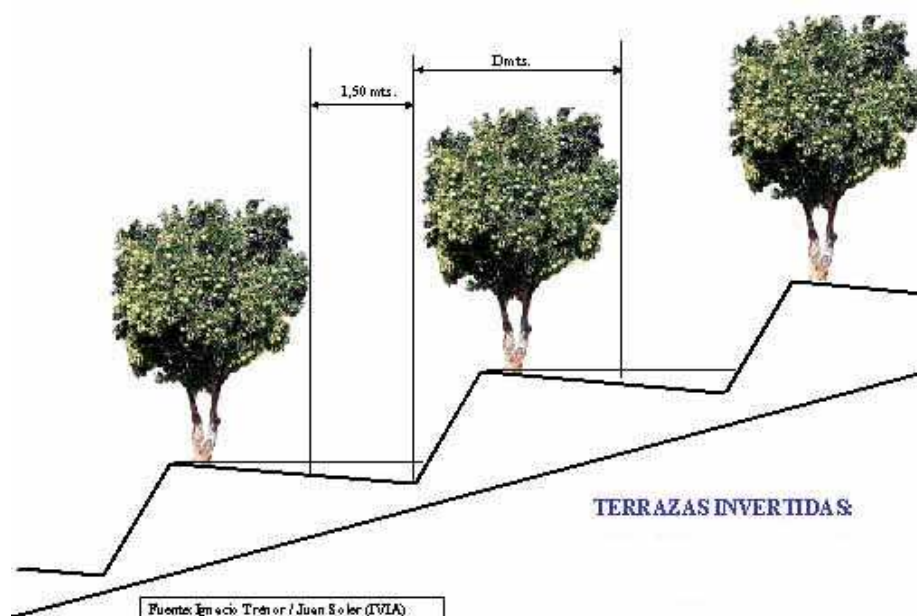


CAPITULO II



2. FERTILIZACION DEL SUELO

2.1 Fertilizantes	7
2.2 Tipos de Fertilizantes	10
2.3 Fórmulas aplicadas en la Fertilización del Suelo.....	12



Optimización de la fertilización agrícola mediante simulación de procesos.

El Suelo es la base para el crecimiento de las plantas verdes, ya que produce materia orgánica por el proceso de la fotosíntesis. Para que el suelo desarrolle eficazmente su función en el crecimiento de las plantas debe tener ciertas condiciones, que se conocen como fertilidad, y dependen de varios factores.

1. **La disponibilidad de agua:** En suelos sin agua no pueden crecer las plantas por la falta de este elemento esencial. La calidad del agua también es importante.
2. **El espesor del suelo útil:** Se refiere a la capa de materiales sueltos del cual depende la cantidad de materia orgánica, y como consecuencia la fertilidad.
3. **La cantidad de materia orgánica presente:** La materia orgánica o humus es esencial para la fertilidad de los suelos.
4. **Los organismos vivos del suelo:** Los organismos del suelo juegan un rol muy importante en la transformación de la materia orgánica. Su presencia es indispensable para la fertilidad de los suelos. Cuando hay exceso de utilización de pesticidas y fertilizantes químicos, se reduce la cantidad de los organismos vivos afectando la fertilidad.
5. **La capacidad de almacenar las sustancias nutritivas contenidas en el agua:** Esta capacidad se conoce como fuerza de absorción.
6. **La reacción química del suelo o el PH:** Es la expresión del contenido de iones de hidrógeno(H^+) y oxidrilo(OH^-) en el suelo, como consecuencia de las diversas reacciones químicas.
7. **Los Fertilizantes:** Un fertilizante es orgánico o inorgánico. Los fertilizantes orgánicos están hechos abono, harina de hueso, semilla de algodón u otros materiales naturales. Los fertilizantes inorgánicos están hechos de productos elaborados por el hombre, estos se venden en diferentes concentraciones o análisis para diferentes cultivos y suelos.



2.1.- FERTILIZANTES

Los fertilizantes aumentan la fertilidad natural de los suelos, ocasionando una considerable mejora tanto en la calidad como en cantidad de las cosechas. La transición de una agricultura tradicional a la agricultura mecanizada, viene acompañada del aumento en el uso de estos fertilizantes.

El correcto uso de los fertilizantes ayuda a producir alimentos más nutritivos. El tipo de abono no tiene mucha importancia siempre que se proporcionen los nutrientes necesarios. No suele apreciarse diferencias entre los fertilizantes minerales y los orgánicos en cuanto a su bondad para las plantas o para los animales y personas que se alimentan de ellas. El incremento en el uso de los fertilizantes durante las últimas décadas puede justificarse gracias al aumento en cantidad y también en calidad de los alimentos [www18].

