

## 9.2. Composición de los fertilizantes

La composición de un fertilizante es la cantidad de nutriente que contiene. En los fertilizantes simples, las unidades que se consideran para el cálculo de su composición son las siguientes:

N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , CaO y MgO, el resto de los nutrientes se valora en su forma elemental.

La composición de un fertilizante compuesto se indica por tres números que corresponden a los porcentajes de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  se denomina concentración a la suma de la riqueza de los tres elementos del fertilizante complejo.

Ejemplo:

Un fertilizante ternario 15-15-15 tiene una concentración nutricional de 45% con contenidos de 15%, 15% y 15% de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , respectivamente. Es decir, que en un quintal de 15-15-15 posee 15 libras de N, 15 libras de  $P_2O_5$  y 15 libras de  $K_2O$ , el 55% restante de la composición del fertilizante es material inerte.

Si hay más números, corresponde a otros nutrientes; en su orden: CaO, y MgO y S

## 10. CARACTERÍSTICAS DE LOS FERTILIZANTES Y ENMIENDAS

### 10.1. Fertilizantes minerales o inorgánicos

#### Presentación de los fertilizantes

La presentación del fertilizante determina a menudo las condiciones de utilización y la eficacia del mismo. Los fertilizantes se presentan en estado sólido o líquido.

Los sólidos pueden ser:

- En polvo
- Cristalinos
- Granulado: permite que la distribución mecánica sea uniforme. El 90% de las partículas presenta diámetros entre 1 y 4 mm. La forma deseable es la esférica.
- Perlado: granulado de tamaño muy uniforme.

Los líquidos pueden ser aplicados a los cultivos, ya sea al momento de la siembra o después de la emergencia. Son formulaciones que se logran elaborar a través de la mezcla de diferentes materiales que contienen los nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos. Se presentan en forma de suspensiones para ser diluidas en agua, aplicadas a los cultivos y, usa sistema de riego o por aplicación foliar.

### Propiedades químicas de los fertilizantes

Las principales propiedades químicas que poseen los fertilizantes son las siguientes:

- ♦ **Solubilidad:** en agua o en otros compuestos.
- ♦ **Reacción del fertilizante en el suelo:** ácida o básica, en función del efecto que tenga el fertilizante sobre el pH del suelo.
- ♦ **Higroscopicidad:** es la propiedad de un fertilizante de absorber humedad del ambiente y se mide como el valor de humedad relativa a partir del cual el fertilizante empieza a absorber agua. En general, la higroscopicidad es proporcional a la solubilidad del fertilizante. La absorción de agua provoca la disolución de parte de las partículas, con lo que se deshace la estructura física del fertilizante. Al volver a secarse, se forman terrones en lugar de los gránulos iniciales, lo que dificulta su distribución mecánica.

### 10.2. Enmiendas del suelo (acondicionadores)

Son materiales capaces de provocar cambios en ciertas propiedades o características del suelo. A continuación se mencionan los principales:

#### Mejoradores de condiciones físicas y biológicas

Los productos orgánicos (residuos vegetales, estiércoles, compost, etc.), si son utilizados en grandes cantidades, mejoran las condiciones de estructura del suelo, porosidad y almacenamiento de agua, entre otros, por lo tanto son considerados acondicionadores del suelo.

#### Correctores de acidez

Reaccionan con el agua del suelo liberando aniones básicos OH, lo que provoca el aumento del pH (reducción de la acidez). Como consecuencia de ello, aumenta la actividad biológica y tiende a mejorar la estructura del suelo, así como a mejorar la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes; entre los materiales utilizados para corregir las condiciones de bajo pH en el suelo tenemos:

**Cal agrícola:** es la piedra caliza molida que es usada para mejorar el pH del suelo. Esta cal puede estar contaminada con tierra, por lo tanto el contenido de carbonato ( $\text{CaCO}_3$ ) no debería ser menor del 75%.



**Cal dolomítica:** roca molida, rica en carbonato de Calcio y Magnesio, cuyas concentraciones varían dependiendo de la fuente (mina y tipo de roca). Puede ser manipulada por el agricultor, puesto que no se trata de un producto cáustico. Su reacción en el suelo es relativamente lenta (>60 días), pero su efecto generalmente es prolongado (3-5 años).

