



Carrera de Ciencia y  
Producción Agropecuaria

UNIDAD DE SUELOS



**Calidad y Manejo de Suelos  
En la zona de Chinandega y León Nicaragua.**

**Unidad de suelos, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Informe  
Realizado para proyecto cuenta del milenio MCA Nicaragua Chemonics.**

**Elaborado por:**

**M. Sc. Gloria Arevalo de Gauggel  
Ing. Agr. Moises Enrique Castellanos  
Ing. Agr. Enrique Alberto Cruz**

Noviembre de 2008

**INDICE**

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>3</b>
<b>2. FASES DE CAPACITACION.....</b>	<b>4</b>
<b>3. PROGRAMA DE CAPACITACIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>4- CONCEPTOS ENSEÑADOS EN LA CAPACITACION DE CAMPO QUE ES UNA CALICATA.....</b>	<b>8</b>
<b>5. DESCRIPCIONES DE PERFILES DE LA ZONA.....</b>	<b>10</b>
<b>6. ASPECTOS DE NUTRICION.....</b>	<b>19</b>
<b>7. RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO .....</b>	<b>22</b>
<b>8. RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION.....</b>	<b>24</b>
<b>9. OBSERVACIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>10. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>35</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el tema de conservación de los recursos naturales forma parte de las agendas de gobierno en cada uno de los países de la región centroamericana; enfocando sus esfuerzos en mejorar la sostenibilidad y eficiencia de actividades económicas a garantizar el buen funcionamiento de la sociedad a través del tiempo. La agricultura es uno de los rubros mas importantes dentro de la economía de los países centroamericanos, por lo que diferentes programas están trabajando para establecer una agricultura mas eficiente en el uso de los recursos naturales, ser mas competitivos con el resto de naciones y asegurar la disponibilidad de recursos tanto en cantidad como en calidad, para que las futuras generaciones puedan seguir desarrollando dichas actividades económicas de beneficio para la nación.

Parte de los fondos asignados a través de la Cuenta del Milenio al gobierno de Nicaragua han sido destinados a la capacitación de los actores principales del rubro agrícola (productores, técnicos, estudiantes universitarios). Particularmente en la región nor-occidental del país (León y Chinandega) se están realizando esfuerzos enfocados a mejorar las técnicas de producción que actualmente se manejan, enfocándose en un mejor uso de los recursos.

La consultora internacional Chemonics ha sido contratada para cumplir con este objetivo planteado; parte de los temas en los cuales el programa está interesado es capacitar a la población dedicada a la agricultura en el buen manejo del recurso suelo. Para esto la Empresa Chemonics ha solicitado a la Unidad de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, la realización de una jornada de capacitación para dar a conocer la temática que el uso del recurso suelo en la agricultura.

La realización de esta jornada de capacitación se llevó a cabo en dos fases. En el presente informe se detallan las actividades desarrolladas en cada una de estas jornadas y los temas tratados en cada una de las conferencias impartidas.

## 2. FASES DE LA CAPACITACION

### **Primera Fase: Reconocimiento de Campo**

El objetivo principal de esta primera fase, fue conocer las localidades y características donde la empresa Chemonics está trabajando y así poder enseñar a los pobladores de estas regiones con datos reales de sus comunidades.

Durante los días de 20-23 de julio de 2008, se realizó una primera visita a distintas localidades de la región nor-occidental del país, entre estas: Albangasca Sur, Las Pampas, Las Chacaras, Achuapa, San Luis, Villa Nueva, El caoba, Sta. Rosa del Peñon (León), El Somotillo Chichigalpa, Rancherías y Villa 15 de julio. De estos lugares fueron tomadas muestras de suelo para ser analizadas en el laboratorio de Zamorano. Así mismo se describieron cuatro perfiles de suelo representativos de estas zonas, para conocer las características físicas de estos suelos.

### **Segunda Fase: Capacitación**

#### **León**

Los días 25 y 26 de agosto de 2008 se llevó a cabo las capacitaciones en la Facultad de Agroecología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua con sede en León. Las capacitaciones fueron impartidas para un número de 38 personas entre técnicos de campo, productores y estudiantes de diferentes carreras de la universidad.

Durante la capacitación se expusieron los conceptos básicos de la ciencia del suelo, técnicas de muestreo de suelos y se enfatizó en los pasos a seguir para tomar una muestra de manera correcta; esta capacitación se complementó con una práctica hecha en campo con el público asistente. Así mismo se enseñó a los asistentes a interpretar y entender los procesos químicos que se dan en el suelo, la descripción de un perfil de suelo (calicata) aportó al entendimiento de los conceptos enseñados en la sala de conferencias. (Imágenes 1, 2,y 3)



Imagen1. Grupo de participantes sobre manejo de suelos en León. Nicaragua 25y 26 de agosto, 2008

I



Imagen 2. El Ing. Enrique Cruz habla sobre la importancia del muestreo de suelos.



Imagen 3. Descripción de calicata en el campo. Ing. Gloria Arévalo y grupo de participantes

### **Chinandega**

Los días 27 y 28 de agosto de 2008 se llevó a cabo la capacitación en la comunidad de San Francisco de Tonalá. Las capacitaciones fueron impartidas para un número de 50 personas entre técnicos de campo y productores.

La metodología de impartición de las conferencias y los temas a tratar fue la misma que se llevó a cabo en León, en este caso enfocada la producción de plátano cultivo

principal de la zona. El público asistente en esta comunidad mostró alto interés en los temas enseñados.



