

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO AGRICOLA
DEPARTAMENTO DE CULTIVOS
PROGRAMA DE LEGUMINOSAS DE GRANO

PRIMER

CURSO NACIONAL DE

LEGUMINOSAS DE GRANO



Ministerio de Agricultura y Ganadería

DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO AGRICOLA

DEPARTAMENTO DE CULTIVOS

PROGRAMA DE LEGUMINOSAS DE GRANO

PRIMER CURSO NACIONAL DE

LEGUMINOSAS DE GRANO

MEMORIAS

Noviembre 12 al 27

QUITO - ECUADOR

1974

**PRIMER CURSO NACIONAL DE
LEGUMINOSAS DE GRANO**

**ORGANIZADO POR LA DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO AGRICOLA
DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

DIRECTOR DEL CURSO:	Ing. GUILLERMO CISNEROS R.
COORDINADORES:	Ing. JORGE RODRIGUEZ Ing. EDUARDO PUGA
PERSONAL DE SECRETARIA:	Sr. OSLO ROMO B. Sr. IVAN TORRES Srta. MARIANA REYES

Impreso en GRÁFICAS "FENIX"
Manabí N° 630 — Tlfno. 516-320
QUITO — ECUADOR

Carátula, impresa en Offset "GRAFEX"
Av. de la Prensa 4324 - Tlfno. 530170
QUITO — ECUADOR

Presentación

La Dirección General de Desarrollo Agrícola tiene a bien poner a disposición de los profesionales, técnicos, estudiantes, agricultores y demás personas vinculadas con la producción agrícola del país, las memorias de su Primer Curso de Leguminosas de Grano.

Dicho Curso fue realizado con la colaboración de varios Organismos y estuvo dirigido al personal del Programa de Leguminosas de Grano que efectúa labores de fomento de estos cultivos en todo el país.

El afán de la Dirección al dictar el Curso no fue otro que procurar elevar el nivel de conocimientos de su personal de campo y lograr que éste cumpla en mejor forma su misión de transferir nueva tecnología a los agricultores, que redunde en una mayor eficiencia en el uso de los recursos, para beneficio de su empresa y del país.

Al editar estas memorias propendemos a que su contenido se difunda a un mayor número de personas y se logre la aplicación masiva de las nuevas técnicas y conocimientos, esperando despertar el interés por incrementar la producción de leguminosas de grano, alimento básico, que merece mayor difusión en la dieta del pueblo ecuatoriano.

Ing. MARCO PEÑAHERRERA G.,
Director General de Desarrollo Agrícola.

INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE LOS SUELOS Y RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION

Jorge H. Cáceres R. *

Introducción

Para el incremento de la producción de un cultivo, entre otros aspectos, se hace necesario el uso de fertilizantes, por tal razón, se requiere de un conocimiento amplio de los métodos que se usan para la determinación de las necesidades de nutrimentos y de las formas de aplicación de los fertilizantes.

La metodología se inicia con el muestreo de suelos, se continúa con las investigaciones de análisis químicos, pruebas de correlación en invernadero, pruebas de calibración en el campo y por último se llega a las recomendaciones de fertilización, en "elementos puros".

Una vez establecidas las recomendaciones de fertilización en "elementos puros", se hace necesario transformar esas recomendaciones a fertilizantes comerciales simples o compuestos, que estén al alcance del agricultor.

Calculados los requerimientos de fertilización, en base de fertilizantes comerciales simples o compuestos, se puede estimar la formulación de fertilización más económica, comparando los costos de los fertilizantes.

Las tablas de recomendaciones de fertilización, constituyen una guía básica para normar el criterio de los requerimientos de los cultivos, en base de los análisis de suelos; pero la decisión final es la del técnico que trabaja en la región de interés, quien considerará los aspectos de disponibilidad de los fertilizantes en el área, así como el nivel económico y técnico del agricultor.

1. Principios Básicos de la Fertilización

Si se considera que el rendimiento de los cultivos están influenciados por muchos factores

naturales no controlables y otros pocos factores factibles de ser modificados por el hombre, veremos que se hace necesario el conocimiento y desarrollo de técnicas que permitan optimizar aquellos factores controlables.

