

10



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

EXPERIENCIA EN PROGRAMAS DE FERTILIZACION  
EN LA RED COMERCIAL DE GRUPO FERTINAL

293467

**MEMORIA DE DESEMPEÑO  
P R O F E S I O N A L**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**I N G E N I E R O A G R I C O L A**  
P R E S E N T A  
**ADRIAN EDUARDO FAJARDO ORTIZ**

ASESOR: ING. EDGAR ORNELAS DIAZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

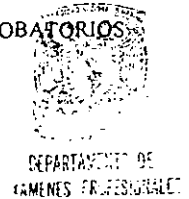


UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES-CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

AT'N: Q. Ma. del Carmen Garcia Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de: MEMORIA DE DESEMPEÑO PROFESIONAL

"Experiencia en Programas de Fertilización en la Red  
Comercial del Grupo Fertinal".

que presenta el pasante: Adrián Eduardo Fajardo Ortiz  
con número de cuenta: \_\_\_\_\_ para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO

ATENTAMENTE.  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcallí, Edo. de Méx., a 13 de Febrero de 2001

PRESIDENTE	Q. <u>Laura Bertha Reyes Sánchez</u>	<u>Laura Bertha Reyes Sánchez</u>
VOCAL	I.A. <u>Edgar Ornelas Díaz</u>	<u>Edgar Ornelas Díaz</u>
SECRETARIO	I.A. <u>Raúl Espinoza Sánchez</u>	<u>Raúl Espinoza Sánchez</u>
PRIMER SUPLENTE	I.A. <u>Felipe Solís Torres</u>	<u>Felipe Solís Torres</u>
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. <u>Javier Carrillo Salazar</u>	<u>Javier Carrillo Salazar</u>

*A la Universidad Nacional, Máxima casa de estudios.  
Democrática, plural y polémica, casa abierta a la cultura, el arte, deporte y ciencia,  
orgullo de este País. Formadora de Profesionistas, Maestros, Científicos, Presidentes  
Nacionales, Premios Nobel, Empresarios, Líderes, Guerrilleros y casi de todo.  
Gracias por mi educación y asumo el compromiso de trabajar por el bien del campo Mexicano.*

*A la Carrera de Ingeniero Agrícola que me formo  
en lo que quise ser. A todos mis Profesores, los quiero.  
En especial, al Profesor Edgar Ornelas, que sin su apoyo no lo hubiera logrado. Gracias.*

*A Fertinal, empresa comprometida con la Agricultura Nacional,  
que me abrió sus puertas, capacito y permitio desarrollarme profesionalmente.  
Agradesco a Fabio y Maurizio Cobarrubias, Presidente y Director Corporativo por su noble  
labor empresarial. Roberto Schez, Dir. de Finagro del Bajío, por traer la camiseta bien puesta.  
En especial al C.P. Jesús Salido, Dir. Comercial, por que has sido un buen Jefe, por que creíste  
en mi y me distes la oportunidad de ser Promotor . Gracias por tu apoyo para realizar mi Tesis.  
A toda la banda de Fertinal, compañeros trabajadores que dan su mejor esfuerzo. Soni,  
Cordero, Arturo, Lolita, Jefe de jefes Eugenio, Carlos, J. García, Zamora,  
Camacho, Marina y todos los compañeros con los que he convivido.*

*Con admiración a Ernesto Cruz, Jefe de Fomento MIRA.  
Comprometido con el Alto Rendimiento, Sustentable. Gracias, Por tus  
enseñanzas científicas y a lo Ranchero.*

*A mis Padres Raúl y Carmen, por todo lo que me han dado.  
Recuerdo decir a mi Padre: No tengo bienes materiales que heredarte, pero te voy a apoyar para  
que estudies hasta donde tú quieras. Siempre su ejemplo de lo que es una persona trabajadora.  
Mi madre, una mujer que aprende cada día a valorar la vida, ser fuerte y trabajadora.  
siempre preocupada por que comiera, de madrugada me hacia mi torta para  
la escuela. Les agradezco de todo corazón sus consejos, apoyo, confianza y cariño.*

*A mi querida Esposa Martha Elisa, que me ha apoyado tanto en todo.  
Mis Hijos Adrián y Eduardo, que son mi vida, fuerza e inspiración.*

*A mis queridísimos Hermanos con los que siempre cuento y admiro,  
Lic. Raúl, Trabajadora Social Irma, Mtro. Daniel, Universitario David.*

*A mi Abuelo Praxedis donde estes y Abuela Lupe, por que me enseñaron  
el gusto por el campo y la tierra Michoacana.*

*A toda la Familia Fajardo, Tíos y Primos, igualmente para la Familia Ortiz  
En Especial a mi Abuela Lupe, Carlos y Oscar.*

## INDICE

<b>I.- Introducción.</b>	1
<b>II.- Que es Grupo Fertinal</b>	2
2.1. Productos y Servicios que ofrece el Agrocentro de Tangancicuaro, Mich.	4
<b>III.- Descripción calendarizada de las actividades del Egresado Laborando en la Red Comercial de Grupo Fertinal.</b>	6
3.1. Actividades calendarizadas realizadas como Almacenista.	6
3.2. Actividades calendarizadas realizadas como Promotor.	8
3.3. Descripción detallada de las actividades desarrolladas como Promotor.	12
<b>IV.- Bases para el Diseño de Programas de Fertilización Balanceada.</b>	14
4.1. Terminología de los Fertilizantes.	14
4.2. Los Análisis de suelo.	16
4.2.1. Determinaciones que hace el Laboratorio de análisis de suelos de Finagro del Bajío.	16
4.2.2. Rangos para clasificación por niveles de las Determinaciones del laboratorio.	17
4.2.3. Realización de muestreo de suelos para su análisis.	19
4.2.4. Epoca de muestreo y frecuencia.	21
4.2.5. Interpretación de los resultados del análisis de suelo.	21
4.3. Corrección del pH del suelo.	23
4.3.1. Mejoradores de suelos Alcalinos.	25
4.3.2. Corrección de suelos ácidos.	27
4.3.3. Encalado.	28
4.4. Materia orgánica de los suelos.	31
4.4.1. Complejo arcillo-húmico.	32

4.4.2. Capacidad de Intercambio Catiónico.	32
4.4.3. Metodos para incrementar la materia orgánica del suelo.	33
4.4.3.1. Labranza de Conservación.	33
4.4.3.2. Abonos orgánicos y sus disponibilidades nutrimentales.	33
4.4.3.3. Uso de composta.	34
4.4.3.4. El Humiplot en mezclas de fertilizantes.	35
4.4.4. Importancia de la materia orgánica en la fertilidad del suelo.	37
4.5. Demanda nutricional del cultivo	38
4.6. Necesidad de Fertilización.	40
4.7. Características de los Fertilizantes Nitrogenados, Fosfatados y Potasicos.	41
4.8. Equivalencias en contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, de los principales productos Fertilizantes.	44
4.9. Precios de los Fertilizantes.	46
4.10. Elementos Menores en la Fertilización de cultivos.	47
4.10.1. Características de los Fertilizantes de Elementos Menores.	47
4.10.2. Respuesta de las plantas de cosecha a los Micronutrientes	50
4.11. Compatibilidad de Fertilizantes.	51
4.12. Programa de Fertilización.	53
<b>V.- Diseño de un Programa de Fertilización para el cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L) en un lote de la Loc. de Patamban, Mich.</b>	54
5.1. Importancia del cultivo.	55
5.2. Valor nutritivo de la papa y datos de importancia.	56
5.3. Producción de papa en México y la Región de Zamora.	57
5.4. Etapas de desarrollo de la papa.	58

5.5. Consideraciones generales previas a la Fertilización del cultivo de la papa.	59
5.6. Requerimientos nutricionales del cultivo de la papa.	61
5.7. Interpretación del análisis de Fertilidad de suelo y recomendaciones.	64
5.7.1. Nitrógeno.	64
5.7.2. Fósforo.	65
5.7.3. Potasio.	66
5.7.4. Calcio.	67
5.7.5. Magnesio.	68
5.7.6. Sulfato.	68
5.7.7. Micronutrientes.	69
5.7.7.1. Boro.	69
5.7.7.2. Cobre.	69
5.7.7.3. Fierro.	70
5.7.7.4. Manganeseo.	70
5.7.7.5. Zinc.	70
5.8. Resumen del Programa de Fertilización Balanceada.	74
<b>VI.- Conclusiones.</b>	75
<b>VII.- Bibliografía.</b>	77



## INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro No. 1</i> . Formato para identificación de muestra de suelo.	20
<i>Cuadro No. 2</i> . pH de suelo óptimo que requieren algunos cultivos de importancia económica para su buen desarrollo.	23
<i>Cuadro No. 3</i> . Eficiencia de los Fertilizantes en función del pH del suelo (%).	25
<i>Cuadro No. 4</i> . Aplicaciones medias de azufre en kg. por Ha. para bajar el pH a 7 según el tipo de suelo y aplicación.	25
<i>Cuadro No. 5</i> . Valor neutralizante de algunos productos encalantes.	28
<i>Cuadro No. 6</i> . Características físicas y químicas de la cal agrícola Pirasol.	29
<i>Cuadro No. 7</i> . Cantidad de cal agrícola por Ha. para corrección de una unidad de pH en función del tipo de suelo.	30
<i>Cuadro No. 8</i> . Clasificación de la materia orgánica en los suelos.	31
<i>Cuadro No. 9</i> . Clasificación del suelos por su contenido de materia orgánica (%).	32
<i>Cuadro No. 10</i> . Contenido nutrimental de estiércol de bovino y de gallinaza	34
<i>Cuadro No. 11</i> . Aplicación de Humiplex.	36
<i>Cuadro No. 12</i> . Consumo de nutrientes por tonelada de cosecha de algunos cultivos Agrícolas.	38
<i>Cuadro No. 13</i> . Características de los fertilizantes Nitrogenados.	41
<i>Cuadro No. 14</i> . Características de los fertilizantes Fosfatados.	42
<i>Cuadro No. 15</i> . Características de los fertilizantes Potásicos.	42
<i>Cuadro No. 16</i> . Equivalencias en contenido de Nitrógeno	44
<i>Cuadro No. 17</i> . Equivalencias en contenido de Fósforo.	45
<i>Cuadro No. 18</i> . Equivalencias en contenido de Potasio.	45
<i>Cuadro No. 19</i> . Precios de los Fertilizantes Diciembre-2000.	46

<i>Cuadro No. 20.</i> Características de los fertilizantes de elementos menores.	48
<i>Cuadro No. 21.</i> Respuesta de diferentes plantas de cosecha a los micronutrientes bajo condiciones de suelo y ambiente favorable a una deficiencia.	50
<i>Cuadro No. 22.</i> Compatibilidad de Fertilizantes en mezclas físicas más comunes.	52
<i>Cuadro No. 23.</i> Programa de Fertilización.	53
<i>Cuadro No. 24.</i> Composición química de la papa.	56
<i>Cuadro No. 25.</i> Requerimiento nutricional del cultivo de la papa según rendimiento.	61
<i>Cuadro No. 26.</i> Resultados del análisis de suelo.	63
<i>Cuadro No. 27.</i> Programa de fertilización para papa, meta de rendimiento 40 Ton/Ha.	72
<i>Cuadro No. 28.</i> Costo total de fertilizantes.	73

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura No. 1.</i> Toma de muestra de suelo.	19
<i>Figura No. 2.</i> Efecto del pH del suelo en la disponibilidad de los nutrientes.	24
<i>Figura No. 3.</i> Relación entre el análisis de suelo y la Fertilización.	40
<i>Figura No. 4.</i> Solubilidad y disponibilidad de los fertilizantes comparados con el ciclo del cultivo de maíz.	43
<i>Figura No. 5.</i> Curvas de extracción nutrimental del cultivo de papa.	62
<i>Figura No. 6.</i> Etapas fenológicas en el cultivo de la papa y disponibilidad de los fertilizantes aplicados.	71

## I .- INTRODUCCION

Grupo Fertinal es una empresa dedicada a la producción y comercialización de Fertilizantes; he tenido la oportunidad de trabajar en la fertilización de cultivos agrícolas, gracias a la actividad desempeñada en la Red comercial de Grupo Fertinal como Promotor de los Agrocentros de Tangancicuaro y Zamora, ubicados en la zona agrícola del Valle de Zamora Michoacán.

