionan. Estos métodos

químicos incluyen herbicidas, insecticidas, fungicidas, etc. que se aplican con técnicas apropiadas para que eviten su acción tóxica y residuos al hombre, a los ecosistemas y a sus componentes.

Entre los productos químicos se conocen:

Los Fungicidas.- Son sustancias que tienen la finalidad de proteger a la planta de infecciones por hongos patógenos. Algunos fungicidas son preventivos y otros curativos y también los hay de acción preventiva y curativa como las estrobyrulinas.

Son usados en formulación líquida, en polvo, o en gas y como regla general se estima que el fungicida debe ser aplicado en los primeros síntomas de la presencia del agente patógeno, antes que ocasionen daños (ACCIÓN PREVENTIVA).

Insecticidas.- Son sustancias tóxicas y letales a los insectos. Estos productos son formulados en estado líquido, gaseoso o en polvo. Además también se elaboran cebos o en formulación granular. Estos pesticidas pueden ser de:

-Ingestión.- Muestran su toxicidad solamente al ser ingeridos, generalmente al mismo tiempo que sus alimentos ordinarios. Los insectos que mueren con estos productos son de tipo masticador y son aplicados en forma líquida, polvos o en cebos.

-De contacto.- Estos productos al estar en contacto con los tegumentos del insecto provocan una parálisis de los centros nerviosos, y ocasionan su muerte. Así mismo la acción puede producir asfixia por obturación de los estigmas.

-De ingestión y de contacto.- Son insecticidas modernos, orgánicos y sintéticos que actúan simultáneamente por ingestión y por contacto.

Incluyen a los llamados sistémicos que al ser absorbidos por la planta (hojas o raíces) se distribuyen hacia los tejidos del vegetal que van a estar expuestos al ataque. Su aplicación es ideal para insectos chupadores y masticadores.

Insecticidas gaseosos o fumigantes.- Ocasionan la muerte por asfixia, al penetrar las vías respiratorias. En este grupo se incluye al bromuro de metilo prohibido por su grave contaminación atmosférica y al fostoxin a base de fosfamina.

APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS

Para la aplicación de estos productos químicos se usan los "pulverizadores" en caso de formulaciones líquidas y espolvoreadores" para productos previamente reducidos a finísimo polvo.

Los equipos de aplicación pueden ser:

-Manuales.- Se les conoce como de "mochila", y en las que la presión para la proyección del producto es proporcionada por el hombre que acciona una manivela o palanca con la función de pulverizar o espolvorear. Los mas operativos son los de motor con el fin de accionar la aplicación de manera mas rápida pero el motor aumenta el peso total.

-De acción motorizada mecánica.- Son equipos acoplados a un tractor liviano que puede, trabajar 4, 8, 12 ó 16 surcos simultáneamente. La presión puede ser proporcionada por un motor de baja potencia.

-De aplicación aérea.- Para el caso de cubrir grandes extensiones se usa avionetas o helicópteros, que ejecutan aplicaciones más

uniformes y más rápidas para los diferentes pesticidas, tomando las precauciones con otros cultivos vecinos susceptibles a la acción tóxica.

5.-OTRAS ALTERNATIVAS EN EL MANEJO DE PLAGAS

La agricultura para ser sostenible en el tiempo se vale de tecnologías limpias a fin de no contaminar los agroecosistemas. Entre estas alternativas de control de plagas se consideran:

- **Control legal.**- consiste en todas las medidas reglamentarias y legales que puedan imponerse en un valle, región o país como resultado de observaciones y experiencias que aconsejen su aplicación para el control de uno o varios organismos dañinos y persiguen fines conservacionistas mediante una agricultura sustentable para que evite la contaminación ambiental y más aún los residuos tóxicos en los productos de consumo.

En este concepto están las épocas de siembra apropiadas, variedades a utilizarse, medidas de control a ser aplicadas y cuarentenas internas y externas, que eviten el ingreso de organismos perjudiciales. También tratamiento el post cosecha con energía atómica, hidrotérmia, congelación, etc.

También se considera en este método la conducción de campañas fitosanitarias, detección de residuos tóxicos en los productos de consumo, prohibición de productos que contaminen el ambiente o provoquen intoxicaciones irreversibles.

-**Control etológico.**- La etología es el estudio del comportamiento de los animales en relación con el medio ambiente. Este método consiste en aprovechar el comportamiento de las plagas para controlarlas como sucede

con el **uso de feromonas** que son sustancias que secretan los insectos bajo la cual reaccionan otros individuos de su especie por ejemplo atrayéndolos y pueden ser:

- **Feromonas sexuales.**- Las que usan los insectos para atraer al sexo opuesto.
- **Feromonas de segregamiento.**- Para señalar el camino de los individuos, para provocar alarma o para causar dispersión.

También se usa **trampas** que atraen a los insectos por el color, la luz o alimentación (cebos).

-Control genético.- Es la utilización de mecanismos genéticos o de herencia con fines de control de plagas, como es el caso práctico de la técnica de insectos estériles que se comenzó a desarrollar en la década del 50 en la isla de Curazao, siendo concebida como un método de erradicación pero ha demostrado ser muy difícil de alcanzar.

En Inglaterra, se viene estudiando la posibilidad de inhibir el factor genético del mecanismo de desintoxicación. También es muy razonable la tecnología de variedades o híbridos resistentes y otras tolerantes a patógenos e insectos.

-Control Físico.- Que consiste en la utilización del calor y del frío, humedad, luminosidad y fotoperiodo. La técnica de solarización es una gran alternativa en zonas, calurosas o en estación de verano, de modo que se controla gusanos de tierra cubriendo el suelo con plástico, esto provoca altas temperaturas que matan patógenos, malezas e insectos. También con el fuego directo se chamusca agentes dañinos. En poscosecha los tratamientos hidrotérmicos de la fruta se emplea para controlar huevos y pequeñas larvas de

"mosca de la fruta"; en condiciones peruanas se usa esta técnica para tratar frutas de mangos de exportación.

El tratamiento con frío para el control de *Ceratitidis capitata* "mosca de la fruta" a 1°C durante 12 días o 2° C por 20 días mata todos los estados inmaduros de mosca de la fruta.

También con los riegos de inundación se controla insectos en el suelo y mediante trampas luminosas en la oscuridad se atrae insectos lucípetos.

En este caso de malezas se puede usar el control térmico con buenos resultados (3).

-CONTROL CON INSECTICIDAS ECOLÓGICOS

Los principios nos conducen a la conciencia ambiental y por ello a la convicción de que las plagas son el resultado de desequilibrios en el ecosistema, provocados por la propia naturaleza a través de cambios climáticos, así como por la mano del hombre, en especial por el mal uso de insecticidas no selectivos (fosforados, carbamatos, piretroides, etc.)

Pero aún reconociendo que los nuevos pesticidas de síntesis son cada vez mas selectivos y menos contaminantes, ya existe la preocupación y conciencia por el deterioro creciente de la naturaleza, conduciendo la agricultura hacia el manejo integrado de plagas que implica la conjunción de técnicas y prácticas agronómicas de diversa índole, tales como el uso de variedades mejoradas por selección genética y por métodos transgénicos, prácticas culturales transgenia; como los abonamientos balanceados y los riegos en capacidad de campo; el empleo de controladores biológicos criados en insectarios y el uso de los insecticidas ecológicos, etc.

Por insecticidas ecológicos se entiende aquellos que basan su acción en las armas que ofrece la propia naturaleza, como el caso de los productos que emplean gérmenes patogénicos para el control de las plagas; tales como bacterias y hongos con sus esporas y toxinas, virus e incluso nemátodos. El uso de las sustancias que gobiernan los procesos metabólicos propios del crecimiento de los insectos como los inhibidores de la síntesis de la quitina; las hormonas sexuales o feromonas y los productos que actúan como atrayentes alimenticios, que guían a los insectos hacia trampas o al consumo de productos que acaba con ellos bajo el nombre de semioquímicos (2)

Por ahora el más importante es la bacteria ***Bacillus thuringiensis***, que produce una infección septicémica violenta en larvas y acaba con ellas en pocos días, sin afectar a otros tipos de insectos, con lo que deja a salvo a los parasitoides⁰ y predadores benéficos ubicados mayoritariamente en los órdenes Hymenóptera (avispa), Díptera (moscas), Coleóptera (coccinélidos, carábidos, cicindélidos), Hemíptera (chiches), Neuróptera (crisopas), etc. Además de las arañas que constituyen otra importante clase de artrópodos predadores de plagas insectiles.

