

franja debajo de la superficie del suelo o al lado o debajo de la semilla (Foto 13). Esta aplicación se puede realizar a mano o por medio de equipos especiales de siembra (*sembradora de semilla y fertilizante*). Es preferible usarlo para cultivos en hileras, que tienen relativamente grandes espacios entre las filas (maíz, algodón y caña de azúcar). En los cultivos sembrados en laderas, el número de granos de fertilizante recomendado es aplicado en la hilera o en el hueco de siembra, debajo, o al lado de la semilla y cubierto con tierra. Se debe tener mucho cuidado que ningún fertilizante sea colocado demasiado cerca de la semilla o de la plántula para evitar la toxicidad, es decir daño por quemazón de las raíces.



Foto 13. Aplicación de fertilizantes en banda.

Tomada de: <http://images.google.hn/imgres?imgurl=http://biocofya.com/images/d3.jpg&imgrefurl=http://biocofya.com/dosificaciones>.



Foto 14. Aplicación de riego por goteo.

- ♦ **Aplicación por el sistema de riego:** consiste en diluir los fertilizantes y aplicarlos a través del sistema de riego (normalmente riego por goteo), esto permite que las plantas puedan absorber de manera inmediata los nutrientes aplicados (Foto 14). Normalmente se utilizan fertilizantes que sean solubles en agua para evitar daños a los sistemas de tuberías y de distribución del riego.

13.2. Abonos foliares

La fertilización foliar es la nutrición que se desarrolla a través de las hojas y se utiliza como un complemento a la fertilización del suelo.

Bajo este sistema de nutrición la hoja juega un papel importante en el aprovechamiento de los nutrientes. Los factores que influyen en la fertilización foliar pueden clasificarse en tres grupos:

- ♦ Factores que corresponden a la planta.
- ♦ Factores ambientales.
- ♦ Formulación del fertilizante foliar.

Dentro de los aspectos de la planta, se analiza la función de la cutícula, los estomas y ectodesmos en la absorción de los nutrientes; en el ambiente: la temperatura, luz, humedad relativa y hora de aplicación. En la formulación foliar se analiza el pH de la solución,

surfactantes y adherentes, presencia de sustancias activadoras, concentración de nutrientes en la solución.

Actualmente se sabe que la fertilización foliar puede contribuir en la calidad y en el incremento de los rendimientos de las cosechas y que muchos problemas de fertilización al suelo se pueden resolver fácilmente mediante la fertilización foliar. Se reconoce que la absorción de los nutrientes a través de las hojas no es la forma normal y nunca suple la fertilización al suelo, sólo es un complemento.

La hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones que permiten la absorción de los nutrientes y la translocación de éstos a los lugares de la planta de mayor demanda.

El abastecimiento de los nutrientes a través del suelo está afectado por muchos factores de diferentes tipos: origen del suelo, características físicas, químicas y biológicas, humedad, plagas y enfermedades. Por esta razón, habrá casos en que la fertilización foliar sea más ventajosa y eficiente para ciertos elementos que la fertilización al suelo y en otros casos en que simplemente no sea recomendable el uso de la fertilización foliar.

Sin embargo, la fertilización foliar no puede cubrir los requerimientos de aquellos nutrientes que la planta necesita en grandes cantidades (N, P, K).

La fertilización foliar, debe utilizarse como una práctica para complementar los requerimientos de nutrientes o corregir deficiencias de aquellos nutrientes que no existen o no se pueden aprovechar eficientemente mediante la fertilización al suelo.

Penetración de los nutrientes en el tejido de las plantas

Cuando nos referimos a la penetración de nutrientes, podemos definir dos movimientos:

- ♦ Hacia el tejido desde el exterior, que se conoce como absorción.
- ♦ Desde el punto de penetración hacia otras partes de la planta, conocido como translocación (Fig. 10).

La **absorción** puede ser realizada a través de diversos elementos que existen en el tejido. La penetración principal se realiza directamente a través de la cutícula y en forma pasiva. Los primeros en penetrar son los cationes (elementos con carga positiva) dado que éstos son atraídos hacia las cargas negativas del tejido y se mueven pasivamente de acuerdo al gradiente (de alta concentración afuera, a baja concentración adentro). Luego de un cierto período, los cationes que se han movido hacia dentro modifican el equilibrio

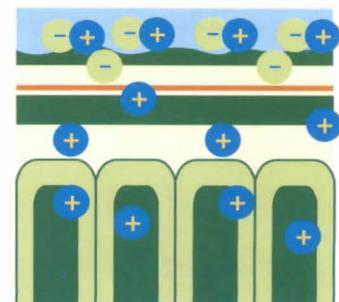


Fig. 10.
Absorción de nutrientes.

eléctrico en el tejido interno provocando que éste sea menos negativo y más positivo. Los aniones (elementos con carga negativa) comienzan a penetrar el tejido como se ha descrito para los cationes.