Como Promotor realizo la principal función de dar a los Agricultores el Servicio de Asesoría Técnica especializada en la elaboración de Programas de Fertilización Balanceada para cada cultivo, suelo y metas de rendimiento. El objetivo principal es apoyar a los Agricultores para obtener mejores rendimientos de cosecha, en forma rentable y sustentable. Para lograr esto de debe realizar un buen diagnóstico de la fertilidad del suelo, iniciando con un adecuado muestreo, utilizar análisis de suelo con control de calidad en laboratorio, llevar a cabo una buena interpretación de los resultados y hacer una apropiada recomendación de fertilización.

Los altos rendimientos en la agricultura son el resultado de múltiples factores que realizan un papel importante, pero consideramos que la fertilidad del suelo es el factor clave en la productividad agrícola por eso me he dedicado con gusto al trabajo de satisfacer la demanda nutricional de los cultivos, a través de la Fertilización. Estamos conscientes de que los altos rendimientos no pueden ser sustentables sin el cuidado del medio ambiente, por lo que contribuimos a mantener el equilibrio del suelo y tratamos de preservarlo por que es el principal recurso del Agricultor y de la Humanidad.

A mi formación Agrícola se le han sumado la capacitación y las experiencias que me han servido para dar mejor atención, confiabilidad y servicio a los Agricultores para beneficio de los clientes, la empresa y uno mismo. En retribución realice la presente memoria de desempeño profesional con la finalidad de contribuir para que los compañeros estudiantes y profesionistas interesados en esta práctica, encuentren en este trabajo una Guía práctica para elaborar Programas de Fertilización Balanceada para cada cultivo y suelo en particular, para apoyar a los agricultores de cualquier región del País.

El presente trabajo esta dividido en tres principales partes: la primera se refiere a las actividades desarrolladas laborando en la Red Comercial de Grupo Fertinal (Finagro). En la segunda proporciono las bases de fertilización que utilizo en el diseño de los Programas de fertilización Balanceada y en la tercera ejemplifico con la elaboración de un Programa de Fertilización para el cultivo de papa en un predio de mi zona de trabajo, en el que se aportan criterios y experiencias. Escogí este cultivo por su importancia en la zona, es un cultivo rentable, el segundo en importancia después de la fresa en el Valle de Zamora, ocupa muchos jornales y deja una importante derrama económica para la Región.

Me siento satisfecho con mi trabajo, pero reafirmo que continuamente estamos aprendiendo y la producción agrícola siempre afronta nuevos retos para satisfacer la creciente demanda de alimentos cada vez en mayor cantidad y calidad. Anhele que el presente trabajo sirva para que otros como yo, se interesen en la importancia de la Fertilización, que contribuya a la formación académica, que sea de utilidad práctica y para otros trabajos relacionados con el tema.

## II.- QUE ES GRUPO FERTINAL

**Grupo Fertinal** es una empresa líder en la producción y comercialización de Fertilizantes en Latinoamérica, se constituye en 1992, proporciona una serie de productos y servicios encaminados a apoyar con eficiencia el desarrollo de la productividad y competitividad del agro-mexicano, cuenta con varias divisiones o empresas que son Rofomex, ABSA, Fomento MIRA, Finagro y el Corporativo .

**ROFOMEX:** Roca Fosfórica Mexicana, es la división de Grupo Fertinal dedicada a la extracción de roca fosfórica, materia prima para la elaboración de los fertilizantes fosfatados . esta empresa esta ubicada en Baja California Sur.

**ABSA:** Agroindustrias del Balsas; división del grupo dedicada a la producción de fertilizantes fosfatados y nitrogenados, produce el Nitrato de Amonio, Sulfato de Amonio granulado, Fosfato diamónico (DAP), Fosfato Monoamónico (MAP), Super Fosfato de Calcio Triple y Simple granulado. Es la planta más grande y moderna de América Latina, se ubica en Lázaro Cárdenas, Mich

**FOMENTO MIRA:** Manejo Integrado de la Rentabilidad Agrícola; es la división del grupo dedicada al desarrollo del Servicio Técnico de la Red Comercial de Fertinal . Realiza investigación a través de su centro de producción de alto rendimiento, encargado de desarrollar prácticas de manejo y sistemas de producción agrícola de alta eficiencia, se enfoca principalmente a incrementar la fertilidad del suelo, proporcionando nutrición balanceada al cultivo para desarrollar todo su potencial genético y lograr altos rendimientos al mas bajo costo, validando y promoviendo los productos y servicios que ofrece la empresa en beneficio de los clientes, la naturaleza y la agricultura nacional. También da capacitación a los Técnicos de la Red Comercial de Fertinal, establece lotes demostrativos de alto rendimiento, difusión de resultados, desarrollo del sistema S.E.A Fertinal (sistema de eficiencia agrícola) y Coordinación de los Laboratorios de análisis de suelos y aguas. Este centro de investigación y producción de alto rendimiento, esta ubicado en el Mpio. Juventino Rosas, Gto.

**FINAGRO:** Es la división comercial del grupo formada por una red de distribución Fertinal, concebida para proporcionar productos y servicios integrales a sus cliente nacionales a través de sus agrocentros distribuidos en todo el territorio nacional.

**CORPORATIVO:** Es la división administrativa de Grupo Fertinal, dedicada a mercadotecnia, adquisiciones, contabilidad, desarrollo, auditoria, información, comunicación, finanzas y contraloría. Aquí se generan estrategias, normas, planes y nuevos mercados. El Corporativo busca y recopila información para crear y tener un análisis multidimensional del negocio. Sus oficinas centrales están en México D.F.

Finagro, cuenta con Regionales, que en 1997 cuando me incorpore a trabajar dentro de la Red comercial de Fertinal, eran; Finagro del Pacífico, Finagro del Norte, Finagro del Golfo , Finagro del Centro, Finagro del Sur, Finagro del Sureste, Finagro del Centro-Sur y Fertinal-Grupo de fertilizantes Dobladosenses; esta ultima empresa incorporada en 1995, contaba con más de 150 agrocentros en los estados de Guanajuato, Zacatecas, Querétaro, Aguascalientes, Jalisco, Colima y Michoacán, en este último estado se encuentra el agrocentro de Tangancicuaro, en el cual inicio mis labores dentro de esta empresa en enero de 1997 como encargado del agrocentro de Tangancicuaro, Michoacán. Enero de 1998, se reestructura la empresa y de lo que era Dobladosenses se forma Finagro del Bajío, Finagro de Occidente y Finagro de Michoacán.

Finagro de Michoacán , contaba con 25 Agrocentros, siendo uno de estos el de Tangancicuaro, Mich., en el cual laboro a partir de enero de 1998, con el puesto de Promotor. En enero del 2000 nuevamente se restructuran los Finagros donde Finagro de Michoacán se reincorpora y pasa a formar parte de Finagro del Bajío y continuo mis labores como Promotor del agrocentro de Tangancicuaro y a partir de Julio de 2000 también del agrocentro de Zamora .

Los Agrocentros son bodegas ubicadas estratégicamente para la venta de Fertilizantes Agrícolas y la elaboración de mezclas físicas de fertilizantes sólidos, proporcionando a través de su Promotor servicios de asesoría técnica especializada en el diseño de Programas de fertilización Balanceada para cada cultivo, necesidades del suelo y metas de rendimiento . Ofreciendo el servicio de análisis de suelos y aguas. Estos agrocentros son participantes del cambio cultural y tecnológico del campo Mexicano.

## 2.1.- PRODUCTOS Y SERVICIOS QUE OFRECE EL AGROCENTRO DE TANGANCICUARO

El agrocentro ofrece una variedad de productos y servicios enfocados a satisfacer la demanda nutricional de los cultivos, para esto cuenta con una línea de fertilizantes sólidos y líquidos, que proporcionan los minerales que se consideran elementos esenciales para las plantas y se clasifican en nutrientes primarios, secundarios y micro nutrientes. Nutrientes primarios: Nitrógeno, Fósforo, y Potasio. Nutrientes secundarios: Calcio, Magnesio y Azufre. Micronutrientes: Hierro, Zinc, Boro, Manganeso, Cobre, Molibdeno y Cloro. Para satisfacer la demanda de estos nutrientes por los cultivos, el agrocentro cuenta con la siguiente línea de Fertilizantes sólidos.

FERTILIZANTE	CONCENTRACION
UREA	46-00-00
NITRATO DE AMONIO	33.5-00-00
SULFATO DE AMONIO	20.5-00-00-24 S
FOSFATO MONOAMONICO (MAP)	11-52-00
FOSFATO DIAMONICO (DAP)	18-46-00
SUPER FOSFATO DE CALCIO TRIPLE	00-46-00
SUPER FOSFATO DE CALCIO SIMPLE	00-20-00
CLORURO DE POTASIO	00-00-60
SULFATO DE POTASIO	00-00-50
NITRATO DE POTASIO	14-00-40
K-MAG	00-00-22-11 Mg-22S
COMPLEJO TRIPLE 17	17-17-17
NITRATO DE CALCIO	15.5-00-00-19 Ca
SULFATO FERROSO CRISTALIZADO	21 Fe
SULFATO FERROSO GRANULADO	14 Fe , 6 Mg.
SULFATO DE MAGNESIO CRISTALIZADO	10 Mg.
SULFATO DE MAGNESIO GRANULADO	20 MgO, 5 Fe
SULFATO DE MANGANESO GRANULADO	29.5 Mn
SULFATO DE ZINC GRANULADO	24 Zn
BORAX GRANULADO Y CRISTAL	10 B
SULFATO DE COBRE CRISTAL	25 Cu

MEZCLAS FÍSICAS BALANCEADAS PARA LOS CULTIVOS DE : PAPA, BRÓCOLI, Jitomate , Chile.; FRESA, ZARZAMORA; MAIZ, TRIGO, SORGO. PASTOS; FRIJOL Y CHICHARO.