Imagen 4. Conferencia sobre conceptos de manejo de suelo en Tonalá, Nicaragua, Agosto 27.2008



Imagen 5. Práctica de campo tomando muestras de suelo. Tonalá Nicaragua

### 3. PROGRAMA DE CAPACITACIONES

Primer Día Capacitaciones 25/ago/08

<b>Hora</b>	<b>Conferencia</b>	<b>Expositor</b>
7:00 -7:30 a.m.	Registro de Personas	
7:30 -9:30 a.m	Conceptos Básicos de Suelos	Gloria Arévalo
9:30 -9:50 a.m.	Coffee Brake	
9:50-11.30 a.m	Importancia de los muestreos de suelo y su aplicación en la Agricultura.	Enrique Cruz
11:30 -12:30 p.m.	Almuerzo	
12:30 - 2:30 p.m.	Características físicas del suelo, descripción de calicatas en aula	Moisés Castellanos
2:30 - 2:50 p.m	Receso	
2:50 - 4:00 p.m.	Práctica de Campo Muestro de Suelos	

Segundo Día de Capacitación 26/ago/08

7:00 – 7:30 a.m.	Registro	
7:30 – 9:30 a.m.	Descripción de calicatas en campo	
9:30 – 9:50 a.m	Coffee Brake	
9:50 – 11:30 a.m	Manejo de suelos de la zona (Mecanización, drenaje, Aspectos químicos).	Gloria Arevalo
11:30 – 12:30 m	Almuerzo	
12:30 – 2:30 p.m.	Interpretación de Análisis químicos y Recomendación de fertilización de acuerdo a sus suelos y cultivos.	Moisés Castellanos
2:30-2:50 p.m.	Coffee Brake	
2:50 – 4:00 p.m.	Evaluación General del curso (Retroalimentación)	

En ambas capacitaciones el material de la presentación fue transferido al Ing. Guillermo Toruño y el Ing. Francisco Urbina.

## **4. CONCEPTOS ENSEÑADOS EN LA CAPACITACION**

### **¿Que es una Calicata?**

Agujero en el suelo de 1 x 1 x 1.5. Una calicata debe ser una práctica cultural, es una herramienta básica para conocer el tipo de suelo donde sembraremos nuestros cultivos y tomar las decisiones para una mejor productividad. (Gavande S. 1986)

Se elaboraron 5 calicatas en diferentes lugares del departamento de León y Chinandega. De las cuales los datos son incluidos en este informe para conocer mejor las características de los suelos de las comunidades en las que la Empresa Chemonics está trabajando.

### **¿Que características identificamos en un calicata?**

#### **Ubicación**

Primero que todo saber donde estamos describiendo una calicata: la unidad geomorfológica, si estamos ubicados una vega de río, valle o ladera. Toda esta información es muy importante debido a los agentes formadores del suelo. El clima del lugar, la topografía así como también el cultivo que está siendo utilizado en ese suelo.

#### **Profundidad**

La profundidad nos deja saber hasta donde las raíces de los cultivos tendrán un crecimiento óptimo.

#### **Color**

El color de suelo es identificado en cada uno de los horizontes con la ayuda de una tabla Munsell. Esta aplicación es muy importante para conocer el estado de aireación del suelo e incluso para tener una idea del contenido de materia orgánica. Colores pardos u oscuros representan una buena cantidad de materia orgánica; así como colores rojos en el suelo nos hablan de buen drenaje oxidación de hierro y aluminio en el mismo; en caso contrario cuando encontramos suelos grises o azules son suelos que tienen problemas de drenaje, con mucha probabilidad de ser suelos que pasan saturados la mayor parte del año.

#### **Textura**

Característica muy importante en el suelo se refiere a la proporción de la arcilla, limo y arena en el suelo. Suelos que tienen un mayor porcentaje de arcilla son suelos mucho más pesados que requieren un manejo diferente al de un suelo con mayor contenido de arena. De esta forma se conocen doce grupos texturales para los suelos. La partícula mas pequeña del suelo es la arcilla con un diámetro menor a 0.002mm luego le sigue el limo que va desde 0.05 hasta 0.002 y las arenas finalmente que son las más grandes 2-0.05 mm.



## **Estructura**

La estructura del suelo es como este se agrega se ve la forma la estabilidad y el tamaño de los agregados. Esto tiene mucha importancia a la hora de tomar una decisión referente al tipo de mecanización que daremos al suelo. La estructura del suelo deseable para la agricultura es granular. Esta es una estructura suelta por la cual las raíces pueden tener mayor área de contacto.

La estructura del suelo puede ser de bloques angulares y sub angulares, prismática, columnar, granular y laminar.

## **Raíces y Poros**

La cantidad de raíces dentro de un perfil de suelo nos habla ayuda a entender la facilidad o dificultad para el desarrollo de raíces que un suelo puede presentar. Entenderemos que algo anda mal si el crecimiento de la raíz es anormal o la cantidad de las mismas es muy poca. La porosidad junto con las raíces son dos características que van de la mano y que deben ser evaluadas visualmente.

## **Resistencia a la penetración de la raíces**

Con la ayuda de una herramienta denominada penetrómetro se mide la resistencia a la penetración de las raíces. Esta herramienta simula una raíz y con la ayuda de un resorte graduado mide con precisión la fuerza que cualquier objeto debe hacer para penetrar el suelo. Esta prueba debe hacerse cuando el suelo esta a capacidad de campo. Las unidades que la herramienta nos indica son  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . Según la literatura una resistencia a la penetración mayor a  $2.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$  empieza a ser una limitante para el desarrollo de la raíz.

## **5. DESCRIPCION DE PERFILES DE LA ZONA**

En general son suelos derivados de ceniza volcánica, porosos, bien estructurados, con alta afinidad por la materia orgánica. Estos suelos varían en la profundidad efectiva, limitados por roca o lava consolidada conocida comúnmente como talpetate. La profundidad del suelo varía con la distancia desde el volcán, presentando suelos muy superficiales más cerca del volcán y profundos a mayor distancia.

Son suelos muy susceptibles a erosión y se observa gran acumulación de suelo erosionado en los cauces de las quebradas y canales. A continuación detallamos los perfiles de las calicatas descritas en los lugares que fueron elegidos para representar el área de interés.

Se realizó la descripción de cuatro perfiles de suelo, a través de calicatas; los perfiles corresponden a los suelos encontrados en las zonas de Malpaisillo, Sta Rosa del Peñón, Rancherías y Somotillo. Cada perfil descrito y sus características se encuentran detalladas en los cuadros 1 al 4, de igual manera se tomaron fotografías de cada uno de los perfiles para ilustrar las diferencias entre los suelos descritos, los cuadros y las fotografías corresponden a las localidades de Malpaisillo, Sta Rosa del Peñón, Rancherías y Somotillo respectivamente.