La absorción tiene lugar también a través de los estomas, que tienen su apertura controlada para realizar un intercambio de gases y el proceso de transpiración. Se sabe que estas aperturas difieren entre las distintas especies vegetales, en su distribución, ocurrencia, tamaño y forma. En la mayoría de los cultivos, la mayor parte de los estomas están en la superficie inferior de la hoja (envés).

Translocación

Luego de que los iones hayan penetrado comienza su transporte hacia las diferentes partes de la planta y esto se conoce con el nombre de translocación, la cual se realiza mediante dos mecanismos:

1. Transporte célula a célula, conocido como "movimiento apoplástico".
2. Transporte a través de los canales vasculares, conocido como "movimiento simplástico".

El **movimiento apoplástico** describe el movimiento desde una célula hacia otra. El transporte de nutrientes de una célula a otra se da por difusión (de mayor a menor concentración), este proceso se da por medio de los plasmodesmos, que son canales microscópicos que conectan una pared de la célula con otra permitiendo el transporte y la comunicación entre ellas.

El **movimiento simplástico**, describe la descarga del ion en el sistema vascular. El transporte de los nutrientes se hace a través de toda la planta, desde los puntos de absorción hacia los puntos donde la planta requiere los nutrientes para su metabolismo.

El movimiento de los nutrientes en la planta está dado por la movilidad de los iones dentro de la misma, por lo tanto, los nutrientes se dividen en tres grupos:

1. Móviles: Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Azufre.
2. Parcialmente móvil: Zinc, Cobre, Hierro y Manganeso.
3. Poco móvil: Calcio y Magnesio.

Limitaciones de la fertilización foliar

A pesar que la nutrición foliar se describe como un método de aplicación que podría ayudar a solucionar una serie de problemas que se encuentren en las aplicaciones al suelo, no es perfecta y tiene sus limitaciones:

- ♦ Tasas de penetración bajas, particularmente en hojas con cutículas gruesas y cerosas.
- ♦ Se lava con la lluvia.
- ♦ Rápido secado de las soluciones de lo cual no permite la penetración de los sólidos.
- ♦ Tasas limitadas de traslado de ciertos nutrientes.
- ♦ Cantidades limitadas de macronutrientes, que pueden ser suministrados.

14. EL SUELO Y LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

Para un manejo eficiente del suelo el agricultor debe mejorar las características deseables del mismo con buenas prácticas agrícolas. Estas prácticas deberán ser técnicamente comprobadas, económicamente atractivas, ambientalmente seguras, factibles en la práctica y socialmente aceptable, para asegurar una elevada y sostenible productividad. Los componentes importantes de las buenas prácticas agrícolas son:

Adecuación correcta del terreno:

- ♦ Elaboración de obras de conservación de suelos (cultivo en curvas a nivel).
- ♦ Drenaje de zonas susceptibles a la acumulación de agua.
- ♦ Adecuada mecanización del terreno. Nunca cuando el suelo está húmedo o mojado porque lo compacta y vuelve más duro (Foto 15).



Foto 15. Preparación del terreno para siembra.

Mantenimiento del suelo:

- ♦ Reposición de la materia orgánica (Foto 16).
- ♦ Control del pH del suelo.
- ♦ Selección y aplicación correcta de los fertilizantes.



Foto 16. Incorporación de materia orgánica en parcelas.

Manejo del cultivo:

- ♦ Selección de semillas de calidad de una variedad de alto rendimiento.
- ♦ Selección del mejor momento y método apropiado de siembra.



Foto 17. Muestreo de plagas en maíz.

- ♦ Densidad de siembra y población de plantas óptima.

- ♦ Medidas apropiadas para el control de plagas y enfermedades (Foto 17).
- ♦ Aplicación de riego.

Aplicación de fertilizantes:

- ♦ Todas las aplicaciones de fertilizantes deben ser registradas, indicando el sector donde se aplicó, edad del cultivo, dosis, forma de aplicación y producto aplicado.
- ♦ En el caso de la fertilización nitrogenada se recomienda fraccionar la dosis según estados de mayor demanda en los cultivos y así evitar pérdidas de Nitrógeno por lluvias intensas u otros factores.

