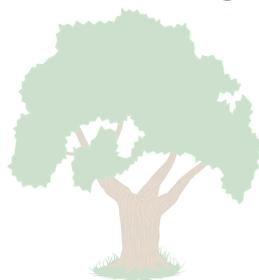


**Instituto Agrotécnico  
“Margarita O’Farrell de Maguire”  
Santa Lucía – Buenos Aires**

**Trayecto Técnico Profesional  
en Producción Agropecuaria**



**Producción de plantas  
en vivero**

**Realizado por el Agr. Walter Barceló**

## INDICE

<b>1</b>	<b>Suelo.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>Componentes del suelo .....</b>	<b>5</b>
1.1.1	Componentes físicos .....	5
1.1.2	Sustancias minerales .....	5
1.1.3	Materia orgánica (humus).....	6
1.1.3.1	Formas de humus .....	6
1.1.3.2	Las aportaciones de materia orgánica y el nitrógeno del suelo.....	7
1.1.3.3	El papel del humus.....	7
1.1.3.4	La actividad microbiana de los suelos .....	7
1.1.4	Complejo arcillo-húmico .....	8
<b>1.2</b>	<b>Propiedades físicas del suelo .....</b>	<b>8</b>
1.2.1	Porosidad .....	8
1.2.2	Tenacidad.....	9
1.2.3	Adhesividad .....	9
1.2.4	Plasticidad.....	9
1.2.5	Color .....	9
1.2.6	Textura.....	9
1.2.7	Estructura.....	9
<b>1.3</b>	<b>Propiedades químicas del suelo .....</b>	<b>10</b>
1.3.1	Adsorción de iones.....	10
1.3.2	Poder de fijación de los cationes.....	10
1.3.3	Cambio de bases .....	10
1.3.4	Capacidad de cambio .....	11
1.3.5	Cationes de cambio.....	12
1.3.6	Reacción o pH del suelo .....	13
<b>1.4</b>	<b>El agua en el suelo.....</b>	<b>13</b>
1.4.1	Potencial hídrico .....	13
1.4.2	Capacidad de campo .....	13
<b>1.5</b>	<b>Laboreo del suelo .....</b>	<b>13</b>
1.5.1	Finalidad del laboreo .....	14
1.5.2	Herramientas para realizar las labores .....	14
1.5.3	Tipos de labores.....	14
1.5.3.1	Labores de puesta en cultivo.....	14
1.5.3.2	Labores preparatorias.....	15
1.5.3.3	Labores de cultivo.....	16
<b>2</b>	<b>Suelos artificiales, substratos .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Propiedades físicas.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Propiedades químicas.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Tipos de substratos .....</b>	<b>20</b>
2.3.1	Composts .....	21
2.3.1.1	Composts de suelo franco .....	21
2.3.1.2	Formulación de composts .....	22
2.3.2	Turba.....	23
2.3.3	Restos de coníferas .....	24
2.3.4	Gravas .....	24
2.3.5	Arenas .....	24
2.3.6	Tierra volcánica .....	25
2.3.7	Perlita.....	25
2.3.8	Vermiculita .....	25
2.3.9	Lana de roca.....	25
2.3.10	Poliestireno .....	26
2.3.11	Poliuretano .....	26

<b>3</b>	<b><i>Semillas</i></b> .....	<b>27</b>
3.1	Recolección de semillas.....	27
3.2	Limpieza de semillas.....	27
3.3	Estratificación .....	28
3.4	Siembra al aire libre .....	28
3.5	Siembra en interiores.....	28
3.5.1	Adaptación al exterior.....	29
<b>4</b>	<b><i>Esquejes</i></b> .....	<b>30</b>
4.1	Esquejes de tallos .....	30
4.2	Esquejes tiernos .....	30
4.3	Esquejes semileñosos .....	31
4.4	Esquejes leñosos .....	31
4.5	Esquejes con hoja y tallo .....	31
4.6	Esquejes de hojas .....	32
4.7	Esqueje de yema.....	32
4.8	Despuntos.....	32
4.9	Esquejes de raíz.....	33
4.10	Echar raíces en agua.....	33
<b>5</b>	<b><i>Acodos</i></b> .....	<b>34</b>
5.1	Acodo aéreo .....	35
5.2	Acodo simple .....	35
5.3	Acodo compuesto .....	36
5.4	Acodo en montículo .....	36
5.5	Acodo en trinchera.....	36
5.6	Acodo de punta .....	37
<b>6</b>	<b><i>Injerto</i></b> .....	<b>38</b>
6.1	Condiciones previas a la realización de un injerto.....	38
6.2	Requisitos que debe tener el material vegetal para la realización del injerto.....	39
6.3	Observaciones para la realización del injerto: .....	39
6.4	Tipos de injerto .....	39
6.4.1	Injertos de yema.....	39
6.4.2	Injertos de aproximación.....	40
6.4.3	Injerto de púa .....	40
6.5	Ataduras .....	40
6.6	Afinidad del portainjertos.....	41
6.7	Modalidades de injerto.....	41
6.7.1	El reinjerto .....	41
6.7.2	La vigorización .....	42
6.8	Cuidados posteriores .....	42
<b>7</b>	<b><i>Productos fitosanitarios</i></b> .....	<b>43</b>
7.1	Condiciones para el uso.....	43
7.2	Precauciones.....	43

<b>7.3</b>	<b>Maquinaria.....</b>	<b>43</b>
<b>7.4</b>	<b>Calibración del equipo pulverizador.....</b>	<b>44</b>
<b>7.5</b>	<b>Métodos De Aplicación.....</b>	<b>44</b>
<b>7.6</b>	<b>Productos Fitosanitarios.....</b>	<b>45</b>
<b>8</b>	<b>El abonado.....</b>	<b>47</b>
<b>8.1</b>	<b>La nutrición de las plantas.....</b>	<b>47</b>
8.1.1	Nitrógeno.....	47
8.1.2	Fósforo.....	48
8.1.3	Potasio.....	49
8.1.4	Magnesio.....	49
8.1.5	Azufre.....	50
8.1.6	Calcio.....	50
8.1.7	Hierro.....	51
8.1.8	Cobre.....	51
8.1.9	Manganeso.....	51
8.1.10	Boro.....	51
8.1.11	Molibdeno.....	51
8.1.12	Cinc.....	52
8.1.13	Cloro y Sodio.....	52
<b>8.2</b>	<b>Elementos orgánicos del suelo.....</b>	<b>52</b>
<b>8.3</b>	<b>Fundamentos de la fertilización.....</b>	<b>53</b>
<b>8.4</b>	<b>Abonos minerales o inorgánicos.....</b>	<b>53</b>
8.4.1	Abonos nitrogenados.....	53
8.4.2	Abonos fosfatados.....	54
8.4.3	Abonos potásicos.....	54
8.4.4	Abonos complejos.....	55
<b>8.5</b>	<b>Abonos orgánicos.....</b>	<b>56</b>
8.5.1	El estiércol.....	56
8.5.1.1	Utilización del estiércol.....	57
8.5.2	Abonado en verde.....	58
<b>9</b>	<b>Riego.....</b>	<b>59</b>
<b>9.1</b>	<b>Tipos de riego.....</b>	<b>59</b>
9.1.1	Riego fertilizante.....	59
9.1.2	Riego lixiviante.....	59
9.1.3	Riego térmico.....	59
9.1.4	Riego complementario.....	59
9.1.5	Riego climatizante.....	59
9.1.6	Riego humectante.....	60
<b>9.2</b>	<b>Suelo y riego.....</b>	<b>60</b>
<b>9.3</b>	<b>Clima y riego.....</b>	<b>60</b>
<b>9.4</b>	<b>La técnica del riego.....</b>	<b>60</b>
9.4.1	Cantidad de agua.....	60
9.4.2	Momento de riego.....	60
<b>9.5</b>	<b>Sistemas de riego.....</b>	<b>61</b>
9.5.1	Riego por aspersión.....	61
9.5.2	Riego por goteo.....	62
9.5.3	Riego por inundación de surcos.....	62
9.5.4	Riego por inundación de parcelas.....	62
<b>10</b>	<b>Sistemas de protección.....</b>	<b>63</b>
<b>10.1</b>	<b>Invernaderos.....</b>	<b>63</b>
10.1.1	Construcción del invernadero.....	65
<b>10.2</b>	<b>Media Sombra.....</b>	<b>66</b>

## 1 SUELO

Es la capa externa de la corteza terrestre capaz de sustentar una vegetación que lo utiliza como soporte y como fuente de aprovisionamiento de agua y sustancias nutritivas.

Esta capa que tiene una estructura móvil y un espesor variable, proviene de la transformación de las rocas por la acción de fenómenos físicos, químicos y biológicos.

El suelo esta compuesto por partículas sólidas (arena, limo y arcilla), materia orgánica, sustancias minerales, macro y microorganismos, agua y aire. Estos últimos componentes lo diferencian de las demás capas de la Tierra. *(Realizar actividades N° 1 y 2)*

Para su estudio, la corteza terrestre se divide de la siguiente manera:

HORIZONTE "A" o suelo

HORIZONTE "B" o subsuelo

HORIZONTE "C" o roca madre

### 1.1 Componentes del suelo

#### 1.1.1 Componentes físicos

Se denomina así a la arena, al limo y a la arcilla. *(Realizar actividad N° 6)*

La clasificación de estos componentes se hace de acuerdo a su tamaño y no por su composición química.

- ✓ **Arena:** son partículas de origen mineral (granos de sílice) que le dan a un terreno soltura y permeabilidad, facilitando el laboreo y la penetración del agua y el aire. Son partículas que miden entre 2 mm y 0,02 mm, incapaces de retener agua y unirse entre sí.
- ✓ **Limo:** son partículas minerales (silicatos) de mediano tamaño (0,02 mm a 0,002 mm). Tiene características intermedias entre la arena y la arcilla, son capaces de retener agua en sus paredes.
- ✓ **Arcilla:** son las partículas de menor tamaño que se encuentran en el suelo (menos de 0,002 mm), formadas a partir de silicatos y óxidos, tienen como principales características la fácil retención de agua en sus paredes y un gran poder adherente.

#### 1.1.2 Sustancias minerales

Son compuestos químicos (orgánicos e inorgánicos) esenciales para la nutrición de los vegetales. Dichas sustancias están formadas por una combinación de elementos, los cuales son utilizados por las plantas para realizar sus procesos vitales.

Estos elementos se clasifican de la siguiente manera:

**Macroelementos**, que constituyen el 99% de la materia seca vegetal:

- ✓ nitrógeno
- ✓ fósforo
- ✓ potasio
- ✓ calcio
- ✓ azufre
- ✓ hierro
- ✓ magnesio

**Microelementos**, solo representan una pequeña parte de la materia seca vegetal:

- ✓ manganeso
- ✓ cobre
- ✓ Cinc
- ✓ boro
- ✓ molibdeno
- ✓ cloro
- ✓ sodio

### 1.1.3 Materia orgánica (humus)

Se llama humus a las sustancias orgánicas que resultan de la descomposición de materias orgánicas vegetales bajo la acción de los microorganismos del suelo. (*Realizar actividad N° 3*)

#### 1.1.3.1 Formas de humus

La materia orgánica del suelo, la que aparece en los boletines de análisis de suelos puede ser:

- a) El humus joven, llamado también labil o libre porque no esté fijado aun a las partículas del suelo, sino mezclado con ellas. Este humus es la materia orgánica más o menos fresca en vías de humificación. En su evolución la materia orgánica libera productos transitorios que tienen una especial importancia para la estabilidad de la estructura y para la actividad biológica de los suelos. Ese humus evoluciona rápidamente durante algunos años para convertirse en humus estable.
- b) El humus estable o estabilizado es la materia orgánica, ya evolucionada. Sólidamente unida a los agregados del suelo. Este humus estable se encuentra sometido a una acción microbiana lenta que provoca su mineralización a un ritmo del 1 al 2 % anual.

El humus joven tiene una relación carbono: nitrógeno (C/N) superior a 15. En el humus estable esta relación, relativamente constante, es de alrededor de 9 a 10. Veremos enseguida la importancia de esta relación C/N. Aunque la proporción de humus joven a humus estable es muy variable, según hayan sido las aportaciones recientes de estiércol o materias vegetales y según sea la naturaleza de los suelos y el sistema de cultivo, se dice, para dar una idea, que en el suelo puede haber de un 20-25 % de humus joven y un 75-80 % de humus estable. La materia orgánica fresca, añadida al suelo, da origen al humus joven que se descompone rápidamente para dar lugar al humus estable, reduciéndose progresivamente la relación C/N. Las aportaciones de materia orgánica y el nitrógeno del suelo.

### 1.1.3.2 *Las aportaciones de materia orgánica y el nitrógeno del suelo.*

Cuando se entierra materia orgánica. Los microorganismos que actúan para descomponerla, al encontrar una relación C/N superior a 15, no encuentran en la materia orgánica suficiente nitrógeno, teniendo que tomarlo prestado del suelo: esto último en forma de nitratos. Por ello, aunque sea transitoriamente, se produce una disminución de los nitratos del suelo. Para evitar este efecto habrá que aportar una determinada cantidad de nitrógeno, si la materia orgánica es fundamentalmente paja o estiércol muy poco descompuesto. En el caso de la paja, cuya relación C/N es de 70-110 habrá que aportar de 6 a 12 Kg o unidades de nitrógeno por cada tonelada de paja enterrada. En un rastrojo de trigo enterrado, si la cantidad de paja es de 4 tt, habrá que aportar de 24 a 48 unidades de nitrógeno por hectárea. En el estiércol bien hecho, la relación C/N es de 15 a 25. En los vegetales verdes, la relación C/N es de 15. Es de advertir que los microbios necesitan ese nitrógeno del suelo para asegurar su propia multiplicación y dejar, a su vez, en el suelo, un humus estable rico en nitrógeno. A largo plazo nunca hay pérdida de nitrógeno, ni aun en el caso de enterrar paja, sino un efecto depresivo temporal. Además, la materia orgánica proporciona una cantidad importante de nitrógeno, ya que el humus contiene aproximadamente 5 % de nitrógeno.

### 1.1.3.3 *El papel del humus*

Mantener en el suelo una cantidad de humus adecuada es esencial para conservar la fertilidad. Se considera que en un suelo cultivado, en buen estado, el contenido en humus se encuentra entre el 1,5 y el 2 %. Se puede alcanzar mayor contenido en ciertos terrenos humíferos de color negro, pero frecuentemente esto es una manifestación de un pH insuficiente o excesivo, que paraliza la evolución normal del humus. El humus ejerce una acción muy favorable sobre la estructura del suelo, ya que aglomera las partículas en glomérulos de tamaño medio, lo cual permite una buena circulación del agua, del aire y de las raíces en el suelo. Por lo expresado se ve que el humus da consistencia a las tierras ligeras y disminuye la compactación de las tierras fuertes. Donde hay humus abundante el suelo se mantiene en buen estado de esponjamiento. El humus aumenta la capacidad de retención del agua en el suelo. El humus aporta elementos minerales tales como el nitrógeno, fósforo, potasio y oligoelementos. El humus aumenta la actividad biológica del suelo. El humus aumenta la capacidad de cambio de iones del suelo al unirse con la arcilla para formar el complejo arcillo-húmico. Forma complejos fosfo-húmicos, manteniendo el fósforo en estado asimilable por las plantas aún en presencia de caliza y de hierro libre. Es una fuente de gas carbónico que contribuye a solubilizar algunos elementos minerales del suelo, con lo que facilita su absorción por las plantas. Favorece la acción de los abonos minerales, facilitando la absorción de los elementos fertilizantes a través de la membrana celular de las raicillas. Los ácidos húmicos ejercen una acción estimulante sobre el crecimiento de las raíces.

### 1.1.3.4 *La actividad microbiana de los suelos*

Acabamos de decir que el humus aumenta la actividad biológica del suelo. Se puede decir que es el humus el verdadero fundamento de la actividad microbiológica de los suelos. La población microbiana del suelo es muy alta. Un gramo de tierra de la superficie puede contener de 50 a 200 millones de microbios, lo que supone que se forman anualmente, por hectárea, de una a dos toneladas

de cuerpos microbianos en la capa superficial del suelo cuando el contenido en materia orgánica es del 1 al 3 %. Estos cuerpos microbianos contienen alrededor del 6,5 % de nitrógeno y sufren una mineralización más rápida que las demás materias orgánicas del suelo. Los microbios del suelo se clasifican en dos categorías:

- a) Microbios aerobios, que viven en contacto con el aire y,
- b) Microbios anaerobios que viven fuera del contacto del aire.

En general, puede decirse que los primeros son beneficiosos para la agricultura, mientras los segundos son perjudiciales. Es claro que las labores favorecen en la capa labrada el desarrollo de los microbios aerobios y perjudican a los anaerobios.

Naturalmente que en la superficie se encuentran, sobre todo microbios aerobios. Los microbios que transforman la materia orgánica, tanto los que transforman el nitrógeno orgánico en amoniacal ( $N \text{ Orgánico} \rightarrow NH_4^+$  = amonización), como los que convierten el N amoniacal en nítrico ( $NH_4^+ \rightarrow NO_3^-$  = nitrificación), actúan de diferente manera según las condiciones del medio. Prefieren un medio neutro o ligeramente alcalino. Por debajo del pH 6 no actúan. Necesitan temperaturas elevadas. No actúan por debajo de 9 °C y su óptimo está próximo a los 30 °C. Se desarrollan tanto mejor cuanto más aireado es el suelo. Requieren cierta humedad. Pero un exceso de ésta les perjudica.

#### 1.1.4 Complejo arcillo-húmico

Más que un componente, es la unión de 3 componentes básicos del suelo, la arcilla, el humus y el calcio.

La arcilla y el humus son coloides que se encuentran en el suelo en estado de floculación formando así el complejo arcillo-húmico, el cual evita la dispersión de dichos elementos por ser más estable.

El complejo arcillo-húmico actúa como un elemento de unión entre las partículas gruesas del suelo, formándose agregados mas o menos grandes, que dan lugar a los poros, los cuales estarán ocupados por agua o por aire; estos agregados, a su vez, al unirse entre sí, forman los terrones. El complejo tapiza las paredes de los poros impidiendo que estos se destruyan. Es por esta razón que el complejo actúa como estabilizador de la estructura.

## 1.2 Propiedades físicas del suelo

### 1.2.1 Porosidad

Está determinada por los espacios libres que quedan entre las partículas sólidas, es decir, los poros. El volumen de los poros con relación a la masa total de suelo y expresado en % nos da el valor de porosidad.

La porosidad del suelo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{d_r - d_a}{d_a} \times 100$$

siendo: P: % porosidad  
 da: densidad aparente  
 dr: densidad real

La porosidad de un suelo medio es de un 50 %, llegando en suelos con alto contenido de materia orgánica al 80 %.

### 1.2.2 Tenacidad

Es la consecuencia de las fuerzas que tienden a unir a las partículas del suelo. Expresa la resistencia que el suelo ofrece al avance de las piezas de trabajo de los implementos de laboreo.

Cuando disminuye la humedad, la tenacidad del suelo aumenta, siendo máxima en suelos arcillosos secos y mínima en suelos arenosos.

### 1.2.3 Adhesividad

Esta propiedad expresa la tendencia del suelo a adherirse a la superficie de contacto de los implementos de laboreo. La adhesividad aumenta con el aumento del contenido de agua del suelo. Una adhesividad elevada obliga a un incremento de la potencia necesaria para arar un terreno.

### 1.2.4 Plasticidad

La plasticidad es la facultad de ciertas sustancias para cambiar de forma y luego mantenerla. La plasticidad es importante ya que determina las condiciones de laborabilidad del suelo. Si esta se encuentra en estado plástico, durante el laboreo no se disgrega como sería deseable sino que se apelmaza empeorando su estructura.

### 1.2.5 Color

El color es un buen indicador de las características y los componentes del suelo. La presencia de humus determina el color oscuro, en cambio las sales le dan al suelo una coloración clara.

El color también depende de la textura, un suelo arenoso es más claro que uno arcilloso; de la estructura, cuanto más estructurado más claro es su color; y de la humedad del suelo, a mayor contenido de agua mayor es la intensidad del color.

Del color del suelo depende su temperatura (vital para el desarrollo de la planta); un suelo cuanto más oscuro es, absorbe mejor la radiación solar aumentando así su temperatura.

### 1.2.6 Textura

La textura se define a partir de las proporciones de arena, limo y arcilla que tiene el suelo; de acuerdo con esto un suelo puede ser suelto, franco o pesado. Un suelo franco posee las siguientes proporciones: arena 45-50 %, limo 20-25 %, arcilla 15-20 % y el resto de materia orgánica y sustancias nutritivas. Un suelo suelto tiene mayores proporciones de arena y limo, lo inverso ocurre con un suelo pesado.

### 1.2.7 Estructura

Desde el punto de vista agrícola, podemos definir a la estructura con la disposición espacial de las partículas del suelo. Como se dijo anteriormente, el complejo arcillo-húmico actúa como cemento uniendo las partículas, formando grumos. Estos grumos, al unirse entre sí conforman el esqueleto del suelo dando lugar a la macroporosidad.

La existencia de la macroporosidad creada por la estructura, permite que el agua de la superficie percole o descienda al subsuelo, el oxígeno llegue a las raíces y el anhídrido carbónico sea liberado hacia la atmósfera.

Un suelo está estructurado cuando se forman grumos; de este modo la

microporosidad existente en los grumos se suma a la macroporosidad.

### 1.3 *Propiedades químicas del suelo*

#### 1.3.1 **Adsorción de iones**

Las sales minerales disueltas en agua están disociadas en los dos tipos de iones.

Los principales iones que se encuentran en el suelo son:

*Cationes:*

- ✓ calcio  $Ca^{++}$
- ✓ magnesio  $Mg^{++}$
- ✓ potasio  $K^{+}$
- ✓ amonio  $NH_4^{+}$
- ✓ sodio  $Na^{++}$
- ✓ manganeso  $Mn^{++}$
- ✓ hidrogeno  $H^{+}$
- ✓ Microelementos (todos)+

*Aniones:*

- ✓ fosfato  $PO_4^{--}$
- ✓ sulfato  $SO_4^{--}$
- ✓ carbonato  $CO_3^{-}$
- ✓ nitrato  $NO_3^{-}$
- ✓ cloro  $Cl^{-}$

El complejo arcillo-húmico está cargado de un exceso de electricidad negativa, por lo que solo fija los cationes. Los aniones quedan libres en la solución del suelo.

#### 1.3.2 **Poder de fijación de los cationes**

Los cationes no se fijan con la misma energía al complejo. Podemos establecer un orden de energía de retención de mas a menor

- ✓ Hidrogeno.
- ✓ Los microelementos
- ✓ Calcio.
- ✓ Magnesio.
- ✓ Amonio.
- ✓ Potasio.
- ✓ Sodio.

Este ultimo es poco retenido.

En la mayoría de los suelos el mayor numero de cationes fijados corresponde al Ca.

#### 1.3.3 **Cambio de bases**

La mayor parte esta fijada el complejo, y otros muchos, menos numerosos, se encuentran en solución en el agua que ocupa los poros del suelo, pero

continuamente los cationes de la solución están pasando a ser fijados por el complejo mientras otros fijados por este pasan a la solución.

La fijación de un catión por el complejo puede decirse, en general, que entraña, a su vez, el paso de un catión del complejo a la solución del suelo, y este catión que pasa a la solución frecuentemente es el calcio, que es, por otra parte es el catión más abundantemente fijado.

Por ejemplo: si abonamos con ClK, este se disocia en Cl y el catión K<sup>+</sup> pasa a ser fijado por el complejo, desplazando a un catión Ca<sup>++</sup> que pasa a la solución.

Esta acción descalcificadora se debe fundamentalmente a los abonos, pero no olvidemos que las labores contribuyen a transformación de sales insolubles en sales solubles en el agua y, por consiguiente, también las labores, aunque en menor medida, contribuyen a la descalcificación de los suelos. A lo largo del tiempo esta acción es importante.