FERTILIZANTE LIQUIDO MEJORADOR DE SUELOS: N-CAL; 2 N -12 Ca.

FERTILIZANTES FOLIARES DE MICROELEMENTOS INDIVIDUALES QUELATADOS

Cobre 5% ; Hierro 5% ; Zinc 10% ; Boro 9%

BALANCEADOR DE NITRATOS 9B, 0.008Mo

ARRANCADOR 4Zn, 1Cu, 1Mn, 1 Fe.

Los servicios que proporciona el agrocentro son los análisis de suelo y aguas, asesoría técnica especializada, programas de fertilización balanceada y atención a programas especiales de gobierno y agroindustrias.

Con esto se busca cumplir con los objetivos de los agrocentros que son:

- 1.-Ofrecer productos y servicios de calidad.
- 2.-Contar con abasto oportuno.
- 3.-Brindar asesoría técnica especializada.
- 4.-Diseñar Programas de fertilización balanceada a la medida de cada cultivo.
- 5.-Apoyar a los programas especiales.

Como parte de la misión de la empresa, esta proporcionar productos y servicios de calidad , utilizando tecnología de vanguardia, trabajando con la imagen de confiabilidad y buena atención personalizada, en la zona de trabajo del agricultor, usando equipo humano, tecnológico y financiero en busca del bienestar de los clientes, la empresa y el personal. Estamos conscientes de la importancia que representa la conservación de nuestro medio ambiente y del desarrollo socioeconómico de las comunidades en las que trabajamos.



### III.- DESCRIPCION CALENDARIZADA DE LAS ACTIVIDADES DEL EGRESADO LABORANDO EN LA RED COMERCIAL DE GRUPO FERTINAL.

- Enero de 1997, búsqueda de una bodega que cumpliera con las características necesarias para la venta de fertilizantes como buena ubicación, fácil acceso, en condiciones para garantizar el resguardo del producto así como para su conservación, con capacidad de almacenaje superior a 500 ton., piso firme, ventilación, entrada para camiones pesados.

- 21 de enero de 1997, apertura de la bodega e inicio de labores como distribuidores de fertilizantes

- A partir de esta fecha y hasta diciembre del mismo año, me desempeñé en el puesto de Almacenista responsable del Agrocentro de Tangancicuaro .

#### 3.1.- Actividades calendarizadas realizadas como almacenista

El almacenista es el responsable del producto que se encuentra en el agrocentro a su cargo, básicamente su función es llevar el control físico y administrativo del producto que entra y sale del almacén, para esto lleva una serie de formatos que se elaboran para cada movimiento que se realiza en la bodega, al término de cada día se elabora un concentrado diario de almacén, formato que sintetiza todos los movimientos que hubo durante el día en el almacén y refleja los saldos actuales diarios de todos los productos que hay en la bodega.

\* *Entradas de producto al almacén* . Las entradas pueden ser por compras o traspasos, las compras son cuando el producto proviene de planta que es principalmente de Agroindustrias del Balsas que produce los fertilizantes nitrogenados y los fosforados que comercializa la empresa ó compras a otras plantas de productos que no produce la empresa y son básicamente los potásicos que son de importación y los micronutrientes importados o nacionales de diferentes marcas., Los traspasos de producto se realiza entre bodegas de la misma empresa ,para satisfacer las demandas inmediatas de alguna bodega ó para mantener saldos de producto apropiados para evitar el rezago del mismo o por necesidades propias de la empresa . Generalmente el producto llega en camiones de 30 toneladas que se pesan a su llegada y al recibir el producto se elabora una entrada al almacén y minuta por faltantes ó excedentes, el producto puede llegar a granel ó envasado., en caso de a granel el producto se envasa en sacos de 50 Kg , y se estiba ,haciendo camas de 20 sacos por 20 de altura que es el tamaño ideal de una estiba., para realizar este trabajo se contrata personal del sindicato de estibadores de la localidad .

\* *Salidas de producto*. Las salidas pueden ser por ventas o traspasos , para el caso de **ventas** se inicia con la atención correcta para los clientes que llegan a la bodega, realizando la entrega y cobro del producto ,elaborando una salida de almacén que firma de recibido el cliente y la nota de venta ó factura correspondiente. Todas las ventas del día se registran en un concentrado diario de ventas, donde se refleja la salida del producto, el cobro del mismo y la venta total del día . Las salidas por traspaso se realizan de acuerdo a las necesidades de la empresa o a petición de algún almacén, elaborando una salida de almacén por traspaso señalando el producto,cantidad, origen y destino.

También son funciones del almacenista :

- \* *Abrir y cerrar* el almacén en el horario establecido.
- \* Realizar los *depósitos bancarios* correspondientes a las ventas del día ,indicando en cada deposito a que notas de venta corresponden.
- \* *Enviar toda la documentación* generada en el almacén a la Gerencia para su revisión y captura.
- \* Cada semana elabora un formato de control de maniobras y otro de requisición de fondos ,para poder recibir los recursos con los que se va a *liquidar* todos los gastos por pago de maniobras y gastos de mantenimiento de la bodega .
- \* Cada fin de semana ,se realiza un *conteo fisico* de cada uno de los productos y compara los resultados con los saldos de los formatos que señalan las existencias y así detectar y corregir cualquier diferencia que pudiera presentarse.
- \* Mantener *orden y limpieza* en el almacén, para tener una imagen respetable de la empresa y el almacén, el producto debe estar estibado en orden de modo que las estibas deben ser fácilmente contables y mantener la presentación del producto, no se deben de revolver los productos y mantener limpieza en toda el area de trabajo .

- Febrero y marzo de1997, durante los dos primeros meses, básicamente se estuvo recibiendo producto, inicialmente, Nitrato de Amonio, Sulfato de Amonio, Urea, Súper Fosfato de Calcio Triple y Simple, Fosfato Diamónico y fosfato monoamonico, durante los siguientes meses del año se fue contando con los potásicos y elementos menores, conforme se iban demandando.

- Abril y mayo de 1997 , Difusión y promoción de la bodega .Se rotulo el frente de la bodega, colocación de anuncios de lamina y pinta de bardas en lugares estratégico para publicidad . Se repartieron volantes publicitarios en las oficinas locales de la Secretaria de Agricultura , en las casas ejidales , en la presidencia municipal , agroindustrias y en el agrocentro.

- Junio de1997 , Cesión de derechos de Procampo, primavera-verano 1997, Se realizan contratos de cesión de derechos , que celebran como cedente el agricultor beneficiario del Procampo y como cesionario la empresa Fertinal a traves de un representante ,para que el agricultor pueda obtener el apoyo en insumo, Fertilizante en forma inmediata en cuanto se firma el contrato y así obtener el beneficio a tiempo y no tenerse que esperar hasta prácticamente la cosecha, tiempo que tarda normalmente en llegar el apoyo económico, el cesionario se encarga de realizar el cobro de los apoyos de Procampo y descuenta el cobro de los intereses al monto del beneficio que entrega al agricultor.

-Junio a Septiembre de 1997 . Sorteo denominado" La cosecha de los premios nunca se acaba". Con la finalidad de incrementar las ventas, se realizo este evento promocional que tiene como objetivo superar las ventas presupuestadas para ese año , en toda la Red de distribución Fertinal, en dicho sorteo participo el agrocentro de Tangancicuaro, dandole promoción y seguimiento al evento en el cual se sorteo 70 camionetas y mas de 2000 premios en toda la red y participaron todos los clientes de Fertinal que compraron fertilizante en ese periodo, se conto con permiso de gobernación No. S-026797 .

- Octubre de 1997 . Siendo almacenista se me entrego un vehiculo propiedad de la empresa y se me autoriza un auxiliar de almacén para apoyarme en mis labores y dedicarme a la promoción de los productos que vende la empresa y para visitar agricultores que puedan ser clientes potenciales , con la finalidad de incrementar las ventas.en el agrocentro.

- Diciembre de 1997. Realización de contratos con agricultores para venta de fertilizante por Cesión de derechos de Procampo ciclo otoño-invierno 1997/1998.

- Enero de 1998 . A partir de esta fecha se me asigna en el puesto de **Promotor**, encargado del agrocentro de Tangancicuaro ,

### 3.2.- Actividades calendarizadas realizadas como Promotor :

- \* **Promover la venta** de los productos que ofrece la empresa en su agrocentro de Tangancicuaro.
- \* Verificar que el agrocentro cuente con **abasto oportuno** de los productos que se están demandando, así como estar en contante comunicación con el agrocentro, para que este **funcione** correctamente y atender a los clientes del agrocentro.
- \* Brindar **Asesoría Técnica** especializada en fertilización de cultivos de la zona
- \* **Visitar** a los agricultores y clientes potenciales; realizar recorridos por las parcelas de la zona de influencia del agrocentro ,para dar un trato personalizado y atender las necesidades de los agricultores y también estar en contacto con la situación actual del campo así como los cambios que se van generando.
- \* Promover y hacer los **muestreos de suelos**, para su análisis en el laboratorio de análisis de suelos y agua de riego del Finagro al que pertenecemos, para apoyar a los agricultores tendientes a usar practicas de manejo adecuadas para incrementar sus rendimientos en forma rentable, mejorando la fertilidad de su suelo.
- \* Realizar la **interpretación de los resultados de los análisis de suelos** y cotejarla con toda la información técnica y de campo disponible para realizar las recomendaciones que permitan el uso eficiente de fertilizantes y mejoradores de suelo .
- \* Elaborar **programas de fertilización** balanceada para cada cultivo acorde al tipo de suelo, deficiencias y las metas de rendimiento, con el mejoramiento implícito de la fertilidad y productividad del suelo.
- \* **Formular las mezclas físicas** balanceadas para cada cultivo y etapa fenológica de este.
- \* Elaborar los **reportes** semanales, mensuales ó anuales que reflejan las actividades realizadas por el promotor, así como las metas y logros alcanzados.

- Febrero de 1998. Asistencia al primer curso básico sobre fertilización de cultivos agrícolas, impartido por el Ing. Eugenio Sánchez, Gerente técnico de Finagro de Michoacán

- Marzo de 1998. Reunión con productores de la zona en el agrocentro de Tangancicuaro, para dar una plática sobre fertilización , en la que estuve apoyado por Ing. Eugenio Sánchez y el Ing. Leonel Guizar, la reunión fue con la finalidad de promover el uso de mezclas físicas de fertilizantes para los cultivos de la zona y concientizar al agricultor sobre la importancia de dar fertilizaciones balanceadas a sus cultivos.