**Cal hidratada:** es la piedra caliza quemada, a la cual se le ha agregado agua para que se desintegre en partículas finas. Es usada para subir el pH del suelo. Puede causar quemaduras a los humanos si la cal hace contacto con la piel al haber sudor o estar mojado.

Una buena distribución de la cal en el suelo es esencial para su reacción (Foto 7), por lo que la distribución al voleo en cobertura y el mezclado en la capa arable con implementos de discos, luego de la aplicación, asegura la efectividad del trabajo de encalado. El arado tiende a ubicar el producto de encalado en el fondo de la capa arable, por lo que no resulta un implemento adecuado. En sistemas de no remoción de suelo, como la siembra directa o la labranza mínima, la alternativa es la aplicación en bandas o al voleo en superficie, siendo en este caso la reacción más lenta y no tan completa. Siempre se debe incorporar la cal al suelo; no dejarla en la superficie.

### Momento del encalado

Para que la cal produzca el efecto deseado debe ser aplicado 2 a 4 meses antes del establecimiento del cultivo, según la solubilidad del producto utilizado. Durante el primer año de la aplicación, la reacción progresa rápidamente pero conforme pasa el tiempo su reacción disminuye. Generalmente el pH más alto resultante del encalado se alcanza entre el segundo y tercer año de la aplicación. Esta práctica no corrige permanentemente la acidez del suelo, ya que la extracción de nutrientes por los cultivos, el lavado de los nutrientes producido por las lluvias y el efecto de acidificación del suelo por algunos fertilizantes como la urea o los sulfatos, pueden ocasionar el retorno a los valores de acidez que tenía el suelo antes del encalado. Por lo tanto, es recomendable efectuar análisis de suelo cada dos años para diagnosticar las necesidades de un encalado de mantenimiento.



**Foto 7.** Encalado del suelo.

Tomada de: [http://3.bp.blogspot.com/\\_VOAg0353qBk/RyS0u43hycl/AAAAAAAAABmU/X30Cc8ht6zk/s320/fertilizado.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_VOAg0353qBk/RyS0u43hycl/AAAAAAAAABmU/X30Cc8ht6zk/s320/fertilizado.jpg)

**Cantidad de cal necesaria para corrección de la acidez del suelo**

En términos generales, se considera como suelo con problemas de acidez los que presentan un pH por debajo de 6. Existen varios métodos que permiten calcular la necesidad de cal a utilizar para lograr los cambios de pH buscados. De acuerdo al grado de acidez que el suelo presente, el tipo, la cantidad y clase de la materia orgánica y la textura que éste tenga, será necesario utilizar diferentes cantidades de cal agrícola para lograr el cambio deseado. El Cuadro 11 presenta un rango de cal necesario para subir el pH desde el nivel que se encuentra el suelo hasta un rango ligeramente ácido (6.5), que es el adecuado para el desarrollo de la mayoría de los cultivos. La cantidad de cal necesaria para realizar el cambio de pH difiere en función de la textura del mismo, siendo necesaria la dosis más baja en suelos de textura gruesa (arenosos) y se incrementa la dosis en la medida que aumenta el contenido de arcilla y materia orgánica, hasta llegar a una textura pesada (franco arcillosa o arcillosa).

La cantidad exacta de cal necesaria para modificar el pH del suelo, debe basarse en los resultados de los análisis de suelo realizados en el laboratorio (consulte con su laboratorio).

**Cuadro 11.** Cantidad de cal agrícola necesaria para realizar cambios deseados en el suelo.

Cambio en pH deseado en la capa arable	Quintales/manzana
4.0 6.5	40 hasta 150
4.5 6.5	35 hasta 130
5.0 6.5	30 hasta 100
5.5 6.5	20 hasta 70
6.0 6.5	10 hasta 40

**10.3. Abonos orgánicos**

**Importancia de los abonos orgánicos**

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica se le da gran importancia a este tipo de abonos y cada vez más se están utilizando en cultivos intensivos.

No podemos olvidar la importancia que tiene el mejorar algunas características físicas, químicas y biológicas del suelo y, en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental.

Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de proveer a las plantas los distintos nutrientes que éstas necesitan.