El clima, al igual que las características intrínsecas de los suelos, tales como material originario, desarrollo del perfil del suelo y otras características morfológicas, son factores no controlables; por lo cual los cultivos deben ajustarse a estas condiciones naturales y ser localizados en las áreas más adecuadas.

Los factores de manejo del cultivo tales como semilla seleccionada, labores culturales, control de plagas y enfermedades; son aspectos que influyen directamente en la producción del cultivo y que pueden ser controlados por el agricultor.

La fertilización influye decididamente en la producción de los cultivos, por lo cual requiere un cuidadoso manejo de este factor.

La eficiencia del uso de fertilizantes, está íntimamente relacionado con los factores climáticos, edafológicos y de manejo; de tal manera que la fertilización de un cultivo, se traducirá en incrementos de rendimiento, siempre que las condiciones antes mencionadas sean satisfactorias.

Para la fertilización se requiere informaciones básicas relacionadas con las respuestas de los cultivos a la fertilización y los requerimientos de nutrimentos de cada uno de ellos.

La información básica, sobre la respuesta de los cultivos a la fertilización, se obtiene a través de investigaciones sistemáticas de laboratorio, invernadero y campo.

Los requerimientos de nutrimentos de cada cultivo son determinados por investigaciones

* Ing. Agr. M. C., Jefe del Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental "Santa Catalina".

químicas-fisiológicas, que son realizadas en condiciones de laboratorio, invernadero y campo. Estas investigaciones dan origen a las tablas de extracción de los nutrimentos de los cultivos y a la determinación de los niveles críticos de los mismos.

El análisis de suelos es uno de los métodos que mejor se correlacionan, con la respuesta a la fertilización y por lo tanto ha tenido un amplio desarrollo de la metodología analítica.

Los análisis de suelos bien correlacionados, permiten predecir él o los nutrimentos que se encuentran en deficiencia así como la mejor proporción relativa en que deben estar los mismos.

Los resultados de los análisis de suelos, cumplirán con su objetivo, de ser una guía para las recomendaciones de fertilización, siempre que se cumplan con las siguientes recomendaciones:

1. Que el muestreo de suelos se haga por lo menos tres meses antes de la siembra.
2. Que sea una muestra representativa de la "unidad de fertilización", es decir del área que teniendo características semejantes de suelos, vaya a ser utilizado con un mismo cultivo.
3. Que la metodología de análisis de suelos haya sido correlacionada y calibrada previamente.

2. Toma de Muestras de Suelos

2.1. **Con fines de Fertilización.** — El primer problema que se nos presenta en la toma de muestras de suelos, es que sea representativa del área en estudio. Las variaciones de composición de los suelos, debido a su origen, a los cultivos realizados, etc., son las causas de los mayores errores de muestreo, de allí que sea necesario multiplicar el número de muestras para obtener alguna información útil.

Concepto de muestras representativas de suelos: Son las muestras (compuestas) provenientes de varias sub-muestras, tomadas en distintos sitios de un lote, hasta cubrir toda el área del terreno.

Para que una muestra compuesta sea representativa, debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) **Cada muestra simple debe ser del mismo volumen.**
- b) **Las muestras simples deben ser tomadas a una misma profundidad.**
- c) **Se debe tomar el número suficiente de muestras simples para formar una compuesta.**
- d) Las muestras simples deben ser tomadas del suelo normal, es decir, evitando los sitios de coloración o de otras características, diferente a la predominante.
- e) Las muestras simples, deben ser debidamente homogeneizadas para sacar el volumen adecuado de muestra compuesta. El volumen de una muestra compuesta puede ser de 1/4 a un 1/2 lt., o en peso de 1/2 lb. a 1 lb.

2.1.1. **Epoca de muestreo.** Las muestras de suelos deben ser tomadas 2 a 3 meses antes de las siembras, con el fin de disponer de tiempo suficiente para el envío de las muestras para el análisis en los laboratorios, para la interpretación de los resultados y la oportuna aplicación de cal, si el caso lo requiere.