**Cuadro 1. Descripción morfológica de la calicata # 1 en la Finca El Caoba, Malpaisillo, León. 2008.**

Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Poros	Raíces	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )	Límite entre horizontes
	0-25	2.5 YR 2.5/3 Pardo Rojiso oscuro	FAr	bsa m d	F	t f p	tt mod	1.75	p d
	25-48	7.5 YR 3/3 Pardo gris muy oscuro	FAr	ba m d	F	t f p v g p	fmf p G p	1.87	p d
	48-100x	7.5YR 2.5/3 Pardo muy oscuro	FAr 2% de roca	ba m d	f	t m p	m f p gp	1.7	

Descripción: **Color** : 2.5 YR 2.5/3 Pardo Rojiso oscuro, 7.5 YR 3/3 Pardo gris muy oscuro, 7.5YR 2.5/3, Pardo muy oscuro, **Textura**: FArA franco arcillo arenoso, FAr franco arcilloso, Ar: Arcilloso **Estructura**: 1) *Forma*: g: granular, bsa: bloques subangulares, ba bloques angulares 2) *Tamaño*: f: fina g: gruesa m: mediana 3) *Grado*: d: débil m: moderado f: fuerte **Poros**: 1) *Forma*: t: tubulares, v: vesiculares 2) *Tamaño*: f: finos, tt: todos los tamaños, g: gruesos, m: mediano 3) *Cantidad*: p: pocos m: muchos fr: frecuentes 4) **Consistencia**: f: firme fr: friable, 5) **Raíces**: 1) tamaño: g: gruesas, f: finas, mf: muy finas 2) cantidad: p: pocas, m: muchas, mp: muy pocas, fr: frecuentes **Límite entre horizontes o capas de suelo**: 1) topografía: p: plano, o: ondulado, q: quebrado, 2) nitidez: c: claro, a: abrupto, d: difuso. *USDA 2006*

En la zona de Malpaisillo en la finca caoba son suelos muy profundos con una resistencia a la penetración muy baja. Suelos de origen volcánicos, muchas veces con cero necesidades de labranza. Colores pardo y pardo oscuros representando un área con buen contenido de materia orgánica. La capacidad de intercambio catiónico es media con un valor de 23 meq/100g de suelo. En este rango de CIC el suelo retiene mayor cantidad de nutrientes al igual que el agua. El contenido de arcilla y/o materia orgánica también es alto.



Imagen 6. Perfil de Calicata # 1 en la Zona de Malpaisillo

**Cuadro 2. Descripción morfológica de la calicata # 2 en Siriaco Pulido Sta. Rosa del Peñon. 2008.**

Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Poros	Raíces	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )	Límite entre horizontes
	0-26	7.5 YR 2.5/2 Pardo muy oscuro	FA	g m d	Fr	t f p	tt mod	1.5	p d



Descripción: **Color** :, 7.5 YR 2.5/2 Pardo muy oscuro, **Textura**: FA franco arenoso, **Estructura**: 1) *Forma*: g: granular, bsa: bloques subangulares, ba bloques angulares 2) *Tamaño*: f: fina g: gruesa m: mediana 3) *Grado*: d: débil m: moderado f: fuerte **Poros**: 1) *Forma*: t: tubulares, v: vesiculares 2) *Tamaño*: f: finos, tt: todos los tamaños, g: gruesos, m: mediano 3) *Cantidad*: p: pocos m: muchos fr: frecuentes 4) **Consistencia**: f: firme fr: friable, 5) **Raíces**: 1) tamaño: g: gruesas, f: finas, mf: muy finas 2) cantidad: p: pocas, m: muchas, mp: muy pocas, fr: frecuentes **Límite entre horizontes o capas de suelo**: 1) topografía: p: plano, o: ondulado, q: quebrado, 2) nitidez: c: claro, a: abrupto, d: difuso. *USDA 2006*

En la zona Sta. Rosa del Peñon en la propiedad de Siriaco Pulido donde la situación es completamente diferentes a las partes planas donde por miles de años se ha ido depositando gran cantidad de material debido a la acción de los volcanes. En esta zona es muy importante hacer obras de conservación de suelo. La pendiente y el material de terreno hacen muy propensos a que el suelo se erosione con las lluvias.



Imagen 7. Perfil de Calicata # 2 en Sta. Rosa del Peñon

**Cuadro 3. Descripción morfológica de la calicata # 3 en la Finca San Guillermo, Rancherías, Chinandega. 2008.**

Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Poros	Raíces	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )	Límite entre horizontes
	0-26	10 YR 2/1 Negro	FA	g g d	Fr	t f m	f p	3.2	p d
	26-45	10 YR 2/1 Negro	FA con 15 % grava	ba m d	Fr	t f p v g p	mf p g p	2.6	p d
	45-72x	7.5YR 2.5/3 Pardo muy oscuro	FA con 40% de grava	No forma estructura	f	t m tt	mf mp	1.7	

Lava consolidada  
TALPETATE

Descripción: **Color** : 10 YR 2/1 Negro , 7.5YR 2.5/3 Pardo muy oscuro **Textura**: FA franco arenoso, **Estructura**: 1) *Forma*: g: granular, bsa: bloques subangulares 2) *Tamaño*: f: fina g: gruesa m: mediana 3) *Grado*: d: débil m: moderado f: fuerte **Poros**: 1) *Forma*: t: tubulares, v: vesiculares 2) *Tamaño*: f: finos, tt: todos los tamaños, g: gruesos, m: mediano 3) *Cantidad*: p: pocos m: muchos fr: frecuentes 4) **Consistencia**: f: firme fr: friable, 5) **Raíces**: 1) tamaño: g: gruesas, f: finas, mf: muy finas 2) cantidad: p: pocas, m: muchas, mp: muy pocas, fr: frecuentes **Límite entre horizontes o capas de suelo**: 1) topografía: p: plano, o: ondulado, q: quebrado, 2) nitidez: c: claro, a: abrupto, d: difuso. *USDA 2006*

En la zona de rancherías se incorpora cabeza de camarón en los primeros 15 cm. 22 ton por manzana. Esta zona tiene una particularidad que es denominada en la zona como talpetate. En algunas partes esta limitante que es lava solidificada esta muy superficial y puede causar serios problemas al momento de el desarrollo del cultivo.