En materia de virus se ha avanzado bastante menos por ser ultra específicos, habiéndose logrado muy pocos productos a base de virus de poliedrosis nuclear (P.N.V). Normalmente son líquidos concentrados que contienen partículas de inclusión del virus, que al ingerirse se disuelven inmediatamente en el medio alcalino del intestino medio, de donde se dispersan por todo el cuerpo provocando la muerte del insecto (2).

En los hongos el éxito depende bastante más del nivel de humedad ambiental, que es indispensable para la germinación de la esporas, destacando el ***Beauveria bassiana***, que solo ocasionalmente ha sido visto en campos

abiertos controlando *Dysdercus peruvianus* "arrebiatado" y otros insectos dañinos a las que envuelve con su micelio, siendo en cambio muy usado en invernaderos en otros países, para el control de diversas plagas en cultivos de alto valor.

Los productos a base de nemátodos se formulan como gránulos dispersables en agua y se aplican al suelo, donde buscan las plagas por atacar. Los nemátodos poseen órganos sensoriales de calor y emisiones de bióxido de carbono (CO₂) que les permiten ubicar a sus huéspedes y penetrar a ellos por aberturas naturales (boca, ano y espiráculos respiratorios) y se establecen en la hemolinfa, en donde liberan bacterias que llevan en su intestino, que son las que infectan al insecto y le producen la muerte en dos o tres días (1).

-USO DE FEROMONAS

El encuentro de machos y hembras insectiles para el apareamiento y procreación, requiere de la emisión por parte de las hembras de hormonas sexuales específicas, de olores atrayentes que, llevados por el viento, son captados a grandes distancias por las antenas de los machos, a los que guían a su encuentro con asombrosa precisión.

Estas hormonas sexuales se denominan feromonas y cada especie de insectos tiene una diferente. Muchas de ellos ha sido identificadas químicamente y se elaboran sintéticamente, siendo conocida en nuestro medio el gossypur, que en diversas presentaciones se emplea para el control del gusano rosado del algodón ***Pecthinophora gossyypiella***. El objetivo es de confundir a los machos, que se agotan en la búsqueda de hembras por el campo, por escasas oportunidades de encontrarlas, disminuyendo así el apareamiento y las poblaciones de larvas.

-EMPLEO DE SEMIOQUIMICOS

Son llamados así los atrayentes alimenticios que llaman y guían a los insectos donde pueden ser controlados con insecticidas convencionales de baja tensión de vapor (poco olor), que se aplican en áreas muy restringidas del campo. Es el caso típico de la proteína hidrolizable y el fosfato diamónico que, diluidos en agua, se emplean para atraer a las moscas de la fruta de los géneros *Anastrepha* y *Ceratitis* hacia trampas o sectores de árboles aplicados con insecticidas de bajo olor.

Otra técnica es los cebos a base de afrecho, coronta molida y otras materias vegetales con melaza de caña, para el control de gusanos de tierra y contra el arrebiatado a base de semillas de algodón trituradas y mezcladas con aceites de la misma.

-CONTROL CON INSECTICIDA BOTANICOS

Son insectos botánicos los extraídos de plantas mediante procesos simples, por lo que son considerados biológicos en razón de su origen; dentro de este grupo se incluyen a la azadiractina, un producto extraído del árbol del Nim (***Azadirachta indica***), que fue el primer insecticida botánico en ejercer un impacto grande en la protección de cultivos hortícolas. Actúa interfiriendo la principal hormona de las mudas, llamada ecdisona, con lo que impide los cambios de estadio en la misma forma que los inhibidores en la síntesis de la quitina.

La rotenona, extraída de las raíces del árbol *Lonchocarpus nobilis* de la selva peruana si ha tenido bastante uso en nuestro país a través del tiempo y aunque su empleo está restringido a ciertas labores específicas, aún se emplea para el control de *Thrips* en las plantas de empaque de espárrago, mediante la inmersión de los turiones en una solución del producto.

Otro insecticida botánico es la piretrina, que se extrae de las flores de una especie del género *Chrysanthemum*. La rotenona y la piritrina actúan sobre el sistema nervioso de los insectos y su persistencia es muy corta por lo que no dejan residuos tóxicos.

-USO DE REPELENTE

Aunque directamente no matan a los insectos, ayudan a controlarlos por mantenerlos alejados de su medio de vida, protegiendo así a los cultivos. El más conocido y empleado es el azufre en polvo, contra la propagación de la mosquilla de los brotes *Prodiplosis longifila*, que en tiempos recientes se ha convertido en una seria plaga de muchos cultivos.

El azufre, además, es un excelente acaricida y ovicida de contacto. En el caso de estar faltando en los suelos, puede tener acción estimulante en las plantas, al penetrar sus gases a través de los espiráculos de las hojas. En cantidades exageradas puede quemar el follaje sobre todo si es muy tierno (4).

BIBLIOGRAFIA:

1. AGRICULTURA DE LAS AMERICAS. Revista Mensual técnico - científica. U.S.A.
2. BEINGOLEA, O. 1984. protección Vegetal. Lima - Perú, 300 p.
3. CERNA, B. 1994. Manejo Mejorado de Malezas, CONCYTEC. Perú. Edit. Libertad. 320 p.
4. CISNEROS, F. 1995. Control de Plagas Agrícolas. Lima - Perú. 313 p.

CAPITULO XIV

LA COSECHA

6. DEFINICIÓN

Esta trascendental actividad de resultado formal es la operación o conjunto de operaciones destinadas a recoger o recolectar el órgano o producto de la planta cultivada en el momento oportuno.

7. ÉPOCA DE LA COSECHA

El momento preciso de cosecha está íntimamente ligado a la madurez desde dos puntos de vista:

- Madurez botánica.- Es la que corresponde a la madurez fisiológica del fruto u órgano.

- Madurez comercial o industrial.- Se refiere al estado deseable del producto para su utilización óptima que en el caso de frutas con climaterio se pueden cosechar antes de su plena madurez.

En ambos casos se debe considerar que el recojo proporcione la mayor cantidad y mejor calidad posible.

El momento de iniciar la cosecha (edad de la planta para cosecha) depende de una serie de factores, como:

- a. Especie y variedad del cultivo.
- b. Clima
- c. Calidad del suelo
- d. Época del sembrío
- e. Cuidados culturales,
- f. Uso que se da a la cosecha.

(a) Cada especie, variedad y aun los linajes dentro de las variedades, tienen su época propia de cosecha, lo que está determinado por el período vegetativo.

(b) Una planta, varía su edad de cosecha por influencias del clima. El clima puede alargar o acortar el periodo vegetativo de un cultivo; así por ejemplo en el caso del algodón Pima, cuando se le cultiva en zonas más frías que la que necesita, prolonga su ciclo de vida.

(c) Los efectos de un suelo pobre en fertilidad, pueden adelantar la cosecha.

(d) Cuando un cultivo se siembra fuera de su época óptima, generalmente prolonga su período vegetativo.

(e) Las condiciones desfavorables de las labores culturales pueden adelantar o atrasar la cosecha.

(f) La forma como se va a emplear o consumir el producto cosechado, influye en el momento en que ésta debe realizarse. Por ejemplo un producto para exportación debe ser cosechado en un estado de semi - madurez y por lo tanto, la cosecha debe adelantarse. Los frutos de maíz, frijol y otras leguminosas que se van a consumir en verde, serán cosechados antes que las semillas maduren.

La cosecha toma su nombre específico, según el cultivo de que se trate, así:

- ✓ En algodón se denomina "paña" o "apaña".
- ✓ En vid se denomina "vendimia".
- ✓ En caña de azúcar se denomina "corte" o "zafra".
- ✓ En cereales se denomina "siega".

8. EJECUCIÓN DE LA COSECHA:

La técnica de ejecutar la cosecha también es potestativo de cada cultivo, pero en general se realiza mediante métodos clásicos y modernos:

- A mano
- A máquina "cosechadoras"
- En forma mixta

La cosecha realizada manualmente, aunque es más costosa, onerosa y requiere abundante mano de obra, permite ejecutar una mejor recolección del producto, representando mayores beneficios.

La mayor parte de las hortalizas frutales y cultivos industriales, se cosechan a mano, por las ventajas de mayores cuidados en las operaciones de recojo, traslado y selección.