Si la cantidad de cationes cambiables, tanto en el complejo como en la solución, no llegan a alcanzar un nivel elevado, entonces no tiene lugar completamente este mecanismo de cambios. Pueden quedar fijados cationes por el complejo, ávido de ellos. Por esta razón, en tierras muy empobrecidas, los abonados pueden dar menor resultado que en aquellas en que el complejo se encuentra con un número elevado de cationes fijados. De aquí que en estas tierras se aconseje dar, en principio, abonados más fuertes para que, una vez alcanzado el nivel deseado, se puedan dar otros de mantenimiento menos cuantiosos.

Cuando en el complejo se alcanza un determinado nivel adsorción de cationes se establece ya entre el y la solución del suelo una especie de equilibrio. Así, inmediatamente después de un abonado, el complejo se enriquece en cationes y, cuando la planta absorbe cationes de la solución del suelo, es el complejo el que los libera, manteniéndose así en la solución un número constante de dichos cationes.

A este mecanismo de cambio de cationes entre el complejo y la solución y la solución y el complejo es a lo que se denomina cambio de bases.

#### 1.3.4 Capacidad de cambio

Al hacer referencia al cambio de bases, se maneja un concepto que es la capacidad total de cambio.

La capacidad total de cambio (T) o capacidad de cambio cationes (CCC), es la cantidad máxima de cationes que un determinado peso de suelo es capaz de retener.

La capacidad de cambio se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de tierra. Sabemos que miliequivalente es:

$$\frac{\text{Peso atómico}}{\text{valencia}} \times \frac{1}{1.000}$$

Cuando el complejo no está saturado, los cationes que faltan están representados por iones H<sup>+</sup>.

La suma de bases cambiables (S) representa a la cantidad de cationes metálicos fijados y, por consiguiente, los iones H<sup>+</sup> fijados están representados por el valor T-S.

En los análisis de suelos es corriente que aparezca la capacidad de cambio de cationes, que variara con el contenido de materia orgánica y con el porcentaje y naturaleza de la arcilla.

### 1.3.5 Cationes de cambio

Los cationes de cambio principalmente retenidos son el  $\text{Ca}^{++}$ , el  $\text{Mg}^{++}$ , el  $\text{K}^+$  y el  $\text{Na}^+$ . También el complejo de cambio retiene otros cationes, como el  $\text{NH}_4^+$  y ciertos oligoelementos, pero en tan poca cantidad que es muy difícil determinarlo por medios analíticos.

Cada catión debe estar comprendido entre unos límites porcentuales de la capacidad de cambio catiónico (CCC), y estos límites son:

- ✓ Ca 60-80 % de CCC
- ✓ Mg 10-20 % de CCC
- ✓ K 2-6 % de CCC
- ✓ Na 0-3 % de CCC

#### a) Relación Ca/Mg

Un exceso de  $\text{Ca}^{++}$  cambiante puede interferir en la asimilación del  $\text{Mg}^{++}$  y del  $\text{K}^+$ . Si la relación Ca/Mg, expresados ambos en meq/100 g es mayor de 10, es posible que se produzca una carencia de Mg. La relación óptima Ca/Mg está alrededor de 5.

#### b) Relación K/Mg

Otra relación que se estudia es la de K/Mg, expresados ambos en meq/100 g. Dicho cociente debe estar comprendido entre 0,2 y 0,3. Si es mayor de 0,5 pueden producirse carencias de Mg por el efecto antagónico de K.

Por el contrario, si la relación K/Mg es de alrededor de 0,1 se puede producir una carencia de K inducida por el Mg

#### c) Exceso de Sodio

Un exceso de Na produce deficiencias en Ca y Mg. Cuando el Na se encuentra en proporción superior al 10 % de la capacidad de cambio catiónico (CCC) puede haber problemas de salinidad de tipo sódico.

Cuando el Na se encuentra en una proporción superior al 15 % de la CCC estamos claramente ante un suelo sódico, al que habrá que aplicar mejorantes químicos tales como azufre y yeso.

#### d) Forma de expresión de las cantidades de cationes de cambio.

Algunos laboratorios expresan los resultados de sus análisis en partes por millón (ppm), en vez de meq/100 g. En este caso habrá que pasar de un sistema a otro, lo que se hace como indicamos a continuación:

Para pasar de meq/100g a ppm:

- ✓ Ca (meq/100 g) x 200,4 = ppm de Ca
- ✓ Mg (meq/100 g) x 121,6 = ppm de Mg
- ✓ Na (meq/100 g) x 230 = ppm de Na
- ✓ K (meq/100 g) x 391 = ppm de K

e) Para pasar de ppm a meq/100 g:

$$\frac{\text{ppm de Ca}}{200,4} = \text{meq/100 g de Ca}$$

$$\frac{\text{ppm de Mg}}{121,6} = \text{meq/100 g de Mg}$$

$$\frac{\text{ppm de Na}}{230} = \text{meq/100 g de Na}$$

$$\frac{\text{ppm de K}}{391} = \text{meq/100 g de K}$$

### 1.3.6 Reacción o pH del suelo

Es el grado de acidez o alcalinidad que tiene un suelo, está determinado por la mayor o menor concentración de iones de hidrogeno (H<sup>+</sup>) en la solución de suelo.

La magnitud de esta concentración se expresa por el potencial de hidrogeno (pH), cuyo valor puede variar entre 1 (máxima concentración) y 14 (mínima concentración). Un pH 7 indica que el suelo es neutro, un valor superior a 7 es alcalino y un pH menor a 7 es ácido.

## 1.4 El agua en el suelo

El agua en el suelo es uno de los elementos fundamentales para la vida de los vegetales y microorganismos. *(Realizar actividades N°4 y 5)*

El agua en el suelo actúa como disolvente de las sales minerales que forman la solución del suelo. Además, interviene en los procesos de transformación de los componentes y transporta sustancias de un lugar a otro.

El agua proveniente de la lluvia, el riego o del subsuelo entra en el suelo por infiltración. Un exceso de agua puede ser eliminado por evaporación o por drenaje hacia la capa freática, siempre que el nivel de la capa sea bajo o que el subsuelo no se encuentre impermeabilizado.

### 1.4.1 Potencial hídrico

Se denomina así a la capacidad que tiene el suelo para absorber y retener agua.

El potencial hídrico depende del contenido de humedad del suelo, un suelo saturado de agua tiene un potencial hídrico casi nulo, es decir, que a menor contenido de agua mayor potencial hídrico. También está relacionado el potencial hídrico con la textura, un suelo arcilloso tiene mayor potencial hídrico que uno arenoso

### 1.4.2 Capacidad de campo

Entre 48 y 72 horas después de una lluvia el movimiento descendente del agua se para. Los macroporos se vacían de agua y se llenan de aire y el agua queda solo retenida en los microporos. A esta agua se llama *capilar* y es la que utilizan las plantas. A la cantidad de agua retenida en el suelo por capilaridad se la denomina *capacidad de campo*.

## 1.5 Laboreo del suelo

En sus condiciones primitivas, el suelo provee múltiples productos vegetales, pero sin ningún orden comercialmente aprovechable.

Se conoce como laboreo al conjunto de manipulaciones mecánicas del suelo, realizadas con el fin de obtener las condiciones más favorables para recibir un cultivo. El laboreo del suelo es la base indispensable para la producción agrícola; mediante el laboreo se pretende crear, reconstruir o mantener en el suelo las mejores condiciones de habitabilidad para las plantas cultivadas, modificando una o más de sus propiedades.

### 1.5.1 Finalidad del laboreo

Cuando un suelo soporta un cultivo durante un cierto tiempo, su estructura grumosa se pierde, se vuelve compacto como consecuencia del impacto del agua de lluvia, de la acción desfloculante del agua de riego y de algunos abonos y de la compactación producida por el pisoteo de los animales o las maquinarias.

Un suelo compacto, con una disminución de la macroporosidad e incluso su ausencia, no es el hábitat apropiado para recibir una semilla, ni para permitir el crecimiento de un buen aparato radicular. Por estas causas es necesaria la reconstrucción periódica de la estructura, y el mejor medio para lograrlo es mediante la realización de las labores agrícolas.

Mediante las acciones mecánicas nunca o casi nunca se obtienen grumos de medidas ideales (< de 5 mm), pero si se rotura mecánicamente el suelo y luego se lo expone a los agentes atmosféricos, los grandes grumos se convierten en una capa superficial mullida.

Además, las labores favorecen el intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera.

La infiltración del agua en el suelo también es favorecida por el laboreo. Trabajando el suelo se reduce el fenómeno de escorrentía, se evita que el agua se encharque en superficie y se crean reservas de agua en la parte profunda del perfil.

Una capa superficial grumosa se seca antes que una compacta; de este modo se reduce la evaporación de la humedad de las capas profundas.

### 1.5.2 Herramientas para realizar las labores

Las labores del suelo se efectúan con herramientas o implementos adaptados especialmente para cada función. Así, hay implementos volteadores, que mezclan las capas del suelo; implementos cortantes, que realizan la disgregación del suelo, sin invertir el orden de los estratos; implementos mezcladores; mixtos y especiales.

### 1.5.3 Tipos de labores

Según la sucesión y las características, las labores pueden clasificarse en:

- *Labores de puesta en cultivo* son las que se realizan cuando va a implantarse un cultivo luego de un período largo de tiempo.
- *Labores preparatorias* son las que se realizan para mejorar las características de un suelo antes de recibir un cultivo; y se hacen en el intervalo de tiempo que transcurre entre la cosecha de un cultivo y la siembra de siguiente.
- *Labores de cultivo* tienen lugar después de la siembra y durante el desarrollo del cultivo.

#### 1.5.3.1 Labores de puesta en cultivo

Cuando un terreno se encuentra en su estado natural, por no haber sido cultivado durante mucho tiempo, suele estar cubierto de vegetación espontánea. Para transformar este terreno "virgen" en un terreno cultivable es necesario recurrir a operaciones extraordinarias para facilitar el normal desarrollo de la actividad agraria.

Estos terrenos deben ser sometidos a la *roturación*; que puede realizarse con distintos implementos como por ejemplo: arado de reja y vertedera, arado de cinceles y arados subsoladores.

La roturación es la labor con la que se logra poner a punto a un terreno para su cultivo. La forma en que se realiza este trabajo debe adaptarse al ambiente y al tipo de cultivo a realizar. La profundidad de la roturación debe ser adecuada a las raíces de las plantas que se pretende cultivar; por ejemplo, si se quiere implantar un cultivo herbáceo, la profundidad será de 50 a 60 cm.

### 1.5.3.2 Labores preparatorias

Los trabajos preparatorios a la siembra no siempre se efectúan, pero son aconsejables para que la ejecución de las sucesivas labores culturales sea mejor hecha, y para que el resultado final sea el esperado.

El triturado de los rastrojos con rastras de discos evita la excesiva desecación y el endurecimiento de un suelo arcilloso, y facilita las labores posteriores.

En lo que respecta a la profundidad de las labores preparatorias, estas se clasifican de la siguiente manera:

<b>superficiales</b>	<b>20 cm</b>
<b>ligeras</b>	<b>20-25 cm</b>
<b>medias</b>	<b>25-40 cm</b>
<b>profundas</b>	<b>40-60 cm</b>

Siempre ha habido desacuerdo sobre la conveniencia técnica y económica de las labores profundas. Algunos sostienen que las labores que sobrepasan los 30 cm de profundidad son inútiles o no rentables. Otros en cambio, sostienen que el laboreo profundo siempre es conveniente. A pesar de estas opiniones, hay que tener en cuenta que la profundidad de las labores debe variar según los objetivos de las mismas.

En el suelo removido, las raíces penetran con mayor facilidad que en los suelos firmes. Es lógico que cuanto más profundo se labra, mayor es la penetración de las raíces y mayor es la masa de suelo a disposición de las plantas.

Si bien es cierto que el 90 % del peso de las raíces se distribuye en los primeros 25 cm de suelo, por lo que no es necesario alcanzar una mayor profundidad con las labores. También es verdad que las partes más activas de las raíces en la absorción de agua y nutrientes, son las raíces periféricas ampliamente dotadas de pelos absorbentes y con escasa fuerza de penetración; por esto se considera que el laboreo profundo favorece el desarrollo profundo de las raíces, mejorando las condiciones nutritivas de las plantas.

La profundidad de las labores, además de su influencia sobre el desarrollo de las raíces, tiene importante repercusión el balance hídrico del suelo. En un terreno labrado profundamente, el agua penetra y circula más fácil hacia las capas profundas. Pero se debe hacer una distinción: los suelos sueltos tienen una elevada permeabilidad y un escaso potencial hídrico; los suelos pesados, en cambio, tienen una escasa permeabilidad, y en ellos se obtienen importantes ventajas con el laboreo profundo.

También, de acuerdo a la especie cultivada, varía la profundidad de las labores preparatorias. Los cultivos de ciclo primavera-verano, debido a las escasas

lluvias y a las altas temperaturas de esta época que aumentan notablemente la transpiración, necesitan importantes cantidades de agua, que cuando en agricultor no puede suministrar con el riego, debe tratar de almacenarla en el suelo mediante labores profundas. Las plantas de ciclo otoño - invierno completan su desarrollo en período lluvioso, por lo que no necesitan de la reserva de agua del suelo y no requieran labores muy profundas; salvo en el caso de suelos arcillosos, donde se necesita un laboreo profundo para facilitar la infiltración del agua a las capas inferiores y evitar la saturación de la capa superficial.

Según el fin o el implemento con que se realizan, las labores preparatorias se clasifican en:

- *Desfonde*: son las labores preparatorias especiales que se efectúan para la implantación de cultivos arbóreos, con una profundidad entre 80 y 130 cm.
- *De renuevo*: es el laboreo profundo para cultivos de renuevo.
- *Barbecho*: más que una labor es una serie de labores destinadas a mantener removido y desprovisto de vegetación un suelo no cultivado durante un cierto período.
- *Roturación*: también llamada *arada*, es la principal labor preparatoria, que puede realizar con arados de reja y vertedera, de cinceles o subsoladores.
- *Gradeo*: es la labor realizada con rastras de discos; con el fin de reducir el tamaño de los terrones, triturar los rastros, eliminar la vegetación herbácea, incorporar superficialmente abonos o productos fitosanitarios.
- *Rastrilleo*: es la labor realizada con la rastra de dientes para desmenuzar los terrones, nivelar la superficie del terreno o tapan las semillas en la siembra al voleo.
- *Extirpación*: esta labor se realiza con cultivadores de campo o vibrocultivadores con el objetivo de desmenuzar la parte inferior de las capas de suelo aradas y llevar a la superficie rizomas, raíces grandes y malezas.
- *Desmenuzamiento*: es la labor realizada por el rotovactor, lográndose una trituración mayor que la que se logra con el gradeo o la extirpación.

### 1.5.3.3 Labores de cultivo

Las labores de cultivo son las que se realizan después de la siembra, para asegurar el mejor desarrollo del cultivo.

Con las labores de cultivo se logra mantener el suelo removido en el espacio que queda entre las líneas de siembra, favoreciendo la penetración del agua y el aire; eliminar mecánicamente las malezas del entresurco; romper la costra que se forma después de una lluvia en un lecho de siembra muy fino; incorporar abonos aplicados después de la siembra; o mejorar el contacto de la semilla con el suelo.

Las labores de cultivo se clasifican en:

- *Gradeo*: es la labor realizada con rastras rotativas; con el fin de romper la costra que se forma después de una lluvia en un lecho de siembra muy fino, para permitir la emergencia de las plántulas; también elimina las malezas existentes.
- *Escarda*: consiste en remover superficialmente el suelo entre las líneas de siembra y eliminar malezas. Se realiza con escardillos.
- *Aporcado*: consiste en acercar al pie de la planta una cantidad mas o menos importante de tierra. Esta labor se efectúa con escardillos con rejas especiales.
- *Rolado*: con esta labor se logra un mayor contacto de la semilla con el suelo, empleando un implemento llamado rolos desterronadores.

## 2 SUELOS ARTIFICIALES, SUBSTRATOS

El suelo mineral es el medio de cultivo universal para el crecimiento vegetal aunque, en las plantas cultivadas en maceta o contenedor, ha sido progresivamente sustituido por sustratos con proporción mayoritaria de elementos orgánicos.

Llamamos sustrato el suelo artificial, de origen orgánico o no, que se utiliza para el cultivo de diversas plantas y, especialmente, las ornamentales cultivadas en invernadero.

Además de servir de soporte y anclaje de la planta, el sustrato o suelo artificial debe suministrar a la planta, al igual que el suelo mineral, las cantidades adecuadas de aire, agua y nutrientes minerales.

Si las proporciones de estos componentes no son las adecuadas, el crecimiento de la planta puede verse afectado y originar diversas fitopatologías entre las cuales cabe citar:

- a) Asfixia debida a la falta de oxígeno, que impide la respiración de las raíces y de los organismos vivos que habitan el suelo.
- b) Deshidratación debida a la falta de agua, que puede llegar a producir la muerte de la planta.
- c) Exceso o carencia de nutrientes minerales, desequilibrio entre sus concentraciones, que limita el crecimiento de las plantas.
- d) Enfermedades producidas indirectamente por las causas anteriores, al volverse las plantas más susceptibles al ataque de los virus, bacterias, hongos, etc.

El estudio de un sustrato se realiza desde la misma visión que el del suelo mineral. Así, el estudio de la materia orgánica, las sustancias minerales la granulometría del sustrato, su densidad, porosidad, estructuración, el agua y su dinámica y la química de sustratos, con el pH, salinidad, C.I.C, etc., son las mismas distinciones que para un suelo mineral.

### 2.1 *Propiedades físicas*

Si al hablar de la composición del suelo mineral establecíamos una comparativa de los distintos elementos que lo componen, que en porcentaje vienen a ser del 50% de materia sólida, al hablar de sustratos, la materia mineral disminuye mucho y es ocupada por la orgánica. Las proporciones de las fases sólida, líquida, y gaseosa en un medio de cultivo, varían con la naturaleza del medio y con las condiciones exteriores (drenaje, temperatura, humedad, etc.)

Lo primero que llama la atención es la proporción muy inferior de fase sólida del sustrato respecto al suelo mineral (no hay que olvidar que la M.O. tiene mucha porosidad), lo que indica que, en un volumen determinado de sustrato, habrá más espacio disponible para el agua y el aire que en un mismo volumen de suelo mineral. Esto explica que las plantas puedan desarrollarse en volúmenes de sustrato reducido, como los contenidos en una maceta.

Por lo general, si un sustrato no posee una fertilidad adecuada, puede mejorarse añadiendo enmiendas o abonos, o lavando con agua para eliminar el exceso de las sales. Pero si su estructura física resulta inadecuada, difícilmente podremos mejorarla. Esta imposibilidad de mejorar la estructura del sustrato en un

contenedor hace que se preste mayor atención a las propiedades físicas de éste que a sus propiedades químicas.

El reducido volumen de un medio de cultivo en contenedor respecto a un suelo natural de campo implica que las propiedades físicas de aireación retención de agua que debe cumplir un sustrato sea mucho más exigentes. En primer lugar, deberá tener un 85 % o más de porosidad, para que pueda aloja en el mínimo espacio del contenedor cantidades elevadas de aire y agua. Debe, además, tener una buena distribución de los poros, puesto que si mayoritariamente posee macroporos tendrá una buena aireación (oxígeno), pero tendrá una mala retención de agua. El caso contrario consiste en una demasía de microporos, lo que repercutirá en una falta de aireación (aunque tenga una buena reserva hídrica) y en posibles problemas de asfixia radicular.

La porosidad total de un sustrato puede calcularse fácilmente (como hacíamos con el suelo mineral) si se conoce su densidad aparente y real. La porosidad nos permitirá determinar valores importantes de cualquier sustrato, como la cantidad de sustrato contenido al comprar un volumen determinado, el grado de mineralización de algunos componentes, la inclusión de material mineral y, además, controlar el grado de compactación.

La cantidad total de agua retenida por un sustrato depende de la proporción de poros de pequeño tamaño y del espesor o altura del sustrato dentro del contenedor. Cuanto menor sea esta última, mayor será la cantidad de agua retenida por unidad de volumen de sustrato. Pero aunque la retención de agua de un sustrato sea elevada, puede ocurrir que se encuentre absorbida en los microporos de pequeño tamaño con una fuerza superior a la succión que la planta es capaz de ejercer, por lo que no se encontrará disponible. Interesa conocer, por tanto, la cantidad de agua disponible, que dependerá del tamaño de los poros más pequeños y de la concentración de sales en la solución acuosa. Cuanto mayor sea esta última, mayor será la succión que tendrá que aplicar la planta, pudiéndose llegar, en casos extremos, a la deshidratación de la misma.

La porosidad del aire es la propiedad física más importante en los sustratos, y puede determinarse también por métodos sencillos, algunos de los cuales se encuentran al alcance del agricultor.

Si un sustrato tiene un valor bajo de porosidad de aire, deberá limitarse el riego, sobre todo en invierno en que las pérdidas de agua por evapotranspiración son bajas, para no saturar con agua los macroporos ocupados por aire. Por lo contrario, un sustrato con elevada porosidad de aire deberá ser regado frecuentemente en verano, para reponer las pérdidas de agua.

En general, las propiedades físicas de un sustrato no pueden predecirse de forma sencilla a partir de sus ingredientes, ya que éstos varían mucho de unas zonas a otras y, además, al mezclarlos, se producen interacciones entre los componentes, que hacen que las propiedades físicas de la mezcla final no sea la media de la de sus ingredientes. Por ello, es necesario determinar en cada caso las propiedades de los ingredientes o mezclas utilizadas, lo que, en algunos casos, puede realizarse en la propia explotación y, en otras ocasiones, en un laboratorio.

## **2.2 Propiedades químicas**

La acidez o pH es uno de los parámetros más importantes a la hora de caracterizar un sustrato, ya que de su valor dependerán:

La posible presencia de compuestos de aluminio o manganeso, que son tóxicos para las plantas y limitan su crecimiento.

La asimilabilidad de nutrientes minerales, ya que su disponibilidad para las raíces de la planta depende en gran medida del pH.

La cantidad de nutrientes retenidos como reserva en el complejo de cambio, ya que la capacidad de la materia orgánica aumenta mucho con el pH. De ahí la importancia de conocer el valor de la C.I.C. y el pH del sustrato.

También el pH afectará a la solubilidad del fósforo, que será tanto mayor cuanto menor sea el valor del pH, por lo que aumentarán los riesgos de que se produzcan pérdidas por lixiviación o toxicidad por concentraciones excesivamente elevadas.

La salinidad, o exceso de sales disueltas en la solución acuosa del medio de cultivo, es uno de los problemas nutricionales más frecuentes en el cultivo de plantas en contenedor. Su efecto es semejante a la deshidratación por falta de agua, y se corrige por lixiviación de las sales en exceso de agua. La salinidad puede controlarse fácilmente a través de la medida de la conductividad.

Los metales pesados en los sustratos es un tema que preocupa en el ámbito ecologista, debido a su poder contaminante del medio ambiente. Cuando se tiene la sospecha o la certeza de que el sustrato contiene lodos de depuradora, escorias, basuras u otros residuos o subproductos que pudieran contener metales pesados, es necesario controlar su concentración, ya que, además de fitotóxicos, pueden transmitirse a la cadena alimentaria humana cuando en dichos sustratos se cultivan hortalizas. A menudo, muchos autores aconsejan la utilización de sustratos químicamente inertes (turba, perlita, vermiculita, etc.) cuando se trata de cultivar vegetales alimentarios.

Los métodos empleados para determinar el nivel de fertilidad de los sustratos orgánicos son diferentes de los de los suelos minerales. Las diferencias afectan todas las etapas del análisis, desde la preparación de la muestra hasta la expresión de resultados, pasando por las soluciones utilizadas para extraer los nutrientes disponibles.

Como los resultados de los análisis de pH, conductividad y nutrientes disponibles dependen en gran medida del método utilizado, es imprescindible conocerlo para interpretar correctamente el análisis.

Por regla general optaremos por la compra de sustratos cuyas especificaciones, en sus etiquetas, sean lo más completas posibles puesto que, en cierta manera, es una garantía de la seriedad del fabricante. Siempre, claro está, que se adapten a nuestras necesidades.

### **2.3 Tipos de sustratos**

Los sustratos se subdividen en orgánicos e inorgánicos. Los primeros suelen estar principalmente constituidos por compost, turba o por algún tipo de resto vegetal como la corteza de pino, y presentan su propia dinámica puesto que, al ser orgánicos, tienden a mineralizarse. Los segundos están constituidos por diversos materiales inorgánicos inertes y suelen ser el producto o el subproducto de algún tipo de industria.