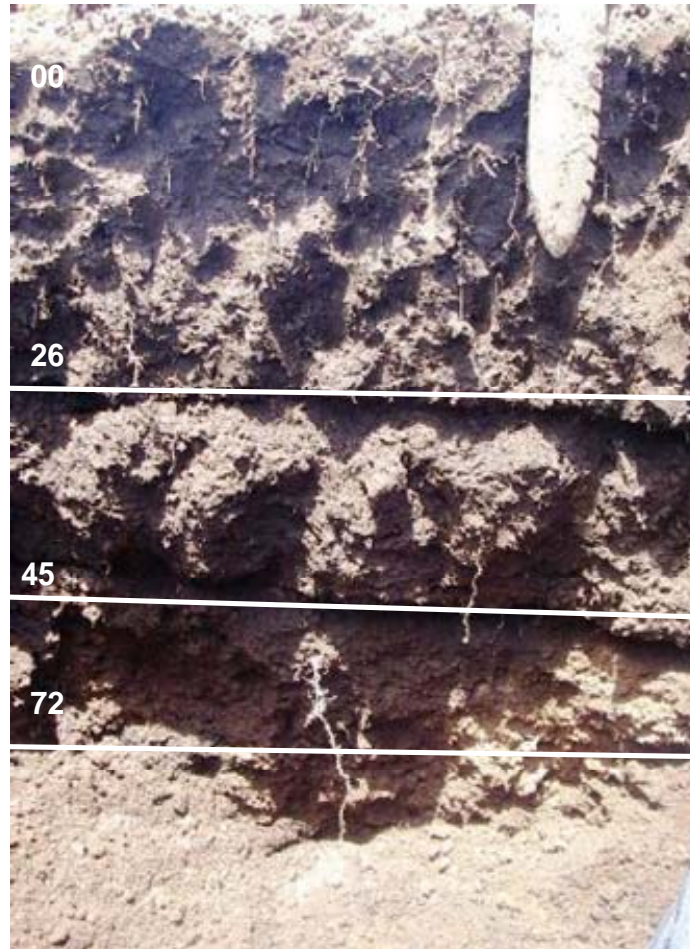


Imagen 8. Perfil de calicata # 3 en Rancherías



**Cuadro 4. Descripción morfológica de la calicata # 4 en la zona del Somotillo, Chinandega. 2008.**

<b>Horizonte</b>	<b>Profundidad (cm)</b>	<b>Color</b>	<b>Textura</b>	<b>Estructura</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Poros</b>	<b>Raíces</b>	<b>Resistencia a la penetración (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Límite entre horizontes</b>
	0-22	2.5YR 3/6 Rojo oscuro	FAr	Bsa m d	M	T f m	f p	3.2	p d
	22-41	5 YR 4/6 Rojo Amarillento	FAr	bsa f d	Fr	T f p V g p	mf p G p	2.6	p d
	41-66x	7.5YR 2.5/3 Pardo muy oscuro	FArA	g med d	Fr	Tt m	Mf mp	1.7	

Descripción: **Color** : 2.5YR 3/6 Rojo oscuro ,5 YR 4/6 Rojo Amarillento 7.5YR 2.5/3 Pardo muy oscuro **Textura**: FArA franco arcillo arenoso, FAr franco arcilloso, **Estructura**: 1) *Forma*: g: granular, bsa: bloques subangulares 2) *Tamaño*: f: fina g: gruesa m: mediana 3) *Grado*: d: débil m: moderado f: fuerte **Poros**: 1) *Forma*: t: tubulares, v: vesiculares 2) *Tamaño*: f: finos, tt: todos los tamaños, g: gruesos, m: mediano 3) *Cantidad*: p: pocos m: muchos fr: frecuentes 4) **Consistencia**: f: firme fr: friable, 5) **Raíces**: 1) *Tamaño*: g: gruesas, f: finas, mf: muy finas 2) *Cantidad*: p: pocas, m: muchas, mp: muy pocas, fr: frecuentes **Límite entre horizontes o capas de suelo**: 1) *Topografía*: p: plano, o: ondulado, q: quebrado, 2) *Nitidez*: c: claro, a: abrupto, d: difuso. *USDA 2006*

Suelos con una profundidad efectiva hasta los 70 cm. Esta zona los productores se dedican al cultivo de hortalizas.



Imagen 9. Perfil de Calicata # 4 en Somotillo

## 5. ASPECTOS DE NUTRICION VEGETAL

### Funciones de los nutrientes en las plantas

#### Nitrógeno

- Componente de proteínas, clorofila, aminoácidos (biomasa de la planta), enzimas
- Es el elemento más móvil dentro de la planta
- Es el elemento nutritivo con respuesta más clara en la producción
- Factor limitante de mayor trascendencia en el crecimiento vegetal después del agua.
- Forma de absorción  $\text{NO}_3$  y  $\text{NH}_4$

Debido a la inestabilidad de las materias inorgánicas en el suelo del N total el 95 al 98 % es orgánico las plantas solo pueden utilizar un 2 a 5 % que es el inorgánico.

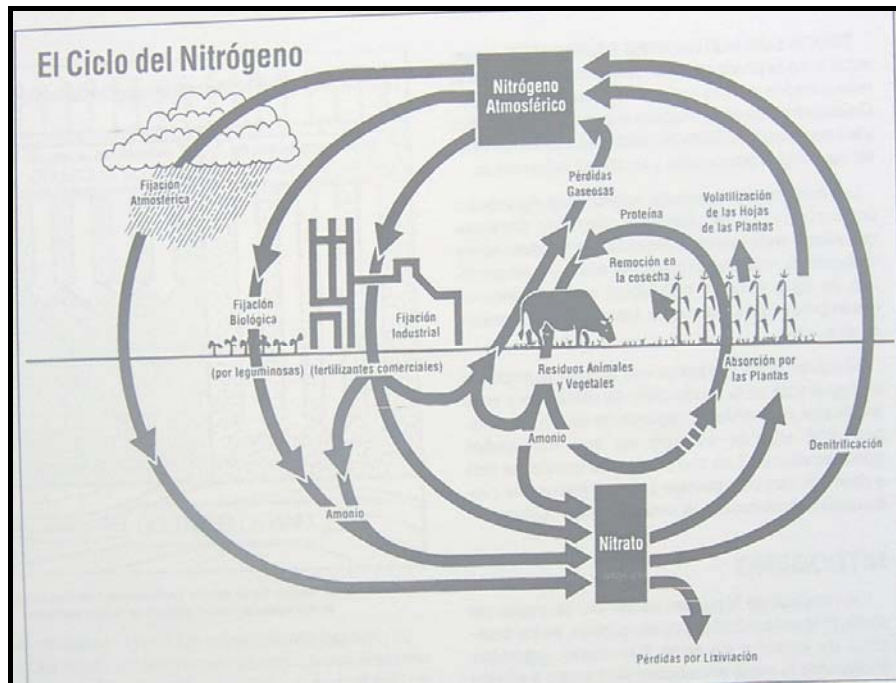


Imagen 10. Ciclo del nitrógeno en el ambiente.