2.1.2. **Número de muestras.** El número de muestras de suelos, está en función de la topografía, de la extensión del lote y de la mayor o menor uniformidad del terreno. Lo más conveniente es determinar si un lote de terreno va a constituir una unidad de fertilización o si es necesario dividirlo de acuerdo a la topografía y al cultivo a realizarse.

Una vez determinada la unidad a fertilizarse, se debe tener muy en cuenta que una muestra compuesta provenientes de pocos sitios, no dará una información correcta de la fertilidad del suelo.

Cada muestra compuesta debe provenir de 5 o 10 muestras simples.

Por cada hectárea de terreno más o menos uniforme se debe tomar una a dos muestras

compuestas, si la superficie es mayor que las 5 hectáreas, se tomará una muestra compuesta por cada dos hectáreas y en terreno de extensión mayor que diez hectáreas, se tomará una muestra compuesta por cada tres o cuatro hectáreas.

Las muestras simples, serán tomadas de sitios normales de terreno, evitando las superficies muy pequeñas que difieren mucho del resto

del campo, o si se tiene especial interés sobre estas pequeñas superficies se tomarán muestras por separado.

Si la toma de muestras se realiza en terrenos cultivados en surcos, evite las bandas de fertilización, si el muestreo es necesario hacerlo antes de las cosechas, tome las muestras en los bordes del caballón.

EN TERRENO CULTIVADO



Banda de Fertilización

2.1.3. Profundidad de muestreo. Con fines generales de fertilización, el muestreo se debe hacer de 0 a 20 cm., de profundidad, si por razones del cultivo se requiere conocer la disponibilidad de nutrientes a mayor profundidad, se debe tomar dos muestras, una de 0 a 20 cm., y otra de 0 a 40 cm., tomando en cuenta que por más deficiencia de nutrientes que el suelo presente a 40 cm., no se podrá, normalmente, incorporar fertilizantes a esta profundidad.

En terrenos que se van a cultivar árboles frutales, si se recomienda la toma de muestras de suelos a profundidades mayores que 20 cm., con el fin de depositar las reservas de fertilizantes, en el fondo del hueco en que va a ser plantado el arbolito.

Con fines de forestación, será conveniente tomar muestras a diferentes profundidades, para obtener informaciones generales sobre la secuencia del perfil del suelo y escoger las especies que mejor se adapten a esas condiciones de terreno.

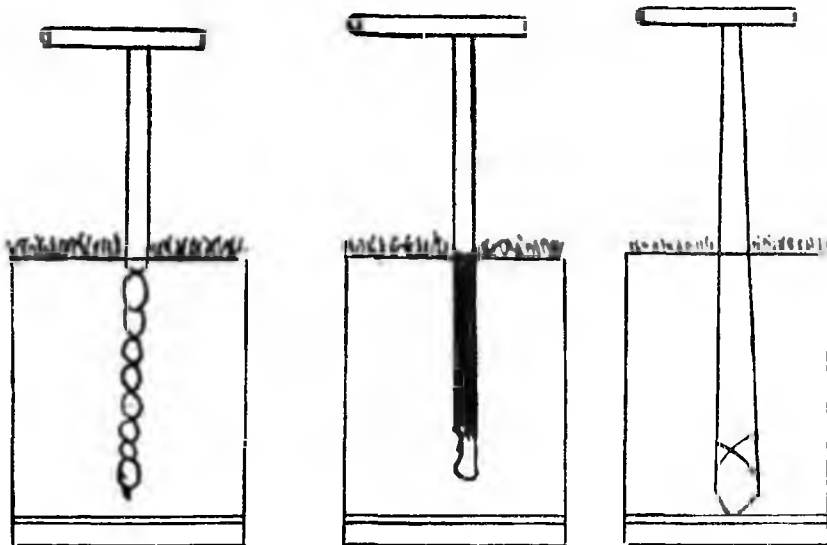
2.1.4. Materiales para la toma de muestras. Los materiales que se requieren para una buena toma de muestras de suelos, son los siguientes:

- Balde limpio o una bolsa de cáñamo.
- Un barreno o una pala de desfonde.
- Bolsas de plástico o cajas de cartón.
- Tarjetas de papel resistente y lápiz.