## Propiedades de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos tienen propiedades que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de éste. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

### ***Propiedades físicas:***

- ♦ El abono orgánico, por su color oscuro, absorbe más la radiación solar, con lo que el suelo adquiere y mantiene la temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- ♦ El abono orgánico mejora la estructura del suelo, haciendo más ligeros los suelos arcillosos y mejor estructurados a los arenosos.
- ♦ Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- ♦ Disminuyen la erosión del suelo, tanto hídrica como eólica.
- ♦ Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega y retienen el agua en el suelo durante mucho más tiempo en el verano.

### ***Propiedades químicas:***

- ♦ Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo y, en consecuencia, reducen las oscilaciones de pH de éste.
- ♦ Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se incrementa la fertilidad.

### ***Propiedades biológicas:***

- ♦ Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos.
- ♦ Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

## Tipos de abonos orgánicos

Existen diferentes tipos de abono orgánico, entre los más comunes podemos encontrar:

### *Estiércol*

**Estiércol** es el nombre que se le da a los excrementos de los animales y son utilizados para fertilizar los cultivos. En ocasiones, el estiércol está constituido por excrementos de animales y restos de las camas, como sucede con la gallinaza.

En agricultura se emplean principalmente los desechos de ganado vacuno, de caballo, de gallina (gallinaza), cabras, cerdos y ovejas; para usar éstos los mismos deben estar descompuestos. La manera de acelerar la descomposición de los mismos es haciendo bultos, los cuales se guardan por un periodo no menor de tres meses, antes de distribuirlos en el campo. Al usarlos, es conveniente incorporarlos al suelo lo más pronto posible para reducir su desecación.

### *Compost*

El **compost**, **composta** o **compuesto** (a veces también se le llama abono orgánico) es el producto que se obtiene del **compostaje** y constituye un "grado medio" de descomposición de la materia orgánica.

El compost es obtenido de manera natural por descomposición aeróbica (con Oxígeno) de residuos orgánicos, como lo son los restos vegetales, animales y estiércoles, por medio de la reproducción masiva de bacterias que están presentes en forma natural en cualquier lugar (posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos). Normalmente se trata de evitar (en lo posible) la pudrición de los residuos orgánicos (por exceso de agua, que impide la aireación-oxigenación y crea condiciones biológicas anaeróbicas malolientes). Por lo



Foto 8. Compost preparado.

tanto, el sitio donde se haga el compost debe tener buen drenaje. Los materiales se van agregando en capas y el tamaño de la compostera dependerá de la cantidad de abono que se necesite. Desde la tercera hasta la semana doce, cada cuatro días se debe remover con pala todo el material; dependiendo del clima de la zona, el abono estará listo en tres meses. Debe asegurarse mantener húmeda la pila de material. Cuando esté listo el compost (Foto 8) el mismo debe incorporarse al suelo; nunca debe dejarse encima porque se seca y pierde sus características.



### **Bocashi**

El Bocashi es un abono orgánico fermentado, hecho a base de desechos vegetales y estiércol de animales (Foto 9). La elaboración del Bocashi se basa en procesos de descomposición aeróbica (presencia de oxígeno) de los residuos y temperaturas controladas a través de poblaciones de microorganismos existentes en los residuos, que en condiciones favorables producen un material de lenta descomposición. El objetivo principal del Bocashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, además de suplir nutrientes a los cultivos y alimento (materia orgánica) a los organismos del suelo. El uso de Bocashi presenta algunas ventajas, como las siguientes:



**Foto 9.** Bocashi preparado.

- ♦ El producto se elabora en un período relativamente corto (12 a 14 días), comparándolo con otros abonos como el compost.
- ♦ Puede ser utilizado inmediatamente.
- ♦ Bajo costo de producción.
- ♦ Desactivación de microorganismos patógenos, debido a las altas temperaturas que alcanza en su proceso de producción.



**Foto10.** Parcela con abono verde.

### **Abonos verdes**

Los abonos verdes son plantas cultivadas con el objetivo de mejorar el contenido de materia orgánica y fertilidad del suelo, incorporándolas preferiblemente antes de su floración. Estas plantas son preferiblemente leguminosas, de la misma familia de los frijoles (Foto 10). Cuando las plantas han alcanzado su mayor desarrollo (máxima producción de biomasa) son incorporadas al suelo. Cultivar un abono verde es diferente a cultivar una leguminosa en rotación. Una vez que el material fresco de la planta se ha incorporado en el suelo, éste libera nutrientes rápidamente y estará descompuesto en un período corto de tiempo. El material viejo o grueso (ramas o tallos) se descompondrá a una tasa más lenta que el material fino y por consiguiente contribuirá más a la formación de materia orgánica que a la fertilización del cultivo.