Almacenamiento de fertilizantes:

- ♦ Se debe disponer de una bodega o un área de almacenamiento de fertilizantes, la cual debe ser techada, cerrada, mantenerse limpia y seca (fotos 18 y 19).
- ♦ Los fertilizantes deben almacenarse separados del grano cosechado y de los productos fitosanitarios.
- ♦ El fertilizante almacenado debe estar alejado del suelo (por ejemplo; piso de cemento, sobre plástico, uso de tarimas).
- ♦ Los fertilizantes deben almacenarse en su empaque original y llevar un registro de existencias en la bodega.
- ♦ La zona de almacenamiento de los fertilizantes debe estar señalizada con un cartel en su entrada que indique el uso de la misma por ejemplo: almacenamiento de fertilizantes.



Foto 18.
Mal almacenamiento de fertilizantes.



Foto 19. Correcto almacenamiento de fertilizantes.

Cuidados de la maquinaria y equipos de aplicación:

- ♦ La maquinaria y el equipo utilizado deben ser calibrados con la frecuencia necesaria.
- ♦ Esta maquinaria y equipo deben mantenerse protegidos (preferiblemente bajo techo) limpios y en buen estado.
- ♦ Realizar mantenimiento mecánico de estos equipos y maquinaria, por lo menos una vez al año (Foto 20).

- ♦ Se deben registrar las calibraciones y mantenimientos hechos a los equipos de aplicación.
- ♦ La maquinaria de aplicación de fertilizantes, así como otros vehículos o máquinas deben tener un sitio específico para su lavado, evitando que el agua residual del lavado contamine las fuentes de agua.



Foto 20. Cuidado de maquinaria y equipo.

Recomendaciones generales:

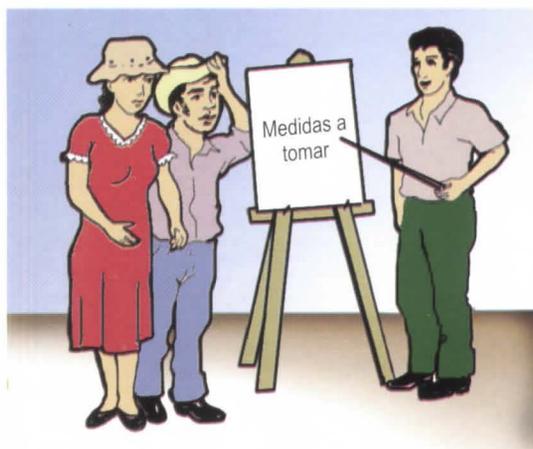


Fig. 11. Comunicando recomendaciones.

- ♦ Se deben tener procedimientos establecidos para casos de accidentes y emergencias, procedimientos de higiene y para atender los riesgos identificados en el trabajo (Fig. 11).
- ♦ El trabajador que muestre síntomas de enfermedad o tenga lesiones abiertas (heridas), que no puedan cubrirse debidamente, deberá ser retirado de las actividades, cuidando su bienestar personal.
- ♦ Los supervisores deben estar familiarizados con los síntomas de las enfermedades infecciosas, para que puedan tomarse las medidas de seguridad necesarias.
- ♦ Se debe disponer de botiquines de primeros auxilios, bien equipados y accesibles al personal (cerca de la zona de cosecha y de lugares donde se manipulen sustancias de cuidado o se maneje maquinaria peligrosa).
- ♦ La ropa y equipo de protección deben estar en buenas condiciones y tener todos los elementos completos, según lo indiquen las instrucciones de las etiquetas de los productos y plaguicidas aplicados. Deben limpiarse después de su uso y almacenarse en un sitio ventilado, separado de los plaguicidas y de otros productos químicos que puedan contaminarlos.
- ♦ Los trabajadores deben tener acceso a una zona limpia para guardar sus alimentos, un lugar designado para comer, así como instalaciones para beber agua y lavarse las manos.

Equipo recomendado para la manipulación de fertilizantes:

- ♦ Botas de hule
- ♦ Guantes plásticos o de látex
- ♦ Overol.



Fig. 12.
Equipo de protección.

- ♦ Gafas protectoras
- ♦ Mascarilla cuando por el tipo de producto se requiera (Fig. 12)

Medidas de seguridad e higiene:

- ♦ Mantener un buen aseo personal.
- ♦ Respetar los carteles “use los baños” y “lávese las manos”.
- ♦ Recuerde lavarse las manos después de usar los baños.
- ♦ Una vez terminada la actividad, la persona debe ducharse y lavar los elementos de protección (Fig. 13).