En el caso del espárrago, debe ser cosechado en forma progresiva a mano, conforme se vayan formando los "turiones" u órganos comestibles y la técnica moderna recomienda inclusive, realizarla dos veces al día.

Por otro lado los frutales, son cosechados, cuando los frutos alcanzan su madurez deseada individualmente o por grupos de ellos.

La cosecha realizada a máquina, es más económica y más rápida; evita el problema de la escasez de mano de obra, pero solo se puede realizar en determinados cultivos y cuando ellos son llevados en condiciones especiales.

Cuando un cultivo se proyecta cosechar a máquina, debe llevarse en condiciones tales que aseguren una madurez uniforme del producto y también uniformidad en el tamaño de la planta, una buena nivelación del campo y que hayan dimensiones tales que permitan el libre tránsito de la máquina cosechadora.

Se puede "cosechar" a máquina, cultivos como el algodón, todos los cereales y los forrajes.

La cosecha en plátano es con cables altos tipo funicular para transportar los racimos.

Cultivos como papa y camote se pueden cosechar en forma mixta, es decir, la primera etapa es a máquina y extrae los tubérculos del suelo y los dejan agrupados sobre la superficie del terreno, para que después sean recolectadas mano.

La cosecha manual de los cereales, se ajusta a los siguientes pasos: siega de las plantas, dejarlas un tiempo para orear y luego se las amontona en "heras", donde se va a completar el secado del vegetal, especialmente la espiga y por último se ejecuta la "trilla" del grano. Esta operación de trilla puede realizarse a mano con garrotes, o látigos; con animales o máquinas que pasan repetidas veces sobre la hera o bien usando máquinas trilladoras.

En las leguminosas cuando se les cosecha para consumirlas como grano seco tienen un procedimiento similar a la de los cereales pero cuando se cosecha en verde, se hará en forma progresiva y recogiendo una por una las vainas que han alcanzado la madurez deseada.

9. CONTROL DE LA COSECHA

Controlar la cosecha es una labor fundamental que no debe faltar en toda buena administración, y ello permite llevar un control unitario por planta, hectárea, Fundo o Empresa y que sirve para comparar beneficios económicos, tomar directivas apropiadas para corregir o mejorar condiciones que permitan mayores rendimientos o mejor calidad.

Por ejemplo, en un huerto frutal, se deberá llevar el record individual e producción por cada árbol; de este modo es factible diferenciar a los frutales que rinden una producción normal con aquellos que no la tienen. Los de bajos rendimientos pueden ser diagnosticados y sometidos a labores culturales especiales, como puede ser una poda racional, un abonamiento extra, un mejor control sanitario o en el peor de los casos dictaminar su reemplazo por un individuo nuevo. Se recomienda enumerar cada uno de los árboles y llevar un registro numérico de cada uno de ellos.

En el Cuadro 4 se reporta datos de la FAO sobre rendimientos comparativos en 1981, demostrando que los

países en vías de desarrollo están lejos del rendimiento potencial por las diferencias significativas en el avance tecnológico agrícola entre países.

Cuadro 4 Rendimiento medios mundiales (t/ha) en 1981

	• Trigo • grano	• Arroz • grano	• Maíz • granos	• Patata • tubérculos
• Rendimiento potencial (FAO)	• 14	• 25	• 22	• 103
• Mundial	• 1,9	• 3,9	• 3,4	• 14,4
• Países desarrollo	• 2,1	• 5,3	• 5,4	• 15,6
• Países en vías de desarrollo	• 1,7	• 2,8	• 2,0	• 10,8
• Países con mas alto rendimiento	6,7 (Países Bajos)	6,1 (R.P Corea)	7,9 (Grecia)	39,0 (Países Bajos)

Fuente: Agricultura de las Américas

La forma clásica de control de rendimiento poco conveniente, es la que se realiza dividiendo la cosecha total entre el número de hectáreas para expresar la cosecha por unidad de superficie. Ejemplo: en un campo de 10 has, se obtienen 20,000 kg. de frijol, entonces se dice que el rendimiento o productividad fue de 2000Kg/ha.

10. BRECHA DE RENDIMIENTOS EXPERIMENTALE

Es la diferencia que existe entre los rendimientos obtenidos en condiciones de campo y aquellos adquiridos en estaciones experimentales agropecuarias.

11. COSECHADORAS DE HORTALIZAS

Cuando Eva arrancó la primera manzana en el paraíso terrenal, comenzó la búsqueda de mejores maneras de cosechar las frutas y hortalizas, que hasta hace pocas décadas permanecieron en ese selecto grupo de productos que deben seleccionarse individualmente y cosecharse a mano. No obstante por cuestiones obvias sucumbieron a la mecanización de la cosecha.

En muchos casos, la mecanización de la cosecha de hortalizas ha tenido éxito para el producto de fábrica y no para el destinado al mercado fresco. Otro factor que refuerza la tendencia hacia la mecanización de la cosecha de hortalizas es la continua migración del campo a los centros urbanos, que ocasiona una escasez cada vez mayor de mano de obra para las cosechas.

El diseño y desarrollo de dispositivos mecánicos de cosecha, manejo y transporte de hortalizas requiere el conocimiento de sus propiedades físicas y mecánicas. A su vez, el mejoramiento de las plantas puede alterar el concepto de la mecanización y viceversa. A medida que la investigación desarrolle técnicas de cosecha más eficientes y más baratas por unidad de cosecha mecánica, los productores seguirán reemplazando la mano de obra por maquinaria.

Situación actual.- El horticultor moderno ya no produce sólo para el mercado local. Hoy, gracias a los avances en los métodos de procesamiento, almacenamiento y transporte, los centros regionales de producción de hortalizas sirven a regiones muy distantes. Incluso las

fronteras nacionales ya no constituyen barrera insalvable al movimiento en gran escala de productos hortícola y mas aún los hábitos de alimentación del consumidor determinan la demanda de hortalizas (1).

Tecnología de cosecha.- El estado actual de la tecnología de cosecha puede diseñar maquinarias complejas capaces de realizar cualquier función. Sin embargo, los diseñadores de cosechadoras deben limitar su desarrollo a máquinas y sistemas que permitan al agricultor no sólo efectuar la cosecha, sino hacerlo en forma rentable; es decir, el costo inicial y el costo de funcionamiento de la maquinaria deben ser competitivos con el costo unitario de cosecha presente o futura. Por lo tanto, muchas técnicas y diseños no pueden usarse porque tienen costos demasiado altos (1).

Tomates procesados.- La cosecha de tomate para la industria procesadora ya esta casi completamente mecanizada desde comienzos de la década de los 70 y consume 90 por ciento de toda la producción comercial para salsas, pastas, sopas, tomates enteros enlatados y otros productos.

La cosechadora más usada es la marca Blackwelders que avanza por las hileras del cultivo cortando toda la planta a nivel del suelo y las plantas enteras llegan al interior de la máquina por acción de transportadores y pasan por una sección separadora. A medida que los tomates se separan caen al fondo y los residuos salen por detrás. Dentro de la máquina los tomates se separan automáticamente según su grado de madurez, detectado por un sensor electrónico de color. Los tomates rechazados se devuelven al campo.

En la inspección visual final se separan los tomates enfermos o dañados y en la clasificación se separa:

1. Los maduros y con suficiente color para procesamiento inmediato.

2. Los de tamaño final, pero totalmente verdes o de color insuficiente, para venderse al estado fresco.

3. Los parcialmente desarrollados que no madurarán con calidad satisfactoria. La máquina cosecha de 10 a 15 toneladas de tomate por hora.

Hortalizas de hojas.-

Según la revista Agricultura de las Américas(1) el mejoramiento de las variedades y las prácticas culturales son factores esenciales a tenerse en cuenta y cuyo desarrollo debe ir paralelo al de las máquinas. En el caso de la lechuga, la tendencia de la cosecha es recoger, recortar y envolver las cabezas en el mismo sitio de producción. Ya se ha logrado progresos considerables en la cosecha mecánica selectiva de la lechuga. Luego de la selección y corte, las cabezas llegan por transportador hasta la unidad de recorte y envoltura que forma parte integral de la cosechadora. El recorte de la lechuga es una tarea que requiere criterio humano y por eso es difícil creer que todo se haga en forma mecanizada.