## Beneficios del uso de abonos verdes:

- ♦ Sus raíces penetran en el suelo y fijan nutrientes que de otra manera serían lavados por el agua.
- ♦ Suprimen las malezas y protegen al suelo de la erosión.
- ♦ En el caso de usar leguminosas, éstas fijan Nitrógeno de la atmósfera y al incorporarse al suelo los cultivos posteriores pueden hacer uso de ese nitrógeno.
- ♦ Mejoran la fertilidad del suelo. Al descomponerse los abonos verdes adicionan nutrientes para que las plantas puedan asimilarlos.
- ♦ El material incorporado de la planta promueve la actividad de los organismos del suelo.
- ♦ Incorpora materia orgánica que mejora la estructura del suelo.

## Requisitos para que una planta pueda ser usada como abono verde:

- ♦ Fácil de cultivar.
- ♦ Produce gran cantidad de biomasa en un periodo corto de tiempo.
- ♦ Desarrolla raíces profundas.
- ♦ Absorbe grandes cantidades de nutrientes del suelo.
- ♦ Fija Nitrógeno del aire.
- ♦ Fácil de incorporar al suelo.
- ♦ Produce una buena cobertura del suelo.

## Pasos para producir abonos verdes:

- ♦ Siembra del cultivo a usar como abono verde.
- ♦ Esperar hasta que el cultivo produzca la mayor cantidad de biomasa.
- ♦ Cortar e incorporar el material vegetal al suelo (entre 15 a 20 cm de profundidad).
- ♦ Dos semanas después de la incorporación, sembrar el cultivo principal para evitar pérdida de nutrientes.



### ***Lombrihumus***

El lombrihumus es el producto que se forma al utilizar lombrices en el compostaje de la materia orgánica. Las lombrices se alimentan de la materia orgánica y la transforman en humus, este último es una gran fuente de nutrientes para las plantas y un gran alimento para los animales, visibles y no visibles, que viven en el suelo.

El humus de lombrices se puede producir haciendo una cría en arriates o en cajones de cemento o madera. Las lombrices tienen una gran capacidad de reproducción cuando están bien alimentadas y esto trae como resultado mayor cantidad de humus; se alimentan de casi cualquier material orgánico y en poco tiempo lo transforman en abono. Los materiales más utilizados para alimentar las lombrices son el estiércol de equinos, vacunos, conejos y ovejas; residuos de cosechas, pulpa de café, desechos vegetales de cocina y de procesos industriales.



**Foto 11.** Muestra de lombrihumus.  
Tomada de: [http://3.bp.blogspot.com/\\_2fGisnNogD0/SYnhnJ\\_nzzI/AAAAAAAAAGw/-9c58p52kXk/s320/10Lombricultura3.JPG](http://3.bp.blogspot.com/_2fGisnNogD0/SYnhnJ_nzzI/AAAAAAAAAGw/-9c58p52kXk/s320/10Lombricultura3.JPG)

El humus presenta algunas características o ventajas, como las siguientes:

- ♦ Capacidad de retención del agua.
- ♦ Mejora la estructura del suelo.
- ♦ Actúa como cemento de unión entre las partículas de suelo.
- ♦ Mayor intercambio gaseoso.
- ♦ Mayor actividad de microorganismos del suelo.
- ♦ Oxidación de la materia orgánica.
- ♦ Disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- ♦ Modera cambios de acidez y neutraliza los compuestos orgánicos tóxicos.
- ♦ Protege de enfermedades fungosas y bacterianas a los cultivos.
- ♦ Posee propiedades hormonales de crecimiento vegetal y por ende del sistema radicular.

## 11. CÁLCULO DE DOSIS DE FERTILIZANTES Y ENMIENDAS

Para estimar las necesidades de fertilizante que un cultivo en particular requiere, es necesario conocer lo siguiente:

- ♦ Nivel de los nutrientes disponibles en el suelo, verificado mediante un proceso de muestreo y análisis.
- ♦ Comportamiento de los cultivos anteriores.
- ♦ Cultivo o variedad a ser sembrada.
- ♦ Sistema de manejo y expectativa de producción, de acuerdo a la experiencia en cada región.