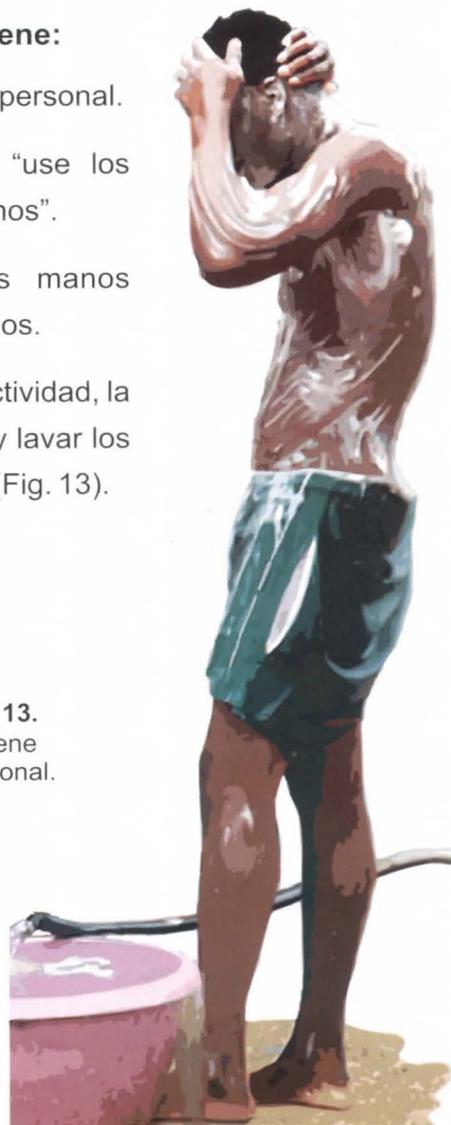


Fig. 13.
Higiene personal.

ELABORACIÓN DE COMPOSTERA DE PILA

Objetivo:

Enseñar a los estudiantes a construir una compostera de pila.

Paso 1.

Escoger un sitio apropiado. La abonera debe ubicarse cerca de una fuente de agua y de la parcela donde el compostaje se va a aplicar. En el caso de la abonera de pila, una buena opción es ubicarla debajo de un árbol frutal, como la mata de plátano, cuyas hojas protegerán contra el exceso de lluvia y brindarán sombra para reducir la evaporación. Obtener los materiales necesarios: zacate, estiércol de animales, hojas secas, desperdicios vegetales de cocina (Fig. 14).

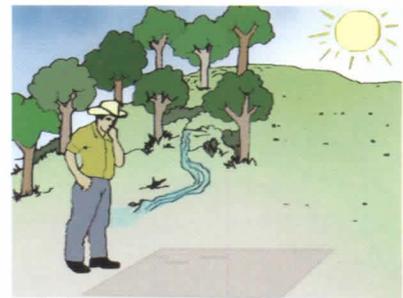


Fig. 14. Escogencia de sitio apropiado.

Paso 2.

Una abonera debe consistir en porciones iguales de materiales maduros/fibrosos y materiales altos en nitrógeno como el estiércol fresco, el zacate tierno y las hojas de leguminosas, como el frijol de abono.

Reunir los materiales en montones separados, picando el zacate y los residuos de los cultivos en pedazos pequeños y aporreando el estiércol. Entre más pequeños los pedazos más rápidamente se descompondrán (Fig. 16).



Fig. 15. Preparación de materiales de la abonera.

Paso 3.

Los diferentes materiales deben colocarse juntos y revueltos en la pila o fosa, de manera que no queden separados en capas distintas. La abonera debe montarse haciendo capas sucesivas de 20 a 30 cm de grosor. Después de hacer la primera capa se colocan cuatro a cinco palos verticalmente, o sea uno por metro cuadrado (Fig. 16). Estos sirven de respiradero para la aireación y



Fig. 16. Agregado de agua suficiente.

la entrada de agua y mantienen la humedad. Con cada capa terminada, se debe agregar suficiente agua para lograr una humedad adecuada.

Paso 4.

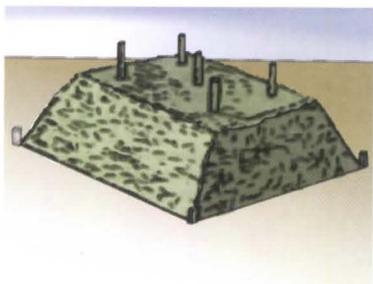


Fig. 17. Abonera terminada.