- Abril de 1998 . Inicio de muestreos de suelos y uso de los análisis de suelos como herramienta para la elaboración de programas de fertilización.

- Mayo de 1998. Curso sobre Fertilización con micronutrientes, impartido por el Ing. Leonel Guizar Vargas, Gerente de la División Agrícola de la empresa PROSISA .

- Junio de 1998. Realización de contratos para la venta de fertilizante por medio de la Cesión de derechos de Procampo ciclo P.V. 1998.

- . Inicio de venta de mezclas físicas de fertilizantes para granos.

- . Inicio de ventas a crédito para clientes reconocidos de la bodega.

- Julio de 1998. Primer curso sobre Interpretación de Análisis de suelos. Impartido por Ing. Ernesto Cruz, Jefe de la División de Fomento M.I.R.A. México.

- De Junio a Septiembre de 1998. Participación en el plan estratégico promocional de 1998, denominado "la cosecha de los premios II" .Evento promocional para cumplir con los objetivos de ventas presupuestadas para ese año , con la participación de toda la red de distribución Finagro de Fertinal. Promoción con carácter retroactivo a todas las ventas efectuadas a partir del 1o. de enero de 1998, en el que se entregaron boletos a los clientes de acuerdo a las compras realizadas y se sortearon 70 Tractores NewHolland y mas de 5000 premios. Permiso de la SEGOB. S-0419-98 .

- Agosto de 1998. Segundo curso sobre fertilización balanceada y formulación de mezclas físicas de fertilizantes sólidos, impartido por el Ing. Eugenio Sánchez León, Gerente técnico de Finagro de Michoacán.

- Septiembre de 1998. Inicio de venta de mezclas físicas balanceadas para fresa, brocolí y papa.

- Noviembre de 1998. Evaluación de las ventas registradas en el agrocentro de Tangancicuaro y elaboración del presupuesto de ventas para 1999 .

- Asistencia a " *Primera demostración Agrícola del Centro de Producción de Grupo Fertinal y Fomento M.I.R.A, México.*

Por el compromiso de Grupo Fertinal de promover la Rentabilidad de la Agricultura se presentaron los primeros resultados del centro de producción, el día 14 de nov. de 1998. En Juventino Rosas, Guanajuato.

El Centro de producción de Alto Rendimiento, se adquirió en un predio de 130 Has. ubicado en la región del Bajío , predio que presenta problemas graves de alcalinidad y sodicidad, así como muy baja calidad de agua, represento un reto para demostrar la filosofía de Manejo Integrado de la rentabilidad Agrícola, en base a los factores limitantes controlables se tomo la meta de rendimiento de producir arriba de las 14.5 ton/Ha. de maíz, además de validar fertilización en trigo, sorgo y hortalizas.

En la demostración de cosecha se logro ante notario público una cosecha de 15.45 ton/Ha. de Maíz Blanco al 14 % de humedad. Estos resultados se lograron con mejores prácticas de manejo y básicamente de fertilización en la que se aplicaron los productos fertilizantes que comercializa Fertinal de la siguiente forma:

**Tratamiento total :** 335 - 90 - 80 (48 SO<sub>4</sub>) - (09 Zn ) + micronutrientes

**Dosis fertilizante :**

En la siembra aplicación en banda : 52 - 90 -80 (48 SO<sub>4</sub>) + (09 Zn) + micros

A los 25 días , aplicación en banda : 156 - 00 - 00

A los 45 días, aplicación en banda : 127 - 00 - 00

Se sembró a doble Hilo, siembra de precisión a 86 mil plantas / Ha.  
En base a los resultados obtenidos se planteo la meta de rendimiento en Maíz para el ciclo P.V.99 de 17 ton / Ha.

- Diciembre de 1998 . Realización de contratos para Cesión de derechos de Procampo ciclo O. I. 1998/99.
- Enero de 1999 . Asistencia al curso de Fertilización foliar , impartido por representantes de STOLLER ENTERPRISES , INC. Lider mundial en nutrición de plantas .
- Febrero de 1999 . Reunión con agricultores de la zona en el agrocentro de Tangancicuaro , donde se dio una platica sobre nutrición de plantas , con la participacion de Representantes de STOLLER .
- Marzo de 1999. Recuperación de la cartera vencida de créditos otorgados a los Agricultores.
- Abril de 1999 . Participante en el IX Congreso Nacional de Productores de papa , organizado por la CONPAPA , En León , Gto.
- Mayo de 1999 . Cierre de las ventas a crédito .
- Junio de 1999. Vencimiento para la recuperación de créditos otorgados. Fecha en la que se recupera la cartera al cien por ciento .
- Junio de 1999 . Ventas a traves de la cesión de derechos de Procampo , ciclo P.V. 1999 .
- Julio de 1999 . Cierre temporal del agrocentro por cambio de domicilio de la bodega de Tangancicuaro .
- Julio y Agosto de 1999 . Ventas de fertilizantes en camión entregando en diferentes poblados de la zona para sacar los compromisos de venta adquiridos
- Septiembre de 1999 . Reinicio de las actividades del agrocentro de Tangancicuaro, con nuevo domicilio , apoyando en la labor de recepción de producto .
- Octubre de 1999 . Difusión y Promoción del nuevo domicilio del agrocentro. Repartición de volantes a los clientes .
- Noviembre de 1999 . Realización de contratos para ventas por cesión de derechos de Procampo O.I.99/00 .
- Diciembre de 1999 . Participación en el X Congreso Nacional de Productores de papa , organizado por la CONPAPA , en Zamora , Mich.
- *Asistencia a la Segunda demostración Agrícola en el Centro de Producción de Alto Rendimiento, Fertinal M.I.R.A. México.*

De acuerdo al compromiso de mejorar substancialmente la meta de rendimiento que en 1998 fue de 15.45 ton/Ha. de Maíz , se realizó la cosecha de Maíz ciclo P.V. 1999 , en la que se logro ante notario público una cosecha de maiz de 17 ton/Ha.

Para esta cosecha se realizó el siguiente tratamiento de Fertilización.

**Tratamiento total :** 516 - 182 - 165 - 96 S - 7.8 Zn - 8.5 Fe - 4.6 Cu - 2Mn + ACIDO FULVICO + FERTILIZANTES FOLIARES.

**Dosis fertilizante :**

Al momento de la siembra , en banda	53 - 182 - 124 + micros
a los 20 días , en banda	170 - 00 - 21 + foliares
a los 40 días , en banda	150 - 00 - 20 + foliares
a los 60 días , en banda	143 - 00 - 00

Las fuentes de fertilizantes fueron el Sulfato de Amonio, Fosfato Monoamonico, Cloruro de Potasio, Sulfato de Zinc, Sulfato Ferroso, Sulfato de Cobre y Sulfato de Manganeseo. El material genético que se utilizó fue de la marca PIONEER , variedad 3039.

- Enero de 2000. Inicio de actividades como Finagro del Bajío, continuación con las labores propias de Promotor de la bodega de Tangancicuaro .

- Febrero de 2000 . Asistencia al Curso sobre fertilización balanceada en el cultivo de Brocoli . Impartido por Ernesto Cruz de Fomento M.I.R.A. y Técnicos de la empresa Gigante Verde.

- Marzo a Junio de 2000 . Durante estos meses se ha continuado con la rutina de apoyar a los agricultores en la nutrición balanceada para sus cultivos , dandoles la atención personalizada a los clientes del agrocentro y continuar con la labor de ventas .

- Julio a Octubre de 2000 . A partir de esta fecha, se me asigna el agrocentro de Zamora, para continuar con las labores de promotor , atendiendo a los clientes de Zamora y de Tangancicuaro .

- Noviembre de 2000, a la fecha. Realizó estudio de mercado en la zona agrícola de León, Gto. visitando los ranchos con la finalidad de habrir mercado y que la empresa cuente con un agrocentro en esa zona.

- En forma resumida se calendarizo las principales actividades realizadas durante mi desempeño laboral dentro de la red comercial de Fertinal. La capacitación ha sido una actividad importante, que se me ha proporcionado, con la finalidad de que la empresa cuente con personal técnico capacitado para dar mejor atención y servicio a sus clientes, con la capacitación el beneficio se retribuye al aplicar estos conocimientos en beneficio de los Agricultores, la agricultura y la empresa.

### 3.3.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS COMO PROMOTOR

Las funciones que desempeña el promotor son diversas, pero principalmente están enfocadas a promover la venta de los productos que ofrece el agrocentro. Para lograr sus objetivos de ventas proporciona los servicios de asesoría y consultoría técnica dándole especial importancia a la promoción y venta de mezclas físicas de fertilizantes balanceados para cada cultivo, aplicando un programa de fertilización y concientizando al agricultor sobre la importancia de realizar fertilización balanceada lo que significa proveer de cantidades adecuadas de los nutrientes esenciales para asegurarse que el rendimiento y la calidad del cultivo no se vean afectados, usando las dosis apropiadas en las épocas necesarias para obtener un alto rendimiento sustentable, en armonía con el medio ambiente, conservando el suelo.

Las actividades son las siguientes:

\* **Realizar visitas a clientes y recorridos por parcelas.**

Es necesaria la visita a los agricultores y sus parcelas para poder conocer las necesidades y promover los productos y servicios que ofrece la empresa, así como detectar problemas en los cultivos que se le está dando seguimiento dando principal importancia en atender las deficiencias nutricionales del cultivo y tratar de corregir o mantener los niveles de nutrición adecuados, para obtener el mejor rendimiento posible.

\* **Atender el abasto de producto y la atención a clientes en la bodega**

Para dar atención a los clientes que asisten a la bodega el promotor se encuentra en un horario determinado para dar atención personalizada y recomendación de los productos. El promotor debe estar al día con los inventarios de existencias de productos para atender el abasto oportuno y solicitar con tiempo los productos que se están demandando o los que necesita para la elaboración de alguna mezcla, y para mantener saldos adecuados de producto que permitan tener lo necesario y evitar en lo posible el rezago y deterioro del mismo.

\* **Dar asesoría técnica especializada.**

Con la misión de proporcionar servicios integrales a los clientes, se da el servicio de asesoría técnica especializada a través del promotor para apoyar la productividad agrícola y competitividad de nuestros clientes, fomentando la aplicación de fertilizaciones balanceadas que nos permitan mantener el equilibrio de nuestro suelos, ya que consideramos que la fertilidad del suelo es primordial para obtener mejores rendimientos, porque todo ser vivo con una buena nutrición responde mejor a las condiciones climáticas, al ataque de plagas y enfermedades teniendo mejor desarrollo y siendo más productivo.

La asesoría técnica que se brinda está enfocada a la nutrifertilización vegetal. Y con esto se busca lo siguiente:

- *Apoyar al agricultor* en elaborar **programas de fertilización balanceada** acorde a las necesidades del cultivo, las condiciones físico - químico de su suelo, las metas de rendimiento, las necesidades y capacidad del agricultor.