Cosechadora de pimientos.- Cada vez hay menos trabajadores que desean cosechar manualmente el pimiento picante (ají) porque causa ardor en las manos y dolor en los cortes o heridas de la piel. Cuando lo hacen, deben usar ropas protectoras lo que resulta muy incomodo en días calurosos.

Los investigadores de la Universidad Estatal de Louisiana, E.U.A., desarrollaron y probaron los diseños prometedores de cosechadoras de pimiento. Una "peina" las plantas con hileras de dientes flexibles. La otra, especial para pimientos tabasco, golpea las plantas suavemente con látigos para hacer caer los frutos maduros sin desprender ni dañar los verdes. Ambas se acoplan a un tractor (1)

Cosecha semimecanizada.- Muchas veces es imposible o antieconómico mecanizar totalmente la cosecha de hortalizas y por eso puede utilizarse auxiliares.

Uno es el llamado tractor "tortuga" cuyo chasis es de tubería de aluminio. El operario se ubica de cara sobre la plataforma y controla y guía el avance de la máquina. Eso les deja las manos libres para cosechar hortalizas bajas. Un solo operario puede cosechar hasta 8 ha al día sin ayuda adicional.

Otro es el auxiliar de cosecha de la empresa Tour Star, que transporta cuatro operarios también acostados de cara en lechos de altura ajustable, desde donde recogen los frutos con las manos. Tiene un rastrillo delante de cada hilera para apartar las plantas y evitar dañarlas.

Tendencia futura.- La industria hortícola ya cuenta con cosechadoras mecánicas para varios cultivos y se han desarrollado máquinas experimentales para prácticamente todas las hortalizas, ya sea de fruto o de hoja. Esas máquinas y las futuras no serán del tipo ciencia ficción, sino más bien relativamente simples y prácticas.

También podrían resultar en métodos nuevos para conservar la calidad de producto y técnicas mejoradas de procesamiento y empaque. El rábano es un ejemplo, pues se siembra, cosecha, transporta, empaqueta y llega al consumidor sin que lo toquen manos humanas.

Combinada multicultivos.- Es muy compacta y provista de accesorios para cosechar varios cultivos como arroz, soya, trigo y pastos. Esta cosechadora combinada MF10 de Massey Ferguson, llena las necesidades especiales del agricultor que requiere una máquina multipropósito para áreas pequeñas de diversos cultivos. Tiene criba vibratoria de dos tamices, cuatro separadores de paja de fondo cerrado, distancia corta entre ejes y transmisión hidrostática.

BIBLIOGRAFIA:

1. AGRICULTURA DE LAS AMERICAS. Revista mensual técnico - científica. U.S.A.
2. CORDOVA, G. 1968. Agrotecnia. Copias mimeografiadas. Universidad Agraria del Norte. 190 p.
3. PRIETO, V. 1994. Medidores de humedad del suelo. Agricultura de las Américas. USA. Marzo: 4 - 17.

CAPITULO XV

AGROAVANCES E INNOVACIONES TECNOLOGICAS

En este capítulo se reportan agro avances de revistas y fuentes electrónicas, internacionales.

1. **LA BIOTECNOLOGÍA.**- Se define como la aplicación de principios de ingeniería genética para cultivar y manipular células en tubos de ensayo. Estos conocimientos ya están mejorando los métodos de colección y conservación de germoplasma, control de enfermedades y mejoramiento de plantas. Los científicos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), están usando cultivos de tejidos (fig. 40) en las tecnologías y compartiendo su aplicación con los programas nacionales de investigación en América Latina.

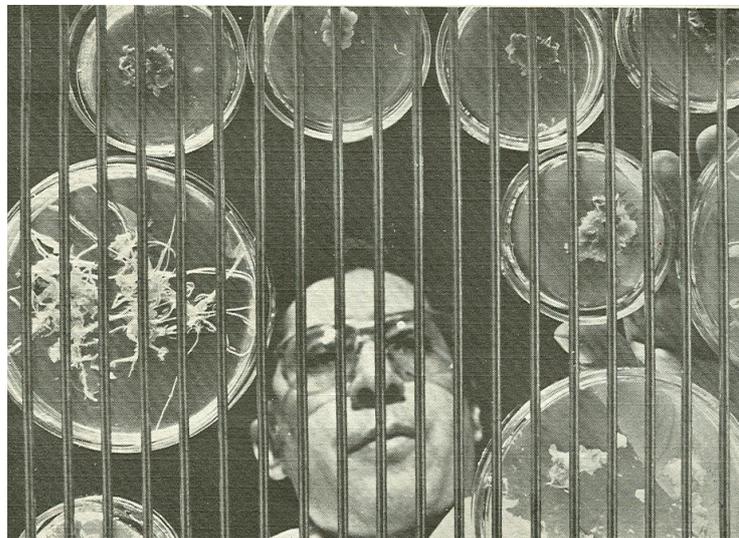


Fig. 40.- El cultivo de tejidos en placas petri in vitro

Por ejemplo, la yuca se propaga normalmente en forma vegetativa y, como el material de siembra puede ser fuente de enfermedades, se han impuesto severas restricciones a su

transporte entre países. La restricción al intercambio ha limitado la base de germoplasma disponible para mejoramiento u otros propósitos (1); sin embargo, si la planta se cultiva en un tubo de ensayo, conocido como un cultivo in vitro, se puede transportar a través de fronteras internacionales con menor riesgo de introducir nuevas enfermedades o plagas (1)

Para cultivar una planta de yuca in vitro se colocan tejidos en crecimiento activo, como los meristemas, en solución de nutrientes y hormonas. Otro método trata las plantas con químicos que inhiben la multiplicación de virus. Así se reduce prácticamente a cero el riesgo de que el material conlleve enfermedades.

El cultivo in vitro aumenta también los rendimientos de la planta. Experimentos en el CIAT han producido incrementos en rendimiento del orden del 100% en plantas propagadas in vitro. Esto es de esperarse en plantas que crecen libres de estrés por patógenos y plagas. Con este tipo de cultivo se han obtenido también incrementos en la producción de estacas, altura de la planta, y altura de la primera ramificación.

2. EL VIENTO, EL AGUA Y EL SOL GENERAN ELECTRICIDAD Y EL HUERTO PRODUCE ALIMENTO SIN PESTICIDAS

El Grupo de Apoyo al Sector Rural de la Universidad Católica del Perú ha creado una casa ecológica experimental: "Oasis en la ciudad", un modelo de lo que puede ser vivir en una casa autosostenida en materia energética y alimentaria.

La energía eléctrica proviene de tres fuentes renovables: el viento, el sol y el agua. Un pequeño panel y un par de hélices permiten cargar una batería para abastecer un hogar.

También disponen de máquinas accionadas por el viento para bombear agua de pozo e irrigar la huerta.

3. MEJORA EL USO DEL AGUA

Stockosorb Agro se llama un aditivo para el suelo que permite el uso eficiente del agua a los productores de hortalizas. Es un copolímero orgánico cruzado con grupos hidrófilos. Cuando está seco es un granulado blanco cristalino formulado especialmente para la producción de cultivos comestibles. Al contacto con el agua, los cristales absorben rápidamente miles de veces su peso en agua y elementos nutritivos solubles, formando un gel del cual las plantas retiran los nutrientes cuando lo requieran. Se recomienda su aplicación a razón de 22,5 a 45 Kg/ha, usando una distribuidora de fertilizante granulado, incorporándolo de 7,5 a 15 cm. de profundidad. El producto suministra humedad constante al suelo, dando germinación rápida y uniforme, reduce la frecuencia del riego, sus ciclos de hinchamiento y contracción mejoran la aireación del suelo, aprovecha mejor las lluvias breves y es efectivo por varios años en el suelo.

4. PRACTICAS VEGETATIVAS DE CONSERVACIÓN AGROAMBIENTAL

Estas tecnologías buscan la conservación de suelos agrícolas mediante:

a) **Rompevientos.-** La acción de neutralizar los vientos se logra con 2 ó más líneas de árboles ubicados perpendicularmente a la dirección de los vientos dominantes. Esto es útil para áreas abiertas grandes.

b) **Fajas de cultivo.-** Fajas de cultivos perennes de siembra tupida alternando con otras en que se alternan plantas con buena cobertura. Las fajas deben ser a la dirección de los vientos dominantes y curvas de nivel en el caso de tierras pendientes. Ejm: cultivo de cafeto con fajas de árboles.

c) **Manejo de residuo de cultivo.**- Los residuos de los cultivos deben ser dejados en la superficie y la preparación de la tierra debe hacerse tan próximo a la siembra como sea posible.