A menudo es conveniente la mezcla de algunos de ellos, puesto que entonces se consiguen propiedades conjuntas de los componentes de la mezcla. Como ya se ha dicho, las mezclas no presentan unas propiedades directamente

proporcionales a los porcentajes de los componentes de la mezcla, sino que cada mezcla se comporta como un sustrato único con propiedades características.

Antes de realizar alguna mezcla, es conveniente consultar en algún centro especializado o fabricante las mezclas óptimas para el cultivo que vamos a realizar y sus correspondientes propiedades resultantes.

La legislación de algunos países obliga a los fabricantes de sustratos a medir y vender sus productos por volumen y no por peso; es una medida contra el fraude, puesto que al poder retener los sustratos tal cantidad de agua, el fabricante podría sobresaturar la turba de agua y vender agua a precio de sustrato.

### 2.3.1 Composts

Los sustratos de crecimiento utilizados para el cultivo en contenedores se incluyen normalmente bajo la denominación de composts. Estos materiales se les llama también sustratos para plantas, medios de crecimiento para los vegetales o, simplemente, mezclas. Con el paso del tiempo los agricultores han ido añadiendo a los suelos elegidos para preparar un compost con unas propiedades físicas favorables, una gran variedad de materiales:

- mantillo de hojas
- agujas de pino
- ladrillo triturado
- restos vegetales
- turba
- arena

Como suplemento a los nutrientes que se liberan de los materiales presentes en el compost, se añaden a las mezclas, para proporcionar el nivel de nutrición necesario, diversos abonos orgánicos de liberación lenta, o pequeñas dosis de fertilizantes inorgánicos solubles, en polvo.

Para poder conseguir el adecuado crecimiento de las plantas, ante un reducido espacio para un suficiente desarrollo radicular, son fundamentales unas correctas propiedades físicas y nutricionales del medio. El avance más importante en este tipo de materiales fue consecuencia de los esfuerzos realizados, allá por los años 30, en el John Innes Institute. El rango de composts que resultó de este trabajo, permitió fijar los métodos para conseguir una producción uniforme y con unos resultados estimables, con la misma mezcla para macetas, adecuada para un amplio número de especies vegetales.

#### 2.3.1.1 Composts de suelo franco

Tienen como producto básico suelo franco esterilizado, para eliminar los hongos e insectos que lleva el suelo, organismos que suelen ser responsables de los irregulares resultados que proporcionan los composts tradicionales. Existe el riesgo de desencadenar una toxicidad por amoníaco, que puede desarrollarse después de la esterilización de un suelo con pH superior a 6,5 o con un contenido muy alto de materia orgánica. En suelos con pH por encima de 6,5 o inferiores a 5,5 existe la posibilidad de que se desencadenen deficiencias nutricionales. Por otra parte, los contenidos de arcilla y de materia orgánica del suelo franco deben ser suficientes para dotarle de una buena estabilidad estructural. Para lograr una mejora adicional de sus características físicas se añade turba y arena; la turba proporciona una mayor capacidad de retención para el agua y la arena gruesa asegura un libre

drenaje y, por tanto, una buena aireación. Existen dos tipos fundamentales de compost: uno para semilleros y estaquillas, y otro para el cultivo en macetas.

El primero está constituido por dos partes de suelo franco, una parte de turba y una parte de arena. Deben utilizarse suelo franco arcilloso, bien drenado, con bajo contenido de nutrientes y un pH entre 5,8 y 6,5; turba sin descomponer, del tipo 3-10 mm, con un pH entre 3,5 y 5,0; y arena, tipo 1-3 mm. Por metro cúbico de compost se le añaden 1,2 Kg de superfosfato y 600 Gr de carbonato de calcio.

El compost para macetas está constituido por 7 partes, en volumen, de suelo franco, 3 partes de turba y 2 partes de arena. Para adecuarlo a las necesidades nutritivas de un determinado cultivo, el nivel de nutrientes se ajusta añadiendo las cantidades apropiadas de abono. 1,2 Kg de superfosfato 600 de sulfato de potasio y 600 g de carbonato de calcio.

Todos los composts basados en suelo franco deben prepararse a partir de componentes de características conocidas y de acuerdo con las instrucciones indicadas. Este tipo de composts da buenos resultados y son de fácil manejo, debido a la capacidad de absorción de agua y de retención de nutrientes que tiene la arcilla presente en los mismos. Normalmente se utilizan a nivel doméstico para plantas muy valiosas o para especies de gran porte, donde la estabilidad del contenedor es un detalle muy importante a considerar; sin embargo, en la producción comercial han sido sustituidos por otras alternativas más económicas. El principal inconveniente de los composts basados en suelo franco ha sido siempre la dificultad de disponer de una materia prima de calidad, así como también su elevado costo, derivado de la necesidad de someterla a un proceso de esterilización. Además, el suelo franco debe conservarse seco antes de su utilización, resultando difícil y pesado el manejo de grandes cantidades.

#### *2.3.1.2 Formulación de composts*

Las materias primas, solas o combinadas, preparan y mezclan para conseguir un medio radicular libre de organismos patógenos, con una adecuada capacidad de aire, con agua fácilmente disponible y la densidad aparente más idónea en función del cultivo que vaya a implantar. Especies como clavel, hiedra y rosal, pueden desarrollarse sobre medios con una pobre aireación, con la condición de que no se hallen sobresaturados de humedad; por el contrario, begonias, ericas, la mayoría de las plantas cultivadas por su masa foliar, gloxinias, rododendros y saintpaulías, tienen una elevadas exigencias de aireación. Azaleas y orquídeas epífitas necesitan un sustrato de crecimiento muy abierto. En los composts de baja capacidad de aire el riesgo de encharcamiento es siempre más elevado. Los mecanismos aplicados para obtener una aireación adecuada deben estar en equilibrio con la necesidad de asegurar suficientes reservas de agua fácilmente disponible.

Si bien en general, tiene sus ventajas la utilización de los composts ligeros, para proporcionar suficiente estabilidad a las macetas que sustentan plantas de gran porte suelen emplearse mezclas más pesadas. Para ello no debe recurrirse a una compresión excesiva de los materiales ligeros, sino a la incorporación de otros más densos, como puede ser la arena. Normalmente el uso de estas mezclas tiene como objetivo obtener plantas de crecimiento rápido, lo que se consigue rellenando los contenedores con el producto de textura suelta, asentándolo luego con los aportes de agua. El apisonamiento con un pilón reduce el espacio total de

poros y aumenta la cantidad de compost y de nutrientes que se sitúan en el interior del contenedor. La reducción de agua disponible y el aumento de la concentración de sales solubles, conducen a un crecimiento más lento y a la obtención de plantas más duras. En la adición de nutrientes no sólo debe tenerse en cuenta las exigencias de la planta sino también las características del producto utilizado.

La mayoría de los composts sin suelo necesitan una suplementación con micronutrientes y muchos, incluidos los elaborados a base de turba, requieren la adición de todos los elementos mayores y de caliza.

### 2.3.2 Turba

La turba se define como la forma disgregada de la vegetación de un pantano, descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, que se va depositando con el transcurso del tiempo, lo que favorece la formación de estratos más o menos densos de materia orgánica. Otra definición ha señalado que este sustrato natural está formado por depósitos de restos de musgos y plantas superiores que se hallan en estado de carbonización lenta, fuera del contacto con el oxígeno, por lo que conservan largo tiempo su estructura anatómica.

En función del lugar de génesis de cada turba, se clasifican en bajas, intermedias o llanas, y altas.

Las turberas bajas, soligenas o eutróficas; son turbas fuertemente descompuestas que no son aptas para la agricultura, pues poseen una baja porosidad, una deficiente retención de agua y aire pudiendo contener materiales fitotóxicos en su complejo de intercambio.

Las turberas altas, ombrógenas u oligotróficas son las turberas que se forman en las regiones frías con altas precipitaciones y humedad relativa elevada (Canadá, ex-U.R.S.S, Finlandia, Polonia e Irlanda). Están constituidas principalmente por sphagnum spp, que representa el 90% de su composición. Estas turbas retienen elevadas cantidades de agua, las capas vivas exteriores van soterrando a las muertas inferiores. Algunas de estas turberas presentan profundidades de hasta diez metros y su formación empezó hace unos 10.000 años. Según su grado de humificación, distinguimos dos tipos: turba ligeramente descompuesta o turba rubia, es ampliamente utilizada en agricultura puesto que posee excelentes propiedades físicas, como una estructura mullida y elevada capacidad de retención de agua y aire, y turba fuertemente descompuesta o turba negra, de color oscuro. Agronómicamente, no es tan apreciada puesto que debido a su descomposición, ha perdido muchas de sus propiedades.

Finalmente, existen las turberas de transición, típicas del centro de Europa (Alemania, Francia), que presentan características intermedias entre las altas las bajas.

Las turbas, al ser materia orgánica, presentan las mismas propiedades, ya estudiadas, que la materia orgánica en los suelos minerales. Suelen tener un alto poder de retención de agua. También presentan un pH prominentemente ácido. Su C.I.C será muy alto y su porosidad o potencial para retener aire también. Estas características se darán en mayor o menor grado en función del tipo de turba y del grado de humificación de ésta.

### 2.3.3 Restos de coníferas

En los últimos treinta años, se han estudiado diversos sustratos para su utilización en agricultura. Muchos de ellos, debido a sus malas propiedades físico-químicas, han caído en desuso. Uno de los suelos artificiales que ha dado un buen rendimiento son los restos vegetales de diversas especies. Entre los más destacados, podemos citar las cortezas y las; agujas de pinus spp. Las cortezas y las agujas tienen una densidad real muy elevada, del orden de 2,00 y 1,90 respectivamente, que asegura una buena retención de agua y aire.

Cabe señalar que si queremos que el sustrato tenga una buena retención de agua disponible para las plantas, tendremos que escoger granulometrías entre 0,1 y 0,5 cm. Si, por lo contrario, nos interesa que el sustrato tenga una buena aireación, escogeremos granulometrías más gruesas (a partir de 7 cm). Las cortezas de pino de granulometría más gruesa nos exigirán aportes periódicos de agua, puesto que esta granulometría retiene poca agua disponible para la planta. Básicamente se comportan como las partículas de un suelo: cuanto más finas son, mejor retención de agua y peor retención de aire tienen, y cuando más gruesas, mejor retención de aire y peor retención de agua.

Químicamente, cabe resaltar que sus capacidades de intercambio oscilan entre los 70-80 meq/100 g de sustrato, lo que las sitúa muy por encima de los valores normales de un suelo mineral.

### 2.3.4 Gravas

Existen en el mercado tres tipos de gravas, según su origen. Tenemos las gravas de cuarzo, las de piedra pómez y las de río. Las gravas de cuarzo provienen de rocas silíceas o ácidas. Debe procurarse que sus gránulos no sean muy grandes y que sus aristas no sean muy agudas. Tienen mala retención de agua, por lo que hay que regar con frecuencia. En contraposición, tienen buen comportamiento químico, puesto que son muy inertes y ni aportan ni adsorben ningún elemento. Aunque su precio sea bajo lo encarece el transporte. Las gravas de piedra pómez provienen de rocas basálticas o básicas (con poco contenido en silicio). A diferencia de las de cuarzo, presentan muy buenas propiedades físicas. Para una granulometría de 2 a 15 mm, el volumen de poros es del 85 % sobre el total. Las gravas de río también pueden ser utilizadas como sustrato, pero presentan el mismo problema de porosidad que las gravas de cuarzo.

### 2.3.5 Arenas

Al igual que las gravas, las arenas son sustratos naturales. Sólo son aceptables para el cultivo las arenas silíceas o cuyo componente mayoritario sea el cuarzo (las calcáreas no suelen ser recomendables). Las arenas que se utilizan en agricultura suelen ser las de río (silíceas) puesto que, en muchos países, la extracción de arenas de playa o calcárea a menudo está prohibida por ley.

La única diferencia con las gravas descritas en el punto anterior es la granulometría. El diámetro de las arenas se sitúa alrededor de 2 a 0,05 mm.

Con el tiempo, la arena se meteoriza y pierde su propiedad de aireación, aunque suele durar varios años.

Su precio es caro, por lo que sólo puede emplearse en cultivos de gran rentabilidad. Actualmente, son muy utilizadas en la construcción de campos deportivos, mezcladas con turba aproximadamente al 50%. El césped de un campo de golf o de fútbol debe poseer una extraordinaria capacidad de aireación

(que le proporciona la arena), pero también una importante capacidad de retención de agua y nutrientes (que le proporciona la turba).

### 2.3.6 Tierra volcánica

Como la grava y la arena, la tierra volcánica es un sustrato natural, pero su origen es volcánico. Sus dimensiones varían entre unos milímetros y 7,5 cm.

La tierra volcánica, de un color rojizo, presenta una gran porosidad lo que le confiere al sustrato una gran aireación. Sus grandes poros o macroporosidad lo convierten en un sustrato pobre en lo que se refiere a la retención de agua. Se emplea a menudo como decoración superficial para las plantas ornamentales, colocado en una fina capa encima de otro sustrato de macetas, contenedores y jardineras.

### 2.3.7 Perlita

La perlita es un compuesto binario y está constituido por ferrita y cementita, que se obtienen por proceso metalúrgico. Existen dos tipos de perlita en función de su estructura microscópica, que puede ser laminar o granular.

Cuando la perlita granular se calienta a 1000 °C, se expande, obteniéndose unas formas esferoides muy ligeras y cuya densidad aparente es del orden de 130-180 Kg/m<sup>3</sup>.

Este material expandido se utiliza en agricultura sólo mezclado con otros sustratos, para el cultivo fuera del suelo o en contenedor. No es posible su utilización al aire libre puesto que, al ser tan ligera, se llevaría con el viento.

Se trata de un sustrato artificial inerte, de color blanco, cuya morfología es ligeramente esférica y cuyo diámetro oscila entre 2 y 6 mm. Químicamente es inerte a pH 7-7,5, puesto que a pH muy bajos (ácidos), puede liberar aluminio, que es uno de sus componentes.

A menudo se realizan mezclas de turba y perlita con la finalidad de aumentar el drenaje y la aireación de la turba. Se deforma con facilidad cuando se ejerce una pequeña presión con los dedos, con lo que su duración suele reducirse a un cultivo, puesto que las raíces, con su acción mecánica, la estropean.

### 2.3.8 Vermiculita

Se trata de un mineral silicatado, del grupo de los filosilicatos hidratado de magnesio. Al igual que la perlita, si elevamos rápidamente su temperatura a 300 °C, se expande y alcanza volúmenes hasta cuatro veces el originario.

Agrícolamente hablando, la vermiculita es arcilla expandida y exfoliada. Sus dimensiones se mueven alrededor de 5 a 10 mm. Se trata, pues, de un material de baja densidad, con buena capacidad de retención de agua. Además, por el hecho de ser arcilla, conserva las propiedades de adsorción de iones de las arcillas.

A veces presenta carácter alcalino debido a las posibles aportaciones de magnesio. A pesar de todas estas ventajas tiene también sus desventajas, ya que con el tiempo se compacta y pierde la capacidad de retención hídrica. A menudo se formula mezclándola con otros sustratos, mejorando así la retención de agua del sustrato resultante.

### 2.3.9 Lana de roca

La lana de roca es un material inorgánico obtenido a partir de la mezcla de dolerita (60 %), roca calcárea (20 %) y carbón (20 %), todo disuelto a 1600 °C. Se le

considera un sustrato artificial no del todo inerte químicamente, puesto que aporta pequeñas cantidades de hierro, magnesio, manganeso y, sobre todo, calcio. Su pH es ligeramente alcalino y oscila entre 7 y 9, aunque con el tiempo tiende a la neutralidad.

Su presentación comercial es en forma granulada. Su densidad aparente es baja, lo que le confiere gran capacidad de retención de agua. Tiene un gran poder de retención de agua a potenciales hídricos bajos y, además, el agua retenida aumenta poco a poco desde la parte superior del contenedor hasta la parte del fondo. Suele mezclarse con otros sustratos para asociar distintas propiedades.

### **2.3.10 Poliestireno**

Se trata de una materia termoplástica obtenida por polimerización del estireno. Se obtiene al calentarse un sustrato artificial formado por partículas redondas blancas, cuyo diámetro oscila entre 4 y 12 mm. Presenta poco peso, poca capacidad de retención de agua y una gran aireación. Su pH es de 6 a 6,5.

### **2.3.11 Poliuretano**

Denominación genérica de diversos polímeros sintéticos que contienen grupos uretano. Al calentarse, se expande y toma la forma de espuma. Es totalmente inerte, ligero, de estructura estable y gran porosidad (98 %), por lo que su capacidad de retención de aire es muy elevada. Su desventaja es que su capacidad de retención de agua es nula. Suele utilizarse como lecho de siembra para la germinación de semillas.

### 3 SEMILLAS

Las semillas representan la forma más económica y por lo general, más fácil de crear nuevas plantas. Este es el método que también usa la naturaleza. Las semillas de plantas resistentes por lo general se siembran directamente en el jardín al aire libre, pero las plantas más delicadas exigen una siembra previa en un almácigo o bandeja reproductora dentro de un invernadero, en un sistema que pueda aportar calor artificial. Antes de explicar las técnicas de sembrado, es conveniente saber algo acerca de las semillas en sí; particularmente que es lo que las hace germinar. Una semilla contiene el germen de una nueva planta, con su primera raíz y su primera yema y la reserva alimentaria suficiente para nutrirla en las primeras fases de la vida, dentro de la capa protectora de la semilla.

Para que una semilla germine, ha de recibir humedad, oxígeno y suficiente calor e, inmediatamente después, luz para aportarle la energía que necesita para elaborar su alimento. Si la humedad no puede penetrar la capa de la semilla, la semilla no germinará; tampoco lo hará si la tierra está encharcada o demasiado compacta, dado que el aporte de oxígeno sería insuficiente. EL calor también ha de ser suficiente para que el proceso químico dentro de la semilla se vea estimulado y comience el crecimiento.

Todos estos factores trabajan en forma conjunta para movilizar las reservas almacenadas dentro de la semilla y de las cuales depende hasta tanto se formen las hojas y raíces. Se han de cubrir todas estas necesidades si se quiere obtener un crecimiento sano.

Algunas semillas recubiertas de capa dura germinarán mejor si les producimos un pequeño corte del lado opuesto de la yema, de modo que la humedad pueda penetrar sin dificultad. Muchas semillas de árboles y de arbustos necesitan un tratamiento de frío antes de que germine.

#### 3.1 *Recolección de semillas*

La mayoría de semillas se compran en lugares especializados, pero puede recolectar las semillas de sus propias plantas o de las de un amigo. Hay unos cuantos consejos útiles. Deben ser viables, esto es, deben contener suficiente vida para germinar dadas las condiciones necesarias. Las semillas marchitas no germinarán nunca. (Tampoco hay que recoger semillas de plantas enfermas.) Cuanto más pequeña sea la semilla pronto perderá su poder germinativo. EL momento de recolección es crucial. Hay que recoger solamente aquellas semillas plenamente desarrolladas. Por lo general, la época para hacerlo es el verano o el otoño, aunque algunas ya están en su punto antes de este tiempo.

Hay que recolectar las semillas en un día seco y antes de que caigan al suelo. Extiéndalas sobre una hoja de papel o de cartón para que ninguna se pierda, y póngalas en un invernadero fresco y aireado o en cualquier otro sitio apropiado para que se puedan secar.

#### 3.2 *Limpeza de semillas*

Cuando las semillas ya estén secas y maduras, hay que separarlas cuidadosamente de la vaina o la envoltura que las recubre. Algunas semillas se pueden retirar fácilmente con las manos, pero otras habrá que aplastarlas y

sacudirlas para que se suelten las semillas. Hay que empaquetarlas, poner su nombre bien claro en una etiqueta y guardarlas en un lugar seco y fresco hasta que llegue el momento de sembrarlas, que probablemente sea el año siguiente.

### **3.3 Estratificación**

Las semillas pulposas de árboles y arbustos, necesitan de un tratamiento previo antes de que germinen. Hay que alternar capas de semillas y de arena gruesa dentro de un recipiente de plástico, luego colocarlos en un refrigerador a temperatura entre 2 y 5 °C durante 2 o tres meses. Una variante de esta técnica es colocar el recipiente con las semillas al aire libre durante el invierno.

### **3.4 Siembra al aire libre**

La mayoría de las semillas de plantas resistentes se siembran en surcos al aire libre donde han de madurar, pero algunas semillas de flores y de hortalizas se siembran en almácigos y luego se transplantan.

Una buena preparación del suelo es vital para crear las mejores condiciones para la germinación y el crecimiento. En la época de la siembra, el suelo debe tener una temperatura adecuada para que las semillas germinen y ha de estar húmedo pero no mojado. Guíese siempre por la temperatura y el estado del suelo y no por el calendario.

La siembra en surcos simplifica la tarea de espaciado, use por lo tanto un sistema de medidas para el espaciado correcto y un hilo para lograr surcos derechos. Para hacer unos surcos de unos 6-13 cm de profundidad, use la esquina de un azadón, siguiendo la línea marcada. Si el suelo está seco, puede echar agua en el surco pero deje que drene bien antes de sembrar. No ponga las semillas demasiado profundas porque las plantas podrían no salir a la superficie. Siembre en forma homogénea para asegurar un buen crecimiento, para evitar el derroche de semillas y el exceso de plantas cuando nazcan. Las técnicas de sembrado varían; puede colocar las semillas entre el pulgar y el índice y esparcirlas a lo largo del surco; puede colocar las semillas en la palma de la mano y dejarlas caer al surco dando golpecitos suaves con la otra mano. Cubra las semillas con una ligera capa de tierra, pero no las entierre muy hondas. Finalmente nivele toda la hilera de surcos.

### **3.5 Siembra en interiores**

Sembrar en interiores implica algo más que brindar a las semillas y los plantines algo de calor extra, con lo cual se intenta provocar que broten más temprano de lo que lo hubieran hecho de estar afuera. El objetivo es controlar todas las condiciones de crecimiento para brindarles las mejores oportunidades de éxito.

Significa protegerlas de plagas y enfermedades, particularmente de aquellas causadas por exceso de humedad, y utilizar compost bien drenado para garantizarles la humedad y los nutrientes necesarios. También implica garantizarles el calor suficiente para que germinen y que el brote de los plantines se produzca con facilidad; protegerlas del viento, la lluvia y las heladas, pero dándoles ventilación sin corrientes de aire y regándolas cuando lo necesitan. Sembrar en cajones o bandejas facilita su observación y prestarles atención en caso necesario.

Se sigue este método con casi todas las plantas que se siembran en el curso del invierno, es decir, aquellas plantas para macetas que tenemos dentro de

casa, para semilleros de plantas semirresistentes de frutas y hortalizas tiernas, tales como tomates; para ser plantados fuera posteriormente. Algunas plantas algo más resistentes se benefician con dichos cuidados en las primeras etapas de su crecimiento, de tal manera que cuando son plantadas en el lugar definitivo ya se encuentran bien.

La higiene es vital. Hay que comenzar con un invernadero limpio, libre de plagas; macetas y bandejas limpias, un suelo esterilizado con una buena proporción de turba o compost. Hay que llenar la bandeja con compost hasta una altura de 10 mm de su borde superior. Afirmar con los dedos, especialmente alrededor de los bordes y nivelar. Colocar en un recipiente con agua hasta que la superficie aparezca húmeda, luego permitir que drene. Se ha de sembrar fina y homogéneamente, mezclando las semillas especialmente pequeñas con arena fina para facilitar la operación. Cubrir la bandeja con nylon transparente para retener la humedad y darle sombra con un papel hasta que germinen. Una vez ocurrido esto, hay que descubrir la bandeja inmediatamente. Las plantas anuales semirresistentes, los tomates y muchas otras, necesitan una temperatura de unos 15 °C; las begonias más exóticas y las glicinas, unos 18-21 °C. Un exceso de calor es inútil y contraproducente. Tan pronto como los plantines hayan alcanzado un tamaño para que puedan ser manipulados con seguridad, puede arrancarlos utilizando para ello un tenedor viejo, tirando de las hojitas, nunca de los tallos, y la planta en una maceta, utilizando un palito o cualquier otro artilugio para hacer los hoyos.