-*Capacitar al agricultor* sobre el uso y manejo eficiente de los fertilizantes, así como las formulas más adecuadas para su cultivo, dosis de fertilización y forma de aplicación para favorecer un mejor aprovechamiento recomendándole fuentes de fertilizantes más apropiadas para el suelo y su cultivo.

- *Concientizar al agricultor* sobre los daños que causa el empobrecimiento del suelo causado por la continua extracción de nutrientes y la mala o nula restitución de estos, así como del manejo inadecuado de labores de cultivo que deterioran el suelo. Haciéndole comprender la importancia de cuidar su suelo de la erosión, acidificación etc., así como orientarlo en la conservación de su suelo aplicando fuentes de fertilizantes más apropiadas, mejoradores de suelo y materia orgánica que es la propiedad más importante de un suelo fértil y nos ayuda a combatir su degradación dándole vida, también la importancia de mantener un suelo neutro agronómicamente y concientizarlo sobre la importancia de dar una fertilización balanceada y con todo esto tratar de conservar el recurso, que es el principal patrimonio de él y la humanidad

#### \* **Elaborar reportes de trabajo**

El promotor debe de mantener constantemente informados a sus superiores sobre las actividades que realiza y colaborar en trabajos que ayuden al control e incremento de las ventas por lo cual debe de realizar los siguientes reportes:

##### *Reporte de precios de la competencia.*

Este reporte consiste en informar por escrito semanalmente el comportamiento de los precios del mercado local donde se encuentra ubicado el agrocentro en cuestión. Con esto se pretende que la empresa siempre ofrezca precios justos por sus productos acordes a la calidad y presentación, en beneficio de sus clientes.

##### *Bitácora de visita a clientes*

Semanalmente se entrega un reporte que indica los clientes que se visitaron durante la semana así como los predios, cultivos y etapas fenológicas en las que se encuentran.

##### *Reporte mensual de atención a clientes*

Cada mes se elabora un reporte que indican los clientes visitados, los productos y cantidades que se vendieron. Este reporte ayuda a programar el pago de las comisiones correspondientes al promotor que atiende el agrocentro.

##### *Reporte de ventas reales contra presupuesto de ventas*

Es responsabilidad del promotor tratar de cumplir con el presupuesto de ventas o superarlo si es posible. Elabora un reporte donde se comparan las ventas reales de cada mes contra las programadas en el presupuesto de ventas y se hacen los comentarios sobre si se alcanzaron o no las ventas y las condiciones que influyeron para esto. Las condiciones que pueden afectar las ventas pueden ser climáticas, de abasto, competencia, precios, créditos, atención y todo lo que puede estar afectando el comportamiento de las ventas, también se hacen los comentarios sobre las perspectivas de ventas para el siguiente mes.

##### *Elaboración de presupuesto de ventas anuales.*

El promotor colabora en la elaboración de presupuesto de ventas del año entrante para el agrocentro que atiende, para esto se toma en cuenta las ventas alcanzadas en el año por concluir así como la trayectoria de las ventas del agrocentro, el potencial agrícola de la zona, la competencia y las perspectivas de crecimiento del agrocentro y la empresa. El presupuesto de ventas anuales especifica las toneladas que se pretenden vender de cada producto en cada mes del año.



#### IV.- BASES PARA EL DISEÑO DE PROGRAMAS DE FERTILIZACION BALANCEADA

En el diseño de programas de fertilización, que realizamos como técnicos de la empresa Fertinal, incluimos una recomendación de mejoradores de suelo como puede ser la aplicación de Cal, NCAL ó Azufre, ó la necesidad de enriquecer el suelo con materia orgánica. Formulamos mezclas físicas balanceadas de fertilizantes, elaboradas principalmente en base a la demanda nutricional del cultivo; Las condiciones físico-químicas de suelo (análisis de suelos); las etapas fenológicas del cultivo y las metas de rendimiento. También consideramos toda la información y conocimientos posibles sobre las técnicas de manejo del cultivo, las condiciones climáticas de la zona, las necesidades y capacidad del agricultor, la parcela donde se va a establecer el cultivo, los cultivos anteriores, el conocimiento de los fertilizantes y los factores que pueden afectar su disponibilidad, aunado a esto se suman experiencias y criterio agronómico, con esto se procede al diseño de los Programas de Fertilización.

A continuación proporciono las bases de nutrición vegetal que aplicamos en el Diseño de Programas de Fertilización balanceada para producción de cultivos agrícolas.

##### 4.1.- Terminología de los fertilizantes.

Es importante partir de la definición de los términos de los fertilizantes que utilizamos comúnmente en éste trabajo para que manejemos el mismo concepto y sea más entendible.

*FERTILIZACION:* Es la práctica de agregar al suelo los nutrientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas.

*MATERIAL FERTILIZANTE:* Cualquier sustancia que contiene uno o más de los llamados elementos esenciales para las plantas, teniendo la capacidad de poner disponibles los elementos nutritivos en un lapso apropiado para los cultivos.

*MEZCLA FISICA FERTILIZANTE:* Es una revoltura que contiene 2 o más materiales fertilizantes compatibles.

*FERTILIZANTE COMPLEJO:* Es un fertilizante o mezcla que contiene los 3 macronutrientes, nitrógeno, fósforo, potasio.

*GRADO DEL FERTILIZANTE:* Se refiere a la garantía mínima del contenido de nutrientes en 100 kg. de un fertilizante y se expresa en términos de N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> disponible y K<sub>2</sub>O soluble en agua.

*FORMULA FERTILIZANTE:* Es la expresión de la cantidad y contenido de los nutrientes (N-P-K+E.M.) que forman una mezcla de fertilizantes o un complejo, Ejemplo: fórmula triple diecisiete 17-17-17; fórmula para maíz 20-10-10.

*MATERIAL INERTE O RELLENO:* Es el material que se agrega a las mezclas o fórmulas fertilizante para ajustarlos ó compensarlos, los materiales que se utilizan son arena caliza o yeso, los cuales ayudan a prevenir el endurecimiento o la reacción entre fertilizantes y facilitan la mejor aplicación de ellos.

*FERTILIZANTE DE RESIDUO ACIDO:* Es el material fertilizante que produce un aumento en la acidez del suelo, ejemplo: Sulfato de Amonio.

*FERTILIZANTE DE RESIDUO BASICO:* Es el fertilizante que produce una reacción alcalina en el suelo, elevando el pH, ejemplo: Nitrato de Calcio.

*FERTILIZANTE NEUTRO:* Es el material fertilizante garantizado para no dejar ni residuo ácido, ni residuo básico en el suelo, ejemplo: Sulfato de Magnesio.

*TRATAMIENTO FERTILIZANTE:* Es la cantidad total de nutrientes (N-P-K+E.M.) que se aplica en una superficie de una hectárea de cultivo, ejemplo: tratamiento para maíz de temporal 140-60-80

*DOSIS FERTILIZANTE:* Es la manera como se reparte el tratamiento fertilizante durante el ciclo fenológico del cultivo ejemplo:

70-60-60	a la siembra
70-00-20	a los 45 días.

*COMPATIBILIDAD DE FERTILIZANTES:* Es la propiedad de los fertilizantes que al mezclarse entre sí permanecen estables durante tiempo (son compatibles); sin embargo otros fertilizantes reaccionan entre sí causando pérdidas de elementos nutritivos (son incompatibles). Esta propiedad es importante de tomar en cuenta al momento de hacer las mezclas.

*FERTILIZACION BALANCEADA:* Significa proveer a través de la fertilización de cantidades adecuadas de los nutrientes esenciales a los cultivos para asegurarse que el rendimiento y la calidad no se vean afectados.

(Terminología basada en conceptos de Fomento MIRA.)

El objetivo que se persigue en el diseño de programas de fertilización balanceada para cada cultivo es el de lograr mejores rendimientos sustentable en la agricultura. Los altos rendimientos son el resultado de múltiples factores, que para nosotros se inician con un buen diagnóstico de fertilidad del suelo.

## 4.2.- LOS ANALISIS DE SUELOS

Actualmente las técnicas de producción agrícola avanzada exigen conocer las características fisicoquímicas del suelo, para esto el análisis de suelos es una herramienta esencial para realizar fertilización balanceada. Los resultados, nos indican el nivel de fertilidad actual del suelo por lo tanto nos dan la pauta para saber donde comenzar en el diseño de los programas de fertilización. Los análisis, son un servicio que ofrece la empresa a sus clientes, son utilizados por el Asesor (Promotor), conjuntamente con información técnica y de soporte para realizar la interpretación que permita hacer las recomendaciones para el uso eficiente de los mejoradores y fertilizantes, para apoyar a los Agricultores tendientes a utilizar practicas de manejo adecuadas para obtener rendimientos altos y rentables.

- 5 -Alto Rendimiento Sustentable
- 4 -Elaboración de Programas de Fertilización Balanceada
- 3 -Interpretación de Análisis de Suelos
- 2 -Análisis de suelos
- 1 -Muestreo de suelos

Dentro del esquema de actividades del promotor, esta la de promover el uso de los análisis de suelos y la realización de los muestreos, para su análisis en el laboratorio de Finagro del Bajío en Irapuato, Gto., el costo de recuperación actual por muestra analizada es de \$ 350.00 para análisis completo y \$ 250.00, para análisis básico. La diferencia entre uno y otro es que en el básico no se analizan los micronutrientes y en el completo sí se analizan todas las demás determinaciones son iguales. Cuando se utilizan los básicos, por lo general no se va a considerar la aplicación de micronutrientes, ó se aplican mezclas pre-fabricadas y formulada para cultivos en general, aplicándose en cantidades moderadas. Con los análisis completos las recomendaciones consideran la Fertilización con todos los nutrientes esenciales que se requieran para garantizar el buen desarrollo del cultivo en específico, aplicando las cantidades que sean necesarias. Nosotros recomendamos de preferencia la realización de los análisis completos. Las determinaciones y métodos utilizados en toda la red de laboratorios de Fertinal son las siguientes:

### 4.2.1.- Determinaciones que hace el Laboratorio de Análisis de suelos de Finagro del Bajío.

Para análisis de suelos básico:

DETERMINACION	METODO
Textura	Steve Thein ,Dpto. De Agronomía , Universidad de Kansas, Método aceptado por la FAO
pH	Potenciométrico
Conductividad eléctrica	Electrodo (Hach)
Materia Orgánica	Dicromato de Potasio
Capacidad de intercambio catiónico	Por sumatoria de bases
Porcentaje de Saturación de Bases	$SB = [(K+Ca+Mg)/C.I.C.] \times 100$
Sodio	Titulométrico EDTA y calmagita
Aluminio intercambiable	Método Buffer
Requerimiento de Cal	Determinación de los requisitos de Cal
Nitrógeno Nitrico	Reducción de Cadmio
Fósforo	Acido ascórbico( si el pH es menor de 7 se utiliza extractamente Mehlich , si el pH es igual o mayor a 7 se utiliza extractamente Olsen )

Potasio	Tetrafenilborato
Calcio	Titulación EDTA Y azul de hidróxinaftol
Sulfatos	Sulfato de Bario
Magnesio	Calmagita Titulometrico

**El Análisis Completo de suelo** , incluye todas las determinaciones antes mencionadas más el análisis de micronutrientes:

Fierro	Ferover (1,10 -fenantrolina)
Cobre	Bicinconinato disidico.
Zinc	Intercambio iónico
Manganeso	Oxidación de Periodato
Boro	Solución Carmin

(Fuente: Laboratorio de análisis de suelos , Fertinal ; Finagro del Bajío.1998)

#### 4.2.2.- Rangos para clasificación por niveles de las determinaciones del Laboratorio

Los Resultados de los análisis de suelos , aparecen en una interpretación gráfica que muestra los niveles de fertilidad del suelo clasificados como ; Muy Bajo , Bajo , Medio , Alto y Muy Alto , para todos los nutrientes analizados y también para el pH , Materia Orgánica , Bases y Conductividad Eléctrica. Para los nutrientes , las cifras y niveles representados en los reportes de análisis de suelo , son un índice en términos de cantidad de nutrientes "extraíbles" por las plantas .