2.1.1 Factores que afectan el uso de fertilizantes

La cantidad y tipo más adecuado de fertilizante a utilizar depende de: Cultivo, clima, factores económicos y de prácticas agronómicas. Además de estos factores, la cantidad realmente aplicada depende de las características personales del agricultor. Con frecuencia existen prejuicios a favor o en contra de fertilizantes en general o alguno de sus tipos. En otros casos el agricultor no posee la información suficiente para emplear correctamente los abonos.

Factores inherentes al cultivo

Si el cultivo no responde al sistema abono aplicado, éste difícilmente será rentable. Algunos cultivos necesitan cantidades relativamente grandes de ciertos nutrientes. La especie y la variedad de un cultivo es un factor de variación. Gran parte de los trabajos recientes en mejora de plantas, se han dirigido a la producción de variedades con buena respuesta a los fertilizantes. Estas variedades, si los nutrientes adecuados se hallan disponibles, producen cosechas muchos mayores que las antiguas. Sin embargo, si la fertilización es deficiente, las nuevas variedades no llegan a prosperar.



Optimización de la fertilización agrícola mediante simulación de procesos.

Factores inherentes al suelo

La capacidad para suministrar nutrientes a las plantas varía mucho de un suelo a otro y también se modifica con el tiempo. Generalmente la fertilidad disminuye cuando el suelo alcanza estados seniles y también tienden a declinar durante los primeros años de cultivo debido a la extracción de nutriente con la recolección. En estos casos, es preciso suministrar a las plantas en forma de fertilizantes, una proporción cada vez mayor de los nutrientes que necesitan. Las plantas dependen mucho del tipo de suelo para su respuesta a los fertilizantes aplicados.

Factores climáticos

Excepto en caso de áreas irrigadas, las regiones con precipitación anual inferior a 400mm utilizan relativamente pocos fertilizantes. Los suelos han sufrido escasas pérdidas por lavado y su fertilidad inherente es bastante elevada.

Las plantas cultivadas en regiones húmedas (o con irrigación) suelen exigir fertilizantes para producir sus mejores cosechas. La mayoría de los suelos en tales regiones han perdido importantes cantidades de nutrientes por meteorización y lavado.

Factores económicos

Como en el caso de cualquier otro producto, el consumo de fertilizantes aumenta cuando baja el precio de éstos y disminuye cuando se encarecen. El precio de las cosechas presentan el efecto contrario: cuando éste es elevado, hace rentable una mayor aplicación de fertilizantes.

2.1.2 ¿Qué contienen los fertilizantes?

Un fertilizante compuesto contiene nitrógeno, fósforo y potasio en formas adecuadas para aumentar la fertilidad del suelo, tradicionalmente el P¹ y el K² en los fertilizantes se han expresado en forma de óxidos. Los términos fosfato y potasa indica que sigue tal procedimiento de expresión, lo cual no es más que la manipulación matemática de los valores porcentuales de éstos elementos.

¹ Fósforo

² Potasio



Optimización de la fertilización agrícola mediante simulación de procesos.

Los envases de fertilizantes compuestos no suelen indicar los productos químicos que los integran. Generalmente esta información no es necesaria, porque el análisis garantizado indica al comprador la cantidad de cada nutriente que adquiere.

Cómo se comparan los precios de los fertilizantes

El costo de los fertilizantes debe compararse en base a los nutrientes necesarios y actualmente suministrados al cultivo. Debe tenerse en cuenta, tanto el precio de la compra como el de la aplicación. A veces, la combinación de fertilizantes menos cara en el mercado, lleva implícito unos gastos de aplicación que impiden considerarla como la opción más económica.

Generalmente, el precio de compra más barato por unidad de nutriente hay que buscarlo entre los fertilizantes con alta concentración en un solo nutriente.

Cuando se trata de fertilizantes con un solo nutriente es fácil calcular el precio por unidad, basta con dividir el costo por el número de unidades de nutrientes. Con estos cálculos puede decidirse cual es el producto más barato para suministrar un determinado elemento.