### **3.5.1 Adaptación al exterior**

Todas las plantas jóvenes que han de ser plantadas afuera necesitan un proceso de adaptación para acostumbrarse a las condiciones más duras que les esperan afuera, y evitar así el cambio drástico. Hay que llevarlas primero a la zona más fresca del invernadero, después a un armazón cubierto afuera, brindándole gradualmente una mayor ventilación hasta que después de un par de semanas queden completamente expuestas.

## 4 ESQUEJES

Para la propagación se utilizan muchos tipos diferentes de esquejes. Se pueden escoger de, hojas, brotes o de raíces de plantas maduras; no obstante, todas son formas incompletas, ya que carecen de algunas de las partes necesarias para su subsistencia. Es trabajo del propagador empujarlas para que echen raíces o brotes que les permitan crecer y defenderse por sí solas. Cuando alcanzan su pleno desarrollo, estas plantas producidas por esquejes serán réplicas exactas de la planta madre.

### 4.1 Esquejes de tallos

Una gran variedad de arbustos, plantas perennes, árboles, plantas alpestres y de maceta se pueden reproducir por medio de esquejes de tallos, de los cuales existe una gran variedad. Conocidos como esquejes blandos, semileñosos y leñosos, se les distingue por la dureza del tallo, lo cual depende de la etapa del desarrollo en la que se encuentran y de la época del año en que son escogidos para echar raíces.

### 4.2 Esquejes tiernos

Estos esquejes se cortan mayormente en primavera y a principios de verano, cuando los tallos son todavía tiernos. *(Realizar actividad N° 7)*

Para echar raíces, necesitan una temperatura de unos 13 °C. Si se trata de arbustos o de alpinas, conviene cortar esquejes de los tallos tiernos que salen a los lados, pero si se trata de una planta perenne es preferible cortar un tallo basal de unos 5 cm que ya tenga un crecimiento más maduro en la base. Se han de escoger esquejes de plantas sanas, mientras estén firmes y llenos de agua, y se elegirá el momento más fresco del día para hacerlo. Cabrá ponerlos en una bolsa de polietileno para que no se marchiten. Para separarlos de la planta, se ha de hacer un corte limpio para que sane rápidamente. Los esquejes de arbustos deben tener unos 7,5 cm de largo y los de alpinas unos 2,3-3,5 cm. Se han de quitar las hojas inferiores; de lo contrario quedarían enterradas y se pudrirían, y luego se cortan justo por debajo de un nudo. Introduzca el extremo en un recipiente con hormonas de arraigue en polvo, sacúdalos para quitar el exceso de polvo. Finalmente, plántelos en un compuesto que sea una mezcla de turba de sphagnum y arena gruesa o grava, en una maceta de plástico o en una bandeja de 5 cm de profundidad. Afirme los esquejes con delicadeza y riéguelos con una regadera con flor y colóquelos en un lugar templado (13-15 °C) y húmedo. Este tipo de esquejes también se adapta a un lugar protegido. Hay que cubrir las bandejas con polietileno para retener la humedad, pero se habrá de ventilar cada tanto para eliminar la condensación. Asegúrese de que el polietileno no esté nunca en contacto con las hojas del esqueje. Para que la operación sea un éxito, los esquejes tiernos han de recibir calor y humedad pero no en exceso, de lo contrario se echarían a perder. Use recipientes limpios y un compuesto esterilizado y, tenga siempre la precaución de quitar toda hoja muerta en cuanto la descubra. Cuando los brotes empiezan a crecer con fuerza y ya aparecen las raíces por la parte inferior del recipiente, retírelos y plántelos en macetas de 9 cm en un compuesto que contenga turba. Se ha de mantener la temperatura hasta que la planta esté

plenamente establecida. A partir de este momento, puede iniciar su adaptación al medio exterior, poniéndola en un lugar más fresco hasta que logre aclimatarse a lugares más fríos.

#### **4.3 Esquejes semileñosos**

Estos esquejes se cortan a mediados de verano y a principios de otoño, y son tallos más firmes que ya van adquiriendo una consistencia leñosa. Han de ser de unos 5-10 cm de largo. Los esquejes de coníferas deberán ser de un mínimo de 13 cm y su base debe ser de color marrón leñoso. Los esquejes semileñosos se preparan de la misma manera que los tiernos, pero no es necesario aportarles calor para que echen raíces. Se han de insertar en un compost que contenga una mezcla de arena y turba, en bandejas o en macetas, utilizando un palo para hacer los hoyos. Luego se afirman y se riegan. Otra posibilidad es plantarlos sobre una capa de compost para esquejes, dejando una distancia de 7,5 cm entre cada uno, y cubrirlos con cristal o polietileno. A una temperatura de 18 °C, echarán raíces con mucha rapidez. Algunos esquejes semileñosos echan raíces en unas pocas semanas. Otros tardan varios meses; todo depende del tipo, del momento en que fueron escogidos y de la temperatura que han recibido. Cuando ya han enraizados se han de trasplantar en tiestos y luego se ha de iniciar el proceso de adaptación al medio exterior. Aquellos que han crecido en armazones protegidos quedaran allí hasta la siguiente primavera, cuidando de que no se sequen. Muchos esquejes de arbustos se cortan arrastrando parte del nudo de la planta madre. Se retocan un poco los bordes de este desgarramiento y se inserta el esqueje de unos 13 mm en un compuesto de las características que hemos mencionado.

#### **4.4 Esquejes leñosos**

Estos esquejes se arrancan a finales de otoño o a principios de invierno. Eligiendo aquellos brotes que correspondan al año en curso y que para la época ya ha de haber lignificado. Elija piezas de 15-23 cm de largo, y córtelos junto por debajo de una yema, y si el brote es tierno, corte por encima de una yema terminal. Los esquejes han de ser enterrados hasta la mitad o las 2-3 partes de su longitud en una zanja en forma de V, al aire libre y en un lugar bien drenado y protegido. Se ha de echar un poco de arena fina en el fondo de la zanja para estimular el crecimiento. Cubrir con tierra v afirmar bien; si la helada a aflojado alguno de los ejemplares, habrá que afirmarlos nuevamente; en caso contrario no enraizarán. Los esquejes leñosos se pueden enraizar en un compost que contenga mitad de arena y mitad de turba y se colocan en una bandeja cubierta o en macetas protegidas, en un invernadero templado. Los esquejes que han enraizado en la intemperie no deberán ser removidos hasta el siguiente otoño, manteniéndolos bien regados y libres de malezas.

#### **4.5 Esquejes con hoja y tallo**

Estos esquejes son una sección del tallo con la yema axilar de una hoja. Los de hiedra y de clematis se cortan de brotes nuevos, en primavera. El corte superior se hace por encima de la yema y el inferior, a unos 19 mm por debajo de la hoja. Hay que reducir los pares de hojas de clematis a una sola. Sumergir la base en hormona de arraigue en polvo; insertar el tallo en compost para esquejes dejando sólo la hoja a la vista y, finalmente regar. El lugar ha de ser templado y húmedo, pero ocasionalmente es necesario cierta ventilación. Cuando hay señales de

crecimiento, esto indica que la planta ya ha arraigado y ya puede trasplantarse en una maceta y comenzar el proceso de adaptación a la intemperie. Este proceso puede llevar entre unas pocas semanas a varios meses. Los esquejes de camelias deben ser semileñosos y deben cortarse a finales de verano. Esta planta no echa raíces con facilidad, pero responde si se le brinda una temperatura de 18 °C por la base. Los esquejes de brotes jóvenes de Ficus elástica y de dracanea se pueden enraizar en primavera. El ficus o gomero necesita el soporte de una caña después de haber enrollado la hoja, naturalmente grande y sujetado con una banda de goma.

#### **4.6 Esquejes de hojas**

Este es un método práctico para reproducir ciertas plantas de invernadero, pero necesitan una temperatura de unos 18-23 °C y mucha humedad para enraizar. Para enraizar peperomias se utilizan las hojas con sus tallos, se han de separar de la planta madre con un cuchillo filoso, luego introducir el tallo en hormona de arraigue, y plantar en una mezcla de arena y turba. Las hojas de Begonia rex sin tallo, se extienden sobre una superficie de arena y turba una vez que se le hayan practicado incisiones en las nervaduras, en el envés de la hoja. Se sujeta la hoja con unos ganchos. Las nuevas plantitas brotarán de los cortes. Las hojas de streptocarpus y de gloxinias se introducen en forma perpendicular, quitándole la mitad superior a la hoja para reducir la pérdida de humedad. Una vez han enraizado, trasplantarlas en macetas con un compuesto de turba. (*Realizar actividad N°8*)

#### **4.7 Esqueje de yema**

Es un tipo de esqueje del tipo de yema de hoja que se utiliza para propagar cepas frutales o plantas ornamentales. Necesitan el aporte de calor por la base (21 °C). Es necesario cortar un tallo bien leñoso de un año de edad y de un largo de 2,5-3,5 cm. El corte superior se hará por encima de una yema y el inferior se hará entre dos yemas. Deje un solo un brote en el extremo, corte el otro, y coloque el esqueje vertical en el compost. Otra alternativa es la de cortar secciones de unos 3,5 cm de largo con una yema en el centro y cortar algo de madera en el lado opuesto y plantarlo horizontal en compost dejando sólo a la vista la yema. Esperar a que haya arraigado bien y cambiar a un recipiente, a principios de primavera. (No hay que dejarse engañar por la aparición de los primeros brotes). Hay que ayudar a la planta con un tutor, esperar a que alcance un tamaño adecuado antes de trasladar a la intemperie.

#### **4.8 Despunte**

Este tipo de brotes se usa para multiplicar claveles, desde mediados hasta finales de verano. Sólo es necesario arrancar el extremo de un brote joven dejando dos o tres hojas maduras, después de haber eliminado las inferiores. Se han de planta en recipientes de 9 cm de profundidad, llenos de arena y colocarlos en un armazón propagador cerrado y húmedo y ventilar completamente después de tres semanas. Cuando han enraizado con fuerza trasplantarlas en macetas con un compost de turba.

#### 4.9 Esquejes de raíz

Una de las formas más sencillas y seguras de reproducir algunas plantas es por medio de esquejes de raíz, cosechados a mediados de invierno. Si se trata de una planta pequeña, se puede arrancar y cortar algunas secciones; una planta grande, en cambio puede tener raíces muy cerca de la superficie, de manera que removiendo un poco de tierra se pueden obtener porciones. Las raíces jóvenes y vigorosas crecerán mejor. Se han de plantar en un compuesto para esquejes que tenga una proporción igual de arena y de turba. No necesitan calor artificial. Las raíces más gruesas deben ser del diámetro de un lápiz; las más delgadas han de tener un diámetro de 3 mm. Las secciones de raíces, han de mantenerse húmedas dentro de una bolsa de polietileno. Las secciones de raíces más gruesas han de ser de unos 5 cm de largo, y en el extremo inferior, hacer un corte sesgado para identificar cuál de los extremos se enterrará. No hay que utilizar hormonas para raíces, sino que hay que espolvorear con captan o benomyl para evitar que se pudran. Realizada esta operación, inserte cada sección en compost para esquejes dejando una distancia de 5 cm entre cada una. Las raíces delgadas deben colocarse horizontalmente sobre el compost, dejando una distancia de 2,5 cm entre cada una y recubrir con una capa de compost.

#### 4.10 Echar raíces en agua

Los esquejes de tallos tiernos de plantas de interior se pueden poner a enraizar en agua, colocándolas en un lugar protegido, durante los meses de primavera y verano. Corte un brote de unos 7-10 cm de largo, justo debajo de un nudo, quíteles las hojas inferiores y póngalas en un jarrón pequeño con la cantidad de agua suficiente para cubrir la parte del tallo que ha dejado desprovisto de hojas y agregue un poco de carbón vegetal para mantener el agua en buen estado. Cuando las raíces ya tengan unos 2,5 cm de largo, plántelos en macetas individuales.

*(Realizar*

*actividad*

*Nº 9)*

## 5 ACODOS

Estimular el desarrollo de raíces en tallos que se encuentran unidos a la planta madre es una de las formas de reproducir plantas por vía asexual (o agámica). En primavera es un buen momento para iniciar esas tareas, pues las especies caducifolias ya comienzan a despertar de su letargo, y las perennes aceleran su crecimiento y desarrollo. Las raíces, por su parte, acompañan este proceso, comienzan a diferenciarse y a formarse con mayor energía. Tiempo, entonces, de poner manos a la obra. El acodo es una de las maneras más seguras de obtener una nueva planta a partir de una de sus partes, pues hasta que no enraíce y esté en condiciones de bastarse por sí misma no se la debe separar de su progenitor.

En muchas especies se forman naturalmente plantas nuevas al emitir raíces las partes de la rama que se apoyan en el suelo. Cuando reproducimos por acodo, primero hay que lograr que las raíces se desarrollen en el mismo y luego éste se corta de la planta madre. Las raíces del acodo arraigado se extienden sobre la superficie y ocupan grandes espacios al crecer nuevos hijuelos o plantines. Ejemplo de este proceso natural son las plantas herbáceas rastreras (ajugas, dimorphoteca), y arbustos como el *Cotoneaster damneri*, jazmín amarillo y zarzamora.

El desarrollo de las raíces puede ser estimulado en los tallos o rama por una serie de intervenciones que se hacen en ellos y que generan la acumulación de azúcares, hormonas y otras sustancias. También se concentran factores del crecimiento en hojas y el extremo del tallo y de las ramas. Estas sustancias se acumulan en la zona intervenida estimulando el desarrollo y el crecimiento de raíces en esa parte de la rama que se encuentra unida a la planta madre.

Aun cuando se fuerce la acumulación de sustancias estimuladoras del enraizamiento, anulando totalmente su circulación a través de los vasos conductores de agua y de sales disueltas (xilema); que continúan inalterados, pues sobre ellos no se intervino, se mantiene a la ramita con sus hojas muy bien alimentadas. Como ocurre con las estacas y los gajos, el éxito en el acodo no depende de los cuidados que prodiguemos para conservar las condiciones del medio, ni del lapso para que la ramita separada pueda mantenerse por sí misma antes que enraíce.

La parte de la rama que elija para acodar debe estar sana, vigorosa, sin flores ni frutos y en una posición y altura fácilmente accesibles. Las formas de intervención sobre la rama elegida para acodar son las siguientes:

- a) Doblar la rama en forma de codo muy cerrado o de "V".
- b) A la altura donde desea enraizar la rama se extrae un anillo de corteza (anillamiento anular), también puede hacerlo atando fuertemente una cuerda fina de hilo para pescar o tansa, o con un alambre de cobre o de otro material similar.
- c) Al quebrar o practicar una breve incisión en la parte basal de la rama y doblarla en un codo cerrado, se abre. Las hormonas estimuladoras del enraizamiento, como las auxinas (ácido indolacético, indolbutírico, etc.), impactan positivamente en el acodado, sobre todo en las especies difíciles de enraizar, por ejemplo el avellano. Para ello se las debe aplicar en la zona intervenida antes de colocarse el sustrato o de enterrarla.

### 5.1 Acodo aéreo

Es uno de los métodos más antiguos de enraizamiento. Consiste en estimular la formación de raíces sobre una rama que se encuentra a cierta altura de la planta colocándole el sustrato sobre la parte intervenida, de manera que se acumulen las sustancias promotoras del enraizamiento. *(Realizar actividad N°10)*

Con ese fin se debe elegir una ramita con todas sus hojas vigorosas y no muy visible, a fin de no deslucir el estado general de la planta al adherirle el sustrato. Se le quitan las hojas de los nudos anteriores y posteriores en donde se hará la incisión, y se ata debajo del nudo basal un trozo de filme plástico transparente e interno, junto con un trozo del mismo material negro u oscuro y de un tamaño tal que pueda envolver cómodamente el volumen del sustrato contenido en un puño. Estos filme superpuestos se abren como si fuese un cono y se rellena con el sustrato, se lo envuelve y se cierra la parte superior atando primero el filme transparente y luego el oscuro. Tal disposición de los plásticos permite verificar si han desarrollado suficientes raíces para separar el gajo de la planta desatando la parte superior del plástico negro y corriéndolo un poquito para ver por debajo del transparente sin que el sustrato se derrame. Además, el filme oscuro no permite el paso de la luz que impediría la formación de raíces.

Uno de los aspectos críticos del acodado aéreo es el riego del sustrato; habría que hacerlo con jeringas o con tubitos de pequeño diámetro que se introducen por el extremo superior. De todos modos, por estar completamente cerrado se conserva muy bien la humedad por bastante tiempo, aun con temperaturas cálidas.

Cuando las raíces crecieron y se extendieron de modo que se ven adheridas al filme transparente, se puede separar el gajo cortando por la parte inferior de la atadura, y con sumo cuidado y en un sitio sombreado y con viento calmo se abre la envoltura y se planta en un recipiente que pueda contener de cuatro a cinco veces el volumen del sustrato del acodo. A los dos o tres meses están en condiciones de plantarse en el lugar definitivo.

### 5.2 Acodo simple

Consiste en enterrar superficialmente una rama en el suelo sobre el que se encuentra implantada la planta madre. Para ello, se toma la distancia aproximada desde la planta hasta donde se enterará la rama y allí se le agrega el sustrato descrito si el suelo es muy arcilloso o muy arenoso. *(Realizar actividad N°11)*

Se extiende la rama a acodar, se le practica una intervención que estimule el enraizamiento y se la entierra fijándola cuidando no perforarla o dañada cuando se le aprieta con una horqueta de madera o con una estaca en forma de T o de U hecha en alambre galvanizado, ramitas flexibles de mimbre u otro material similar.

Debe dejarse de 10 hasta 30 cm de longitud del extremo apical de la rama que sobresalga del suelo. En general, cuando el extremo apical del acodo crece más que la parte distal de las ramitas de la rama acodada se lo puede separa de la madre sin trasplantarla. Simplemente se corta sobre la parte distal de la rama cercana al suelo, y queda separada, comenzando a crecer automáticamente.

A los 30 días se le hace un pequeño pan o terrón y se la trasplanta a un recipiente hasta que resista las condiciones del medio y entonces se la implanta en su lugar definitivo.

### 5.3 *Acodo compuesto*

Se entierran en el suelo o en recipientes con buen sustrato dos o más veces una rama larga y flexible, fijándola con estacas para estimular el enraizamiento. El procedimiento cultural es el mismo que para el acodo simple, sólo que de este modo se logran dos o más plantas por rama. *(Realizar actividad N°12)*

En las especies de hojas caducas las partes de la rama que quedan al descubierto deberán tener al menos una o dos yemas para formar la parte aérea de la nueva planta; estas yemas producirán ramitas y no flores, pues no se formará copa y la nueva planta no se producirá.

Esta forma de acodar se utiliza para las especies trepadoras y apoyantes, como Santa Rita, glicina, jazmines, Clematis, rosas, Bignonias, etc., y también para algunos arbustos, como Forsytia, corona novia, Cotoneaster, mimbres, entre otros.

### 5.4 *Acodo en montículo*

Consiste en estimular la formación de raíces en ramitas nuevas de una planta leñosa acumulándole tierra o haciendo un montículo de sustrato sobre ella. Para lograrlo, se elige una planta joven de dos o tres años y se corta el o los tallos a 10-15 cm de altura desde el cuello de la raíz o desde el nivel del suelo. *(Realizar actividad N°13)*

Sobre la planta se le acumula tierra vegetal mezclada con musgo y arena, de modo de tajarla totalmente por lo menos hasta el doble de la altura de los tallos cortados. Se lo mantiene húmedo, sin anegar, hasta la próxima estación de reposo (otoño - invierno) en que se destapa y se cortan las ramitas enraizadas.

No hace falta hacer incisiones o intervenciones sobre las ramitas que se formen para estimular el crecimiento de raíces porque las ramitas no se han formado aún, y si así fuere la oscuridad provoca el ahilamiento de la ramita, haciéndola más blanda, con lo que facilita la emergencia de primordios radicales, además de acumularse sustancias naturales enraizantes en su base. Este enraíce se produce durante la estación de crecimiento en primavera y verano.

En el caso de las plantas con hojas caducifolias, las ramitas con raíces se pueden extraer sin su pan de tierra manteniendo adherido a ellas sólo el sustrato, a raíz desnuda; en las perennifolias, en cambio, deben extraerse con un pequeño terrón. Para lograrlo, apriete con la mano la tierra del derredor de las raíces de la nueva ramita y sosteniendo el terrón para que no se desgrane córtela por debajo con una tijera bien afilada.

La planta madre puede utilizarse el mismo año para una nueva producción de plantitas por acodo de montículo, luego del corte de las ramitas enraizadas, dejándola por lo menos 30 días sin cubrirla. Este método se utiliza frecuentemente para plantas frutales y todas las ornamentales leñosas. Tiene la ventaja que de una sola planta se obtienen con seguridad muchas otras.

### 5.5 *Acodo en trinchera*

Se trata de un procedimiento similar al anterior, sólo que en lugar de cortar el tallo a la planta joven se lo dobla hasta el suelo donde se la entierra acostada sobre una caja que se abrió en la tierra y se la cubre con el sustrato.

Esta planta se fija al suelo con estacas como lo señalamos precedentemente. Si no quiere hacer una caja o trinchera en el suelo, aflójelo con carpidas para que las nuevas raíces desarrollen con facilidad. Para este método se

recomienda hacer incisiones u otro tipo de intervención en la base de las ramitas de manera de acelerar el proceso de enraíce.

### **5.6 *Acodo de punta***

Muy similar al acodado simple. Se entierra en el suelo o en el sustrato preparado para tal fin el ápice de una rama de crecimiento de la estación. A medida que desarrolla, la punta de ésta comienza a doblarse hacia arriba y emerge. Al doblarse bajo el suelo se forma el codo, donde se acumulan las sustancias estimuladoras el enraíce. La nueva plantita se trasplanta a fines del invierno con pan de tierra.

Éste método es muy utilizado en frutilla, frambuesa, zarzamora (berries) y en las trepadoras y apoyantes ornamentales.

## 6 INJERTO

El injerto es una técnica de multiplicación que consiste en unir porciones distintas de tal manera que hay soldadura y paso de savia, constituyendo un único individuo capaz de crecer y desarrollarse.

Un injerto se compone de dos partes:

- Parte inferior llamada portainjerto, patrón o pie. Constituye principalmente el sistema radicular o parte que se adapta al terreno y un fragmento de tallo.
- Parte superior, llamada variedad, injerto o púa. Constituye la parte aérea y productiva.

El patrón puede ser obtenido por multiplicación sexual o asexual.

Los motivos que nos inducen a realizar un injerto pueden ser varios:

*Finalidad principal:*

- Fijar una variedad comercialmente interesante.
- Difundir una variedad. La mayoría de las variedades comercialmente interesantes tienen poca capacidad de enraizado.

*Finalidades secundarias:*

- Adaptar una especie a unas condiciones concretas de clima y suelo (condiciones vegetativas como la asfixia sequía, fatiga, clorosis, bajas temperaturas...).
- Inducir a un mayor o menor desarrollo y vigor, así como a una mayor o menor longevidad del árbol.
- Adelantar la producción en los patrones más débiles.
- En general, mejorar la calidad del fruto en cuanto a calibre, color, sabor...
- Aumentar la resistencia a determinadas plagas en zonas concretas. Es éste uno de los métodos de lucha más eficaces y rentables.
- Introducir polinizadores en plantaciones en las que, por error, no se había previsto de antemano esta necesidad.
- Actualizar plantaciones de variedades que ya no interesan al mercado, por lo que se deben sustituir.

Los dos últimos puntos entran ya en el concepto de reinjerto, es decir, volver a injertar un árbol ya injertado previamente.

### 6.1 Condiciones previas a la realización de un injerto

Antes de realizar el injerto, cabe tener en cuenta ciertos conceptos.

- Afinidad entre el patrón y la variedad.
- Contacto de las zonas cambiales o de soldadura.
- Respeto a la polaridad en el momento de colocación de la púa o yema.
- Utilización del tipo de injerto adecuado a las exigencias del patrón y de la variedad.
- Herramientas de injertar en perfecto estado de limpieza y afíle.