#### Fósforo

- Importante en procesos metabólicos de respiración y fotosíntesis, almacenamiento y transferencia de energía, división y crecimiento celular.
- En el suelo es fijado por compuestos de Al, Fe y Mn en suelos ácidos y Ca en suelos alcalinos lo cual afecta su biodisponibilidad para la producción vegetal
- La cantidad y tipo de arcilla del suelo influye en la fijación y absorción de fósforo
- Elemento móvil dentro de la planta

**Potasio**

- Importante en la fotosíntesis, transporte de fotosintatos, reserva de los almidones y en la activación de procesos enzimáticos, alta movilidad de la planta.
- Promotor de resistencia a enfermedades y al stress.
- Importante para una buena calidad del fruto
- El potasio disponible es difícil de determinar pues ocurre formando parte de la estructura de muchos minerales en el suelo. Generalmente el K intercambiable es mucho más bajo que el estructural y éste a su vez mucho más alto que el disponible
- $K \text{ estructural} > K \text{ intercambiable} > K \text{ disponible}$

**Calcio**

- Elemento estructural formando parte de la pared celular.
- Involucrado en la división mitótica. Importante en el desarrollo de los meristemas apicales.
- Importante para la fecundación y un desarrollo uniforme del fruto
- Elemento importante en la vida de anaquel
- Muchas de las respuestas a la aplicación de Ca se debe al efecto que este tiene sobre el pH del suelo
- Inmóvil dentro de la planta

**Magnesio**

- Ocupa el centro de la molécula de clorofila
- Activa enzimas necesarias en el proceso de respiración
- Incrementa la producción de azúcares
- La deficiencia de Mg en los cultivos no solamente se debe asociar con bajos niveles de este elemento en el suelo sino que también con altos contenidos de Ca y K.
- La deficiencia de Mg se reporta en suelos ácidos, lixiviados de texturas gruesas (arenas, arenas francas y franco arenosas)
- Móvil dentro de la planta

**Azufre**

- En suelos agrícolas existe como parte de los compuestos orgánicos (aminoácidos como cistina, cisteína, metionina y por tanto de las proteínas)
- Es muy móvil en el suelo y fácilmente lixiviable
- La mayor parte de los suelos agrícolas minerales son deficientes en este nutrimento
- Inmóvil dentro de la planta

## **6. CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SUELOS MUESTREADOS**

Se analizaron 17 muestras de diferentes regiones en los departamentos de León y Chinandega. Dentro de los análisis se determino la Textura por el método de Bouyucus, el pH en relación 1:1 agua, la Materia Orgánica con el método de Walkey and Black. El nitrógeno se determina como el 5 % de la M.O. El P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: Solución extractora Mehlich 3. (Cuadro 5)

## **7. RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION**

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis de las muestras de suelo y tomando en cuenta el ciclo del cultivo en la zona y los requerimientos de nutricionales de los cultivos papaya, plátano, cebolla, ajonjolí, ayote, marañón, frijol, y tomate; se elaboró un programa de fertilización para cada uno de los cultivos mencionados anteriormente.

**Cuadro 5. Resultados de análisis químico de las muestras tomadas en Chinandega y León, Nicaragua, 2008**

# Lab.	Muestra	Textura	% Arena	% Limo	% Arcilla	pH (H <sub>2</sub> O)	% M.O.	% N <sub>total</sub>	mg/Kg (extractable)								
									P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
08-S-1948	Ilario rojas, Albangosca Sur	Franco Arenoso	70	22	8	6.61	Medio 2.76	Bajo 0.14	Bajo 8	Alto 346	Medio 1590	Alto 170	Normal 137	Alto 12	Alto 148	Bajo 13.6	Bajo 1.6
08-S-1949	Lazaro Salazar, Albangosca Sur	Franco Arenoso	56	26	18	6.71	Medio 3.86	Bajo 0.19	Alto 120	Alto 912	Medio 2420	Alto 390	Normal 137	Alto 14	Alto 300	Medio 39	Alto 7.5
08-S-1950	Daniel Caceres lote 1 Arcilloso	Franco Arcilloso	42	20	38	6.52	Medio 2.82	Bajo 0.14	Bajo 7	Bajo 152	Medio 4230	Alto 1380	Normal 222	Alto 16	Alto 128	Medio 92	Medio 1.9
08-S-1951	Daniel Caceres lote 2	Franco Arenoso	56	28	16	7.03	Medio 3.45	Bajo 0.17	Bajo 6	Alto 506	Medio 3000	Alto 660	Normal 165	Alto 14	Alto 166	Medio 34	Medio 3.2
08-S-1952	Oscar Sampson, Las Chacaras	Franco Arenoso	58	26	16	6.58	Bajo 1.90	Bajo 0.09	Bajo 6	Alto 574	Medio 2170	Alto 420	Normal 137	Alto 15	Alto 202	Medio 36	Medio 2.2
08-S-1953	Enrique Muñoz, Las Chacaras	Franco	52	28	20	6.36	Medio 2.09	Bajo 0.10	Bajo 3	Alto 346	Medio 2830	Alto 540	Normal 142	Alto 16	Alto 187	Medio 88	Medio 2
08-S-1954	El Caoba lote ajonjoli	Arcilloso	30	30	40	7.46	Medio 2.09	Bajo 0.10	Bajo 9	Alto 498	Medio 3010	Alto 710	Normal 177	Alto 9	Alto 126	Alto 247	Bajo 1.6
08-S-1955	El Caoba lote hortalizas	Franco Arcilloso	34	28	38	7.11	Bajo 1.89	Bajo 0.09	Bajo 9	Alto 544	Medio 2720	Alto 660	Normal 197	Alto 9	Alto 124	Alto 268	Bajo 1.5
08-S-1956	Siriaco Pulido, Sta. Rosa Peñon	Franco Arenoso	68	16	16	6.76	Medio 3.65	Bajo 0.18	Bajo 5	Medio 372	Medio 3780	Bajo 600	Normal 135	Alto 5	Medio 95	Medio 49	Bajo 0.5
08-S-1957	Presentacion Silva, Achuapa	Franco	48	28	24	6.29	Medio 3.20	Bajo 0.16	Bajo 5	Bajo 190	Alto 2650	Medio 370	Normal 130	Alto 3	Medio 181	Medio 75	Bajo 1.4