5. **PRACTICAS MECANICAS DE CONSERVACIÓN**

La erosión por viento se controla sólo temporalmente, por medios mecánicos y son menos efectivos que los vegetativos. Tal técnica mecánica implica uso de las escamaduras, las araderas profundas etc.

6. **VERMICULTURA**

Estudia el potencial de los beneficios de la lombriz de tierra. Las lombrices contienen 64-72 % de proteína cruda digestible y aminoácidos esenciales. Sus deyecciones son ricas en P, N, K, Ca, S. Las lombrices hacen galerías que dan oxigenación al suelo.

7. **USO DE COBERTURAS**

Las coberturas del suelo o mulch de plástico negro o paja es cada vez más usada en cultivos intensivos como hortalizas y frutales, pues reduce los costos y da más ingresos. Sus objetivos son:

- Controla malezas sin usar deshierbos.
- Evitar la compactación del suelo por acción de lluvias.
- Reducir la erosión.
- Proteger los frutos contra contaminación del suelo.
- Conserva la humedad del suelo.
- Disponer de más elementos al perderse menos por acción de las lluvias.

El riego en el caso de mulch o cobertura de plástico se ejecuta en los surcos o por aspersión. Los plásticos se usan en hortalizas, flores y frutas como fresas, zarzamora

y frambuesa. En frutales arbóreos se puede usar coberturas orgánicas a base de hojas secas, paja y también coberturas vivas como leguminosas cultivadas y silvestres.

En campos con cobertura de plástico negro hubo mucho menos infestación de pulgones alados que en campos sin plástico y por ello menor incidencia de enfermedades virosas transmitidas por pulgones.

8. LOS POLDERS DE HOLANDA

"La necesidad es la madre del ingenio", dice el antiguo proverbio, y uno de los mejores ejemplos está en Holanda. Allí, la escasez de tierras y la alta densidad de población ha dado origen a una tecnología para secar y rehabilitar progresivamente grandes lagos y áreas constantemente anegadas que no tiene paralelo en el mundo y, lo que es todavía más admirable, para ganarle al mar cientos de miles de hectáreas de terreno, hoy conocidas como polders y que antes fueron lecho del mar, que progresivamente por lavados y uso de vegetales extractores de sales permiten adecuarlos para uso agrícola (1)

9. PODADORA HIDRÁULICA

El sistema hidráulico para poda de Chisholm-Ryder mejora la productividad y reduce la mano de obra. Consta de fuente de energía y cuatro cabezales o tijeras podadoras intercambiables cortantes, todas con dispositivo giratorio de montaje para la manguera hidráulica que incorpora la línea de suministro y la de retorno. Las tijeras podadoras son livianas. Una fuente de energía acciona hasta seis tijeras (1)

Las fuentes de energía hidráulica disponibles incluyen modelos portátiles de motor a gasolina, de montaje en el enganche de tres puntos del tractor, así como modelos eléctricos.

10. CULTIVO VERTICAL DE MELON

La "plasticultura" abarca un conjunto de prácticas para usar diversos materiales plásticos en la producción de los cultivos, aplicando métodos y sistemas comprobados.

En Argentina se iniciaron experimentos para el cultivo del melón por conducción vertical, en ambiente protegido y condiciones controladas de temperatura, luminosidad, humedad ambiental y suelo (1).

La conducción vertical de cada planta permite el desarrollo de una guía o tallo único y formación escalonada de flores y, consecuentemente, de frutos.

El sistema se adoptó en forma comercial. Se usan invernáculos provistos de armazón desmontable y techo de forma parabólica. Toda la estructura (techo, frente y lados) va forrada con lámina de polietileno de baja densidad.

En el invernáculo, cada planta obtenida de semilla recibe un tutor de caña o material plástico que permite el crecimiento vertical del cultivo y con fijación de la guía en lo alto y con ella la producción escalonada de frutos a diversos niveles para formar "pisos de cosecha".

Con este sistema se producen hasta seis frutos por planta; es decir, seis pisos de cosecha. El invernáculo de 240 m² aloja 950 plantas distanciadas 0.60 m. entre hileras y 0.30 m. dentro la hilera. Con esa densidad, las plantas plenamente desarrolladas cuentan con un ambiente protegido y orientación correcta en el invernáculo para una recepción adecuada de la luz diaria.

11. EL BAMBU EN EL RIEGO

Debido al costo de los sistemas de riego y al poder adquisitivo de los agricultores del Brasil, en la Universidad de Sao Paulo se investigó el uso del bambú para reemplazar la tubería de plástico, aluminio y acero.

La especie escogida fue el bambú gigante que tiene una dimensión adecuada y es de fácil cultivo.

Los pasos para convertir los tallos de bambú en tubería son los siguientes:

- **Recolección y corte:**

El corte del bambú se hace con serrucho a 50cm. del suelo y por encima de un nudo, para evitar que el agua entre y pudra la parte que queda en el campo. Lo ideal es colocar una marca en los tallos cada año para identificar su edad. Los tallos se recolectan en secciones de 4 m de longitud y se perfora el interior de los nudos con objeto punzante.

Como es un material biológico está sujeto a la acción de hongos e insectos.

- **Método Natural**

Después de cortarse, los tallos se colocan verticalmente con ramas y hojas, durante 30 días, para que disminuya la savia de los tallos, este método aumenta la resistencia de los tallos contra insectos, pero no contra los hongos.

- **Tratamientos Químicos**

Consiste en sustituir la savia con un producto químico conservativo. Después de este tratamiento los tallos de bambú están listos para ser usados en la instalación, en campo para el riego presurizado.

12. **CON AZÚCAR SE MATAN MÁS MOSCAS**

Investigadores del Laboratorio de Horticultura Tropical de Miami, Florida, estudian el uso de una mezcla de azúcar y abamectina - substancia natural producida por el hongo del suelo *Streptomyces evermitilis*- para elaborar un señuelo que mata a la mosca de la fruta del Caribe. Este aditivo biológico podría ser una alternativa al insecticida malatió que hoy usan los productores.

13. MAQUINA "BATIDORA" PULVERIZADORA DE INSECTOS

Los agricultores ya cuentan con una gigantesca aspiradora que pasa por el cultivo y retira los insectos de las plantas. Conocida como "bateinsectos", podría reducir la necesidad de aplicar plaguicidas químicos en cultivos como el tomate.

La máquina consta de tres abanicos grandes de accionamiento axial, que funcionan a 3.500 rpm creando viento de gran velocidad que arrastra a los insectos existentes en las plantas. Al llegar a las aspas de los abanicos, los insectos son pulverizados. La máquina puede ajustarse en el campo de acuerdo al porte y anchura de las hileras del cultivo.

14. BIOINSECTICIDA EXPERIMENTAL

El bioinsecticida MVP de Mycogen Corporation recibió aprobación para el uso experimental en el control de varias orugas que atacan el repollo y la lechuga. Su ingrediente activo es una proteína producida por la bacteria natural *Bacillus thuringiensis*, encapsulada en gelatina. Debido a que el MVP consta de células muertas, no puede multiplicarse ni propagarse en el ambiente.

15. ARROCES SILVESTRES: CLAVE DEL MEJORAMIENTO

Los arrozcs silvestres parecen malezas, pero son un rico reservorio de genes que controlan la resistencia natural a plagas y enfermedades. Investigadores del Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI), de Filipinas, actualmente usan métodos biotecnológicos para transferir resistencia a las variedades cultivables y desarrollar arrozcs mejorados que requieran poco o ningún plaguicida.

Ya se incorporaron resistencia al virus del enanismo procedente de *Oriza nivarra*, un arroz silvestre de la India y algunas especies silvestres son también fuentes potenciales de germoplasma para desarrollar variedades cultivables en ambientes desfavorables.

El IRRI conserva las semillas de más de 2000 variedades de arroz raras o en peligro de extinción, y cuenta con más de 80000 variedades tradicionales que los fitomejoradores del mundo pueden usar para desarrollar variedades adaptadas a las condiciones locales.