2.1.5. Toma de muestras con barreno. Hay varios tipos de barreno, no todos pueden ser utilizados indistintamente, su utilización depende de la característica de los suelos.

En la figura están representados los barrenos más comunes.

En el muestreo con barreno, la muestra simple es más uniforme y su ejecución es rápida, con 6 a 10 perforaciones se obtiene un buen volumen para la muestra compuesta.



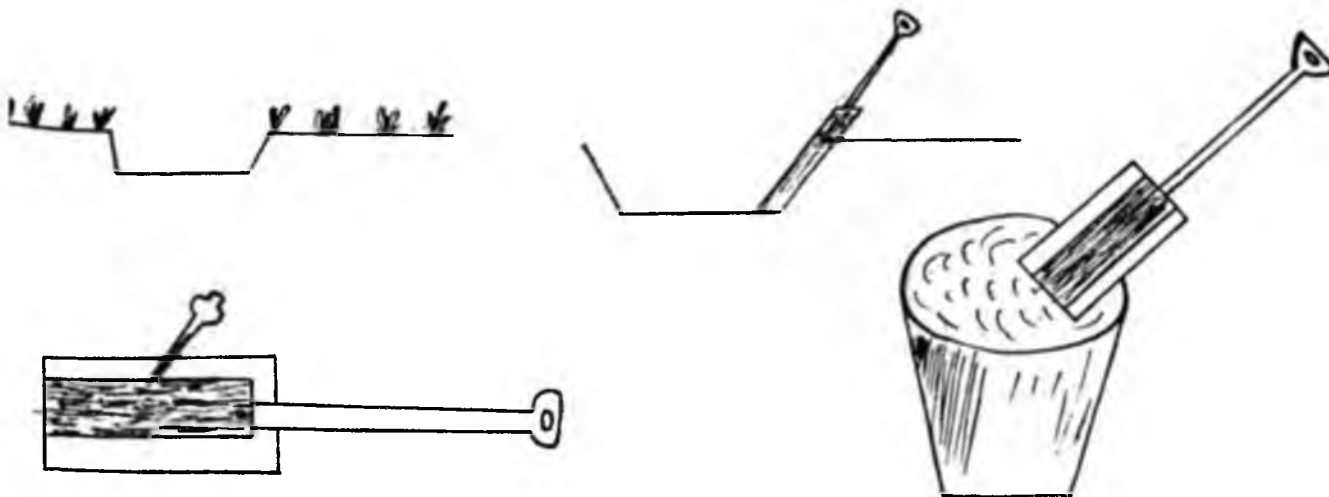
2.1.6. Toma de muestra con pala de desfonde.

- a) Se procede a limpiar la superficie del suelo, para eliminar los residuos frescos de materia orgánica o la capa de vegetación natural.
- b) Se abre un hueco de más o menos 30 cm., por lado y de 20 cm. de profundidad,

con las paredes un tanto inclinadas.

- c) De una de las paredes del hueco, se saca una tajada de suelo de 2 a 3 cm., de espesor y de 20 cm., de profundidad.
- d) Con un cuchillo, se elimina los extremos laterales del bloque del suelo y se coloca la muestra en el balde o en el saco de cáñamo, para ir mezclando las muestras simples.

Toma de muestras con pala



Con este procedimiento se tiene muestras voluminosas por lo cual es conveniente ir tomando pequeñas submuestras compuestas.

Hay que tener el cuidado de no recoger las muestras en bolsas que hayan sido usadas con fertilizantes o sustancias químicas y evitar el fumar por el peligro que caiga cenizas en las muestras que se está manipulando.

2.1.7. Datos informativos para el envío al laboratorio. Es muy importante llenar las hojas de envío, con las informaciones lo más exactas posibles, para disponer de los elementos de juicio más indispensables para formular las recomendaciones de fertilización.