Al terminar la abonera, ésta se debe cubrir con una capa de zacate para protegerla contra el resecado por el sol o por lluvia excesiva. A los tres o cinco días se deben quitar los palos de los respiraderos, dejando libre los hoyos (Fig. 17). Así se deja la abonera unos 25 a 35 días, revisando su humedad de vez en cuando. Se hace la revisión metiendo la mano en los respiraderos. Si el material se siente seco, se debe agregar agua a través de los respiraderos.

Paso 5.



Fig. 18. Volteo de la abonera.

Al pasar unos 25 a 30 días, debe voltearse la abonera (Fig. 18). Se mezcla bien el material y se remoja de nuevo. Deben volverse a colocar los palos de los respiraderos. Luego, la abonera se deja nuevamente otros 25 a 30 días, hasta voltearla otra vez. Debe seguirse repitiendo el volteo al intervalo indicado, hasta estar listo el compostaje. Cabe hacer notar que el compostaje puede utilizarse antes de ponerlo bien desmenuzado, con tal de que el material se encuentre en un estado manejable.

CÓMO DIAGNOSTICAR Y RESOLVER FALLAS DE LAS ABONERAS

Falta de calentamiento:

Una abonera debe empezar a calentarse notablemente a los dos o tres días de fabricarse. De hecho, el calor puede alcanzar los 65 a 70 °C dentro de la pila e indica el funcionamiento adecuado de los microorganismos. Con el tiempo, el calor va bajando, subiendo de nuevo un poco cada vez que se voltea la pila. Las causas más comunes del calentamiento inadecuado son la falta de suficiente humedad y/o de nitrógeno, las cuales son necesarias para la proliferación y funcionamiento vigoroso de los microorganismos. Otra causa es el tamaño inadecuado de la pila, lo que no permite guardar el calor.

Olor de gas amoníaco:

Este olor indica un exceso de Nitrógeno en la pila y falta de aireación. Para reducir la volatilización y pérdida de este nutriente valioso, se debe incorporar materiales bajos en Nitrógeno, tales como zacate maduro u hojas secas. Otra opción es agregar suelo a la pila para absorber el Nitrógeno, pero esto agrega peso innecesario.

Abonera: lugar donde se colocan diferentes materiales para su descomposición y formación de compost o abonos orgánicos.

Abono verde: cultivo de alta densidad, a menudo una leguminosa, sembrado con el propósito de incorporar la planta al suelo para mejorar la fertilidad del mismo.

Biomasa: acumulación de materia seca y fresca por las plantas.

Compost: es el resultado de la descomposición de diferentes materiales (desechos vegetales, animales muertos, estiércol de animales). El producto de esta descomposición es el humus; sustancia que generalmente tiene un buen efecto al mejorar los componentes físicos, químicos y biológicos del suelo.

Conservación de suelos: distintas prácticas u obras que se realizan para evitar la pérdida de suelo.

Drenaje: estructuras (canales) para sacar el agua estancada de un lugar.

Fertilizante: compuesto elaborado en un laboratorio o en una fábrica para proporcionar nutrientes a las plantas.

Nutriente disponible: nutriente que se encuentra en el suelo y la planta puede absorberlo para utilizarlo en sus procesos metabólicos.

- Arévalo, G. Material de la clase de manejo de suelos y nutrición vegetal. Zamorano. 2007.
- Cadahía, C. Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales . Madrid: Mundi-Prensa. 2008. __p
- Carillo, J. Evaluación de densidad de siembra de tomate (*Lycopersicum esculentum*) en invernadero. Agronomía Mesoamericana. 2003. 85-88 pp
- Especificaciones Técnicas de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de maíz. 2008. En línea. http://www.buenaspracticass.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=140#XIII.%20MEDIDAS%20DE%20SEGURIDAD
- Hasing, T. Evaluación agroeconómica de cuatro programas de fertilización y dos sustratos en tomate (*Lycopersicum esculentum*) bajo macrotúnel en Zamorano. Revista Científica Ceiba. 2002. 5-7 pp
- Navarro Blaya, Simón. Química Agrícola: El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal (2a ed). España: Mundi-Prensa. 2008.
- Ortiz, G. Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento. México. Editorial Limusa. 2004. 348p
- Pineda, A. Lombricultura. Instituto Hondureño del Café. 1^{ra} ed. Tegucigalpa. Litografía López. 2006. 38p
- PROMIPAC. Guía de Salud de Suelos. Manual para el cuidado de la salud de suelos. Zamorano, COSUDE. Proyecto PROMIPAC. 2004. 154p
- Villalobos, Francisco J. Fitotecnia: Bases y tecnologías de la producción agrícola. España: Mundi-Prensa, 2008.
- Vieira, M. Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas de ladera. CENTA-FAO-PASOLAC. 1998. 135p