16. **ROCIADORAS MICRO- ULVA**

Las rociadoras atomizadoras Micro-Ulva, de la firma inglesa Micron Sprayers son de disco giratorio, se llevan en la mano y están especialmente diseñadas para aplicar volúmenes ultrabajos de insecticidas y fungicidas a través de la producción de gotículas de tamaño controlado. Ofrecen grandes ahorros de volumen aplicado, tiempo y trabajo, en comparación con las rociadoras de mochila y boquillas hidráulicas. Vienen listas para usarse; son accionadas a pilas, y pesan apenas 1,7 Kg. y una botella de 0,5 lt de producto da 30 minutos de aplicación, y es suficiente para tratar hasta una hectárea.

17. **SEBRADORA DE CERO LABRANZA**

La sembradora Solid Stand de Great Plains es para cero labranza. Los componentes que trabajan el suelo se mantienen en línea con las ruedas de extremo de gran tamaño, para que abra surcos y remuevan la tierra. Por no tener cargas laterales, los abresurcos siguen fácilmente las curvas del terreno. Tienen penetración ajustable con selección de discos cortadores o discos abridores dobles que se mantienen en el suelo gracias a la fuerte presión de

los recortes. Por ser especialmente diseñada para labranza cero no se atasca con el rastrojo.

18. **AUTODESTRUCCIÓN DE MALEZAS**

Al estudiar la elaboración de clorofila, científicos de la Universidad de Illinois han encontrado una sustancia que hace que las malezas se "suiciden". Se trata del aminoácido delta-amino-evúlnico, que es un compuesto constitutivo de la clorofila.

La sustancia se rocía en los cultivos al final del día y en la noche, las plantas la transforman en tetrapiroles, precursores de la clorofila sumamente sensibles a la luz, que absorben energía de la luz y la transfieren al oxígeno de las células de la planta. Este oxígeno "excitado" oxida los tejidos que lo rodean, causando la muerte de la planta en pocas horas.

La investigación indica que la sustancia tiene efecto sólo sobre ciertas malezas de hoja ancha y no afecta las hojas de las gramíneas y, aunque puede dañar cultivos como soya, frijol y algodón, éstos se recuperan. Un herbicida desarrollado a base de la sustancia ofrecería las ventajas de ser seguro para el medio ambiente, altamente selectivo contra malezas de hoja ancha, efectivo en concentraciones muy bajas (185 a 750 g/ha) y no crearía resistencia en las malezas.

19. **MAS DEMANDA POR AGUAS SERVIDAS**

Las aguas negras o desechos de alcantarilla se han usado desde tiempos antiguos en la China, Inglaterra, Alemania y Francia, principalmente como acondicionador del suelo, pues contiene abundantes elementos esenciales para las plantas como N, P y K. Además, la materia orgánica mejora la textura y la retención de humedad de los suelos.

Un estudio reciente de la Universidad de New México indica que muchas ciudades ya distribuyen comercialmente las aguas de alcantarilla, industrializadas en forma de producto granulado, líquido, abono o seco. Su principal aplicación es como acondicionador de suelos para la agricultura bajo riego, horticultura, áreas verdes públicas y privadas, además de jardines y huertos domésticos.

20. **PLASTICO HECHO DE PRODUCTOS AGROPECUARIOS**

Los científicos del Laboratorio Nacional de Argonne, han perfeccionado un método económico para hacer plásticos biodegradables a partir de la papa y de los desperdicios de la industria quesera. Este plástico se puede ajustar durante la fabricación para hacerlo biodegradable -para que se deteriore por la acción de microorganismos- o fotodegradable -que se destruya con la luz blanca o la ultravioleta.

Además de usos obvios, tales como bolsas para víveres y para basura, hay otros usos como envolturas para fertilizantes y plaguicidas de liberación lenta y coberturas de hileras que se pudran después de la cosecha. Ambos desperdicios salen bastante limpios y sin contaminantes y contienen carbohidratos convertibles en glucosa, que luego se pueden hacer ácido láctico, y éste a su vez ser polimerizado directamente en láminas de plástico.

21. **COLZA, CULTIVO QUE PROMETE**

La colza es la tercera en importancia entre los cultivos oleaginosos del mundo, y actualmente está siendo considerada como cultivo alternativo por los agricultores. Ya está bien establecida en Europa y Canadá, donde se le conoce como "canola". En 1985, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los E.U.A. aprobó el uso

del aceite de colza para consumo humano, y consecuentemente ha crecido el interés en su cultivo.

22. INGENERIA GENÉTICA Y EL ALGODÓN

Ya es una certeza que la ingeniería genética beneficiará al algodón en los próximos años en la forma de menos uso de insecticidas y estrategias de control de malezas, que podrían reducir el uso de los herbicidas.

Según el Dr. James McDonald de la Universidad de Arkansas las compañías privadas lanzarán al mercado variedades de algodón con resistencia a insectos y herbicidas, genéticamente incorporada, que no requerirán de los herbicidas de preemergencia actualmente usados (1)

El trabajo más avanzado en incorporar resistencia genética al algodón es con la toxina Bt producida por la bacteria *Bacillus thuringiensis*. El gen productor de la toxina ya ha sido incorporado al algodón y a otras plantas como soya y tomate y los primeros ensayos han sido muy exitosos contra el gusano bellotero, el gusano de las yemas, el gusano militar y el trozador de las hojas.

23. UNA POTENTE PAREJA CONTRA LOS INSECTOS

Investigadores del Instituto Óbice Thompson de Investigación Vegetal han descubierto una proteína viral que junto con los actuales insecticidas biológicos de *Bacillus thuringiensis* (Bt) forma una mezcla mucho más mortal para los insectos. Esto indica que los agentes de control biológico pueden tornarse mucho más potentes, y que las mismas plantas podrían alterarse genéticamente para producir esa proteína (1).

24. EL AGUA DE MAR EN LA AGRICULTURA

Investigaciones de la Universidad Ben Gurion de Israel ha llevado al exitoso cultivo de plantas que prosperan con

agua marina y son apetecibles para ovinos y camélidos. El Dr. Dov Pasternak cree que los cultivos con agua salada son la clave para el futuro de la agricultura en el desierto y ya ha seleccionado 20 especies con tolerancia a la sal. Otras frutas y hortalizas que se riegan con éxito con el agua salobre de acuíferos, comúnmente encontrados en los desiertos, son espárrago, brócoli, sorgo, olivos, perales y otros.

25. ¿PRODUCCIÓN DE N EN LA GRANJA?

A diferencia de las plantas químicas de fertilizante nitrogenado, las enzimas microbianas del suelo producen amoníaco a presión y temperatura ambientales. Científicos británicos y franceses anunciaron un método alternativo para elaborar amoníaco, que se parece a la acción química de la naturaleza y abre el camino hacia la producción económica de amoníaco en pequeña escala con las consiguientes ventajas para los agricultores de los países en desarrollo.

Esto crea la posibilidad que el agricultor produzca el fertilizante nitrogenado que necesite. Un método eficiente de aplicación sería con el agua a través del sistema de riego por goteo. El agricultor podría utilizar el nitrógeno molecular separado del aire y agua (fuente de hidrógeno) y energizar el proceso con medios eólicos, solares o hidráulicos. Esa clase de producción eliminaría los costos de distribución y la contaminación.

26. MALEZA CON PROPIEDADES HERBICIDAS

La lantana (Lantana camara) es una maleza común en los huertos cítricos de modo que Investigadores de la Universidad de Florida han descubierto que contiene compuestos tipo fenoles que son tóxicos para otras malezas. Utilizando esos compuestos aleloquímicos de la lantana se

podría ahorrar hasta 40 por ciento de los herbicidas sintéticos. Además, por ser biodegradables ofrecen un método ecológicamente más adecuado para controlar malezas en huertos. Los compuestos se liberan incluso si la lantana simplemente se entierra con arado de discos, pero tienen efecto sólo durante 4 a 6 semanas, en tanto que el efecto de los herbicidas químicos dura 4 a 6 meses.

27. **UN NOTABLE TIPO NUEVO DE ALGODÓN**

Aunque es relativamente común desarrollar un algodón de mayor producción o de fibras largas de mayor valor. La empresa Israelí Hazera Seeds tras 10 años de investigación ha logrado un híbrido que posee ambas características y puede recolectarse a mano o mecánicamente. Un aspecto muy especial de este algodón híbrido es que requiere poco agua y tolera suelos salinos. El nuevo híbrido podría ser muy importante para otras regiones del mundo, pues no sólo requiere menos agua sino que permite explotar tierras marginales para producir cosechas abundantes y de buena calidad.