- Realización perfecta del injerto. Cortes limpios y contacto de las zonas cambiales, además de la inmovilidad mediante ligaduras.
- Cuidados posteriores adecuados. Eliminación de goma en algunas drupáceas o rotura de ligaduras si hay estrangulación.

## 6.2 *Requisitos que debe tener el material vegetal para la realización del injerto*

La elección del material para injertar tiene gran importancia y determinará el éxito o fracaso del injerto. Según sus características, obtendremos plantas más o menos buenas.

- El material debe proceder de plantas muy productivas que reúnan todas las características óptimas de la variedad deseada.
- La planta madre ha de ser sana, bien nutrida y en edad productiva, y la recogida debe realizarse con buen tiempo y no durante la época de heladas.
- El material ha de ser de un año, con un diámetro aproximado de 1 cm bien lignificado y vigoroso, preferiblemente de los brotes más extremos de la copa.
- Si el material se ha recogido con mucha antelación, deben seguirse los siguientes pasos para su conservación:
- Hacer grupos de 30-40 unidades y conservarlos en posición vertical bajo arena seca o en cámaras a 1-2 °C sobre cero.
- Mojar la arena para facilitar la extracción y lavar los grupos para sacar la arena adherida.
- Cortar los extremos de cada variedad y ya estará lista para injertar.

## 6.3 *Observaciones para la realización del injerto:*

Cuando se realice el injerto leñoso a finales de invierno el patrón o portainjertos debe encontrarse en un estado vegetativo más avanzado que el del injerto. Esto debe ser así para tener la certeza que el patrón podrá alimentar al injerto. La época más adecuada para extraer el material de la planta madre es a partir de finales de verano y principios de otoño, cuando el árbol empieza a entrar en el período de reposo invernal, y hasta finales de invierno.

## 6.4 *Tipos de injerto*

Los injertos, según como sea el material a utilizar como variedad, pueden clasificarse en 3 tipos:

### 6.4.1 *Injertos de yema*

Son los injertos en los que la variedad está formada por una yema provista de una porción de corteza y madera. *(Realizar actividad N°14)*

Se le llama yema u ojo vegetante cuando se realiza en una época que permite el desarrollo inmediato de la yema que se ha injertado, es decir, que se practica en primavera o al inicio de verano. Esta es una técnica californiana no demasiado extendida, ya que presenta algunos inconvenientes como el desarrollo insuficiente del injerto, que no suele alcanzar el metro de altura.

Se le llama yema u ojo durmiente cuando se realiza a finales de verano, por lo que el desarrollo de la yema injertada no tiene lugar hasta la primavera siguiente. Para realizar este tipo de injerto, la yema ha de estar en estado latente, mientras

que el patrón deberá estar en crecimiento activo para facilitar la separación entre la corteza y el leño.

Los principales injertos de yema son:

- Escudo, escudete o T.
- Flauta, anillo o canutillo.
- Canutillo con estrías o flauta fauno.
- Mallorquina.
- Plancha o parche.

#### 6.4.2 Injertos de aproximación

En estos injertos, la variedad se separa sólo después de que se haya realizado la soldadura, mientras patrón e injerto viven sobre sus propias raíces.

Los principales injertos de aproximación son:

Simple o empalme.

Plena o hendida.

#### 6.4.3 Injerto de púa

Aquí el injerto está formado por una porción de brote provisto de una o más yemas. Se realiza en primavera, cuando el patrón está de nuevo en vegetación y se practica en aquellos casos en que interesa injertar árboles adultos. (*Realizar actividad N°15*)

Los principales injertos de púa son:

- Hendidura común o clásica, llamado también de incrustación. La púa se inserta en una hendidura longitudinal realizada sobre el patrón una vez decapitado, procurando que las zonas cambiales de ambas estén en contacto.
- Inglés. Tiene dos variantes: la simple y la doble o de lengüeta. La simple consiste en un corte oblicuo, tanto en la púa como en el patrón, de manera que las dos superficies de corte se acepten entre sí. La doble o de lengüeta es similar al inglés simple al principio, pero luego se le realiza un corte ligeramente inclinado de manera que forme una lengüeta que servirá para encajar púa y patrón.
- Corona. En este injerto, la púa se introduce entre la corteza y la madera del patrón. La base de la púa tiene un corte oblicuo y la corteza del patrón está abierta longitudinalmente para encajar la púa. En la corona se pueden insertar, una, dos o varias púas, por lo que la corona puede ser simple, doble o múltiple.

#### 6.5 Ataduras

El objetivo de la atadura del injerto es evitar que el callo que se forma separe el injerto del patrón y, además, favorecer el desarrollo vascular, evitar que la suciedad entre y conseguir un contacto estrecho entre patrón e injerto.

Los materiales más utilizados para tal propósito son la rafia natural o la banda de celofán. La ventaja principal de estos materiales es que son degradables, por lo que no necesitan ser cortados. También se utilizan las bandas de caucho y de polietileno.

## 6.6 *Afinidad del portainjertos*

Se dice que patrón e injerto son afines cuando son capaces de formar una unión eficaz y duradera.

La afinidad se da sobre todo cuando entre ambos existen semejanzas fisiológicas, anatómicas y de nutrición. En general, habrá más afinidad cuanto más cercanos estén desde el punto de vista botánico.

*Las causas más importantes de falta de afinidad son:*

- Diferencias en la transpiración del injerto y del patrón
- Diferencias entre la velocidad de movimiento de la savia en los vasos
- Acumulo de sustancias tóxicas en la zona del injerto
- Necrosis en los vasos provocada por reacciones entre las sustancias bioquímicas de ambos
- Toxicidad provocada por las proteínas de uno o de otro
- Transmisión de una virosis con el injerto

*Síntomas de desafinidad:*

- Proceso de cicatrización lento
- Crecimiento desigual
- Muerte de la vara o púa
- Enrojecimiento o amarillado de las hojas al final del verano o de forma anticipada
- Pérdida anticipada de hojas
- Precoz diferenciación de las yemas y rápida entrada en producción
- Falta de continuidad del injerto, por lo que la estructura es débil, lo que puede ocasionar roturas
- Aparición de pequeños brotes en el injerto sobre la zona de injerto
- Acumulación de almidón encima del punto de injerto

## 6.7 *Modalidades de injerto*

Dentro de la técnica del injerto, cabe destacar dos variantes:

### 6.7.1 *El reinjerto*

Este injerto se realiza sobre árboles ya adultos con la intención de sustituir la variedad a la que pertenece la copa.

Se practica para subsanar errores como la falta de variedades polinizantes en una plantación, o bien para sustituir variedades que el mercado ya no demanda por otras más en auge.

El reinjerto se realizará sólo en plantaciones que estén en buen estado y con bastantes años productivos por delante.

Se realizará en ramas primarias, ramas secundarias, o sobre ambas, siempre que hayan sido fuertemente podadas.

El tipo de injerto utilizado en esta operación es el de púa y se realizará en el mayor número de ramas posible.

Un aspecto importante a tener en cuenta, es tratar bien las heridas de poda y sellarlas con pastas fungicidas para evitar problemas posteriores.

### 6.7.2 La vigorización

Al lado de un árbol se planta un buen patrón injertándolo al primero, bien por púa, bien por aproximación. Al cabo de 3 años, se consigue un importante volumen de raíces nuevas que vigorizarán.

### 6.8 *Cuidados posteriores*

Se deben proteger los injertos de las heladas invernales realizando recalces de las plantas antes del invierno, sobre todo en zonas frías, y también se protegerán contra las heladas tardías de primavera.

Para favorecer la formación de un tallo principal, deberá tutorarse el brote terminal y pinzar aquellos otros que puedan presentarle competencia. Para formar un ramillete, se deberá pinzar por debajo de la tercera hoja bien formada. De esta manera, se despertarán las yemas situadas en las axilas de las hojas, provocando una mayor ramificación y, sobre todo permitiendo controlar las posibles brotaciones del patrón.

### 7.1 *Condiciones para el uso*

Ya conocemos los daños causados por las malas hierbas, su gran difusión, los métodos de lucha de los que se disponen y los principales herbicidas químicos comercializados. En este capítulo vamos a referirnos a las condiciones apropiadas bajo las cuales debe desarrollarse la aplicación de los productos químicos enumerados.

### 7.2 *Precauciones*

Naturalmente, las precauciones necesarias dependen de la categoría tóxica del producto. No obstante, algunas precauciones deben guardarse con todos los productos, cualquiera que sea la categoría en la que estén clasificados. Los productos deben ser guardados en los envases originales y nunca transvasados a envases en los que puedan ser confundidos con alimentos. Debe destinarse una habitación o cuarto aislado para el almacenamiento de herbicidas y, en general, para todos los productos fitosanitarios, y nunca deben ser guardados junto a los alimentos humanos o de los animales.

Antes de realizar cualquier aplicación, deben leerse atentamente las etiquetas e instrucciones del producto. EL fabricante está obligado por la ley, como responsable directo de su producto, a retribuir económicamente los daños acaecidos en los cultivos que su producto pueda haber causado. Los litigios de este tipo son costosos y largos, puesto que el fabricante suele alegar negligencia en la utilización del producto: aplicación de dosis incorrectas, tratamientos en cultivos no autorizados, aplicaciones contra malezas no especificadas, etc., además, en la mayoría de los casos, es muy difícil demostrar técnicamente quién es el responsable de los daños, si el aplicador o el producto comercial. Conviene saber que si el agricultor respeta las condiciones de aplicación, son contadísimos los casos en que los productos pueden causar daños porque las especificaciones de utilización suelen ser fruto de extensos y costosos ensayos, con lo que su riesgo de aplicación es mínimo.

Se desaconseja utilizar los envases vacíos para otros fines, siendo lo más recomendable destruirlos o depositarlos en los contenedores especiales para su reciclaje, cuando éstos existan.

Otras precauciones de orden general son evitar todo contacto de la piel con los productos, no comer ni beber durante el tratamiento, destinar una vestimenta holgada y cómoda para las aplicaciones, lavarla cuidadosamente después de su uso y ducharse después de las aplicaciones.

### 7.3 *Maquinaria*

Aconsejamos encarecidamente destinar una maquinaria exclusiva para los herbicidas y otra para el resto de los productos fitosanitarios. La maquinaria, sean bombas accionadas por tractor o bien una simple mochila de tratamientos, debe lavarse después de su uso, aclarando todas sus partes varias veces con agua.

Además, deberán pasar una inspección periódica para comprobar su buen funcionamiento, las bombas, filtros, boquillas, llaves de paso, etc. Este lavado debe ser más intenso si el herbicida es hormonal o de traslocación, puesto que los residuos de estos herbicidas son más persistentes que los de los herbicidas de contacto.

#### **7.4 Calibración del equipo pulverizador**

La correcta calibración implica tener la certeza de la dosis real que se aplica. Para que un tratamiento sea eficaz y selectivo, además de seguro, es imprescindible aplicar la cantidad correcta de producto y, además, distribuirla uniformemente. Esto requiere de una adecuada calibración y el funcionamiento apropiado del equipo pulverizador. *(Realizar actividad N°16)*

La cantidad solución arrojada por una pulverizador depende de la presión de aplicación, de la velocidad de avance, distancia entre picos, tipo y tamaño de las pastillas.

La uniformidad de la aplicación depende de la regularidad de avance, de la altura de la barra, distancia entre picos, homogeneidad entre picos y funcionamiento regular de la bomba.

Una vez realizada la calibración se agrega al pulverizador la cantidad de producto en proporción a la capacidad del tanque o a la cantidad de solución a utilizar. Antes de verter el producto, se llena el tanque hasta la mitad usando agua limpia y luego se agregara el producto directamente en el caso de formulaciones líquidas, o dispersando previamente en un balde u otro recipiente las formulaciones en polvo. El agregado del producto se debe hacer con la bomba en marcha permitiendo el funcionamiento del retorno y el agitador; luego se completa el llenado con el agitador en marcha.

Es sumamente importante tener cuidado de no producir deriva que afecte a otros cultivos. Para ello es importante tener en cuenta la velocidad y dirección del viento. Usar pastillas de gota gruesa cuando sea posible. Evitar la aplicación en días de mucha temperatura o cuando se esperan lluvias.

#### **7.5 Métodos De Aplicación**

Las aplicaciones pueden ser de presembrado incorporados al suelo, de preemergencia y de posembrado. También puede ser de aplicación total o en bandas. Se pueden realizar aplicaciones dirigidas con caños de bajada o con equipos de aplicación posicional (equipo de soga).

Los tratamientos de presembrado incorporados al suelo se pueden aplicar con volúmenes entre los 80 y 300 litros de agua por hectárea. Los herbicidas de preemergencia deben aplicarse con no menos de 300 lts para lograr una correcta distribución. Los herbicidas hormonales se deben aplicar con un volumen que varía entre los 60 y 120 lts./ ha. Los tratamientos con herbicida de contacto y demás productos de aplicación en posembrado deben hacerse con un volumen no inferior a los 80 lts./ha.

## 7.6 Productos Fitosanitarios

Los productos químicos sintetizados inicialmente en los laboratorios y, actualmente, en grandes fábricas de síntesis química, reciben genéricamente el nombre de antiparasitarios, pesticidas, fitosanitarios o plaguicidas. En Argentina existe una cierta tendencia actualmente, a la utilización del vocablo fitosanitarios o el de antiparasitarios.

Por lo que hace referencia a los fitosanitarios éstos comprenden: los bactericidas, los fungicidas, los helicidas, los nematocidas, los acaricidas, los insecticidas y los herbicidas, según éstos eliminen bacterias, hongos, caracoles o limacos, nematodos, ácaros, insectos o malezas respectivamente.

El término fitoquímico hace referencia al grupo de fitosanitarios que provienen de síntesis química.

Los productos fitoquímicos, en determinadas circunstancias, pueden causar afecciones diversas, llamadas fitotoxicidades, a las plantas. Cuando se comete un error en la dosis, usualmente por exceso, de ciertos productos fitosanitarios, la planta puede presentar afecciones o fitotoxicidades debidas al producto. También son frecuentes los síntomas de fitotoxicidad debidos a una mezcla inadecuada de productos incompatibles, al uso de maquinaria poco limpia, al error de utilizar la maquinaria destinada a los herbicidas para otros tratamientos.

En la etiqueta de cualquier producto fitoquímico, fabricante tiene la obligación de incluir el porcentaje de su componente activo o materia activa, siendo su notación usual m.a. o a.i. (del inglés active ingredient). Además, debe especificarse el tipo de formulación del producto, para qué cultivos está autorizado, qué plagas combate, su toxicología, el plazo de seguridad prescrito y otras características de interés

Veamos seguidamente todos estos conceptos acompañados de un ejemplo práctico.

1. *El nombre del producto.* El nombre comercial de producto, que lo identifica y lo distingue de los demás que existen en el mercado, debe encabezar la explicación técnico-comercial de la etiqueta de cualquier fitosanitario.
2. *La casa comercial.* El fabricante y/o la casa comercial es la responsable, en último término, de la cantidad, calidad, especificaciones técnicas, dosis y modo de empleo recomendados del producto contenido en el interior del envase.
3. *La materia activa* es el principio activo del producto, es decir, la sustancia realmente eficaz contra las enfermedades o plagas que queremos combatir. Un producto fitoquímico nunca está formulado cien por cien de riqueza de la materia activa. Adjunto al nombre químico de la materia activa de figurar el porcentaje al cual está formulada. Podemos encontrar un producto comercial, por ejemplo donde en la etiqueta venga reseñada la siguiente leyenda: 10 % de alfa-cipermetrina. Eso significa que tiene una riqueza del 10% de alfa-cipermetrina considerándose el 90% restante como excipiente.
4. *EL tipo de formulación* especifica el estado físico-químico del producto (materia activa más excipiente). Su notación suele expresarse con siglas de letra mayúsculas y los tipos más usuales se encuentran descritos en la tabla 1.
5. *La descripción del producto* nos especifica si se trata de un insecticida, un acaricida, un herbicida, etc. y su forma de actuación. Desde el punto de vista de la planta, un producto puede ser de contacto o sistémico. Un producto de contacto es aquél que actúa por contacto sobre el animal o vegetal que se quiere eliminar, pero que no penetra en la planta. Los productos sistémicos son aquellos que

penetran en la planta y desde ella destruyen a los agentes nocivos. Desde el punto de vista del agente patógeno, un producto puede actuar por: ingestión, cuando el parásito lo asimila por vía digestiva y el producto causa su muerte; inhalación, cuando el producto penetra por vía respiratoria para causar su efecto; contacto, cuando el fitosanitario actúa atravesando el exoesqueleto quitinoso del parásito.

Además, los productos pueden ser polivalentes o específicos. Un producto es muy polivalente para combatir plagas y enfermedades cuando actúa sobre un amplio abanico de parásitos o, lo que es lo mismo, cuando elimina o controla a muchos de ellos. La polivalencia puede radicar en organismos de una misma especie (fungicidas clásicos de cobre o azufre) o de muchos tipos taxonómicos (como el bromuro de metilo que actúa contra hongos, nematodos, insectos, vertebrados y malezas). Los productos específicos son aquéllos que limitan su acción a un sólo organismo o a un reducido grupo de ellos.

6. *Los cultivos y las plagas o enfermedades* sobre los cuales el SENASA ha autorizado el empleo de una determinada materia activa formulada a un determinado porcentaje.

7. *La dosis y el modo de empleo* recomendados por la casa comercial y autorizados por el SENASA. En determinadas ocasiones, se especifica en la etiqueta el estado fenológico de la planta en el cual debe aplicarse el producto.

8. *La toxicología.* Los herbicidas, al igual que los acaricidas, insecticidas, helicidas, etc., al ser inscritos en el SENASA reciben una clasificación toxicológica. Esta clasificación varía con el tiempo a medida que nuevos productos aparecen en el mercado. La información relativa a este asunto se encuentra en las etiquetas que acompañan cada producto del fabricante. (ver tabas 2,3 y 4)

9. *Plazo de seguridad.* En la etiqueta debe venir detallado el plazo de seguridad o tiempo que debe transcurrir entre la aplicación del producto, a la dosis en las condiciones autorizadas, y la recolección o la entrada del ganado.

10. *Otras informaciones de interés.* Además, se especifican otras consideraciones importantes, como ser la inflamación del producto, su grado de higroscopicidad, si es muy volátil, si es explosivo, si es corrosivo o si es muy irritante. En otro orden de cosas, cabe decir que es frecuente que el agricultor mezcle en un mismo caldo dos o más productos con la finalidad de ahorrarse un segundo tratamiento. Éste es el caso habitual de la mezcla de un insecticida y de un acaricida. En estos casos, es muy importante tener en cuenta que no todas las materias activas pueden mezclarse, puesto que ciertas combinaciones pueden ser la causa de fitotoxicidades sobre las plantas cultivadas. En la etiqueta del producto deben venir especificadas las precauciones al respecto, es decir, con qué productos puede mezclarse y con cuáles no.

Ciertos productos insecticidas son también acaricidas o bien ejercen una cierta acción deprimente en los ácaros. Otros, como las piretrinas, han sido los causantes de que los ácaros haya desarrollado líneas resistentes y deben ser empleados con cautela, sobre todo cuando las plagas de insectos y ácaros coexisten.

## 8 EL ABONADO

Por abonado se entiende a la mejora de la fertilidad agronómica del suelo, mediante la adición de sustancias capaces de modificar positivamente las condiciones nutritivas y de habitabilidad.

Un abono es toda sustancia o técnica que se emplea para restituir o aumentar positivamente la fertilidad del suelo, en cuanto a estructura, pH o elementos nutritivos.

Los abonos, o también llamados fertilizantes, pueden ser:

- a) *Correctivos o modificadores de la estructura.*
- b) *Correctivos o modificadores del pH.*
- c) *Abonos o sustancias mejoradoras de las condiciones nutritivas.*

### 8.1 La nutrición de las plantas

Las plantas son organismos vivos capaces de elaborar su alimento partiendo de sustancias inorgánicas.

Los elementos necesarios para el crecimiento, desarrollo y producción de los vegetales son: **carbono (C)**, **hidrógeno (H)** y **oxígeno (O)** - tomados del agua y del dióxido de carbono del aire - y las **sales minerales** - tomadas del suelo -.

Las sales minerales están formadas por numerosos elementos, pero solamente unos cuantos se consideran indispensables para el crecimiento, desarrollo y producción de los vegetales.

Mediante experiencias de cultivo en soluciones nutritivas, realizadas en el siglo XIX, se estableció la esencialidad y necesidad de 7 elementos, además de **carbono**, **hidrógeno** y **oxígeno**. Dichos elementos son: **nitrógeno (N)**, **fósforo (P)**, **potasio (K)**, **azufre (S)**, **calcio (Ca)**, **hierro (Fe)** y **magnesio (Mg)**. Estos elementos son requeridos en cantidades relativamente elevadas, razón por la cual se los llama **Macronutrientes**.

El **S**, **Ca**, **Fe** y **Mg** están presentes en el suelo en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de las plantas, salvo en casos especiales.

El **N**, **P** y **K** son absorbidos en grandes cantidades, por eso su presencia en el suelo es insuficiente para producciones elevadas.

A fines del siglo pasado, nuevas investigaciones llegaron a establecer que las plantas necesitan 7 elementos más: **cobre (Cu)**, **manganeso (Mn)**, **cinc (Zn)**, **boro (B)**, **molibdeno (Mo)**, **cloro (Cl)** y **sodio (Na)**; en cantidades pequeñas comparadas con los anteriores, por lo que se los denomina **Micronutrientes**. Las cantidades necesarias para las plantas casi siempre están presentes en el suelo.

#### 8.1.1 Nitrógeno

Es un constituyente básico de muchos compuestos orgánicos: *clorofila*, *proteínas*, *ADN* y *ARN*.

Ejerce sobre los vegetales un efecto estimulante del crecimiento. Además, determina el nivel de producción.

El nitrógeno se encuentra en el suelo en forma orgánica y mineral. En forma orgánica se lo encuentra formando parte del humus (5%).

El humus se mineraliza por la acción de las bacterias a razón de 2 a 3 %

anual, convirtiéndose en nitrógeno mineral, primero en amoniacal y luego en nítrico. El contenido de nitrógeno mineral en forma de nitrato se obtiene así:

$$\text{ppm N} = 0,82 \times \text{ppm NO}_3$$

Las plantas toman nitrógeno a través de sus raíces en forma nítrica o amoniacal, aunque normalmente lo hace mejor en forma nítrica ( $\text{NO}_3$ ). Durante la primera fase del desarrollo, las plantas toman mejor el nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) porque es más rápidamente utilizado en la síntesis de proteínas.

Una planta absorbe N a lo largo de todo su ciclo y en determinados estados el consumo es más alto. Por ejemplo en los cereales de invierno el mayor consumo ocurre con la época de macollaje, encañado y floración; en los frutales el mayor consumo coincide con la floración y la fecundación.

Un exceso de N provoca en las plantas los siguientes síntomas:

- ✓ Mayor sensibilidad a las enfermedades y al clima adverso.
- ✓ Mayor consumo de agua.
- ✓ Encamado en los cereales.
- ✓ La acumulación de grandes cantidades de  $\text{NO}_3$  provoca intoxicaciones.
- ✓ Se retrasa la maduración o no se produce.

La falta cantidades suficientes de N se manifiesta así:

- ✓ Menor desarrollo.
- ✓ Las hojas son de color verde amarillento y en casos extremos los bordes aparecen de color violáceo.
- ✓ Se acelera la maduración.
- ✓ Reduce los rendimientos.
- ✓ Los tallos aparecen rojizos.

### 8.1.2 Fósforo

Las plantas necesitan fósforo muy especialmente en la primera fase del desarrollo, pues activa el crecimiento de las raíces y estimula el crecimiento. Además, es el componente básico de las sustancias de reserva de las semillas. Tiene influencia directa sobre la fecundación, el fructificación y la maduración de frutos y semillas.

Es importante que una planta cuente con niveles adecuados de P desde la siembra. La plántula se alimenta del P acumulado en la semilla, pero cuando éste se agota comienza a tomarlo del suelo.