La comparación de precios en caso de fertilizantes compuestos es más complicada. Un método consiste en calcular primero el precio por unidades de N^3 , P y K obtenido a partir de fertilizantes con un solo nutriente. A continuación estos valores se multiplican por los porcentajes indicados en el abono compuesto, referidos a 100kg. Es preciso acordarse de incluir los costos de aplicación en los cálculos. El procedimiento indicado es útil si el fertilizante compuesto contiene elementos nutritivos en las porciones deseadas, pero, con modificaciones, puede adaptarse a otras situaciones. A veces, para obtener la proporción adecuada, se mezclan dos fertilizantes, en estos casos, pueden sumarse los costos para comparar las alternativas.

³ Nitrógeno



2.2.- TIPOS DE FERTILIZANTES

Los fertilizantes pueden clasificarse de diferentes formas. Un criterio puede ser el contenido de nutrientes; otro, la naturaleza mineral u orgánica de sus componentes. El método de preparación será la base para clasificación que estamos considerando. En este sentido, los fertilizantes pueden dividirse en: fertilizantes simples, abonos manufacturados, mezclas sólidas y mezclas líquidas. La mayor parte de los fertilizantes que se venden en sacos listos para usarse son, o bien productos singulares o bien productos compuestos manufacturados, las mezclas sólidas y líquidas suelen prepararse especialmente para cada usuario.

Fertilizantes simples

Un fertilizante que consta de un solo producto tiene la ventaja de presentar una concentración de nutrientes conocida y constante. Cada granulo de abono exhibe la misma composición, y esto es una ventaja cuando se considera necesario conseguir una aplicación uniforme. La mayoría de los fertilizantes simples suministran un solo elemento.

Fertilizantes manufacturados

La mayoría de los fertilizantes compuestos se los comercializan en forma granulada. Sus ingredientes se mezclan concienzudamente⁴ en estado húmedo y, a continuación, se pasan por un tambor rotatorio que granula el material mientras se seca. Después de estas operaciones, todos los granitos de fertilizante tienen la misma composición.

Los ingredientes de los abonos manufacturados se seleccionan no sólo en función de su concentración en nutrientes, sino de su capacidad para granular, los gránulos no pueden adherirse unos a otros, ni aún tras un largo período de almacenamiento.

⁴ Bien realizado



Optimización de la fertilización agrícola mediante simulación de procesos.

Mezclas sólidas de fertilizantes

La mezcla sólida es uno de los métodos más flexibles para producir abonos con la proporción de nutrientes que se desee. La planta de mezclado almacena fertilizantes, que consiste en productos simples, y los mezclan inmediatamente antes de cargarlos en los camiones para su transporte al campo. Los micro nutrientes se pueden añadir por aspersion líquida sobre el fertilizante seco mientras se carga en el camión. Como los ingredientes se mezclan en estado sólido, este tipo de abonos es menos homogéneo que los restantes.

Mezclas líquidas de fertilizantes

Todos los elementos nutritivos para las plantas pueden obtenerse en formas solubles en agua y, por tanto, susceptibles de aplicarse por medio de vehículos líquidos. Los abonos líquidos pueden aplicarse mediante rociado, para conseguir una distribución uniforme, y también se puede suministrarse con el agua de riego. El mayor inconveniente que presenta este tipo de fertilizantes es la necesidad de equipos resistentes a la corrosión.

El amoníaco anhidro y el ácido fosfórico son líquidos que se mezclan bien con el agua. La disolución de ambos produce fosfato amónico, que también es soluble, a menos que se utilice demasiado amoníaco. Si se desea una mayor concentración de nitrógeno que la permitida, por la solubilidad del fosfato amónico, se añade urea o nitrato amónico a la solución. Puede también incluirse potasio, en forma de cloruro potásico, con el fin de preparar un fertilizante compuesto [lib02].



2.3.- FORMULAS APLICADAS EN LA FERTILIZACION DEL SUELO

Dentro de las maneras o fórmulas que podemos utilizar para la fertilización del suelo encontramos las utilizadas en la Corrección de Acidez, Corrección de alcalinidad, Corrección de Materia Orgánica del suelo y Cálculo de abono.

2.3.1. Corrección de la Acidez

Los suelos de acidez elevada presentan menor agregación, lo que determina una disminución en la permeabilidad y la aireación. Esto se debe a que los cationes divalentes actúan a través de puentes catiónicos como vínculo entre cristales de arcilla, aún entre ellas y otras partículas, de modo que promueven la formación de la estructura.

Basándose en el valor del PH, el porcentaje de materia orgánica del suelo y en la textura, se obtiene de la Tabla de Corrección de Acidez, la cantidad de cal a aplicarse para corregir la deficiencia del PH

No todos los cultivos se ven afectados en igual medida por la acidez del suelo. Algunas especies presentan su mayor productividad a PH ácidos, tal como la papa; ello obedece a que cada especie posee un rango de pH en el cual su producción es máxima y se conoce como PH óptimo.