28. **SUPERSOYA RESISTENTES A LOS NEMÁTODOS**

Sam Anand, fitomejorador y profesor de la Universidad de Missouri, ha desarrollado una supervariación de soya que es resistente a todas las cepas del nemátodo que ataca las raíces de esa planta. La variedad, llamada Hartwig, podría representar una producción adicional de 250 a 500kg/ha, y constituye un sueño hecho realidad para los productores de soya que por años batallan contra esa devastadora plaga.

29. **HONGO PROTEGE A LA SOYA CONTRA LA SEQUÍA**

La inyección del suelo con un hongo podría ser una póliza de seguro contra la sequía para los productores de soya. El Servicio Agrícola de Investigación en Lincoln,

Nebraska, indica que el hongo denominado VAM (micorriza vesicular arbuscular) facilita la absorción de agua para las plantas en condiciones de sequía.

El hongo vive en las raíces de la soya donde elabora hormonas de crecimiento. Un sistema radicular infectado por el hongo es más profundo y no sólo alcanza la humedad a más profundidad sino que ayuda a la planta a utilizar mejor los elementos del suelo. Antes se encontró el mismo efecto benéfico en raíces de plantas de trigo.

30. **MAIZ INAPETECIBLE PARA LOS INSECTOS**

Investigadores del CIMMYT en México han desarrollado un maíz tropical que es naturalmente inapetecible para muchas especies de insectos. En estudios comparativos recientes, bajo ataque intenso del gusano barrenador, el maíz susceptible fue despedazado y atrofiado por los insectos, en tanto que las variedades resistentes casi no sufrieron daño. El objetivo es obtener variedades nuevas y más productivas que necesiten poco o ningún plaguicida para lograr su potencial máximo.

31. **MANZANAS COLUMNARES**

Según especialistas británicos, un desarrollo futuro de la producción de manzanas serían árboles altos de pocas ramas laterales. Estos manzanos "columnares" pueden cultivarse más cerca unos de otros, permitiendo una mejor intercepción de la luz solar. El aumento potencial de producción de manzanas por hectárea podría ser de hasta 50% en huertos comerciales.

En los huertos las manzanos comerciales podrían espaciarse apenas 0.33 m. Con una población de 30000 árboles por ha podría obtenerse hasta 60 ton/ha de manzanas, que es 50% mayor de lo que actualmente obtienen los productores británicos.

32. REDUCE EL EFECTO DE INVERNADERO

Según investigadores de la Universidad de Columbia, la agrosilvicultura (plantar árboles y cultivos agronómicos en la misma tierra) reduce el efecto de invernadero que amenaza al planeta. De acuerdo a sus investigaciones, un árbol promedio absorbe 6 Kg. de dióxido de carbono al año.

Tan sólo una hectárea de siembra agrosilvícola con árboles distanciados 3 x 12 m absorbe 1670 Kg. de dióxido de carbono a lo largo de su vida. Luego, si esos árboles se transforman en productos útiles y permanentes, la mayoría de ese CO₂ no contribuiría al calentamiento global de la atmósfera con sus posibles consecuencias. Si la agrosilvicultura pudiera ponerse en práctica en por lo menos parte de las regiones donde la selva actualmente se tala y quema, las ventajas para el ambiente serían enormes. Además, permitiría al dueño de las tierras una fuente de ingresos permanentes.

33. DESIERTOS EN FLOR

Investigaciones escoceses han logrado un gran progreso para solucionar el viejo problema de producir cultivos en regiones desérticas. Han desarrollado un nuevo grupo de hidrogels de óxido de polietileno, aptos para usarse en sistemas hidropónicos (sin suelo) para producir cultivos en condiciones áridas. Hasta la fecha, el sistema hidropónico para ser útil requería el uso de agua limpia y dulce, ahora el desarrollo escocés permite cultivar hortalizas y árboles con agua salina.

34. EXTRACTOS DE MALEZA MATA INSECTO

Una maleza enredadera de las Filipinas, llamada *makahuai* es la fuente de un extracto que se muestra prometedor como insecticida biológico. Una solución del

extracto, aplicada a las raíces de las plántulas de arroz, las ayudó a defenderse del saltahojas café, el saltahojas verde y del barrenador del tallo. Con este logro y el empleo del extracto podría reducir a la mitad la cantidad de plaguicidas químicos usados.

35. **OTRO PLAGUICIDA NATURAL DEL NEEM**

Ya es bien conocido que el extracto de la semilla del neem se usa como insecticida botánico. Hoy, investigadores del Servicio de Investigación Agrícola (ARS) de los E.U.A. han descubierto un nuevo uso para el aceite de la semilla del neem. Por primera vez han encontrado que ese aceite controla la roya del frijol y el mildiu de numerosas plantas ornamentales, sin causar ningún daño a las plantas. Se observó un control adecuado incluso con aplicaciones de tan sólo 0.25% de aceite. En pruebas de invernadero, el compuesto fue 100% efectivo contra la roya del frijol. Aunque su rendimiento no fue tan alto en el campo, fue suficiente como para ser económicamente factible.

36. **MANZANA IMPOSTORA DELATA MALTRATOS**

Una advertencia a quienes no tratan las manzanas con el debido cuidado: una "manzana" electrónica ya puede delatar los golpes que dañan la fruta. El dispositivo accionado a pilas, de apenas 8,5 cm. de diámetro, es un ingenioso conjunto de piezas electrónicas incrustadas en una esfera de cera de abejas que puede empacarse en los recipientes con las manzanas verdaderas y registra automáticamente los golpes que recibe la fruta a medida que pasa del huerto al consumidor.

El tamaño y forma del dispositivo podría modificarse para estudiar el daño a cítricos, melones, duraznos, tomates, papa y pepino.

37. LAS MALEZAS Y LA OSCURIDAD

Investigadores de la Universidad de Oregón, E.U.A. han descubierto que cultivar el suelo de noche reduce hasta en 70% la germinación de ciertas malezas. Indican que las semillas enterradas de algunas especies se tornan ultrasensibles a la luz. Su exposición a la luz solar por apenas unos segundos precipita la germinación de esas semillas. Labrando el suelo de noche, muchas semillas se vuelven a enterrar sin exponerlas a la luz solar requerida para romper su estado de latencia.

38. EL TOMATE CONTRAATAACA A LOS INSECTOS

Cuando una planta de tomate sufre daños, se inician reacciones enzimáticas que inhiben el crecimiento de los insectos que se alimentan de ella, según investigadores de la Universidad de California, Davis. Normalmente, las enzimas y los compuestos sobre los que actúan están separados en los tejidos de la planta, pero cuando las células sufren daños esa separación desaparece, los compuestos entran en contacto y reaccionan.

Esas reacciones químicas alteran la aptitud de los insectos para digerir y asimilar las proteínas vegetales, disminuyendo el valor de la materia vegetal y reduciendo el desarrollo de los insectos. A la larga se espera poder transferir sistemas multigenes para desarrollar esas defensas naturales.

39. ANTIBIÓTICO PARA LAS PLANTAS

Científicos del Servicio de Investigaciones Agrícolas (ARS) del USDA tratan de transferir a las plantas los genes de una bacteria de suelo que podría suministrar a las plantas inmunidad contra los hongos.

La bacteria (*Streptomyces*) tiene genes que determinan la producción de nikkomicina, un antibiótico natural y mortal

para hongos como *Cladosporium*, *Aspergillus* y *Colletotrichum*. El antibiótico producido dentro de la planta o fuera de ella serviría como conservativo natural de alimentos al inhibir el desarrollo de los hongos.

40. ENERGIA DE LAS FLORES

El jacinto acuático, esa bonita planta de flores azules que flota en los embalses, no es tan adorable como parece. Se multiplica rápidamente, invadiendo y sofocando embalses, lagos y ríos, especialmente en los países en desarrollo. Al parecer este prolífico intruso podría aprovecharse para fines productivos, pues informan que en la India se ha establecido un proyecto piloto para generar biogas usando el jacinto acuático como materia prima. El sistema experimental produce 1000 litros de gas combustible de 9m² de jacinto acuático y su objetivo es producir 300000 metros cúbicos de gas por día.