# Lab.	Muestra	Textura	%			pH (H <sub>2</sub> O)	%		mg/Kg (extractable)								
			Arena	Limo	Arcilla		M.O.	N <sub>total</sub>	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
08-S-1958	Enrique Mendoza, Chichiulapa	Franco Arenoso	64	28	8	6.60	Alto 7.08	Medio 0.35	Bajo 5	Medio 276	Medio 2280	Bajo 150	Normal 140	Alto 8	Medio 78	Bajo 2.5	Medio 1.9
08-S-1959	Finca Sn Guillermo con camarón	Franco Arenoso	68	26	6	5.71	Medio 5.25	Medio 0.26	Bajo 4	Medio 164	Medio 1130	Bajo 70	Normal 137	Alto 7	Medio 57	Bajo 2.8	Bajo 1.1
08-S-1960	Finca Sn Guillermo sin camarón	Franco Arenoso	72	22	6	6.70	Medio 4.01	Medio 0.20	Bajo 7	Medio 178	Medio 1570	Bajo 110	Normal 132	Alto 10	Medio 76	Bajo 3.1	Bajo 1.9
08-S-1961	Pablo Mendoza Villa 15 de julio	Franco	44	40	16	6.78	Medio 4.84	Medio 0.24	Medio 15	Alto 572	Medio 2840	Bajo 330	Normal 170	Alto 13	Medio 111	Bajo 21.8	Medio 2.2
08-S-1962	Finca Sta. Luisa, marañón	Franco Arenoso	54	30	16	6.35	Medio 3.20	Bajo 0.16	Medio 28	Alto 688	Medio 2720	Bajo 310	Normal 147	Alto 16	Alto 156	Bajo 9.9	Medio 2.0
08-S-1963	Mario Castillo, Villa Nueva	Franco Arcilloso	38	32	30	7.02	Bajo 1.57	Bajo 0.08	Bajo 3	Bajo 70	Medio 2940	Medio 420	Normal 195	Alto 8	Alto 166	Alto 238	Bajo 1.3
08-S-1964	Miguel Grdis, Somotillo	Franco Arenoso	58	26	16	6.53	Medio 2.29	Bajo 0.11	Bajo 10	Alto 276	Medio 1460	Bajo 210	Normal 172	Alto 6	Alto 118	Medio 59	Bajo 0.9

**Cuadro 6. Recomendaciones de fertilización para los cultivos de ayote, papaya, tomate, plátano, marañón, frijol, ajonjolí y cebolla.**

Cultivo	Productor	Zona	Muestra	Requerimientos de nutriente (Kg/ha)				
				N	P2O5	K2O	CaO	MgO
Ayote	Ilario Rojas	Leon, Albangasca Sur	08-S-1948	95	23	134	100	43
Papaya	Lasaro Salasar	Leon, Albangasca Sur	08-S-1949	185	25	200	35	44
Papaya	Daniel Caceres	Las Pampas, Lote 2	08-S-1951	185	46	200	35	44
Tomate	Oscar Sampson	Las Chacaras	08-S-1952	400	100	400	150	100
Tomate	Enrique Mendoza	Chichigalpa, Chinandega	08-S-1958	350	100	330	150	150
Tomate	Mario Castillo	Villa Nueva	08-S-1963	400	100	450	150	100
Plátano	Enrique Muñoz	Las Chacaras	08-S-1953	400	200	430	180	70
Plátano	Pablo Mendoza	San luis	08-S-1961	350	170	400	180	70
Plátano	Daniel Caceres	Las Pampas, Lote 1	08-S-1950	400	200	400	180	70
Marañón	Finca. Sta. Luisa		08-S-1962	120	45	130	--	--
Frijol	Siriaco Pulido	Sta. Rosa del Peñon	08-S-1956	100	70	120	--	--
Frijol	Presentación Silva	Achuapa, Rio Arriba	08-S-1957	100	70	135	--	--
Ajonjoli	El Caoba	La Caoba	08-S-1954	90	60	100	--	--
Ajonjoli	Finca. San Guillermo	Rancherías	08-S-1959	75	60	85	--	--
			08-S-1960	75	60	85	--	--
Ajonjoli	Miguel Gradis	Casa Blanca, Somotillo	08-S-1964	90	60	100	--	--
Cebolla	El Caoba	La Caoba	08-S-1955	200	120	180	100	175

### Requerimiento de fertilización para Plátano

Para poder suplir las necesidades de nutriente del cultivo, tomando en cuenta la etapa de desarrollo vegetativo, producción y la cantidad de nutrientes que el fruto extrae, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de nutriente puro (**kg/ha/ciclo**).

#### Cultivo de Plátano

Lote	Zona	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
Enrique Muñoz	Las Chacaras	400	200	430	180	70
Pablo Mendoza	San Luis	350	170	400	180	70
Daniel Cáceres	Las Pampas	400	200	400	180	70

### Fertilización y su fraccionamiento

De acuerdo con estos resultados, se recomienda aplicar la siguiente dosis de fertilizante comercial en quintales /manzana / ciclo



**Enrique Muñoz**

Fertilizante	Etapa del cultivo				Total qq/mz
	Siembra	2 meses	5 meses	10 meses	
	Quintales/manzana				
Urea (46-0-0)	1	1	2	3	7
DAP (18-46-0)	2	2	1.5	1.5	7
KCl (0-0-60)	1	2	4	4	11
Nitrato de Calcio (15.5-0-0-26.5-0)	2	2	3	3	10
Sulfato de magnesio (0-0-0-16)	1	1	2.5	2.5	7

**Pablo Mendoza**

Fertilizante	Etapa del cultivo				Total qq/mz
	Siembra	2 meses	5 meses	10 meses	
	Quintales/manzana				
Urea (46-0-0)	1	1	2	2	6
DAP (18-46-0)	2	2	1	1	6
KCl (0-0-60)	1.5	2	3	3.5	10
Nitrato de Calcio (15.5-0-0-26.5-0)	2	2	3	3	10
Sulfato de magnesio (0-0-0-16)	1	1	2.5	2.5	7

**Daniel Cáceres**

Fertilizante	Etapa del cultivo				Total qq/mz
	Siembra	2 meses	5 meses	10 meses	
	Quintales/manzana				
Urea (46-0-0)	1	1	2.5	2.5	7
DAP (18-46-0)	2	2	1.5	1.5	7
KCl (0-0-60)	1.5	2	3	3.5	10
Nitrato de Calcio (15.5-0-0-26.5-0)	2	2	3	3	10
Sulfato de magnesio (0-0-0-16)	1	1	2.5	2.5	7

**Requerimiento de fertilización para Tomate**

Para poder suplir las necesidades de nutriente del cultivo, tomando en cuenta la etapa de desarrollo vegetativo, producción y la cantidad de nutrientes que el fruto extrae, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de nutriente puro (**kg/ha/ciclo**).