Las plantas toman al P en forma de anhídrido fosfórico ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), el que se encuentra en el suelo en forma soluble e insoluble. Para pasar el contenido de anhídrido fosfórico a fósforo se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{ppm P} = 0,44 \times \text{ppm P}_2\text{O}_5$$

El  $\text{P}_2\text{O}_5$  insoluble se encuentra en los suelos sedimentarios entre un 0,5 y 3 %. Las soluciones de suelo contienen 0,2 y 0,5 mg por litro de  $\text{P}_2\text{O}_5$  soluble.

El fósforo es poco móvil en el suelo, solo es absorbido por las raíces cuando se encuentra a unos pocos milímetros de distancia. Es por ésta razón que es

necesario incorporar en abono fosfatado al suelo cerca de las raíces y es importante situar pequeñas cantidades P de junto a la semilla al momento de la siembra.

Existe una proporcionalidad entre el P y N absorbidos, coincidiendo los contenidos en un mismo período. Además, hay una influencia mutua entre la absorción de P y N; la carencia de P limita la absorción de N. La relación P/N en la materia orgánica es de 4, es decir, que durante la mineralización la materia orgánica libera 4 partes de N y 1 de P..

La carencia de P provoca en las plantas:

- ✓ *Formación de áreas pardas en las hojas y los pedúnculos que luego se secan.*
- ✓ *Plantas de poco tamaño y crecimiento lento.*
- ✓ *Se detiene el crecimiento de las raíces.*
- ✓ *Los pedúnculos son más largos de lo normal y crecen horizontalmente.*

### 8.1.3 Potasio

El potasio es un elemento indispensable para el desarrollo de la planta y para evitar pérdidas de agua, proporciona resistencia a heladas y a ciertas enfermedades, contribuye a la formación y acumulación de sustancias de reserva e interviene en la formación de hidratos de carbono y proteínas.

Las plantas absorben K en forma de óxido de potasio o potasa ( $K_2O$ ). La fórmula para conversión de potasa a potasio es la siguiente:

$$\text{ppm K} = 0,44 \times \text{ppm } K_2O$$

El K se encuentra en el suelo en forma cambiante, existiendo un equilibrio entre la cantidad de K en la solución de suelo y el retenido por el complejo arcillo-húmico y por la arcilla. Es por ésta razón que el K es poco móvil y no se pierde por lavado.

La falta de  $K_2O$  provoca en la planta los siguientes síntomas:

- ✓ *Las hojas viejas amarillean, primero los bordes y luego el interior.*
- ✓ *Las hojas antes de amarillear toman un color verde azulado.*

La deficiencia de  $K_2O$  puede deberse a un exceso de Mg y viceversa.

Un exceso de  $K_2O$  puede provocar la disminución de la producción debido a una reducción de la absorción de otros elementos.

### 8.1.4 Magnesio

Es un componente básico de la clorofila y forma parte de distintos componentes de la semilla. Participa en la formación y acumulación de hidratos de carbono, proteínas y azúcares.

El Mg es absorbido por las plantas en forma de óxido de magnesio (MgO). Habitualmente un suelo contiene cantidades suficientes de MgO, aunque no todo en forma soluble o cambiante. Para pasar de MgO a Mg se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Mg} = 0,6 \times \text{MgO}$$

La carencia de MgO en el suelo puede deberse a:

- ✓ *Suelos con pH bajo.*

- ✓ Suelos ricos en K cuando la relación K/Mg sea superior 0,3 meq/100 g (0,9 ppm K / 1 ppm Mg)
- ✓ Suelos ricos en Ca cuando la relación Ca/Mg sea superior 0,3 meq/100 g (8,5 ppm Ca / 1 ppm Mg)

Las pérdidas anuales de MgO por Ha esta calculada alrededor de lo 40-60 Kg/Ha. Ésta es la suma de las extracciones del cultivo y las pérdidas por lavado.

Los aportes de MgO pueden provenir de:

- ✓ Las lluvias: aportan 4-5 Kg/Ha.
- ✓ Abonos complejos con distintas proporciones de Mg
- ✓ El estiércol: 40 tt de estiércol aportan de 8-16 Kg/Ha.

La deficiencia de MgO de caracteriza por la aparición de zonas amarillas entre las nervaduras, seguidas de zonas pardas que luego de secan; un acortamiento de los entrenudos y una inhibición de la floración.

### 8.1.5 Azufre

El azufre forma parte de las proteínas y de la clorofila.

El contenido de azufre en el suelo de expresa en anhídrido sulfúrico (SO<sub>3</sub>). La fórmula para conversión de SO<sub>3</sub> azufre en la siguiente:

$S = 0,4 \times SO_3$
-----------------------

El suelo contiene un total de S muy variable, entre 0,1 y 0,8%. Los suelos arenosos tienen muy poco contenido, y los ricos en materia orgánica contienen más. La cantidad de S asimilable depende de la riqueza en humus y de la actividad biológica del suelo.

Las pérdidas anuales de S que se producen en un suelo, contando las pérdidas por lavado y las extracciones de los cultivos, son de 50 a 70 Kg/ha/año.

Hay que tener en cuenta que las restituciones de S al suelo proceden de:

- ✓ Mineralización de las reservas orgánicas: 10 a 30 Kg/ha/año.
- ✓ La precipitación de gas sulfuroso por arrastre del agua de lluvia: 8 a 15 Kg/ha/año.
- ✓ El estiércol: 1 tt aporta 0,5 Kg/ha/año.
- ✓ El agua de riego suministra S en forma de sulfatos: 100 a 300 Kg/ha/año.

La carencia de S se manifiesta en un amarillamiento de las hojas por falta de clorofila.

### 8.1.6 Calcio

Los vegetales necesitan Ca para su crecimiento, para la maduración, para el fructificación; además, forma parte del tejido se sostén.

El Ca se encuentra en el suelo unido a la arcilla y a la materia orgánica, formando parte del complejo arcillo-húmico, y se lo encuentra en la solución del suelo en forma de óxido de calcio (CaO) que puede ser eliminado por lavado.

Un exceso de Ca disminuye la absorción de Mn, Fe, B y Mg. Esto puede ocurrir en suelos calcáreos o muy encalados.

La carencia de este elemento provoca que las hojas jóvenes se doblen hacia abajo. Además, los bordes pueden presentarse amarillos y luego secarse. En ciertas hortalizas (tomate, pimiento) provoca la podredumbre apical, por cuya causa muere la parte superior del fruto.

### 8.1.7 Hierro

Este elemento forma parte de ciertas proteínas y es un componente básico de la clorofila.

Casi todos los suelos poseen Fe en cantidades elevadas, pero no todas las formas en que se halla son asimilables por las plantas.

La carencia de Fe casi nunca se debe a que no existan cantidades suficientes en el suelo, generalmente los suelos con pH elevado, alto contenido de P y poca aireación provocan la deficiencia de Fe.

La deficiencia de Fe se manifiesta por la aparición de hojas amarillas con las nervaduras verdes. En algunos casos las hojas se presentan blancas.

La carencia de Fe puede corregirse aplicando quelatos de Fe al suelo o pulverizado sobre las hojas.

### 8.1.8 Cobre

El Cu tiene función reguladora de la formación de sustancias vitales. Este elemento se encuentra en el suelo retenido por la arcilla y por compuestos orgánicos.

La carencia de Cu produce los siguientes síntomas:

- ✓ *En los frutales aparecen hojas oscuras que se curvan, también aparecen zonas pardas entre las nervaduras.*
- ✓ *En los cereales las hijas jóvenes se secan y se enrollan.*
- ✓ *En las leguminosas aparecen chauchas vacías.*

Esta carencia se produce en presencia de pH elevado o suelos arenosos. También puede deberse a un exceso de carbonatos de calcio. Dicha carencia puede corregirse aplicando oxiclورو de Cu al 1,5 %.

### 8.1.9 Manganeso

Este elemento es responsable de la formación de enzimas.

La carencia de este elemento, de existir, es inducida por la presencia de suelos alcalinos o encalados en exceso. Una carencia primaria de este elemento puede corregirse aplicando sulfato de Mn al suelo o en pulverizaciones foliares.

La deficiencia se manifiesta por la aparición de puntuaciones grises en las hojas o bien las hojas se contraen y toman color púrpura.

Un exceso de Mn provoca toxicidad.

### 8.1.10 Boro

El contenido de B soluble en el suelo varía entre 1 y 2 ppm. El riesgo de carencia de este elemento se presenta con contenidos inferiores a 0,6 ppm.

La carencia de B suele deberse a suelos arenosos, pH elevado o sequía. Se caracteriza por la muerte del brote apical, caída de flores, semillas estériles y frutos deformes.

El exceso de B provoca toxicidad en las plantas.

### 8.1.11 Molibdeno

El Mo es imprescindible para la fijación de nitrógeno atmosférico por parte de los Rizobios (*Rhizobium*) y en la mineralización del N orgánico. Es fundamental en los primeros estadios de crecimiento.

La deficiencia de este elemento se caracteriza por que las hojas se marchitan quedando solo la nervadura central.

La carencia de Mo se corrige con molibdato de amonio (2a 5 g/100l) en aplicaciones foliares. Esta carencia aparece en suelos ácidos o arenosos.

### 8.1.12 Cinc

Un exceso de P o Ca puede provocar la carencia de Zn; que se manifiesta en un acortamiento de los entrenudos y con la aparición de hojas pequeñas.

Esta carencia puede corregirse con aplicaciones foliares de sulfato de Zn o quelatos de Zn.

### 8.1.13 Cloro y Sodio

Generalmente no hay carencia de estos elementos en el suelo. Un exceso de Cl y Na puede provocar la carencia de K y Ca. La carencia de Cl y Na provoca alteraciones en el crecimiento.

## 8.2 Elementos orgánicos del suelo

Durante la descomposición de la materia orgánica se producen sustancias fisiológicamente activas pero desconocidas químicamente; pero se conocen sus efectos estimulantes sobre las plantas (*mayor absorción radicular, mayor síntesis de las proteínas, mayor dinámica del P*).

Distintos tipos de materia orgánica no actúan del mismo modo. La materia orgánica rica en lignina y celulosa, influye poco en la nutrición de las plantas, debido a su estructura compleja de lenta mineralización. Además, dichos compuestos contienen poco nitrógeno; pero si actúa positivamente sobre la estructura.

La materia orgánica fresca, acuosa y poco lignificada, se mineraliza rápidamente aportando grandes cantidades de nutrientes asimilables por las plantas, estimulando la actividad biológica del suelo; sin embargo, su acción sobre la estructura es mínima.

A los fines de la producción de humus; la lignina, la celulosa y sus derivados son los productos que mejores resultados ofrecen.

El humus estable tiene una relación C/N que oscila en torno a 10, es decir, 50 % de C y 5 % de N, cualquiera sea su procedencia.

### *Cocientes promedio de distintos materiales orgánicos*

<i>Material</i>	<i>Relación C/N</i>
ESTIERCOL HECHO	25
ESTIERCO 1/2 HECHO	30-40
ESTIERCOL FRESCO	40-60
RASREOJO DE LEGUMINOSAS	15-20
RASTOJO DE CEREALES	80-100

Si el material orgánico incorporado al suelo tiene una relación C/N < 25, los microorganismos que lo descomponen encuentran suficiente N y se multiplican rápidamente. El N sobrante de la descomposición se incorpora al suelo quedando disponible para la planta. Sin embargo, si la relación C/N del material orgánico que se incorpora al suelo está comprendida entre 30 y 40, la cantidad de N solo

alcanza para la descomposición y no queda remanente. Pero, si incorporamos al suelo un material orgánico con una relación C/N >40; los microorganismos no encuentran suficiente N en el material a descomponer, lo toman del suelo empobreciéndolo.

Cuando un suelo está en equilibrio, la proporción de materia orgánica se mantiene constante; es decir, que lo que se extrae es igual a los aportes.

### 8.3 Fundamentos de la fertilización

Los fundamentos de la fertilización son varios pero los más importantes son:

1. *Brindarle a la planta condiciones nutritivas óptimas.*
2. *Aumentar la cantidad de determinado elemento en alguna etapa del desarrollo.*
3. *Mantener el equilibrio de nutrientes.*
4. *Aumentar la producción del cultivo.*

### 8.4 Abonos minerales o inorgánicos

Se emplean para corregir carencias de algún elemento nutritivo en el suelo. Estos pueden ser nitrogenados, fosfatados, potásicos y complejos.

#### 8.4.1 Abonos nitrogenados

Son compuestos obtenidos a partir del N atmosférico y en general se presentan en forma de sales solubles en agua.

Los abonos nitrogenados se dividen en amoniacales, nítricos y nítrico-amoniacales.

Los abonos amoniacales contienen N en forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), su efecto sobre los cultivos no es rápido pero no se pierde por lavado. Entre los principales abonos nitrogenados amoniacales se encuentran:

1. La *urea* (46% N) que no es amoniacal directamente sino que en el suelo por acción de ciertas bacterias se transforma. Es el más usado por su fácil aplicación y su bajo costo.
2. El *sulfato de amonio* (21% N, 23% S) es utilizado como abono de base y como corrector de pH en suelos alcalinos.
3. El *amoniacado anhidro* contiene un 82 % de nitrógeno amoniacal. Es un gas licuado que se aplica a la presión desde un depósito instalado en un tractor. Se inyecta a una profundidad de 10 a 20 cm, según el suelo, donde se fija en el complejo absorbente.
4. El *nitrito sódico* (o nitrito de Chile) contiene un 16 % de nitrógeno y un 25 % de sodio, por su acción desfloculante, es perjudicial sobre la estructura del suelo. Como el nitrógeno que contiene está en forma nítrica, es fácilmente absorbido por los vegetales. Se presenta como un polvo de color blanquecino o amarillento y no plantea problemas de conservación.
5. El *nitrito cálcico* contiene el 15,5 % de nitrógeno. Es muy soluble en agua y absorbe la humedad de aire fácilmente, lo que es un inconveniente para su conservación y distribución.
6. El *nitrosulfato amónico* contiene un 26 % de nitrógeno, del cual 3/4 partes están en forma amoniacal y el resto en nitrito. El terreno sobre el cual se aplica debe tener cal. No ofrece problemas de conservación y se esparce a mano con

facilidad.

7. El *nitrate amónico* se emplea para preparar abonos compuestos y abonos líquidos mucho la humedad del aire, por lo que no se fabrica en forma cristalina. Para evitar este inconveniente se mezcla el nitrate amónico con carbonato cálcico o yeso, y se obtiene un producto granulado fácilmente aplicable a máquina.

#### 8.4.2 Abonos fosfatados

Los abonos fosfatados pueden dividirse en abonos de acción rápida y los de acción lenta. Entre los primeros se distinguen el superfosfato, el superfosfato triple, el fosfato amónico y huesos disueltos. Entre los segundos, las escorias básicas, las rocas fosfatadas molidas, la harina de huesos vaporizada y la harina de carne y hueso.

Los superfosfatos se obtienen por ataque químico de los fosfatos naturales con ácido sulfúrico; el resultado es una mezcla de fosfato monocálcico y bicálcico con yeso (este último componente representa la mitad del peso del abono).

1. El *superfosfato simple* es el abono fosfatado clásico. Es un producto de color gris, fino, fácil de esparcir en estado seco. Se obtiene en forma granular y en polvo. Este abono no acidifica el suelo, ya que la pérdida de calcio se compensa con el abono. A pesar de ser muy soluble en agua no se pierde por lavado. Una parte es rápidamente utilizada por la planta, mientras que el resto es liberado lentamente durante años.

2. Cuando el fosfato natural, la fosforita, es atacado con ácido fosfórico, en lugar de sulfúrico, se obtiene el *superfosfato triple* un producto con alto contenido en fósforo. Se diferencia del superfosfato normal en que no contiene yeso. Se expide en forma granular y en polvo. Un exceso de humedad aglomera el polvo. En forma granular no se aglomera, aun en grandes cantidades y durante períodos largos de tiempo.

3. El *fosfato amónico* aporta fósforo y nitrógeno al suelo. Se utiliza como base para preparar abonos complejos, agregándole nitrógeno y potasio en cantidades apropiadas.

4. Los *huesos disueltos* se obtienen tratando los huesos, sin grasa, con ácido sulfúrico, que transforma una parte del fósforo total en forma soluble en agua.

5. Las *escorias básicas* o *escorias Thomas* son un subproducto de la industria siderúrgica. Es un abono muy útil en suelos ácidos y, además, aportan hierro, manganeso, magnesio, cobre, cobalto y molibdeno. Están compuestas por un 6-20 % de fósforo insoluble. Por esta razón no son tan rápidas como los superfosfatos, no obstante una porción del fósforo resulta soluble en ácido débil y puede ser absorbido por los vegetales. Las escorias Thomas se presentan en forma de polvo fino y se conservan bien.

6. La *harina de huesos vaporizada* contiene una cuarta parte de fósforo insoluble en agua y casi no contiene nitrógeno. Se obtiene a partir de la molienda de huesos, una vez separadas las grasas. Por estar finamente molido se asimila mejor por las plantas. Se utiliza para la fabricación de abono compuestos. La harina de carne y hueso es muy utilizada en el abonado de hortalizas. (Contiene 4-15 % de fósforo insoluble en agua y, un 6 % de nitrógeno).

#### 8.4.3 Abonos potásicos

El potasio es un mineral que no se pierde por lavado, y los abonos potásicos

se pueden emplear antes de la siembra.

Se obtienen, generalmente, del tratamiento de minerales, previa depuración para separar el cloruro sódico siempre presente.

1. El *cloruro potásico* contiene un 60 % de potasio en forma de cloruro. Su color puede ser blanco, rojo o grisáceo, debido a las impurezas que lleva. Puede utilizarse en toda clase de cultivos menos en los sensibles al cloro (tabaco, lino), o los que son exigentes en azufre. Debe evitarse el contacto directo con las semillas.
2. El *sulfato potásico* (Arcanita) contiene entre un 48-52 % de potasio y un 18 % de azufre. Se recomienda para cultivos de invernadero. No tiene contraindicaciones pero es muy caro.
3. El *sulfato potásico - magnésico* se presenta en dos formas: el Sul-Po-Mag y la leonita. Resultan necesarios en suelos con carencia de magnesio.
4. El *nitrate potásico* contiene nitrógeno (14 %) y potasio (46-47 %) en forma asimilable por la planta y se usa en cobertera. Es soluble en agua, estable y no explosivo.

#### 8.4.4 Abonos complejos

Los abonos complejos son aquellos que están formados por varios ingredientes. Algunos especialistas distinguen entre abonos complejos propiamente dichos y mezclas fertilizantes. Los primeros resultan de reaccionar entre sí los elementos que lo forman; y los segundos se obtienen por la simple mezcla de ingredientes.

El total de abono se aplica de una sola vez, lo que significa una economía de costos de mano de obra y tiempo.

Por otra parte, ofrecen la posibilidad de realizar fertilizaciones óptimamente equilibradas, si se emplean abonos complejos fabricados industrialmente.

La proporción de cada elemento se mantiene constante y es uniforme en todo el espesor del suelo, con lo que se evita el peligro, producido por los abonos simples, de distribuirlos no uniformemente entre las distintas partes del campo.

A estas ventajas se oponen algunos inconvenientes. Su precio es más elevado que el de los abonos simples y para el agricultor poco preparado, se hace difícil la elección del tipo más adecuado, con lo que aumenta la posibilidad de cometer equivocaciones dañosas, debido al gran número de fórmulas comerciales.

Presentan una escasa elasticidad de dosificación de los distintos elementos nutritivos en función de las necesidades particulares (tipo de suelo distinto de una parcela a otra, etc.).

Es imposible distribuir, en el momento justo, elementos fertilizantes que por su naturaleza deberían ser empleados en tiempos distintos, como en el caso de los abonos fosfatados y potásicos, que tienen que ser distribuidos antes de la siembra o en el mismo momento, y los nitrogenados, que tienen que distribuirse después de la siembra, en cobertura. Los abonos complejos vienen marcados con un nombre y un número. El nombre puede ser genérico, basado en el número de elementos fertilizantes contenidos, o bien en el nombre de los elementos que aporta (por ejemplo: nitropotasa, fosfonitrogenado, P.K.N., etc.); o bien, el nombre puede ser el de la casa que lo produce o un nombre simbólico. Los números que siguen al nombre indican el título de los principales elementos fertilizantes contenidos.

Por convención, la primera cifra indica el contenido porcentual de nitrógeno,

la segunda el contenido de fósforo, expresado en anhídrido fosfórico, y la tercera el contenido porcentual de potasio, expresado en óxido potásico. Así, por ejemplo, un fertilizante con un título 6-12-9 tendrá una composición de un 6 % de nitrógeno, de un 12 % de anhídrido fosfórico y de un 9 % óxido de potasio.

## 8.5 *Abonos orgánicos*

Por abono orgánico se entiende todas las sustancias orgánicas, de origen animal, vegetal o mixto, que se añaden al suelo con el fin de mejorar su fertilidad.

El abonado orgánico constituye una técnica tradicional y muy eficaz para mejorar los cultivos, ya que mediante este sistema se añaden al suelo todas las sustancias necesarias para las plantas. No obstante, la proporción de nutrientes no es siempre la más adecuada, por lo que requiere el uso complementario de abonos minerales.

Los abonos orgánicos además de aportar al suelo sustancias nutritivas, influyen positivamente sobre la estructura del suelo y sirven de alimento a los microorganismos.

Los abonos orgánicos contienen nitrógeno en cantidades variables y lo liberan a un ritmo lento y paralelo a las necesidades del cultivo; por esta razón una distribución inicial única es suficiente para satisfacer las necesidades de nitrógeno del cultivo.

Los abonos orgánicos pueden ser de origen animal - como la orina, sangre, huesos, cuernos, deyecciones sólidas, residuos de pesca, etc.-, de origen vegetal - como la turba -, residuos de cultivos - semillas, hojas secas, algas, etc. -, y de origen mixto - como el estiércol, residuos de hogares, mantillos, etc.

### 8.5.1 *El estiércol*

Es el abono orgánico fundamental. Está constituido por una mezcla de deyecciones animales con paja. La paja cumple la función de cama. La celulosa es un componente de la cama, junto con la lignina, ceras, grasas, etc., que son sustancias complejas de descomposición lenta que liberan de forma paulatina los elementos minerales que contienen (entre éstos, el más importante es el fósforo).

Las heces están constituidas por sustancias proteicas complejas y por restos de comida no digerida. La orina contiene sustancias nitrogenadas, como la urea y el ácido úrico que, después de una rápida descomposición, son absorbidas por las plantas.

La composición del estiércol depende de los animales, de la cama, de la proporción entre paja y deyecciones, de la alimentación de los animales, de la fertilización realizada, del modo de fabricar el estiércol, etc.

El estiércol no debe añadirse al terreno en estado fresco; por una parte, porque es muy heterogéneo, y por otra, porque las deyecciones concentradas queman los vegetales.

Después de algunos meses en el estercolero, el estiércol fresco se convierte en estiércol hecho, que por una serie de transformaciones bioquímicas forma una masa homogénea, en composición y en estructura, de color negro, pastosa, casi inodora y que no pierde fácilmente amoníaco. Durante el almacenamiento del estiércol deben evitarse o reducirse los procesos oxidativos; es decir, se debe impedir parcialmente la penetración de aire, lo cual se consigue formando montones bien apretados, hasta una altura de 2 metros y procurando humedecer

el montón con purín.

Durante 2-3 meses la masa emite mucho calor, se reduce y se apelmaza; este estiércol medianamente hecho es útil para abonar suelos arcillosos. Después de 6 meses el estiércol está totalmente maduro y en este estado es parcialmente adecuado para abonar suelos arenosos y de consistencia media.

Si se mantiene el estiércol durante más tiempo en el estercolero, por ejemplo durante más de un año, se transforma en un mantillo, seco y poroso, útil sólo en horticultura.

El estercolero más simple y difundido es el que consiste en una fosa en la que se recoge el líquido percolante de la masa, valioso para los cultivos.

En zonas húmedas es aconsejable cubrir los estercoleros con un techo.

Las explotaciones que no tienen suficiente ganado para transformar toda la paja en estiércol pueden recurrir al estiércol artificial. A un lecho de paja de 60-80 cm de espesor se le añade agua o purín, en un volumen tres veces superior, y una ligera capa de estiércol natural para acelerar la fermentación. Posteriormente, al fermento se le añade abono nitrogenado no nítrico, para favorecer la multiplicación de bacterias. Cuando empieza la fermentación, paralelamente aumenta la temperatura (50-60 °C), se comprime enérgicamente la masa, se riega la masa abundantemente y se pone una nueva capa de paja, y se repiten todas las operaciones.