41. MENOS INSECTICIDAS EN LOS VIÑEDOS

Un atrayente sexual natural que confunde a los machos adultos de la polilla de la uva (*Endopiza viteana*) podría reemplazar una buena parte de los plaguicidas que se usan para combatirla. Los investigadores de la Estación Experimental de New York, E.U.A. desarrollaron el tratamiento que se aplica en cantidades diminutas a través de tiras huecas de plástico y alambre. En vez de matar a los adultos de la polilla y a sus orugas que causan los daños, el tratamiento deja en el viñedo una versión sintética de la feromona sexual de la hembra, que confunde a los machos y evita que se apareen. Al interrumpir el apareamiento, la población disminuye a niveles manejables.

42. VIGILANCIA ELECTRONICA DE SIEMBRA

Dos nuevos monitores electrónicos de semilla de John Deere aumentan la precisión y productividad de la siembra. El Computer-Trak 150 vigila hasta 12 hileras y advierte cuando se interrumpe el flujo de semilla, mediante una alarma oscilante audible. Si se presenta un problema en la unidad de cualquier hilera, suena una alarma y se enciende la luz correspondiente en la consola.

El Computer-Trak 250 reemplaza a los modelos 200 y 300 y vigila hasta 24 hileras. Su indicador de cristal líquido da información sobre distancia recorrida, densidad de siembra, distancia entre semillas, área cubierta y velocidad de avance.

43. ARROZ QUE FIJA NITRÓGENO DEL AIRE

Un sueño de los fitomejoradores es encontrar un tipo de arroz que pueda fijar nitrógeno del aire, de la misma manera que las leguminosas. Eso reducirá o eliminaría la necesidad de aplicar fertilizantes químicos. Hace años el Dr. Hirota del Instituto de Investigaciones Genéticas propusieron que ésa podría ser una variedad de arroz espontáneo en la que coexistiera la bacteria fijadora de nitrógeno. Luego de revisar más de 5000 variedades en los últimos siete años, parece que se ha encontrado tal variedad. Se trata de un arroz espontáneo original de Tailandia y aunque todavía se requiere mucha más investigación, ese sueño está ahora más próximo del agricultor.

44. LA SUPER ZANHORIA

Un tipo nuevo de zanahoria, que tiene diez veces la cantidad normal de caroteno, ha sido desarrollado por el Servicio de Investigación Agrícola de los E.U.A. El cuerpo humano convierte el caroteno en vitamina A y al parecer

ayuda a combatir la deficiencia de esa vitamina, que causa ceguera permanente en niños. Millones de niños de los países subdesarrollados padecen de esa condición y que muy bien ésta superzanahoria sería una solución saludable.

45. **AGRICULTURA DE PRECISIÓN**

Es la gestión de la producción agrícola a una escala menor que la de la parcela o empresa, optimizando el uso de abonos, semillas e insumos fitosanitarios. Esta tecnología ha permitido aumentar la producción y al mismo tiempo, minimizar los problemas de contaminación ambiental. Se la conoce también como Agricultura de Prescripción, Agricultura de Localización Específica o Agricultura de Tasas Variables. El objetivo es dar a cada metro cuadrado lo que necesita y hacerlo en forma automatizada.

Utiliza sistemas globales de posición GPS (Global Positioning Systems) y GIS (Geographic Information System) para la recolección, transmisión y representación georeferenciadas de datos en el momento en que los agricultores siembran, fertilizan, aplican pesticidas y cosechan sus cultivos. Esto permite una correcta clasificación de insumos y la adaptación de las diferentes técnicas utilizadas según la heterogeneidad de cada terreno cultivado. A los tractores se les dota de sensores para captar información del cultivo, del suelo y de la propia máquina, y además de un ordenador a bordo del tractor que informe al conductor y controle todos los equipos.

El GPS también ayuda a los agricultores a cumplir con regulaciones medio - ambientales en aquellos lugares en los que se requiere mantener un área libre de pesticidas, por estar próximas a ríos, canales o frentes de agua (1).

46. **SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE LA TOMA DE DECISIONES**

Los modernos sistemas informáticos permitirán obtener recomendaciones específicas sobre clima, manejo de cultivos, manejo de pestes, recomendaciones financieras, mercados y otros aspectos importantes relacionados con la toma oportuna de decisiones para el buen manejo del negocio agrícola. Estos sistemas, al integrarse con sistemas de información geográfica (GIS), que relacionan el predio con la ubicación geográfica precisa donde se encuentra, proporcionarían alternativas de manejo con mayor nivel de precisión.

47. **AGRICULTURA CONSERVACIONISTA**

Se refiere al uso de cobertura permanente del suelo para la reducción o eliminación de las labranzas y la rotación de cultivos que constituyen el modelo de PRODUCCION AMBIENTAL que busca la protección del suelo y del agua como parte de la conservación ambiental para un DESARROLLO SOSTENIBLE con bienestar sin sacrificar el futuro del ENTORNO de los seres vivos.

48. **CONTROL DE NATALIDAD DE INSECTOS DAÑINOS**

Es la técnica del insecto estéril (TIE) que permite áreas libre como parte de la estrategia de manejo integrado de plagas consiste en crear grandes volúmenes de insectos que son esterilizados mediante bajas dosis de radiación gamma. Los machos estériles son liberados en zonas infestadas para que se apareen con las hembras silvestres de su misma especie, sin que tenga descendencia, si la cantidad de machos estériles supera a la de macho silvestres, la población pronto disminuye y gradualmente desaparece. Es un método que no tiene impacto en la biodiversidad ni daña el medio ambiente, pues los insectos que se liberan son estériles, no pueden establecerse en el

ecosistema y por ello carecen de potencial para causar efecto adverso en el futuro.

49. **INJERTACION EN HORTALIZAS**

Esta práctica se usa únicamente en los cultivos de tomate, pepino y melón. Se usa como medidas para evitar enfermedades radicales mediante el uso de porta injertos resistentes, se puede injerta tomate en la planta de papa.

50. **TECNICA ITALIANA PARA COMBATIR PAJAROS**

Con el objetivo de proteger las plantaciones de vid usan técnicas para evitar el ataque de pájaros mediante pequeñas pirámides cubiertas por espejos que son distribuidas por la plantación para reflejar la luz del sol y de esa manera espantas las aves.

51. **ALGAS MARINAS EN LA PRODUCCION**

En trabajos con el pepinillo, con los híbridos Pioneer y Nacional Pickling se probaron diferentes dosis del bioestimulante algas marinas BM 86 a base de *Ascophillum nodosum* en crema cuyo contenido es B, Mg, Mo, S, fitohormonas como giberelinas, auxinas, citoquininas y vitaminas A y B₁, B₂ encontrando incrementos de la producción con la dosis de 2.5 y 3 l/ha de este bioestimulante.

52. **CONTROL DE MALEZAS CON INSECTOS**

En una investigación agrícola en la Universidad Antenor Orrego de Trujillo encontraron un control relativamente eficaz de la maleza *Trianthema portulacastrum* "verdolaga de hoja ancha" con el insecto *Spoladea recurvalis Fabricius* de la familia Pyralidae (3)

53. BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS

El término buenas prácticas agrícolas se utiliza hoy con frecuencia para referirse a conjuntos de normas sobre métodos de producción agrícola que deben ser implementadas a nivel de las granjas y fundos para garantizar la producción de alimentos inocuos y sanos y son por muchos gobiernos, comerciantes, exportadores, productores, el mundo académico y otros actores en el sector agrícola en todo el mundo. En la rastreabilidad se valora el manejo integrado del cultivo y de sus plagas, la higiene e inocuidad en el manejo de alimentos y la seguridad de las personas tanto de consumidores y trabajadores agrícolas.

Las buenas prácticas agrícolas pueden ayudar a promover la agricultura sostenible y contribuir a un mejor desarrollo medioambiental y social tanto a nivel internacional como nacional:

Por ejemplo, las mejoras en las prácticas agrícolas, como la producción y el manejo integrado de plagas, pueden conducir a mejoras sustanciales, no solamente en términos de rendimiento y eficacia en la producción, pero también a nivel de salud y seguridad para los trabajadores.

BIBLIOGRAFIA:

1. AGRICULTURA DE LAS AMERICAS. Revista Mensual Técnico - Científica. U.S.A.
2. AGROINFORMACION. 2007. Buenas Prácticas Agrícolas. España. <http://www.agroinformación.com/>
3. CERNA, B; VASQUEZ, H y M. POLLACK 1999. Control Biológico de la maleza *Trianthema portulacastrum*. Revista Antenor Orrego 8(12 - 13): 63 - 76