2.1.8. Formulario para el envío de muestras de tierras.

DATOS REFERENTES AL PROPIETARIO

Remitente	Superficie aproximada	
Propietario	Clima y lluvia	
Dirección Postal	Altura sobre el nivel del mar	
.....	Existe riego?	
Datos referentes a las muestras	Profundidad de toma de la muestra	
.....	
Estado	Fecha de toma de la muestra	
.....	
.....	Fecha de ingreso al Laboratorio	
Finca	Muestra simple?	Compuesta?
.....
.....	Muestras de perfiles?
.....	Otros datos

Para determinar:

CE	pH	C	NT	C/N	MO	P	K	Na	Ca	Mg
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		Text.		Arena		Limo		Arcilla		
		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>		

Los análisis más comunes para recomendaciones de fertilización son: pH, Nitrógeno Total (NT), Fósforo Asimilable (P), Potasio Asimilable (K).

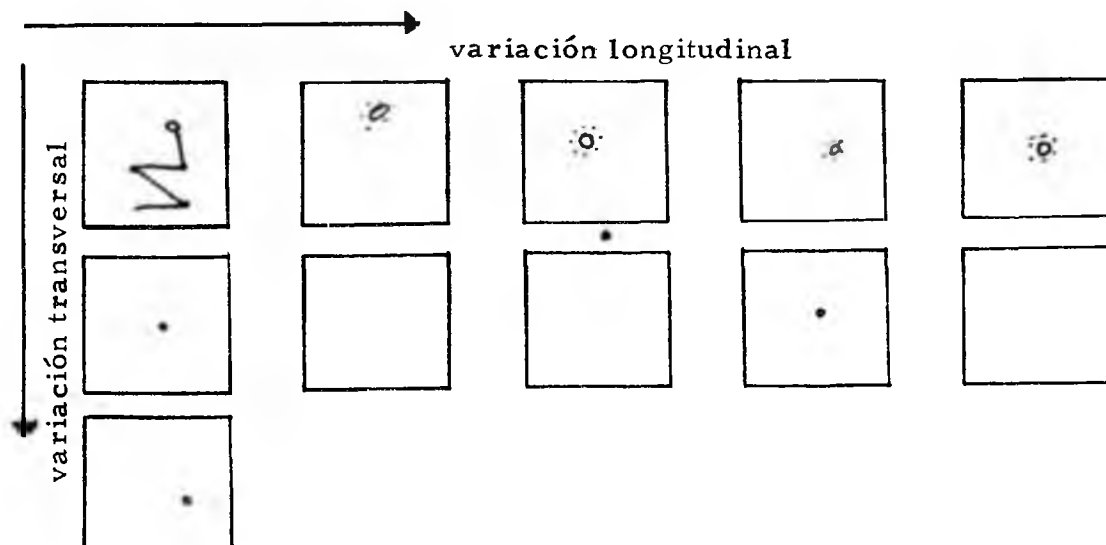
2.2. **Toma de muestras en perfiles de suelos.** En los trabajos de clasificación y cartografía de suelos, es necesario estudiar la secuencia de los horizontes, y en ocasiones determinar el material geológico que dio origen a los suelos. En estos estudios se hace indispensable el disponer de una fosa o de un corte natural o de taludes en una carretera.

2.3. **Toma de muestras de suelos en campos experimentales.**

Para ensayos de fertilización, es conveniente trabajar con suelos más o menos homogéneos o se requiere del conocimiento de la variación del suelo, para la debida interpretación de los resultados.

Para estudiar las variaciones de suelos en un campo experimental, se recomienda seguir los siguientes pasos:

- a) Localización del lote experimental.
- b) Subdividir el lote experimental en parcelas, de acuerdo con el número de tratamientos de diseño experimental.
- c) Con barreno ir tomando muestras simples de cada parcela, para formar una compuesta por parcela. Se tomarán muestras por separado, tanto en el sentido de largo como del ancho.
- d) Poner las muestras en bolsitas de plástico o en cajitas de cartón debidamente identificadas.
- e) La profundidad de toma de muestras, estará de acuerdo con el cultivo a realizarse.



La diferencia de las muestras, en los dos sentidos, nos dará una idea de la dirección de la variación del suelo, lo cual nos ayudará a orientar las repeticiones de un ensayo de fertilización.