Para estimar la cantidad de fertilizante a aplicar es necesario hacer uso del Cuadro 12 que muestra las a tomar dependiendo de los niveles de nutrientes en el suelo.

**Cuadro 12.** Acciones a tomar respecto a la aplicación de fertilizantes, de acuerdo al nivel de nutrientes en el suelo.

Nivel de nutriente en el suelo	Acción a tomar
Alto	Aplicar dosis mínima (70% del total requerido)
Medio o adecuado	Aplicar dosis media o de mantenimiento (100% del total requerido)
Bajo	Aplicar la dosis alta (120% del total requerido)

Esta interpretación debe hacerse para cada uno de los elementos y, con base en esto, determinar la cantidad de fertilizante a aplicar por cultivo para obtener los mejores rendimientos, y asegurar una buena salud y calidad del suelo, sin causar alteraciones en su proporción química.

Una vez que se interpreta el análisis de suelo y se ha establecido la acción a tomar en cada uno de los nutrientes, es importante establecer las dosis de fertilización de acuerdo a los requerimientos de los cultivos. El Cuadro 13 muestra algunos requerimientos nutricionales para cultivos de interés económicos.

**Cuadro 13.** Requerimientos nutricionales para tres cultivos de interés económico.

Cultivo	Nutriente requerido (libras/Mz)		
	Nitrógeno	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)
Maíz	130-300	40-80	150-280
Frijol	60-140	30-50	40-130
Sorgo	120-250	30-80	130-220



Ya cuando se ha logrado establecer la cantidad de nutriente que el cultivo necesita de acuerdo a sus requerimientos y el contenido en el suelo, se debe calcular la cantidad de fertilizante a aplicar, para ello es necesario conocer la concentración de nutriente en las fórmulas de fertilizantes comercialmente más conocidas (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Contenido de nutrientes en los fertilizantes más comunes en el mercado.

Fertilizante	Concentración de nutrientes (%)		
	Nitrógeno	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)
Urea	46	0	0
Fórmula 18-46-00	18	46	0
Fórmula 12-24-12	12	24	12
Cloruro de potasio KCl	0	0	60

## 12. ESTABLECIMIENTO DE LAS DOSIS REQUERIDAS DE FERTILIZANTE

Para determinar la dosis de fertilizante que el cultivo necesita, se divide la cantidad de nutriente requerido por el cultivo, entre la concentración de nutrientes que el fertilizante tiene. Por ejemplo: para un cultivo de maíz se determinó que la necesidad de Nitrógeno es de 180 libras/Mz, para cubrir este requerimiento se utilizará urea, la cual tiene una concentración de 46% de Nitrógeno, es decir, que en un saco de 100 libras 46 son de Nitrógeno, el resto es otros compuestos. Entonces, para calcular la cantidad de urea a aplicar se realiza una regla de tres simple.

100 libras de urea ----- 46 libras de Nitrógeno

X libras de urea ----- 180 libras de Nitrógeno

$$X = \frac{180 \times 100}{46} = 391 \text{ libras de urea que es equivalente a 4 quintales de urea por manzana para cubrir los requerimientos de Nitrógeno.}$$

La regla de tres da como resultado 391 libras de urea, esta cantidad se divide entre las 100 libras que posee un quintal, y así obtener los quintales por manzana de urea a aplicar. En este caso se deberán aplicar 3.91 quintales de urea por manzana; se redondea a 4 quintales de urea por manzana.

Si se usa un fertilizante compuesto, por ejemplo 18-46-0, debe tomarse en cuenta que se están aportando dos nutrientes: 18 lb de N y 46 lb de  $P_2O_5$  por cada quintal. En este caso, se debe empezar a calcular el fertilizante por el nutriente que solo va con ese fertilizante, en este caso, el Fósforo como  $P_2O_5$

Sigamos con el ejemplo de maíz: se determinó que debe aplicarse una dosis de 60 lb/Mz de  $P_2O_5$ . Como ya se sabe, 1 quintal de 100 lb contiene 46 lb de  $P_2O_5$ . Se aplica la misma regla de tres, simple, así:

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ lb de } 18-46-0 \quad \text{contiene} \quad 46 \text{ lb de } P_2O_5 \\
 X \text{ lb de } 18-46-0 \quad \quad \quad \quad 60 \text{ lb de } P_2O_5 \\
 X = \frac{60 \times 100}{46} = 130 \text{ lb de } 18-46-0
 \end{array}$$

Se debe recordar que este fertilizante compuesto también contiene Nitrógeno (18 lb de N por cada 100 lb de fertilizante); por lo tanto, cuánto aportarán de N las 130 lb de 18-46-0, requeridas para suplir la necesidad de Fósforo. Calcular así:

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ lb de } 18-46-0 \quad \text{contiene} \quad 18 \text{ lb de N} \\
 130 \text{ lb de } 18-46-0 \quad \quad \quad \quad X \text{ lb de N} \\
 X = \frac{130 \times 18}{100} = 23.4 \text{ lb de N}
 \end{array}$$

La cantidad de 23.4 lb se deben restar del requerimiento inicial. Hay que recordar que se había determinado aplicar 180 lb de N y a ellas se debe restar esas 23.4 lb que aporta el 18-46-0, quedando:  $180 - 23 = 157$  lb de N. Ahora se debe calcular la necesidad de urea de la forma siguiente:

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ lb de urea} \quad \quad \text{contiene} \quad 46 \text{ lb de N} \\
 X \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 157 \text{ lb de N}
 \end{array}$$

$X = 341$  lb de urea. Dividamos entre 100 para calcular los quintales:  $341/100 = 3.4$  quintales. Aproximamos a 3 y  $\frac{1}{2}$  quintales de urea/manzana y 1.3 quintales de 18-46-0/manzana.



### 13. APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES

El método de aplicación de los fertilizantes (abono orgánico o fertilizantes minerales) es un componente esencial de las buenas prácticas agrícolas. La absorción de los nutrientes depende de la variedad del cultivo, la fecha de siembra, la rotación de cultivos, las condiciones del suelo y del ambiente. En las buenas prácticas agrícolas, el productor establece la cantidad y el momento adecuado para la fertilización, de manera que las plantas usen los nutrientes de la mejor manera posible. Para un aprovechamiento óptimo del cultivo y un potencial mínimo de contaminación del medio ambiente, el agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento preciso en que el cultivo los necesita; esto es de gran importancia para los nutrientes móviles como el Nitrógeno, que puede ser fácilmente lavados del suelo, si no es absorbido por las raíces de las plantas.

En las zonas donde comúnmente se presentan lluvias abundantes, los fertilizantes deberían ser incorporados inmediatamente después de la aplicación, para evitar pérdidas por escurrimiento o la erosión. Cuando el fertilizante es aplicado a mano, debe tenerse mucho cuidado para realizar una distribución uniforme y en las dosis exactas y preferiblemente incorporado al suelo. Donde se usa equipo de aplicación de fertilizantes, éste deberá ser ajustado (calibrado) para asegurar un esparcimiento uniforme y en las proporciones correctas. El equipo debe ser mantenido en buenas condiciones.

#### 13.1. Formas de aplicación de los fertilizantes

- ♦ **Al voleo:** consiste en distribuir uniformemente los fertilizantes sobre la superficie del suelo antes de la siembra. Los materiales aplicados pueden ser incorporados mecánicamente o se dejan sobre la superficie para que sean incorporados por la lluvia o el riego. Por ello si el suelo está seco y sin riego. Si el fertilizante es esparcido a mano o con un equipo de distribución, el esparcimiento deberá ser lo más uniforme posible en el campo. Este método es usado principalmente en cultivos con una alta densidad de plantas, como maíz, frijol, sorgo y pastos (Foto 12).
- ♦ **Aplicación en bandas:** la aplicación del fertilizante es localizada (poniendo el fertilizante sólo en lugares seleccionados en el campo), el fertilizante es concentrado en partes específicas del suelo durante la siembra, que puede ser ya sea en bandas o en una



**Foto 12.** Aplicación de fertilizantes al voleo.

Tomada de: [http://i.yimg.com/t/ng/in/reuters\\_ids\\_new/20090713/23/2034425306-interview-iffco-sees-india-s-fertilizer-demands-increasing.jpg](http://i.yimg.com/t/ng/in/reuters_ids_new/20090713/23/2034425306-interview-iffco-sees-india-s-fertilizer-demands-increasing.jpg)