En algunos casos la paja se entierra directamente en el terreno, sin descomposición previa. Pero en estos casos, el nitrógeno contenido en el suelo es empleado para el proceso de descomposición, lo que ocasiona una disminución de dicho elemento.

Si se hace descomponer el estiércol, o materiales orgánicos de distinta naturaleza, junto con una cantidad de tierra, sometiéndolo a una serie de manipulaciones se obtiene el compost, llamado por algunos autores mantillo. Este material tiene las mismas características del humus, incluso incrementadas. Resulta muy útil cuando se mezcla con arena para preparar las camas para sembrar.

Para prepararlo se reúnen residuos vegetales animales de toda clase en un lugar fresco o en un hoyo, se depositan capas que se van alternando con tierra y pueden añadirse abonos minerales y estiércol.

#### *8.5.1.1 Utilización del estiércol*

El estiércol, tanto natural como artificial, hay que utilizarlo pronto, a ser posible en otoño, de modo que su descomposición esté ya avanzada al llegar la época de siembra o de plantación.

Es preferible enterrarlo justo después del transporte sobre el campo para evitar pérdidas de nitrógeno, que pueden ser muy importantes si se deja bastante tiempo formando montones sobre el terreno.

EL estiércol debe aplicarse a los cultivos de escarda (maíz, girasol, soja, etc.), ya que son los que obtienen mayores beneficios y en los cuales las malas hierbas pueden ser destruidas con la escarda. Generalmente es un error estercolar los cereales, porque contiene semillas de malas hierbas, deja blando el suelo y los cereales lo prefieren apelmazado, aporta gérmenes que pueden producir enfermedades como el mal de pie y, sobre todo, aporta nitrógeno y otros elementos nutritivos muy tarde después del invierno.

EL estiércol se utiliza a grandes dosis. Una estercoladura media se sitúa sobre los 30 ton/ha y cuando se trata de mejorar las propiedades físicas del suelo se

utilizan dosis más fuertes: 40-50 ton/ha.

Unas 30 ton/ha de estiércol maduro aportan al suelo una media de 150 Kg de nitrógeno, 90 Kg de ácido fosfórico y 180 Kg de potasa; ahora bien, estos elementos fertilizantes sólo están disponibles después de la mineralización y su acción fertilizante se hace sentir durante años.

### 8.5.2 Abonado en verde

Este método consiste en cultivar plantas de crecimiento rápido y enterrarlas en el mismo suelo con el fin de mejorar sus propiedades y formar humus.

El abonado en verde está difundido en zonas donde se practica la agricultura intensiva con poco o nada de ganado.

El abonado en verde puede ser total - o abonado en verde propiamente dicho - cuando se entierra toda la masa vegetal, o bien parcial, cuando sólo se entierra una parte de la hierba producida (por ejemplo, sólo se entierra el último corte de un prado). A veces se entierran vegetales que han crecido en otro lugar, por ejemplo, algas, helechos, etc.

Si las plantas se entierran en estado joven, su descomposición es muy rápida, y producen la mejora del suelo, rápida liberación de nutrientes, pero poco aporte de humus. Si, por el contrario, se entierran plantas en estado adulto, la descomposición es lenta, pero el incremento de humus es mayor.

Las plantas que se emplean con el fin de ser enterradas son las habas, vicia, trébol, entre las leguminosas; avena, centeno, entre las gramíneas; y la colza y mostaza entre las crucíferas.

Las plantas enterradas devuelven al suelo los elementos fertilizantes que han sido absorbidos, pero, además, aportan materia orgánica al suelo, captan nitrógeno en estado de nitratos, evitando su pérdida y acumulan en el horizonte superior del suelo elementos que antes se hallaban en horizontes inferiores (fósforo y potasa).

Si el abonado en verde constituye una buena solución al problema del humus en las regiones de regadío o donde llueve bastante, sobre todo en primavera y verano, es necesario destacar que en las regiones secas este tipo de abonado compite por el agua con el cultivo que vaya después. Por lo tanto las ventajas del abonado verde se anulan en las regiones donde el agua es factor limitante de la producción.

El riego es la aplicación artificial de agua a un terreno con el fin de suministrar a las plantas cultivadas la humedad necesaria para su desarrollo.

A pesar de ser una práctica antiquísima, actualmente el riego atraviesa un período de renovado interés. Las necesidades nutricionales de una población que crece día a día imponen un aumento de la producción vegetal, y uno de los medios más seguros y eficaces para lograr dicho aumento lo constituye el riego.

Los cultivos que más se benefician con el riego son los frutales, las hortalizas y los cultivos de escarda de ciclo primavera-verano.

En los sistemas de producción vegetal de hoy en día donde se emplean grandes cantidades de fertilizantes para aumentar los rendimientos, el agua disponible para las plantas pasa a ser un factor muy importante. Por esto independientemente de las precipitaciones de la zona, es aconsejable complementar los fertilizantes con el riego.

### **9.1 Tipos de riego**

Además de ejercer una acción benéfica sobre la producción complementando las exigencias hídricas de las plantas, el riego manifiesta sus efectos sobre la producción de varias maneras.

#### **9.1.1 Riego fertilizante**

Esto ocurre cuando el agua de riego contiene sustancias nutritivas para las plantas, las cuales pueden aumentar la fertilidad del suelo o corregir una deficiencia.

#### **9.1.2 Riego lixiviante**

Este tipo de riego se emplea para el "lavado" artificial de un suelo con un elevado contenido de sales.

#### **9.1.3 Riego térmico**

En este tipo de riego no se tiene en cuenta el aporte de humedad, sino que se aprovecha la baja conductividad térmica del agua para proteger a las plantas de las temperaturas extremas.

#### **9.1.4 Riego complementario**

Es el que se utiliza como medio de ayuda a las labores o al acción de los herbicidas. Mediante un riego complementario se pueden lograr las condiciones ideales para el laboreo del suelo. También puede resultar útil regar para aumentar la eficacia de un herbicida, ya que muchos de estos necesitan un suelo húmedo para actuar.

#### **9.1.5 Riego climatizante**

Es un tipo de riego muy utilizado en invernaderos y viveros para favorecer el enraizamiento de esquejes, y consiste en nebulizar continuamente el agua sobre los esquejes para que permanezcan constantemente húmedas

### 9.1.6 Riego humectante

Es el riego normal o total que suministra en forma continua agua a un cultivo durante todo su ciclo.

En casos extremos el riego humectante puede ser de apoyo o de socorro. El riego de apoyo se realiza para permitir al cultivo superar una etapa crítica, por ejemplo en el transplante o para asegurar la germinación. El riego de socorro se aplica en cultivos en los que no está previsto el riego, pero que por condiciones adversas pueden llegar a necesitarlo

## 9.2 Suelo y riego

Para evaluar la aptitud del suelo que se pretende regar se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ topografía: pendiente, uniformidad
- ✓ perfil: espesor, permeabilidad del subsuelo
- ✓ contenido de sales y pH: especialmente en suelos alcalinos
- ✓ estructura: sobre todo la estabilidad
- ✓ propiedades hidrológicas: velocidad de infiltración, capacidad de campo y potencial hídrico.

## 9.3 Clima y riego

El clima es fundamental cuando se proyecta instalar un sistema de riego. Es necesario conocer el régimen pluviométrico, los vientos y la evapotranspiración durante el periodo de regadío. Conocer los vientos de la zona puede orientar la elección hacia ciertos sistemas de riego. En lo que respecta a las precipitaciones, los sistemas de riego deben ser calculados partiendo de las frecuencias esperadas de los periodos de sequía. El conocimiento de la evapotranspiración es útil para calcular la cantidad de agua necesaria para un cultivo, ya que el riego reintegra el agua evapotranspirada por el suelo cultivado.

## 9.4 La técnica del riego

### 9.4.1 Cantidad de agua

Cada cultivo tiene necesidades de agua diarias, mensuales y totales, en relación con su evapotranspiración. Las necesidades máximas se dan cuando el clima es más caluroso y seco o cuando el desarrollo foliar es máximo. Obtener estos valores de evapotranspiración es fundamental para establecer la cantidad de agua.

Conociendo estos valores máximos podemos dimensionar el equipo para riego de acuerdo a las necesidades del establecimiento.

### 9.4.2 Momento de riego

Normalmente bajo riego y con miras a obtener altos rendimientos, es necesario mantener el nivel de humedad en el suelo en no menos del **50 %** del total de humedad disponible. A partir de este punto la mayoría de los cultivos comienzan a perder rendimiento por estrés hídrico. Por eso se aconseja comenzar a regar antes de alcance dicho valor.

La **humedad disponible** es el agua que se encuentra en el suelo entre los valores de **capacidad de campo** (30 Centibares) y **punto de marchitez permanente** (1500 Centibares). Como valores medios de **humedad disponible** podemos decir que un suelo franco esta al 50 % cuando la tensión es de 60 a 70 Centibares, y para un suelo pesado dicho porcentaje alcanza una tensión de 100 - 120 Centibares.

## 9.5 *Sistemas de riego*

### 9.5.1 *Riego por aspersión*

Este sistema, que consiste en aplicar el agua en forma de lluvia, actualmente pasa por una etapa de renovado interés debido a la aparición de equipos para regar grandes extensivo. Todos los equipos utilizados para riego por aspersión están formados básicamente por: *una fuente de aprovisionamiento de agua, una bomba para impulsar o extraer el agua, uno o varios filtros, una cañería principal o "madre" para la conducción del agua, una cañería secundaria para la distribución del agua a los aspersores y los aspersores propiamente dichos.* Entre los equipos de riego por aspersión encontramos:

- a) *Equipos con cañerías portátiles de acople rápido*
  - b) *Equipos de pivote central*
  - c) *Equipos de avance lateral*
  - d) *Equipos de cañón*
  - e) *Equipos con alas regadoras*
- a) Los *equipos con cañerías portátiles de acople rápido* se utilizan en cultivos de bajo porte (hortalizas), en los cuales son colocados sobre el suelo y separados de acuerdo con la capacidad de riego de los aspersores. El cuerpo principal de estos equipos lo constituyen caños de aleación liviana, donde se encuentran los aspersores, los cuales se unan entre sí por un sistema de acople rápido facilitando el traslado de un lote a otro.
  - b) Los *equipos de pivote central* son los autopropulsados con movimiento circular y tiene una gran capacidad de riego. En estos equipos, la cañería secundaria y los aspersores están montados sobre una estructura con ruedas, dándole así movilidad al equipo. Además, por ser de funcionamiento casi automático, son muy aconsejables para grandes extensiones. La desventaja que presentan estos equipos es que requieren grandes caudales de agua y eliminar todos los obstáculos que impidan el movimiento de las barras aspersoras.
  - c) Los *equipos de avance lateral* son de funcionamiento similar a los anteriores; lo que los diferencia es que en vez de ser de movimiento circular, los de avance lateral se mueven en forma paralela a las líneas de siembra. Es por eso que para su funcionamiento necesitan una fuente de agua que acompañe su recorrido (generalmente un canal). Sus ventajas e inconvenientes son semejantes a los de pivote central.
  - d) Los *equipos de cañón*, también llamados *autopropulsados a enrollador con cañón regante*, se componen de un tubo flexible de polietileno que concluye en un gran aspersor (cañón) montado sobre un carro portante. El paso del agua por una turbina produce la energía necesaria para que la bobina del carretel enrolle el tubo flexible y arrastre el cañón regador. La principal ventaja de estos

equipos radica en la gran flexibilidad operativa, ya que son fáciles de trasladar. Y su principal inconveniente es el gran consumo de energía para su correcto funcionamiento.

- e) Los *equipos con alas regadoras* constan de un tubo flexible de polietileno que concluye en unas barras aspersoras montadas sobre un carro portante. Su funcionamiento es similar a los equipos de cañón.

### 9.5.2 Riego por goteo

Este sistema se basa en la aplicación del agua en forma de gotas lo más cerca posible de la planta, mediante el uso de *goteros* montados sobre tubos de plástico. Los *goteros* pueden aplicar distintos volúmenes de agua (1 a 10 litros por hora) según las características del cultivo a regar.

La mayor ventaja de este sistema se centra en el uso racional del agua; puesto que solo se moja una pequeña superficie alrededor de la planta, lo que también implica un menor volumen total del agua empleada para el riego.

### 9.5.3 Riego por inundación de surcos

El riego por inundación de surcos es el más antiguo y más común de los sistemas de riego. Dicho sistema consiste en hacer correr el agua por las líneas del cultivo, donde previamente se ha aporcado, siguiendo la inclinación de la pendiente.

Los principales inconvenientes de este sistema son el alto volumen de agua utilizado, el riesgo de erosión y la mala distribución del agua aplicada.

### 9.5.4 Riego por inundación de parcelas

Es el sistema utilizado en los arrozales. Consiste en subdividir el terreno con camellones formando parcelas de 1 o 2 Has las cuales son llenadas con una capa relativamente gruesa de agua.

### 10.1 Invernaderos

Un invernadero o invernáculo es un lugar protegido donde se cultivan plantas en condiciones controladas.

Cultivar en invernadero es la cumbre de la agricultura de los años 90. Confortables, en estas especies de burbujas artificiales, sabiamente climatizadas, crecen en un estado físico impecable durante los doce meses del año desde tiernas espinacas a sugestivas orquídeas, de plantines a árboles de frutales a verduras. Bajo techo parece que todo va mejor en la actualidad ya que con este recurso los agricultores sonríen ante los zigzagueos climáticos, tierras desnutridas y limitaciones topográficas para lograr producciones en escala y dar hasta productos primicia que cubran las demandas del mercado. Es decir, para cultivar bajo techo, el único límite es la imaginación. Costumbre que comenzó a expandirse hace décadas en los países fríos del hemisferio norte, ahora se instala en el país convertida en una herramienta valiosa para horticultores y también para floricultores.

En la Argentina, aunque todavía no hay cifras concretas sobre la superficie sembrada dentro de cúpulas, la región pionera en adoptar el sistema es la correntina. Allí debutaron con tomates 11 años atrás. Fenómeno en expansión, pero con futuro, vale la pena conocer cuáles son los pro y los contra de su adopción.

El explosivo desarrollo experimentado por los cultivos forzados en la Argentina, más parecido al caso español que al resto de los países de Europa, trajo aparejadas algunas dificultades: el salto en la escala de producción aún hoy no ha encontrado su contraparte en un sistema de comercialización y distribución acorde con esta nueva realidad; no obstante, las ventajas derivadas de la adopción del invernadero son variadas, y entre ellas se pueden mencionar:

Aumento de la producción debido a un rendimiento superior en condiciones de cultivos protegidos. En algunos casos los resultados triplican los de la producción al aire libre.

- a) *Mayor precocidad, capacidad de cultivar en contraestación y, por consiguiente, más alta rentabilidad.*
- b) *Mayor calidad del producto obtenido.*
- c) *Menor incidencia en los cultivos de las inclemencias climáticas (granizo, heladas, tormentas, fuertes vientos, etcétera).*
- d) *Mejor aprovechamiento del agua disponible para el riego, menor consumo.*
- e) *La potencial utilización de riego localizado incrementa aún más esta ventaja.*
- f) *Mayor control de plagas y pestes.*

Naturalmente, no todo es una maravilla. En el reino del bajo techo hay ciertos inconvenientes. Entre las principales desventajas aparece el costo de instalación (depende de los materiales y de la tecnología elegidos, pero en general oscila de \$ 2 a \$ 15 el metro cuadrado), el complejo manejo de las plagas que atacan a las plantas (son afectadas por hongos y algunos insectos porque en el interior se produce un microclima limitado para el crecimiento vegetal, lo cual obliga al monitoreo constante de las mismas), la provisión de energía para hacer funcionar los calefactores (gasoil, gas natural comprimido, leña o kerosene) y la necesidad de regular constantemente la ventilación.

Claro que poner un invernadero sobre sus pies no es tan fácil como parece, aun cuando se vendan listos para surgir en escena. Antes de elegir el tipo correcto, hay que tener en cuenta dos puntos: qué se quiere producir y el precio de venta de ese producto en el mercado para ver si conviene o no cultivar lo bajo cubierta y con métodos sofisticados. Definidos ambos aspectos con claridad, es factible iniciar la búsqueda del que más se adapte a los requerimientos y a cada una de las necesidades del productor.

Múltiples son las formas de los invernaderos. Los más populares son los llamados estilo Almería (dan protección simple y se utilizan para hacer horticultura económica), los túneles formados por caños, y las complejas estructuras con automatización de riego, temperatura y ventilación (sirven para flores y plantines). Este último, por supuesto, es el más caro del grupo.

Cualquiera sea la estructura, la base de cualquier invernadero es el balance térmico energético que tenga (depende de la recepción y pérdida del calor). Cuanto menos energía artificial consuma, es más redituable y mejora el negocio.

En cuanto a los techos, tres son los grandes tipos: plano, a dos aguas y curvo. ¿Cuál es el mejor? Según especialistas, los aplausos por la eficiencia se los lleva el curvo, el cual por su diseño recibe mayor cantidad de calor y genera menos pérdida. El único problema que puede presentar al momento de la selección es el costo, que resulta un tanto superior al de sus colegas.

Independientemente de tamaños y aspecto, el rey de los invernaderos es de una sofisticación digna de colonias espaciales. Se arma con perfiles estructurales livianos unidos con canaletas intermedias para descargar el agua pluvial. Recubierto con coberturas translúcidas de policarbonato, tiene ventilación cenital y frontal forzada, riego por goteo, calefactores que distribuyen el aire por tubos de polietileno perforado para lograr calor parejo y riego localizado (microaspersión, nebulización o goteo) que se usa también para aplicar agroquímicos. Viene con sistemas de monitoreo del pH, humedad, temperatura, luminosidad, detección de riqueza de dióxido en la atmósfera, automatización de la ventilación y de la incidencia de la luz sobre el cultivo, sistema de iluminación accesorio para prolongar, cuando es necesario, la luz diurna (hay lámparas especiales) y techos móviles (cual mamparas de las casas japonesas) para dar sombra.

En el interior de los invernaderos los cultivos se realizan directamente en el piso o en mesadas y todo está computarizado con alarmas e indicadores de cambios. Para hacer el negocio más efectivo, sobre las bandejas se emplean macetas "speelding" con cavidades o potes tipo "jiffy" que son pequeñas macetitas de turba en las que se coloca la semilla y al crecer la planta no hace falta sacarlas del recipiente para transplantarla. Se mudan tal como están, ya que se trata de material biodegradable; solución que libera a los plantines del estrés generado por el cambio abrupto de espacio. Las mesadas generalmente son fijas y hay carriles internos por los que circulan plataformas con ruedas que transportan cuidadosamente las plantas de una a otra punta de la sala.

En el país ya hay empresas que los ofrecen listos para introducirlos en los campos, y cuando se los diseña a pedido es posible obtener casi todos los materiales necesarios en el mercado. Entre los plásticos para cobertura hay algunos interesantes como son las películas de polietileno de 200 micrones de espesor y de 8 a 10 metros de ancho. Normalmente estos plásticos duran dos años y el resultado depende de la calidad y del lugar donde estén ubicados. En cuanto a los tubos

para calefacción y cañerías de riego de plástico, oferta no falta mientras no sean perfiles muy sofisticados para invernáculos de techos a dos aguas.

### 10.1.1 Construcción del invernadero

El invernadero se compone, básicamente, de una estructura y una cubierta. Para la primera se puede apelar a diversos materiales como el aluminio, hormigón y hierro, aunque la madera es la más difundida entre los hortifloricultores de la región pampeana. Su bajo costo y la posibilidad de realizar con ellas un rápido y fácil montaje de la estructura son las principales razones de su generalizada utilización.

El tipo de invernadero más común en esta zona es el de madera de eucalipto de 6 a 10 metros de ancho por un largo variable de entre 50 y 100 metros, con techo a dos aguas y apareados de a dos, tres y hasta cuatro por módulo, de tipo capilla. En el caso de invernaderos adosados, el número límite de unidades varía según el tipo de cultivo (los de porte alto limitan sensiblemente la ventilación) y su orientación de tipo este - oeste, como habitualmente se recomienda, determinará la proyección de sombra de una sobre otra.

En términos generales se aconseja no trabajar con más de tres unidades (triple capilla), considerando el caso de estructuras no mayores de los 10 metros.

La altura del invernadero se relaciona estrechamente con el volumen de aire que este es capaz de limitar: cuanto mayor sea la masa de aire, mayor será también su capacidad para regular la temperatura en términos de equilibrar valores extremos o neutralizar cambios bruscos. Esto es particularmente importante en el caso de cultivos de porte alto, en los cuales la homogeneidad de las condiciones ambientales internas del invernadero tiene una fuerte influencia en los rendimientos. Así es que las recomendaciones actuales señalan alturas máximas del orden de los 2,5 metros para la canaleta y 3,5/ 3,8 metros para la cumbrera.

Entre las distintas partes componentes de un invernadero encontramos:

**Cimientos.** Para el caso de los invernaderos construidos con madera, el enterrado de postes resulta suficiente, en general, como para dotar de un buen sostén a la estructura en su conjunto (siempre que se trate de condiciones de clima normal). La profundidad del pozo en la que se entierran los postes verticales varía entre los 0,70 y 1 metro.

**Puertas.** Para el invernadero artesanal de madera se utilizan puertas pequeñas con el único fin de permitir un cómodo acceso al operario y sus herramientas, a diferencia de otras estructuras más complejas en donde éstas son anchas para permitir el ingreso de un tractor. Para este tipo de invernadero se prevé el desmontado de los frentes para realizar así los trabajos de suelo necesarios en la instalación de un cultivo.

**Ventanas.** Son las máximas responsables para una correcta ventilación del invernadero siendo sumamente importante que abran y cierren bien, ya que de esta manera permiten una buena ventilación o mantienen la temperatura interior deseada, según cada caso.

Para este tipo de estructura construida a partir de madera, la ventilación se realiza levantando gran parte del polietileno que cubre los laterales. Es por ello que en la tarea de construcción del invernadero deberían estar previstos los distintos sistemas que permitan una adecuada sujeción del plástico a fin de evitar deterioros o imprevistos.

El circuito natural de aire en un invernadero sigue un modelo según el cual el aire caliente se concentra a lo largo de la línea central y asciende hasta alcanzar el máximo nivel en la cumbre, la abertura o ventilación cenital de un invernadero representa la liberación más eficiente de esa masa de aire caliente según un efecto de tipo chimenea. Las aberturas o ventanas laterales (preferentemente en la porción superior de las paredes) constituyen un buen complemento para alcanzar una apertura efectiva total que llegue, como mínimo, a un 25% de la superficie cubierta.

**Canaletas.** El invernadero requiere, además, de un sistema de evacuación del agua de lluvia; si bien existen numerosas variantes para su construcción, un aspecto importante a tener en cuenta es el de que la canaleta posea una adecuada pendiente que sea lo suficientemente ancha para evitar inconvenientes de filtrado hacia el interior, donde se encuentran los distintos cultivos.

La cobertura es el elemento que ejerce la verdadera protección del plantío, ofrece una barrera contra los factores atmosféricos adversos (frío, lluvias, etc.) y permite un mejor aprovechamiento de aquellos favorables (luz y calor).

El polietileno es el más utilizado de los materiales para cubrir la estructura de madera. Los productores, generalmente, utilizan el polietileno llamado de larga duración (LD) para cubrir los laterales del invernadero y el de larga duración térmico (LDT) para la parte superior del mismo. Puede decirse que a mayor grosor, mayor será la resistencia y durabilidad. También habrá una más alta capacidad de retención durante la noche de la energía acumulada en el transcurso del día. Un polietileno de 150 micrones permite una retención del 80% de la energía, lo cual puede representar un incremento de 1 a 4 grados centígrados.

La ubicación de los invernaderos es otra de las variables para asegurar un óptimo resultado de la producción: la elección de un terreno alto y saneado puede evitar inundaciones y permitir al mismo tiempo, un fácil acceso.

Además de las buenas condiciones de la tierra, de ser posible utilizando como guía un análisis de suelo (pH), es necesaria la disponibilidad de servicios en las inmediaciones, básicamente de agua energía eléctrica.