3. Interpretación de los Análisis de Suelos.

Niveles de nutrientes, usados en la E. E. Santa Catalina, para la interpretación de los análisis de suelos, con fines de fertilización. (1)

Nutriente	Niveles en ug/ml.		
	Bajo	Medio	Alto
Nitrógeno	30	31-60	60
Fósforo	15	16-30	30
Potasio	75	76-150	150
Calcio	40	41-140	140
Magnesio	40	41-80	80
Cobre	1	2-4	4
Hierro	20	21-40	40
Manganeso	15	16-25	25
Zinc	4	5-8	8
pH 5.5	Acido (Determinar Al + H intercambiable).		
5.6 - 6.4	Ligeramente ácido		
6.5 - 7.5	Prácticamente neutro		
7.6 - 8.4	Ligeramente alcalino (determinar conductividad eléctrica).		
8.0	Alcalino.		

(1) Estos niveles son válidos cuando se haga la extracción de los nutrientes, con bicarbonato de sodio más EDTA (Olsen Modificado) y el pH se determine en una suspensión suelo-agua, de relación 1: 2. 5.

4. **Recomendaciones de Fertilización para los principales cultivos de la Sierra. (2)**

Arveja, Lenteja, Garbanzos.

Interpretación del análisis de suelos	Kg/ha.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bajo	60	80	100
Medio	40	40	60
Alto	20	20	20

El fertilizante completo aplicar a la siembra, a chorro continuo en la línea de siembra, tapar y sembrar.

Si se requiere "nitrógeno complementario" se aplicará después de 30 a 40 días, en banda lateral a 10 cm., de las plantas.

"Nitrógeno complementario". Cantidad que se necesita para completar los requerimientos de nitrógeno, después de haber aplicado un fertilizante compuesto.

Cebada.

Recomendaciones de fertilización

Interpretación del análisis de suelos	Kg/ha.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bajo	80	80	60
Medio	60	60	30
Alto	40	40	20

El fertilizante completo aplicar a la siembra, con máquinas o al voleo, incorporando el fertilizante con una rastra de discos.

Si se requiere "nitrógeno complementario" aplicar al voleo, después de 30 a 40 días de la siembra. En suelos deficientes en azufre se recomienda usar sulfato de amonio, como fuente de nitrógeno.

Fréjol, Habas

Recomendaciones de fertilización (1)

Interpretación del análisis de suelos	Kg/ha.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bajo	80	60	80
Medio	60	40	60
Alto	40	20	0

(2) Recomendaciones de fertilización tomadas de "Recomendaciones de Fertilización para los Principales Cultivos del Ecuador", INIAP. En preparación.

Aplicar el fertilizante completo a la siembra a chorro continuo en la línea de siembra, tapar y sembrar.

Si se requiere "nitrógeno complementario", se aplicará después de 30 a 40 días (fréjol), en la Sierra, o de 10 a 20 días en la Costa, en banda lateral a 10 cm., de las plantas.

Maíz (Sierra)

Recomendaciones de fertilización (1)

Interpretación del análisis de suelos	Kg/ha.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bajo	150	100	100
Medio	120	60	40
Alto	100	40	0

El fertilizante completo, aplicar a la siembra a chorro continuo, al fondo del surco.

Si se requiere "nitrógeno complementario" se aplicará en banda lateral a 10 ó 15 cm. de las plantas, después de 40 a 45 días de la siembra o al realizar el medio aporque.

Papa

Recomendaciones de fertilización (1)

Interpretación del análisis de suelos	Kg/ha.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bajo	150	300	150
Medio	100	200	100
Alto	80	100	40

El fertilizante completo, aplicar a la siembra, al fondo del surco a chorro continuo.

Si se requiere "nitrógeno complementario", se aplicará en banda lateral después de 40 a 45 días de la siembra o al realizar la primera labor cultural.

Trigo

Recomendaciones de fertilización (1)

Interpretación del análisis de suelos	Kg/ha.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bajo	100	120	80
Medio	80	80	40
Alto	60	60	20

El fertilizante completo aplicar a la siembra, con máquina o al voleo, incorporando el fertilizante con una rastra de discos.