## **Cultivo Tomate**

<b>Lote</b>	<b>Zona</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>
Oscar Sampson	Las Chácaras	400	200	430	180	70
Enrique Mendoza	Chichigalpa	350	100	330	150	150
Mario Castillo	Villa Nueva	400	100	450	150	100

### **Fertilización y su fraccionamiento**

De acuerdo con estos resultados, se recomienda aplicar la siguiente dosis de fertilizante comercial en quintales /manzana / ciclo

#### **Oscar Sampson**

<b>Fertilizante</b>	<b>Etapa del cultivo</b>			<b>Total qq/mz</b>
	<b>Transplante a 30 días</b>	<b>De 45 a 75 días</b>	<b>De 75 días hasta fin de cosecha</b>	
	<b>Quintales/manzana</b>			
Urea	2	3	4	<b>9</b>
MAP (12-61-00)	2	2	1	<b>5</b>
Sulfato de Potasio	3	5	5	<b>13</b>
Nitrato de Calcio	2	4	4	<b>10</b>
Sulfato de Magnesio	2	2	3	<b>7</b>

#### **Enrique Mendoza**

<b>Fertilizante</b>	<b>Etapa del cultivo</b>			<b>Total qq/mz</b>
	<b>Transplante a 30 días</b>	<b>De 45 a 75 días</b>	<b>De 75 días hasta fin de cosecha</b>	
	<b>Quintales/manzana</b>			
Urea	2	3	3	<b>8</b>
MAP (12-61-00)	2	1		<b>3</b>
Sulfato de Potasio	3	3	4	<b>10</b>
Nitrato de Calcio	2	3	4	<b>9</b>
Sulfato de Magnesio	4	5	5	<b>14</b>

## Mario Castillo

Fertilizante	Etapa del cultivo			Total qq/mz
	Transplante a 30 días	De 45 a 75 días	De 75 días hasta fin de cosecha	
	Quintales/manzana			
Urea	3	3	4	10
MAP (12-61-00)	2	1		3
Sulfato de Potasio	3	5	6	14
Nitrato de Calcio	2	3	4	9
Sulfato de Magnesio	3	3	4	10

## Requerimiento de fertilización para Frijol

Para poder suplir las necesidades de nutriente del cultivo, tomando en cuenta la etapa de desarrollo vegetativo, producción y la cantidad de nutrientes que el fruto extrae, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de nutriente puro (**kg/ha/ciclo**).

### Cultivo Frijol

Lote	Zona	N	P2O5	K2O
Siriaco Pulido	Sta. Rosa del Peñón	100	70	120
Presentación Silva	Achuapa, Río Arriba	100	70	135

## Fertilización y su fraccionamiento

De acuerdo con estos resultados, se recomienda aplicar la siguiente dosis de fertilizante comercial en quintales /manzana / ciclo

### **Siriaco Pulido**

Fertilizante	A la siembra o 10 días después de la siembra	A los 30 días después de siembra	Total qq/mz
	Quintales/ Manzana		
Urea	1	1	2
18-46-00	2		2
KCl	1.5	1.5	3

### **Presentación Silva**

Fertilizante	A la siembra o 10 días después de la siembra	A los 30 días después de siembra	Total qq/mz
	Quintales/ Manzana		
Urea	1	1	2
18-46-00	2		2
KCl	1.5	1.5	3

### **Requerimiento de fertilización para Papaya**

Para poder suplir las necesidades de nutriente del cultivo, tomando en cuenta la etapa de desarrollo vegetativo, producción y la cantidad de nutrientes que el fruto extrae, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de nutriente puro (**kg/ha/ciclo**).

Lote	Zona	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
Lasaro Salazar	Albansasca sur, León	185	25	200	35	44
Daniel Cáceres	Las Pampas, Lote 2	185	46	200	35	44

### **Fertilización y su fraccionamiento**

De acuerdo con estos resultados, se recomienda aplicar la siguiente dosis de fertilizante comercial en quintales /manzana / ciclo

### **Lasaro Salazar**

Fertilizante	De 2 a 6 meses	De 7-12 meses	Segundo año
	Quintales por manzana		
Urea	2	3	5
DAP (18-46-00)	0.5	0.5	0.5
KCl Soluble	2	3	5
Nitrato de Calcio	0.5	1.5	2
Sulfato de Magnesio	1.5	2.5	4

### **Daniel Cáceres**

Fertilizante	De 2 a 6 meses	De 7-12 meses	Segundo año
	Quintales por manzana		
Urea	2	3	5
DAP (18-46-00)	1	1	1
KCl Soluble	2	3	5
Nitrato de Calcio	0.5	1.5	2
Sulfato de Magnesio	1.5	2.5	4

### **Requerimiento de fertilización para Marañón**

Para poder suplir las necesidades de nutriente del cultivo, tomando en cuenta la etapa de desarrollo vegetativo, producción y la cantidad de nutrientes que el fruto extrae, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de nutriente puro (**kg/ha/ciclo**).

---

<b>Lote</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>
Finca Sta. Luisa	120	45	130

---

## Fertilización y su fraccionamiento

De acuerdo con estos resultados, se recomienda aplicar la siguiente dosis de fertilizante comercial en quintales /manzana / año

### Fina Sta. Luisa

Fertilizante	Inicio Temporada de Lluvia	Intermedio Temporada de Lluvia	Final Temporada de Lluvia	Total qq/mz
	Quintales/ Manzana			
Urea	1	1	1	3
DAP (18-46-00)	1	1		2
KCl	1	1	1	3

## Requerimiento de fertilización para Ayote

Para poder suplir las necesidades de nutriente del cultivo, tomando en cuenta la etapa de desarrollo vegetativo, producción y la cantidad de nutrientes que el fruto extrae, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de nutriente puro (**kg/ha/ciclo**).