Las especies más sensibles a los reducidos valores de PH suelen ser las leguminosas. La alfalfa, principal forrajera de los sistemas ganaderos, comienza a manifestar disminución en su producción a partir de valores de PH inferiores a 6.1; este valor de PH por debajo del cual los rendimientos se deprimen es conocido como PH crítico [www17].



Especie	PH crítico	PH Óptimo
Papa	5	5.4
Avena	5.3	5.8
Maíz	5.5	6.1
Soya	5.8	6.4
Alfalfa	6.1	6.7

Tabla1. PH crítico y óptimo de algunos cultivos.

2.3.2. Corrección de Alcalinidad

Los suelos alcalinos presentan un PH por encima de 8.2 y poseen una cantidad significativa del Ion sodio, baja permeabilidad, problemas de aireación, e inestabilidad estructural; que son necesarios corregir para aumentar su productividad [www16].

El objetivo de la corrección de estos suelos es reemplazar los carbonatos alcalinos responsables de la alcalinidad, por sales como los sulfatos.

Existen 3 tipos de enmiendas que se pueden utilizar:

1. Sales solubles de calcio
2. Ácidos o formadores de ácidos
3. Sales de calcio de baja solubilidad

La efectividad de cada manejador depende de ciertas condiciones de los suelos, en especial el contenido de carbonato de calcio y magnesio; una vez tomada la decisión sobre cuál manejador a de utilizarse es necesario calcular la cantidad del mismo a ser aplicado para corregir el PH a valores que mejoren las características del suelo. Las sustancias que pueden utilizarse como correctores son: CaCl_2^5 , $2\text{H}_2\text{O}^6$, azufre, ácido sulfúrico, sulfato ferroso, sulfato de aluminio, poli sulfuro de calcio, entre otros.

⁵ Cloruro de Sodio

⁶ Yeso



Optimización de la fertilización agrícola mediante simulación de procesos.

Con frecuencia no es económica la aplicación de correctores para mejorar este tipo de suelos, sin embargo aplicando algunos cuidados especiales, permitirá la utilización más eficiente de suelos sódicos. Estas prácticas se basan en:

1. Manejo cuidadoso del agua.
2. Regulación en la posición de las plantas con respecto a los surcos de riego.
3. Selección de variedades adecuadas que sean tolerantes a este tipo de suelos.

2.3.3. Corrección de la Materia Orgánica del suelo y Cálculo de Abono

La materia orgánica del suelo puede definirse como la totalidad de las sustancias orgánicas presentes en suelo procedentes de: Restos de plantas y animales, indiferentes estados de transformación, exudados radicales, aportes orgánicos externos (estiércol, compost), organismos edáficos (biomasa del suelo) y productos resultantes de su metabolismo.

Para realizar la corrección de la materia orgánica utilizamos los siguientes criterios y formulas:

Calcular la cantidad de tierra fina.

$$QTF = pca * tf * da$$

QTF: Cantidad de tierra fina.

pca: profundidad de la capa arable.

tf: tierra fina.

da: densidad aparente.

Calcular la cantidad de materia orgánica.

$$QMO = (QTF * mo) / 100$$

QMO: Cantidad de materia orgánica.

mo: nivel de materia orgánica en el suelo.

Calcular la pérdida de materia orgánica.



Optimización de la fertilización agrícola mediante simulación de procesos.

$$PMO = QMO * tmo * C * 10$$

PMO: Pérdida de materia orgánica.

tmo: tasa de mineralización anual de materia orgánica del suelo.

C: periodo de cálculo (años).

Calcular la restitución de materia orgánica al suelo.

$$RMO = (A * ms * iso * eq) / 100$$

RMO: Restitución de materia orgánica.

A: aplicación de correctivo (unidades/ha).

ms: materia seca del correctivo(%).

iso: coeficiente isohúmico⁷.

eq: equivalencia de la unidad en Kg.

Calcular el saldo de materia orgánica.

$$SMO = RMO - PMO$$

Calcular la cantidad de un cierto correctivo orgánico necesario para mantener el nivel de materia orgánica del suelo durante el periodo de cálculo considerado dada en (unidad/ha) [www15].

$$Q = PMO / (ms * iso * eq)$$

Q: Cantidad de correctivo orgánico.

⁷ La relación entre la cantidad de materia formada por la incorporación del correctivo y la cantidad de materia seca contenida en éste.