En el momento optar por la ubicación del invernadero, una vez localizado el terreno, se recomienda considerar, en especial, dos factores climáticos: la radiación solar (generalmente tendiendo a incrementarla durante el invierno) y los vientos dominantes (sobre todo para limitar sus efectos desfavorables)

La orientación este - oeste contempla o persigue el primero de los objetivos aunque ello estará limitado por la dirección de los vientos. De todas maneras bien puede superarse el problema conjugando la orientación con elementos relacionados con la estructura.

## **10.2 Media Sombra**

La temperatura y la radiación son factores que inciden sobre los procesos biológicos de las especies animales y vegetales, y sus puntos extremos generan situaciones desfavorables para su mejor desarrollo. El buen manejo de estas variables en las actividades agropecuarias busca hacer más eficiente la obtención del producto final. Así existen métodos que son relativamente fáciles de aplicar y de bajo costo por área de producción, como los conocidos por "media sombra" o "zaram".

Las medias sombras son mallas tejidas de polietileno o polipropileno, que generalmente se presentan como tramas de tipo malla inglesa con dimensiones de 4,20 metros de ancho por 100 metros de largo, aunque incluso pueden tener otras medidas. También son variables los porcentajes de sombreado, ya que esto depende de la trama más o menos cerrada; los valores son de 35, 50, 65 y 80 por ciento. Además, existen distintos colores, que se emplean según las especies cultivadas.

En los últimos años comenzó a utilizarse este método en distintas aplicaciones, y en muchos casos se encuentra en etapa de experimentación, ya que en cultivos como el tomate se debe utilizar hasta cierta altura de crecimiento del cultivo, porque luego la planta tiende a desarrollarse en forma desmedida, en contra del crecimiento del tomate, lo que perjudica el producto final. En este y otros aspectos, la información de las bondades y limitaciones de la media sombra se extrae de la experiencia práctica de cada productor. De todos modos, existen ejemplos a seguir en cada uno de los sistemas, adaptados según el usuario.

La instalación de la media sombra se amolda a la estructura previa de los tinglados con que cuenta cada productor. Para hacerlo correctamente hay que tener en cuenta que los puntos de unión son los más importantes.

Para ello existen diferentes tipos de broches: planos y "sapitos". Por los primeros pasa un alambre y la malla se hace corrediza, los segundos se usan para realizar tensados o conexiones fijas sobre el alambre.

La media sombra en invernaderos suele usarse como control de la luminosidad y temperatura durante las épocas estivales. En floricultura existen cultivos de ornamentales que necesitan, por el origen de su hábitat, un nivel de luminosidad semejante al que obtienen en su sotobosque. Su eficiencia se encuentra en sombras que oscilen entre el 65 y el 95 por ciento, de acuerdo con cada especie (plantas de interior u orquídeas).

En estructuras de madera, se adhiere la malla con listones de madera sobre travesaños y cumbreras. Es recomendable dar una separación entre la malla y el polietileno, ya que si es colocada directamente provoca un aumento de temperatura en la malla media sombra, que transmite por conducción al polietileno y éste a su vez, hacia el interior del invernadero (lo que disminuye la eficiencia del enfriamiento buscado).

El efecto de sombreado es más beneficioso si se hace una estructura de tipo bastidor, a unos 10 cm sobre la superficie del polietileno. De esta manera actúa como potencial protección antigranizo. Los productores de especies de hoja (lechugas, repollos, acelga, por ejemplo) suelen utilizar estructuras planas muy semejantes a las de los ganaderos y se aprovecha el máximo poder del sombreado. En estos casos se recomienda un sombreado del 50 al 65 por ciento y en tomate y pimiento sólo entre el 35 y el 50 por ciento. En zonas donde los vientos fuertes castigan a los invernaderos se puede emplearlas mallas media sombra como cortinas. Se recomienda que su trama no sea muy cerrada, ya que la idea central es filtrar el golpe de la masa de aire.

## Actividad N° 1

### Construcción de la calicata

1. Para construir la calicata hay que cavar una fosa de 2 m de largo, 1 m de ancho y 1,2 m de profundidad; la misma debe realizarse sobre terreno plano y libre de vegetación.
2. Las paredes de la calicata deben ser lisas y parejas para una mejor identificación de los horizontes.
3. Una vez terminada la excavación se procede a la identificación de los horizontes, señalando a que profundidad comienza cada uno tomando como punto 0 el nivel del terreno.
4. Luego de señalar los horizontes se toman pequeñas muestras de cada uno para comparar la textura al tacto.
5. Al finalizar la comparación de la textura los alumnos redactarán sus conclusiones en forma individual y grupal.

## Actividad N° 2

### Procedimiento para el muestreo de suelos

1. Dividir el campo en parcelas homogéneas, en función de su apariencia, color de tierra, desarrollo de los cultivos, etc. En cada parcela se hará un muestreo por separado y no debe ser mayor a 10 has.
2. Una vez dividido el campo, se tomarán una serie de submuestras (entre 15 y 40) de cada parcela en zigzag, colocándolas en una bolsa limpia.
3. Para que cada submuestra sea representativa, debe hacerse un hoyo de unos 30 cm de profundidad, y cortarse con una pala una faja de suelo de todo el perfil. El hoyo no es necesario si se utiliza algún utensilio de laboratorio.
4. En plantaciones de arboles, además de la muestra tomada como indica el punto 3, se aconseja tomar submuestras entre los 30 y 60 cm de profundidad. Dichas submuestras no deben mezclarse.
5. La tierra obtenida del muestro de la parcela debe mezclarse bien, tomando una muestra de aproximadamente 500 g para enviar al laboratorio. Cada muestra enviada debe estar bien rotulada, indicando la parcela y la profundidad.

### Actividad N° 3

#### Materia orgánica del suelo

1. Toma dos frascos de vidrio de boca ancha.
2. Construye dos cestillos con alambre de tejido de malla fina.
3. Selecciona dos terrones de suelo: uno debajo de un alambrado y el otro de un suelo de agricultura.
4. Llena los dos frascos con agua hasta pocos centímetros de borde.
5. Introduce los cestillos con los terrones lentamente en los frascos.  
Observar lo que ocurre y sacar conclusiones.

#### Actividad N° 4

##### Movimiento del agua capilar en el suelo

1. Para esta demostración se necesitan 3 cilindros de plástico, 3 frascos de boca ancha, trozos de paño y tela adhesiva.
2. Cubre una de las bocas de cada cilindro con un trozo de paño y sujetas con tela adhesiva.
3. Coloca los cilindros dentro de los frascos con la boca tapada hacia abajo.
4. Llena los cilindros con las siguientes muestras:
  - a) arena
  - b) suelo de agricultura
  - c) suelo debajo de un alambradoLas muestras deben estar molidas y secas.
5. Llena los frascos con igual cantidad de agua sin mojar las muestras del cilindro.
6. Observa y anota lo que ocurre.

## Actividad N° 5

### Retención del agua en el suelo

Se requieren 2 frascos, 2 tubos de lampara, 2 trozos de paño, tela adhesiva y una balanza.

1. Toma una muestra de suelo con signos de falta de materia orgánica y la otra de un campo bien manejado o de un campo natural.
2. Deja secar las muestras, luego pesárlas. (Deben ser iguales)
3. Verte cada muestra en los tubos, los cuales deben tener una de las bocas tapadas con un trozo de paño.
4. Coloca los tubos dentro de los frascos con la boca tapada hacia abajo y volcar dentro de cada tubo iguales cantidades de agua.
5. Observa cuanto tiempo se requiere para que el agua comience a gotear, que cantidad de agua libera cada muestra y cuanto tiempo continua goteando.
6. Elabora conclusiones

## Actividad N° 6

### Las partículas del suelo

1. Llena u frasco de vidrio hasta 2/3 de su capacidad con agua limpia.
2. Agrega suelo al frasco hasta casi el borde y tapar el frasco.
3. Agita enérgicamente el frasco y dejar reposar hasta que se asienten todas las partículas.
4. Coloca un papel blanco al lado del frasco y trazar un diagrama mostrando las distintas capas.
5. Repite la practica con distintos tipos de suelo.
6. Saca conclusiones

## Actividad N°7

### Esquejes apicales de tallo

1. Prepare una bandeja con compost, arena y turba en partes iguales.
2. Elija la punta de un brote al menos con 2 pares de hojas sanas y un ápice vegetativo. Corte por debajo del segundo par de hojas.



3. Prepare los esquejes cortando el tallo por debajo de una hoja.



4. Quite el par inferior de hojas.



5. Unte la superficie de corte con polvo hormonal de enraizamiento. Sacuda el exceso.
6. Haga hoyuelos en el compost con una varilla o un lápiz.
7. Ponga los esquejes de modo que su extremo llegue al fondo del hoyo y las hojas queden a nivel del compost.
8. Riegue y tape bien con polietileno. Destape los esquejes 5 min. por día para evitar podredumbres y asegúrese de que el compost no se seque. Retire la tapa a los 21 días y cuando los esquejes hayan crecido póngalos en macetas.

## Actividad N° 8

### Esquejes de hojas

1. Prepare una bandeja con una capa de drenaje (grava) y otra de compost y 1 cm de arena fina.
2. Elija hojas sanas y córtelas por la base.



3. Coloque la hoja sobre una superficie dura y córtela en trozos de 2,5 cm a lo ancho. Haga un pequeño corte en el extremo cercano a la base de la hoja original.



4. Hunda cada trozo hasta la mitad en la arena, procurando que la parte cubierta sea la más próxima a la base de la hoja original.



5. Riegue bien y cubra con polietileno. Destape 5 min. por día y no deje secar el compost. Mantenga a temperatura de 21 °C.
6. Cuando las plantitas tengan 2 o 3 hojas, sáquelas del compost y sepárelas con cuidado de la hoja vieja. Póngalas en macetas individuales

## ACTIVIDAD N° 9

### Esquejes de tallo en agua

1. Tómelos en primavera antes de que aparezcan las flores.
2. Ponga 3 ó 4 trozos de carbón vegetal en un tarro poco profundo y llénelo hasta 2/3 con agua.
3. Cúbralo con papel de aluminio de cocina fijándolo con una goma o un cordel. Haga varios agujeros pequeños en el papel con un lápiz.
4. Corte de la planta unas ramitas de unos 8 cm.



5. Introduzca el tallo por el agujero y haga otro tanto con los otros.



6. Cuando se formen nuevas raíces retire los tallos del agua y póngalos en macetas pequeñas. Tenga cuidado para no estropear las delicadas raíces.
7. Riegue bien y cúbralos con un polietileno durante algunos días para proporcionar más humedad.

## ACTIVIDAD N° 10

### Acodo Aéreo

Esta técnica se usa tanto en primavera como a finales de verano.

1. Seleccione las ramas de la planta que tengan un grosor de 1 a 2 cm.
2. Elimine las hojas donde hará el acodo, dejando por sobre este 4 a 6 hojas. Efectúa una incisión en el tallo.



3. En la parte distal de la rama ate un trozo de polietileno. Coloque dentro del polietileno el sustrato humedecido en cantidad necesaria.
4. Ate a la parte proximal de la rama el polietileno.



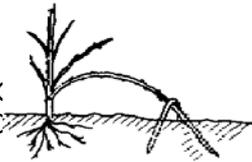
5. Controle periódicamente la humedad del sustrato. Cuando observe las raíces bien desarrolladas corte la rama y enmacete individualmente.



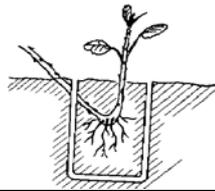
## ACTIVIDAD N° 11

### Acodo simple

1. Se dobla la rama hasta que la punta toque el suelo. Se entierra la punta y se mantiene la planta en posición vertical. Se llama esta técnica acodo simple.



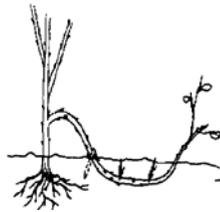
2. Unas semanas después, la punta del tallo ya se ha convertido en una nueva planta con raíces.



## ACTIVIDAD N° 12

### Acodo compuesto

1. Se dobla la rama y se cubre el tallo con tierra. Algunos frutales requieren que la rama quede alternadamente cubierta y descubierta, a lo largo del tallo. El extremo del tallo debe quedar descubierta.



2. En cada sección enterrada, se forman las raíces adventicias que producen una nueva planta.

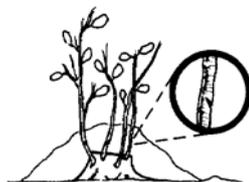
### ACTIVIDAD N° 13

#### Acodo en montículo

1. Corte el tronco de la planta madre a ras del suelo en invierno.



2. En primavera, cuando los brotes tienen unos 30 cm. se forma alrededor de la planta un montículo con el sustrato.



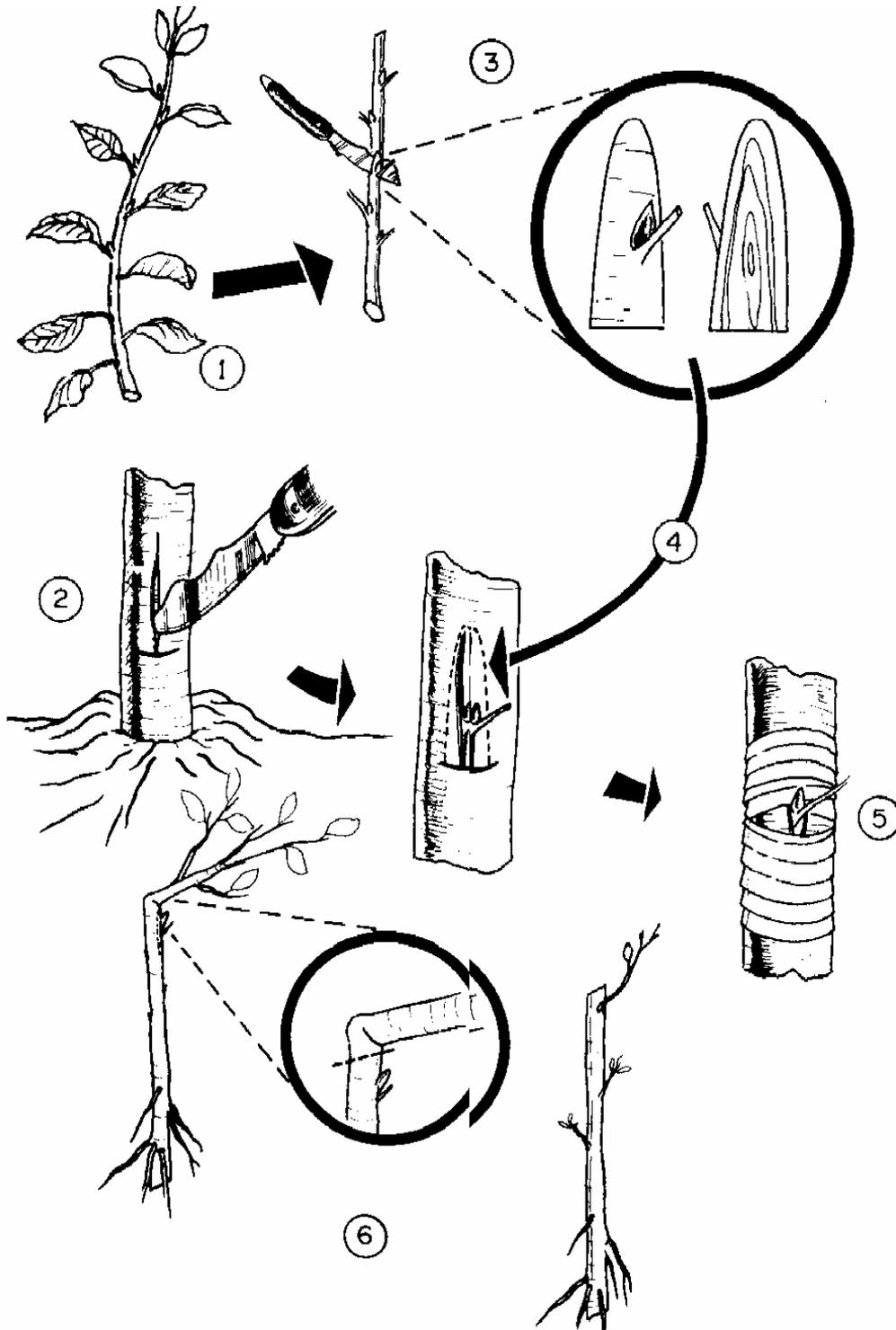
3. Durante el verano crecerán las raíces en los brotes nuevos.
4. Al invierno siguiente saque el sustrato que recubre las ramas con cuidado y sepárelas de la planta madre. Enmacete o plante en lugar definitivo.

## Actividad N° 14

### Injerto de yema

1. Seleccionar ramas para la obtención de yemas y protegerlas para que no se sequen. Las yemas vegetativas suelen ser más delgadas y más alargadas que las yemas fructíferas. Estas últimas no se usan. Las yemas en la mitad del tallo son las mejores.
2. Alistar el patrón, quitando ramitas y yemas no deseadas. Limpiar el tallo con un trapo. Hacer un corte en forma de "T" normal o invertida. Primero se hace un corte horizontal de 1 cm. Después se hace un corte vertical de 2 cm de largo. La "T" normal se corta de abajo hacia arriba. La "T" invertida requiere un corte de arriba hacia abajo. Con el otro lado del cuchillo se suelta la corteza a ambos lados.
3. Alistar el escudete. Se acerca la rama con la yema hacia el operador. Se hace la incisión por debajo de la yema sin tocar el cambium con la mano. La yema, preferiblemente con un peciolo para agarrar, debe llevar la menor madera posible.
4. Colocar la yema en la incisión. Cuidarse de no invertir la dirección de la yema. Empujar la yema hacia adentro con ayuda del cuchillo. Cortar la parte sobrante que no quepa en la abertura para que se unan las heridas. El tiempo entre incisión y amarre debe ser lo más corto posible.
5. Amarrar con cinta o tela de cera. Empezar abajo y fijar arriba. Cuanto mejor sea el contacto y cuanto menos aire haya entre la unión, tanto más éxito se puede esperar. Debe atarse suficientemente fuerte y controlarse constantemente. En caso de éxito, se desprende el peciolo fácilmente. En caso de fallar, se repite la misma operación en el otro lado del tallo.
6. Al pegarse el injerto, se quita parte del tallo del patrón. Doblar el tallo puede también estimular el desarrollo de la unión. Más tarde se corta el tallo del patrón. Continuamente se deben eliminar los chupones.

*Ver pagina siguiente*



## Actividad N° 15

### Injerto de púa

#### Ingles Simple

1. Seleccionar el patrón y la púa de un mismo grosor, con un mínimo de 7 mm. El corte debe ser liso y largo. El cambium de ambas partes debe coincidir perfectamente.
2. Acoplar o pegar las partes y amarrarlas firmemente con cinta con el fin de lograr un buen contacto.
3. Proteger la unión aplicando parafina o cera.

#### Lengüeta

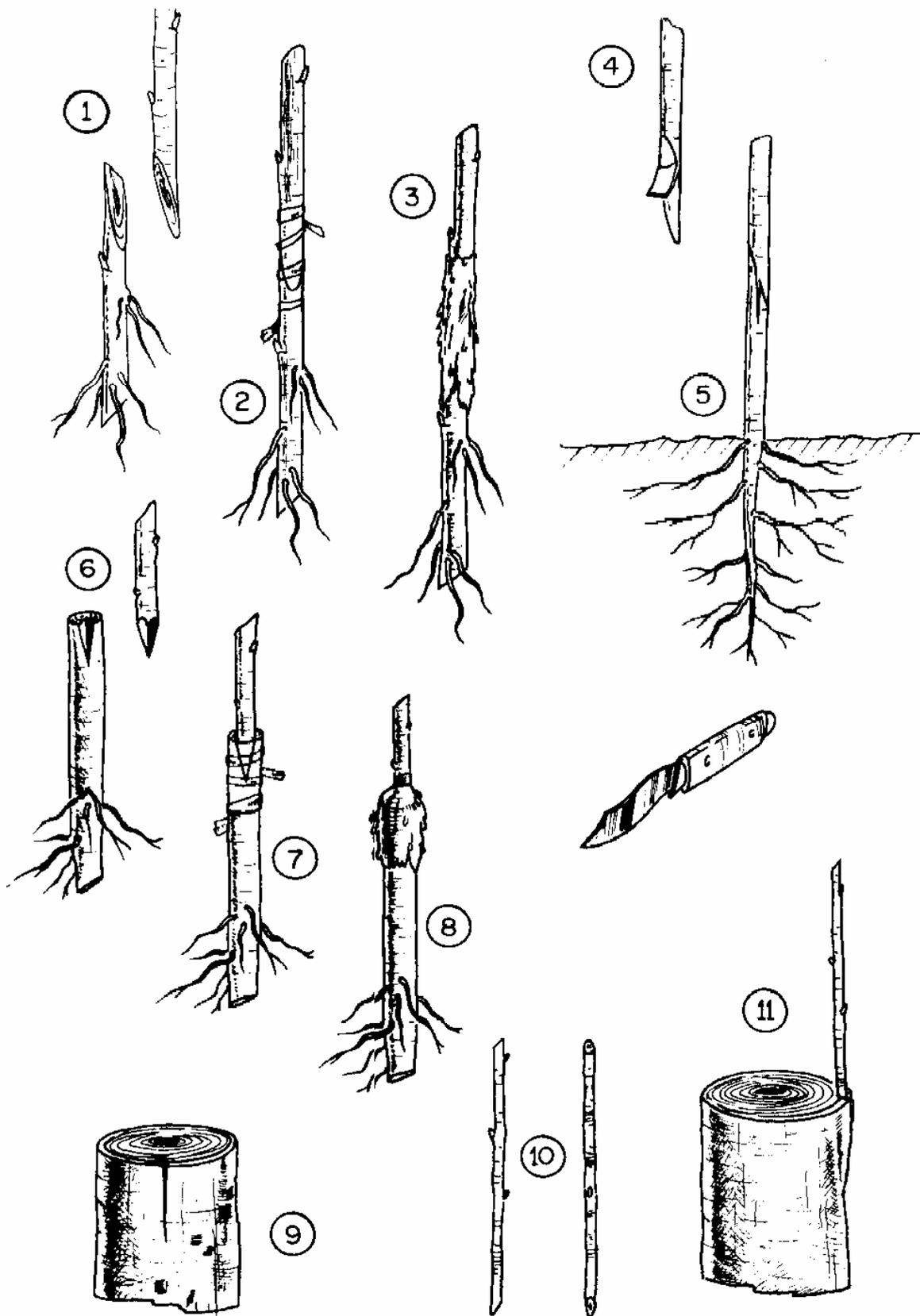
4. Además del corte simple, se hace un corte vertical y se hace una pequeña rajadura en ambas partes.
5. Incrustar las partes buscando la máxima superficie de contacto entre el cambium. Luego, se amarra y se aplica cera.

#### Hendidura clásica

6. Se hace una incisión triangular oblicua al costado. El corte debe ser largo para que haya suficiente superficie de contacto.
7. Se prepara la púa. Se le hacen dos cortes, de tal modo que la púa encaje bien en la abertura del patrón sin que queden espacios entre ambos.
8. Colocar la púa, amarrarla y aplicar cera.

#### Corona

9. Después de cortar los patrones, que en este caso son las ramas de un árbol ya crecido, se hace una incisión vertical en la corteza.
10. Se prepara la púa haciendo un solo corte liso y largo.
11. Se levanta una o las dos esquinas de la corteza del patrón y se empuja la púa hacia adentro. Luego, se amarra firmemente y se aplica cera a toda las heridas. Debe cuidarse que la cera no esté demasiado caliente.



Actividad N° 16

**Regulación del equipo pulverizador**

Datos a obtener:

A. Distancia recorrida por el equipo a velocidad de trabajo en 1 minuto.  
B. Volumen de agua arrojada por 1 pico en 1 minuto a presión de trabajo.

C. Ancho de la barra o botalón.

D. Numero de picos.

$A \times C = E$  (Superficie cubierta por el equipo en 1 minuto, expresar en has.)

$B \times D = F$  (Volumen de agua arrojada por el equipo en 1 minuto, expresar en lts.)

$F / E =$  Volumen de agua arrojada por ha (lts/ha)