##### Para pH

Nivel	Rango
Excesivamente ácido	< 5
Muy ácido	5.0 - 5.7
Acido	5.8 - 6.4
Ligeramente ácido	6.5 - 6.9
Neutro	7
Ligeramente alcalino	7.1 - 7.5
Alcalino	7.6 - 8.0
Muy Alcalino	8.1 - 8.5

##### Para Materia Orgánica en %

Muy bajo	< 1.9
bajo	2.0 - 2.9
Mediano	3.0 - 3.9
Alto	4.0 - 5
Muy Alto	> 5

##### Para Fósforo con resultados en ppm

Nivel	OLSEN	MEHLICH
Muy Alto	mayor de 23	mayor de 51
Alto	14 -22.9	31 - 50.9
Medio	8 - 13.9	16 - 30.9
Bajo	4 - 7.9	6 -15.9
Muy Bajo	0 - 3.9	0 - 5.9

Para el laboratorio de análisis de suelos de Fertinal, las Bases ( Potasio , Calcio , Magnesio , Sodio y Aluminio) no tienen niveles de clasificación con rangos específicos . El grado de clasificación para cada una de las Bases intercambiables está en función del % de Saturación obtenido en la muestra para cada una de ellas. El porcentaje de saturación de base se define como el porcentaje de la C.I.C. total ocupada por cada uno de los cationes principales,(INPOFOS,1988).

En la mayoría de los suelos los rangos indicados en la siguiente tabla son considerados óptimos para la producción de cultivos.(INPOFOS, 1988) y son los utilizados por el laboratorio de Fertinal.

Catión	Porcentaje de saturación de base óptimo
Calcio	60 - 70 %
Magnesio	10 - 20 %
Potasio	2 - 5 %
Sodio	0 - 12 %
H+ Aluminio	0 - 15 %

Rangos para Micronutrientes en ppm.

Nivel	Cobre	Fierro	Manganeso	Zinc	Boro
Muy Alto	> 3	>50	> 50	> 8	>2
Alto	1.6-3	25-49.99	30-49.99	5-7.99	1.3-1.99
Medio	0.9-1.59	12-24.99	15.29.99	3-4.99	0.6-1.29
Bajo	0.4-0.89	4-11.99	6-14.99	1-2.99	0.4-0.59
Muy Bajo	0-0.39	0-3.99	0-5.99	0-0.99	0-0.39

( Fuente: laboratorio de análisis de suelos de Finagro del Bajío.1998)

En los reportes de análisis de suelos de Fertinal, aparecen los resultados acompañado de un programa de fertilización, que indica los mejoradores de suelo a utilizar, las fórmulas fertilizantes, sus dosis, así como la época, forma de aplicación y un presupuesto total de costo de Fertilizantes por ha. Estas recomendaciones son acordes a los resultados del análisis de suelo, la demanda nutricional del cultivo y las metas de rendimiento, se obtienen al procesar estos datos en un sistema de computo software denominado S.E.A. (Sistema de Eficiencia Agrícola ) Fertinal, que fue creado por la división de investigación de Grupo Fertinal ,Fomento M.I.R.A. Este sistema permite generar programas de nutrificación balanceada para cada cultivo, suelo y meta de rendimiento. El S.E.A. es el resultado de varios años de investigación en zonas de potencial agrícola en México y del apoyo de instituciones reconocidas a nivel nacional e internacional .

Los resultados del análisis de suelo y las recomendaciones del S.E.A. siguen siendo una herramienta para el Promotor, que debe de interpretar los resultados conjuntamente con muchos otros datos pertinentes que deben ser considerados como los relacionados con la parcela, condiciones climatológicas, situación de el agricultor, disponibilidad de maquinaria ó mano de obra, etc. ya que se pueden presentar muchas variantes por lo cual se tengan que modificar las recomendaciones del reporte.

El equipo moderno de laboratorio , los métodos y las técnicas actuales, han sido de gran ayuda para mejorar tanto la rapidez como la precisión del análisis de suelo , los laboratorios de Fertinal participan en intercambio de muestras , de esta forma las muestras son analizadas en diferentes laboratorios y los resultados se comparan , garantizando la precisión y confiabilidad de los análisis. Participan en el programa de Certificación Norteamericano de Laboratorios de análisis de suelos y esta en proceso de certificación ISO 9000.

#### 4.2.3 .- Realización de muestreo de suelos para su análisis

El proceso de muestreo y manejo de la muestra es el principal factor que hay que cuidar ya que el análisis de suelo sera tan bueno , como sea la calidad de la muestra enviada al laboratorio , debido a que la muestra de 1.5 a 2 Kg. tomada de los primeros 30 cm. del suelo en una Ha. de terreno es representativa de entre 3000 y 4500 toneladas de suelo . Por lo cual una toma de muestra cuidadosa significa que los resultados del análisis serán de utilidad para obtener un programa óptimo de fertilización y mejoramiento de suelo.

Para la toma de muestras se toman los siguientes pasos :

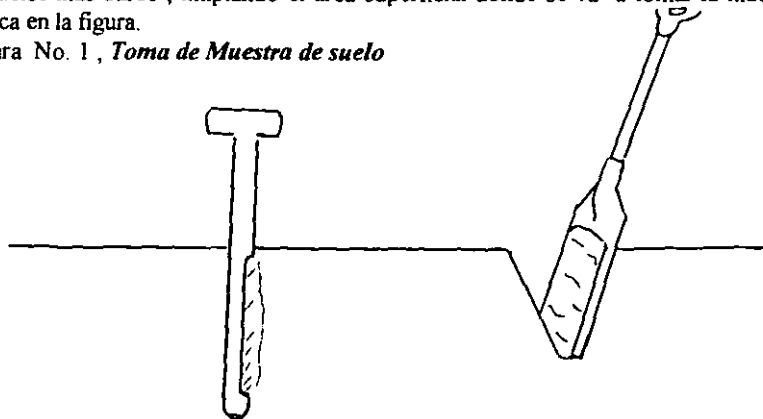
1.- Se hace un recorrido inicial por la parcela , junto con el agricultor , para planear de donde se tomaran las muestras , para lo cual se divide el terreno en áreas de suelo uniformes de la cual se obtendrá una muestra de cada área homogénea .

2.- Para cada muestra se recogen de 15 a 20 submuestras de suelo al azar ó caminando en zig-zag , tratando de abarcar todo el terreno.

3.- Se debe de evitar muestrear las orillas , aproximadamente 10 mt. de la orilla hacia adentro se debe muestrear , y también se debe evitar tomar muestras en aquellos puntos donde se considere que no es representativo de la parcela como puede ser una mancha de fertilizante , de estiércol , ó cualquier contaminante .

4.- Se utiliza una Barrena o tubo Hoffer en suelos suaves donde pueda entrar ó una pala plana limpia para los suelos más duros , limpiando el área superficial donde se va a tomar la muestra y se saca como indica en la figura.

Figura No. 1 , *Toma de Muestra de suelo*




5.- Las muestras se sacan a la profundidad del arado aproximadamente de 0 a 30 cm., la experiencia indica que la mayor parte de la actividad radicular en condiciones de humedad favorable toma lugar en este estrato para la mayoría de hortalizas y granos anuales . En frutales se toman muestra cada 30 cm. hasta 90 cm. ó más.

6.- Se colocán las submuestras de suelo en un recipiente de plástico limpio y se mezclan bien todas las submuestras que se pusieron en la cubeta.

7.- Una vez mezcladas se toma aproximadamente un kilo y medio de ese suelo y se pone en una bolsa especial de papel plastificado y se cierra herméticamente.

8.- Se identifica la muestra con todos los datos necesarios como se indica en el cuadro y se manda al laboratorio, donde tardan aproximadamente de una a dos semanas en enviar los resultados.

*Cuadro No. 1 , Formato para identificación de muestra de suelo.*

		<b>Laboratorio de Analisis de Suelos</b> <b>Finagro del Bajío, S. A. de C.V.</b>	
		<b>Fertinal</b>	<b>Nº 001</b>
Productor _____			
Promotor _____			
Fecha de muestreo _____			
No. de Muestra. _____		DDR. _____	
Estado: _____		Municipio _____	
Localidad y ejido: _____			
Predio Potrero. _____		Lote: _____	
Superficie (Has.): _____		Prof. de Muestreo: _____	
Cultivo Anterior: _____			
Rendimiento obtenido: _____			
Humedad (Tipo de riego): _____			
Cultivo por sembrar: _____			
Rendimiento esperado: _____			
Tipo de Muestra:		Unica <input type="checkbox"/>	Multiple <input type="checkbox"/>
Tipo de Análisis:		Básico <input type="checkbox"/>	Completo <input type="checkbox"/> Salinidad <input type="checkbox"/>
Aplicación de Mejorador: _____			
<b>Finagro del Bajío, S.A. de C.V.</b> <small>RCD SARABIA ESQ ANDRÉS LÓPEZ No 518 COL MODERNA C.P 36680 Irapuato, GTO MÉXICO          TEL 01 (41) 627-90-40 CON DIEZ LINEAS FAX EXTENSION 117</small>			

#### 4.2.4.- Epoca de Muestreo y Frecuencia

Es conveniente que el muestreo de suelos se realice antes de establecer el cultivo dándose el tiempo suficiente para tener el resultado del análisis y se pueda realizar la recomendación de fertilización en el programa del ciclo del cultivo. Por otro lado se facilita que el muestreo se realice después de la preparación del terreno, antes de plantar porque es más fácil muestrear y el suelo está más uniforme, pero también si se van a aplicar mejoradores de suelo como cal agrícola es bueno hacer el muestreo antes de la preparación del terreno para poder incorporar la cal necesaria. Se recomienda que el análisis completo de suelos se realice cada 2 años, pero en suelos arenosos donde la cantidad de lluvia o irrigación son altos es recomendable cada año y como regla general para cultivos anuales de ciclo corto de intensa producción, en zonas de riego, se debe muestrear y analizar el suelo todos los años.