---

Lote	Zona	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
Ilario Rojas	Albansasca sur, León	95	23	134	100	43

---

## Fertilización y su fraccionamiento

De acuerdo con estos resultados, se recomienda aplicar la siguiente dosis de fertilizante comercial en quintales /manzana / ciclo

Fertilizante	A la siembra o 10 días después de la siembra	A los 30 días después de siembra	Total qq/mz
	Quintales/ Manzana		
Urea	0.5	0.5	1
18-46-00	0.5	0.5	1
KCl Soluble	1.5	1.5	3
Nitrato de Calcio	2.5	3.5	6
Sulfato de Magnesio	2	2	4

## Requerimiento de fertilización para Cebolla

Para poder suplir las necesidades de nutriente del cultivo, tomando en cuenta la etapa de desarrollo vegetativo, producción y la cantidad de nutrientes que el fruto extrae, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de nutriente puro (**kg/ha/ciclo**).

<b>Lote</b>	<b>Zona</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>
El Caoba	El Caoba	200	120	180	100	100

## Fertilización y su fraccionamiento

De acuerdo con estos resultados, se recomienda aplicar la siguiente dosis de fertilizante comercial en quintales /manzana / ciclo

<b>Fertilizante</b>	<b>Quintales/manzana</b>				<b>Total</b>
	<b>0-25 días después de siembra</b>	<b>26-50 días después de siembra</b>	<b>51-85 días después de siembra</b>	<b>86-120 días después de siembra</b>	
<b>Urea</b>	0.5	0.5	1	1	<b>3</b>
<b>DAP (18-46-00)</b>	1.5	1.5	1		<b>4</b>
<b>KCl soluble</b>	1	1	1.5	1.5	<b>5</b>
<b>Nitrato de calcio</b>	1	1	2	2	<b>6</b>
<b>Sulfato de magnesio</b>	2	2	3	4	<b>11</b>

## Requerimiento de fertilización para Ajonjolí

Para poder suplir las necesidades de nutriente del cultivo, tomando en cuenta la etapa de desarrollo vegetativo, producción y la cantidad de nutrientes que el fruto extrae, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de nutriente puro (**kg/ha/ciclo**).

<b>Lote</b>	<b>Zona</b>	<b>N</b>	<b>P2O5</b>	<b>K2O</b>
El Caoba	El Caoba	90	60	100
Finca San Guillermo, Lote con Camarón	Rancherías	75	60	85
Finca San Guillermo, Lote sin Camarón	Rancherías	75	60	85
Miguel Gradis	Casa Blanca, Somotillo	90	60	100

## **Fertilización y su fraccionamiento**

De acuerdo con estos resultados, se recomienda aplicar la siguiente dosis de fertilizante comercial en quintales /manzana / ciclo

### **El Caoba**

<b>Fertilizante</b>	<b>Quintales/manzana</b>			
	<b>15 días después de siembra</b>	<b>30 días después de siembra</b>	<b>45 días después de siembra</b>	<b>Total</b>
<b>Urea</b>	0.5	0.5	1	<b>2</b>
<b>DAP (18-46-00)</b>	1	1		<b>2</b>
<b>KCl</b>	0.5	1.25	1.25	<b>3</b>

### **Finca San Guillermo, Lote con Camarón**

<b>Fertilizante</b>	<b>Quintales/manzana</b>			
	<b>15 días después de siembra</b>	<b>30 días después de siembra</b>	<b>45 días después de siembra</b>	<b>Total</b>
<b>Urea</b>	0.5	0.5	1	<b>2</b>
<b>DAP (18-46-00)</b>	1	1		<b>2</b>
<b>KCl</b>	0.5	0.75	0.75	<b>2</b>

### **Finca San Guillermo, Lote sin Camarón**

<b>Fertilizante</b>	<b>Quintales/manzana</b>			
	<b>15 días después de siembra</b>	<b>30 días después de siembra</b>	<b>45 días después de siembra</b>	<b>Total</b>
<b>Urea</b>	0.5	0.5	1	<b>2</b>
<b>DAP (18-46-00)</b>	1	1		<b>2</b>
<b>KCl</b>	0.5	0.75	0.75	<b>2</b>



## **Miguel Gradis**

<b>Fertilizante</b>	<b>Quintales/manzana</b>			
	<b>15 días después de siembra</b>	<b>30 días después de siembra</b>	<b>45 días después de siembra</b>	<b>Total</b>
<b>Urea</b>	0.5	0.5	1	<b>2</b>
<b>DAP (18-46-00)</b>	1	1		<b>2</b>
<b>KCl</b>	0.5	1.25	1.25	<b>3</b>

## Observaciones

- El nitrato de calcio, no debe aplicarse mezclado con el resto de fertilizantes, se recomienda aplicarlo 15 días antes o después de realizar la aplicación del resto de fertilizantes.
- Una producción satisfactoria no depende sólo de una adecuada fertilización del cultivo, también es muy importante tener condiciones climáticas favorables y un correcto manejo agronómico.
- Aplicar por la vía foliar un producto que contenga microelementos (cobre, boro, zinc, hierro y manganeso) para suplir las necesidades de micronutrientes por parte de la planta, al momento de realizar la aplicación se deben seguir las recomendaciones del fabricante del producto.
- Para monitorear la absorción de nutrientes por parte de la planta, se recomienda realizar un análisis foliar al momento de iniciar la floración, se deben muestrear las la tercera hoja de la planta contando de arriba hacia abajo. Tomar un número de 30 submuestras para conformar una muestra.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Arévalo, G y Gauggel C 2007. Manual de prácticas del curso Manejo de suelos y Nutrición vegetal. EAP Zamorano.
- Betsch 2003. Absorción de nutrimentos por los cultivos. San Jose Costa Rica. 306 p.
- Domínguez A. 1989. Tratado de Fertilización. 2<sup>da</sup> Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. 572 p.
- Gavande S. 1986. Física de suelos principios y aplicaciones. Ediciones Limusa S.A. P. 311-320
- Jones B. 1991. Plant Analysis Handbook. Micromacro publishing. 414 p.
- USDA 2006. Manual de órdenes de suelos. Pag 13-26