Si se requiere "nitrógeno complementario", aplicar al voleo después de 30 a 40 días de la siembra.

En suelos deficientes en azufre se recomienda usar sulfato de amonio, como fuente de nitrógeno.

5. Transformaciones de las recomendaciones de "elementos puros" a fertilizantes comerciales

Tomando como ejemplo las recomendaciones de nutrimentos para arveja (pág. ...), para un suelo bajo en nitrógeno, bajo en fósforo y medio en potasio; las cantidades de nutrimentos en "elementos puros" son los siguientes:

	Kg/ha.	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O
60	80	60

Para satisfacer estas recomendaciones, se puede usar fertilizantes simples o compuestos.

5.1. Utilizando fertilizantes simples

Como fuente de nitrógeno se usará urea del 46% N.

Como fuente de fósforo se usará superfosfato triple del 45 por ciento P₂O₅.

Como fuente de potasio se usará cloruro de potasio 60 por ciento K₂O.

5.1.2. Para nitrógeno

46 Kg. de nitrógeno hay en 100 Kg. de urea
 60 Kg. de nitrógeno requeridos X

$$\frac{100 \times 60}{46} = 130.43 \text{ Kg. de urea}$$

5.1.3. Para fósforo

45 Kg. de fósforo hay en 100 Kg. de superfosfato triple
 80 Kg. de fósforo requeridos X

$$\frac{100 \times 80}{45} = 177.78 \text{ Kg. de superfosfato triple}$$

5.1.4. Para potasio

Los 60 Kg. de potasio requeridos habrá en 100 Kg. de cloruro de potasio.

Recomendación final usando fertilizantes simples:

130.43 Kg. de urea, aproximadamente 2 1/2 sacos de 50 Kg.

177.78 Kg. de super triple, aproximadamente 3.5 sacos de 50 Kg.

60.00 Kg. de Muriato de potasio, aproximadamente 2.0 sacos de 50 Kg.

5.2. Utilizando fertilizante completo 8-24-8

Cuando se utiliza un fertilizante completo, los cálculos se inician con los requerimientos de fósforo, siguiendo el siguiente procedimiento:

24 Kg. de fósforo hay en 100 Kg. de 8-24-8
80 Kg. de fósforo requeridos X

$$\frac{100 \times 80}{24} = 333.33 \text{ Kg. de 8-24-8}$$

Cálculo para nitrógeno

En 100 Kg. de 8-24-8 hay 8 Kg. de N.
333.33 Kg. de 8-24-8 X

$$\frac{8 \times 333.33}{100} = 26.66 \text{ Kg. de N.}$$

Para completar los 60 Kg. de N requeridos, se usará urea del 46 por ciento.

$$\begin{array}{r} 60.00 \\ -26.66 \\ \hline 33.34 \end{array} \text{ Kg. de N que se debe completar}$$

46 Kg. de N hay en 100 Kg. de urea
33.34 Kg. de N. X

$$\frac{100 \times 33.34}{46} = 72.47 \text{ Kg. de urea}$$

Cálculo para potasio

En 100 Kg. de 8-24-8 hay 8 Kg. de potasio
En 333.33 Kg. de 8-24-8 X

$$\frac{8 \times 333.33}{100} = 26.66 \text{ Kg. de potasio}$$

Para completar los 60 Kg. de potasio requeridos. se usará muriato de potasio del 60 por ciento de K_2O .

$$\begin{array}{r} 60.00 \\ -26.66 \\ \hline \end{array}$$

33.34 Kg. de potasio que se debe completar

60 Kg. de potasio hay en 100 Kg. de muriato de potasio
33.34 Kg. de potasio X

$$\frac{100 \times 33.34}{60} = 55.57 \text{ Kg. de muriato de potasio}$$

Recomendación final usando fertilizante 8-24-8

333.33 Kg. de 8-24-8, aproximadamente 6.5 sacos de 50 Kg.
72.47 Kg. de urea, aproximadamente 1.5 sacos de 50 Kg.
55.57 Kg. de muriato de potasio, aproximadamente 1.0 sacos de 50 Kg.