#### 4.2.5.- INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELOS

La interpretación se produce cuando los resultados de los análisis de suelos son utilizados conjuntamente con toda la información disponible complementaria que sirve para diseñar recomendaciones que buscan eliminar las deficiencias de nutrientes del suelo, como factor limitante en el crecimiento del cultivo. Estas recomendaciones son diseñadas para maximizar la eficiencia del uso del fertilizante minimizar cualquier efecto adverso de los fertilizantes en el ambiente, obtener mayores rendimientos y beneficios económicos para el agricultor.

Los reportes de análisis de suelo se entregan graficados por niveles que indican la disponibilidad del nutrimento en el suelo. La escala de cinco niveles son: Muy Bajo o Deficiente, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto o Excesivo. Estos niveles los interpreto en forma general de la siguiente manera:

**Muy Bajo ó Deficiente:** En éste nivel del nutrimento en el suelo es de esperar una alta probabilidad de respuesta a la adición del fertilizante, particularmente en cultivos que demandan en forma importante este nutrimento. En este caso, se recomienda aplicar una dosis superior a la dosis general de recomendación del cultivo, el potencial de rendimiento depende especialmente de librar éste factor limitante. En el caso de elementos nocivos como es el Sodio o Aluminio la interpretación correcta no es "Deficiente", sino "Muy Bajo", lo cuál es benéfico para el cultivo.

**Bajo:** A este nivel del nutrimento en el suelo es de esperar una respuesta considerable a la adición del fertilizante, la mayoría de los cultivos requieren de la adición de fertilizantes para satisfacer su demanda. En este caso se sugiere aplicar la dosis general de recomendación.

**Medio:** Es probable que algunos cultivos puedan satisfacer sus requerimientos a éste nivel del nutrimento en el suelo. Sin embargo los cultivos de alta demanda del nutrimento o de sistema radicular limitado, responden a la adición del nutrimento, o bien cuando nos fijamos metas elevadas de rendimiento. Las aplicaciones de fertilizante a dosis medias suelen producir plantas vigorosas desde las etapas iniciales y alcanzan altos rendimientos.



**Alto:** El nutrimento se encuentran a niveles generales de suficiencia para la mayoría de los cultivos y es de esperar escasa respuesta a la aplicación del nutrimento, excepto en situaciones muy especiales cuando el cultivo en especial tiene una muy alta demanda por el nutrimento en cuestión y la meta del rendimiento es elevada ó cuando la disponibilidad sea afectada por limitantes físicas. En muchos casos se recomienda una dosis baja de mantenimiento de acuerdo al concepto de mantener la reserva del nutrimento en el suelo. Por otro lado las aplicaciones de fertilizante a dosis bajas y en banda, junto a la línea de siembra, funciona como fertilización de arranque.

**Muy Alto ó Excesivo:** No hay respuesta al nutrimento y no se recomienda la adición del fertilizante, en el caso de Potasio, y Fósforo generalmente no se recomienda la adición de fertilizante pues el suelo puede suministrar el nutrimento generalmente por varios años sin que se presente la deficiencia. Es de esperar mínimas posibilidades de respuesta a la aplicación del nutrimento, excepto en situaciones excepcionales en las que la disponibilidad sea afectada gravemente por limitantes de tipo físico o cuando la situación del nutrimento obedece estrictamente a razones de calidad del producto. Estas condiciones son más bien una excepción a la regla y solo operan para ciertos cultivos.

El promotor en su papel de asesor técnico al hacer las recomendaciones debe estar capacitado y tener experiencia en la interpretación de los resultados de los análisis de suelo, ya que se va a necesitar de toda la información técnica posible y también la información pertinente de la parcela y el agricultor. Porque continuamente se presentan condiciones que hay que tomar en cuenta, como puede ser la situación económica del agricultor, las condiciones del suelo y climáticas, la disponibilidad de maquinaria o mano de obra para fertilizar, la realización de labores culturales a tiempo, la necesidad de aplicar otros productos agroquímicos como insecticidas o materia orgánica.

Por lo cual en la interpretación de análisis de suelos. Para elaborar programas de fertilización se deben conjugar conocimientos, habilidades, experiencias, criterio profesional y sentido común.

#### 4.3.- Corrección del pH del suelo

Es importante antes de comenzar un programa de fertilización corregir el pH. del suelo para lograr la mejor disponibilidad de los nutrientes para las plantas. Donde se debe de consultar previamente el pH. óptimo( Cuadro No. 2 ) que se requiere para el buen desarrollo del cultivo que se va a sembrar. En general consideramos que para la mayoría de los cultivos se desarrollan bien en pH.de 6.5 .

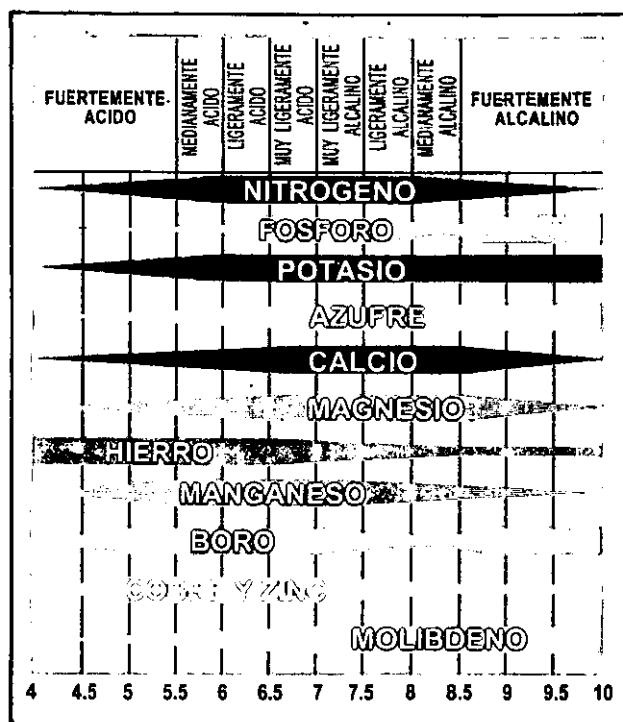
Cuadro No. 2. *pH de suelo óptimo que requieren algunos cultivos de importancia económica para su buen desarrollo*

Cultivo	pH.
Maíz ( <i>Zea mays</i> )	6 - 7
Sorgo( <i>Sorghum vulgare</i> )	5.5 - 7
Trigo( <i>Triticum vulgare</i> )	6 - 7.5
Avena( <i>Avena sativa</i> )	5.5 - 7
Cebada( <i>Hordeum sativum</i> )	6.5 - 7.5
Caña de Azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> )	6 - 7.5
Arroz ( <i>Oryza sativa</i> )	5.5 - 6.5
Frijol ( <i>Faseolus vulgaris</i> )	6.5 - 7.5
Cacahuete ( <i>Arachis hypogea</i> )	5.5 - 7
Algodón ( <i>Gossypium hirsutum</i> )	6 - 7.5
Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> )	5.5 - 7.5
Tabaco( <i>Nicotiana Tacobum</i> )	5.5 - 7.5
Jitomate( <i>Solanum lycopersicum</i> )	5.5 - 7
Durazno( <i>Promus persica</i> )	6.5 - 7.5
Piña ( <i>Ananas sativas</i> )	5 - 6
Plátano( <i>Musa sapientum</i> )	6 - 7.5
Girasol( <i>Holianthus annuus</i> )	6 - 7.5
Soya( <i>Glycine max</i> )	6 - 7
Café ( <i>Coffea</i> )	5 - 7

(Fuente: Miramontes, 1995)

La figura No. 2, muestra el efecto del pH del suelo en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas, siendo este un factor muy importante en el suministro de los nutrientes. El ancho de las barras disminuye en la medida que disminuye la disponibilidad del nutriente para las plantas.

Figura No. 2. *Efecto del pH del suelo en la Disponibilidad de los Nutrientes*



(Fuente: PROSISA, División agrícola, 1998)

Los macronutrientes primarios y secundarios disminuyen su disponibilidad considerablemente conforme baja la acidez del suelo, los micronutrientes tienen buena disponibilidad en suelos ácidos y disminuye la disponibilidad en lo alcalino con excepción del molibdeno. La mejor disponibilidad de todos los nutrientes se logra en el rango de pH de 6.5 - 7. Los Fertilizantes que aplicamos a los cultivos también son afectados en su eficiencia por causa del pH del suelo (Cuadro No. 3), a medida que aumenta la acidez disminuye la disponibilidad de nutrientes y la eficiencia de los Fertilizantes Nitrogenados, Fosforados y Potásicos.

**Cuadro No.3, Eficiencia de los Fertilizantes en función del pH. del suelo. (%)**

<b>pH</b>	<b>N</b>	<b>P2 O5</b>	<b>K2 O</b>
7.0	100	100	100
6.0	89	52	100
5.5	77	48	77
5.0	43	34	52
4.5	30	23	33

(Fuente: Grupo BERTRAN 1999.)

#### 4.3.1.- Mejoradores de suelos alcalinos.

En suelos con valores altos de pH se reduce considerablemente las expectativas de una buena cosecha. Para generar las condiciones adecuadas al cultivo es necesario aplicar azufre elemental (cuadro No. 4), que es un formador de ácidos y es la fuente más idónea para reducir el pH del suelo porque es económico, disponible y común para esta práctica. También hay otros mejoradores y son el Acido Sulfúrico, el Sulfato Ferroso, el Sulfato de Aluminio, el Sulfato de Amonio, Polisulfuro de Amonio etc.

Los factores que afectan la cantidad de azufre o equivalente por aplicar para mejorar el suelo es:

- pH inicial y pH deseado
- CaCO<sub>3</sub> libre
- Porcentaje de sodio intercambiable
- Profundidad de suelo por mejorar
- Textura
- Capacidad de intercambio catiónico.
- Pureza y granulometría del mejorador a utilizar.
- Disponibilidad de agua para que se disuelva el producto.

**Cuadro No. 4, Aplicaciones medias de Azufre en kg. /ha. para bajar el pH a 7 según el tipo de suelo y aplicación.**

<b>pH</b>	<b>EN TODA LA SUPERFICIE</b>		<b>EN SURCOS</b>	
	<b>Arenosos</b>	<b>Arcillosos</b>	<b>Arenosos</b>	<b>Arcillosos</b>
7.5	450-650	900-1100	225-280	340-550
8.0	1100-1700	1700-2200	340-550	650-900
8.5	1700-2200	2200 ó más	650-900	900 ó más
9.0	2200-3400		900 ó más	

( Fuente: Fomento M.I.R.A. 1998)

En suelos alcalinos, las aplicaciones de Azufre favorecen la disponibilidad de Fósforo, Hierro, Manganeso, Boro, Cobre y Zinc. En frutales que crecen y se desarrollan en suelos alcalinos, una buena práctica es aplicar el S elemental o formadores de ácido en el cajete para disminuir el pH y por consiguiente ayuda a solubilizar el P, Fe, Cu, Zn, B, Mn. Los formadores de ácidos neutralizan al Carbonato de Calcio, disminuyendo el pH y solubilizando nutrientes.

En la aplicación de Azufre elemental, se debe considerar una finura de alrededor de 100 mallas y debe de incorporarse al suelo con anticipación a la siembra del cultivo. Los compuestos de Azufre o sulfatos tienen poca capacidad de causar quemaduras por lo que se puede aplicar con confianza cerca de la semilla ó en banda.

Productos de elección como mejoradores para suelos alcalinos:

**Azufre Elemental.**- Es un producto formador de ácidos. El cual incrementa los iones de H del suelo formando ácido sulfúrico, reduciendo el pH del suelo.

**Acido Sulfúrico.**- Su reacción es muy rápida y en presencia de  $\text{CaCO}_3$  (carbonato de calcio) se produce yeso (sulfato de calcio), reduce el pH del suelo y es altamente corrosivo. El yeso no modifica el pH del suelo,

**Sulfato Ferroso.**- Fertilizante formador de ácido en el suelo que al combinarse con el agua y  $\text{CaCO}_3$  reacciona para formar yeso y óxidos de hierro. Proporciona hierro a los cultivos.

**Sulfato de Amonio.**- Fertilizante de reacción ácida en el suelo, hecho de ácido sulfúrico y amoníaco, libera nitrógeno para las plantas, contiene 24% de azufre.

**Sulfato de Aluminio.**- Es efectivo para remplazar al sodio que al combinarse con carbonatos de calcio y agua se forma yeso y óxido de aluminio.

**Yeso.**- Es uno de los mejoradores más usados para suelos con problemas de sodio que no contienen el suficiente carbonato de calcio libre para que éste sustituya a el sodio presente através de reaccionarlo con un ácido o formador de ácido.  
(Fomento MIRA 1998).

**N Cal-2-12.**- Es un producto líquido a base de Urea y Cloruro de Calcio que contiene 2% de Nitrógeno y 12% de calcio 100% soluble, formulado especialmente para eliminar rápidamente el sodio del suelo al mismo tiempo que disminuye la salinidad y mejora la penetración del agua através del suelo e incrementa su floculación. (PFI de México 1997).

Dentro de los suelos conocidos como alcalinos podemos encontrar diferentes tipos de suelo, los cuales deberán ser manejados de manera particular al problema que presentan. Para la rehabilitación de estos suelos se debe partir de un diagnóstico preciso, es conveniente pedir al laboratorio de análisis de suelo que les precise el mejorador y la cantidad de producto que se debe utilizar para cada suelo en particular, e integrar con formas de manejo como nivelación, drenaje, labranza adecuada y láminas de riego un método que ataque el problema.

#### 4.3.2.- Corrección de suelos ácidos

La acidez del suelo afecta el crecimiento de las plantas en diferentes formas:

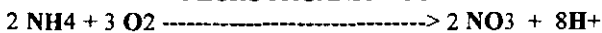
- 1.- La concentración de elementos como el Al , Mn , y Fe , pueden alcanzar niveles tóxicos debido a que su solubilidad aumenta en suelos ácidos. ( INPOFOS ,1988).
- 2.- Los microorganismos responsables de la descomposición de la materia orgánica y de transformar el N , P , S , a formas asimilables para las plantas , disminuyen en numero y por consiguiente hay menor actividad y se afecta la asimilación de estos nutrientes y minimiza la asimilación de los nutrientes que se aplican . ( Miramontes , 1995)
- 3.- Se degrada la estabilidad estructural del suelo y sobre todo en las tierras arcillosas que son chiclosas, la acidez elevada hace que la permeabilidad y la aireación sean menores.(INPOFOS, 1988)
- 4.- Se presentan problemas con la nutrición de las plantas ya que se reduce la disponibilidad y asimilación de nutrientes siendo los más afectados el P y el Mo , pero también el N , el Ca y el Mg. (Miramontes, 1995)
- 5.- La fijación simbiótica del N por parte de las leguminosas se reduce en forma importante , la actividad de las bacterias nitrificantes se desarrolla deficientemente a pH debajo de 6.(Grupo BELTRÁN, 1999).

En la zona agrícola de Tangancicuaro, Mich. uno de los mayores problemas es la acidez de los suelos, de acuerdo de los análisis realizados en ésta zona por el laboratorio de Fertinal, se tiene que el 30% de las tierras agrícolas son muy ácidas, otro 60% de encuentra entre ácidas y ligeramente ácidas, solo un 7% son neutras y un 3% alcalinas ( de acuerdo a la tabla de pH dada anterior).

Las causas de la acidez del suelo puede ser debido a varios factores como el origen del suelo con formaciones pobres en Calcio, pero ricas en Aluminio y Fierros ; los altos contenidos de materia orgánica, liberan H<sup>+</sup> a la solución del suelo y esto aumenta la acidez ; La fertilización especialmente con fertilizantes nitrogenados, acelera la velocidad de acidificación, a medida que las dosis de N aumentan la acidificación aumenta si no hay una fertilización balanceada, el ion amonio es convertido a nitratos por el proceso de nitrificación, se produce H<sup>+</sup> , esto aumenta la acidez.(INPOFOS,1988).

El proceso se ilustra a continuación:

#### MICROORGANISMOS



La lluvia abundante o los riegos pesados también afectan el pH, propiciando que los suelos se laven y pierdan por lixiviación bases como el Calcio, Potasio y Magnesio, y estos son remplazados por elementos acidificantes tales como el H<sup>+</sup> y el Aluminio( INPOFOS 1988 ) de modo que los suelos bajo precipitaciones altas son más ácidos que los que están bajo condiciones áridas. El uso intensivo del suelo favorece las salidas de bases que son consumidas por los cultivos de éste modo los suelos se hacen más ácidos cuando las cosechas absorben las bases y no se le restituyen al suelo.

### 4.3.3.- Encalado

El encalado es una práctica agrotécnica que consiste en aplicar al suelo cal, con el propósito de reducir la acidez e incrementar el pH hasta un nivel tal que las plantas cultivadas se desarrollen adecuadamente. La cal reduce la acidez del suelo convirtiendo iones Hidrógeno en agua. Un  $\text{Ca}^{++}$  de la cal reemplaza 2 iones  $\text{H}^+$  en un complejo de intercambio catiónico, los iones  $\text{H}^+$  se combinan con los iones Hidróxilos para formar agua, de esta forma el pH aumenta debido a la disminución de los  $\text{H}^+$  que son la fuente de la acidez del suelo. ( INPOFOS 1988 ).

Generalmente se recomienda que la neutralización de un suelo ácido mediante encalado se haga hasta alcanzar un pH cercano a 6.5 por ser éste el más adecuado agrónomicamente, pero se debe considerar el rango de pH óptimo para el cultivo por sembrar.

Ventajas de encalar los suelos:

- Corrige la acidez del suelo, haciendo que los nutrientes estén más disponibles para las plantas.
- Aumenta la eficiencia de los fertilizantes.
- Fomenta la acción benéfica de los microorganismos del suelo.
- Acelera la descomposición de la materia orgánica.
- Combate enfermedades del suelo.
- Aumenta la resistencia a las enfermedades.
- Favorece el crecimiento de las plantas por el calcio.
- Mejora las condiciones físicas del suelo.

Materiales encalantes:

Hay varios productos encalantes, al seleccionar se debe verificar su valor neutralizante, su grado de finiza y su reactividad. Cuando el nivel de Magnesio del suelo es bajo la elección de cal que contenga Mg deberá ser tomada en consideración. Si el valor neutralizante del carbonato de calcio puro es igual a 100, es posible asignar un valor a los otros materiales esto se llama "El valor relativo de neutralización" o "Equivalente de  $\text{Ca CO}_3$ ". ( Santelises, 1999). El cuadro No. 5, muestra el valor neutralizante de los mas comunes productos encalantes.

Cuadro No. 5, Valor neutralizante de algunos productos encalantes

Producto		Valor Neutralizante
Carbonato de calcio	$\text{CaCO}_3$	100
Cal Dolomita	$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$	108
Cal Agrícola	$\text{CaCO}_3 + \text{Ca(OH)}_2$	114
Carbonato de Magnesio	$\text{MgCO}_3$	119
Hidróxido de Calcio	$\text{Ca(OH)}_2$	134
Oxido de Calcio	$\text{CaO}$	178

( Fuente: Santelises, 1999)

De acuerdo con la tabla anterior, se puede decir que 100 kg de  $MgCO_3$ , tienen valor neutralizante igual a 119 kg de  $CaCO_3$  puro y que 100 kg de  $Ca(OH)_2$ , tienen un valor neutralizante igual a 134 kg de Carbonato de Calcio puro.

La cal agrícola es un producto de alta calidad y es magnífico mejorador de suelos ácidos debido a sus características físicas y químicas (Cuadro No. 6). La cal agrícola está compuesta principalmente de Carbonatos de Calcio y/o Magnesio, así como de hidróxidos de calcio en mezcla. Y para que sea de calidad debe contener baja proporción de impurezas y una finura de tamaño de partícula que debe pasar la malla N° 10 para que puedan disolverse.

*Cuadro No. 6. Características físicas y químicas de la Cal Agrícola Pirasol\**

<b>Cal Agrícola Composición</b>			
Ca(OH) <sub>2</sub> 24.71 %	CaCO <sub>3</sub> 73.19 %	SiO <sub>2</sub> 2.10 %	V.N. 114
<b>Tamaño de Partícula</b>			
Cantidad de material que pasa por mallas No.			
10 100 %	60 80 %	100 60%	

( Fuente: Grupo BERTRAN ,1999. \* M.R.)

Lo anterior indica que el 100% del material pasa por una malla N° 10; por lo que las partículas son menores a 2mm. Los tamaños correspondientes a los otros tamices son 0.25 y 0.15 mm., respectivamente.

Si las partículas fueran mayores a 8 mallas equivalentes a 2.36 mm. pasarían años en que las piedras puedan disolverse y reaccionar con los ácidos del suelo.

#### Aplicación de Cal Agrícola

La mejor forma para establecer la cantidad necesaria de cal Agrícola que hay que aplicar en un suelo dado, es realizar un análisis de suelo en particular; porque se sigue un método que se llama "Determinación de los requerimientos de Cal", ya que la cantidad requerida de material encalante depende no solamente del pH; también de la textura del suelo, de su contenido de Materia Orgánica, cantidad de Aluminio en la solución del suelo; su capacidad de intercambio catiónico, y hay que considerar el tipo de material encalante, su valor neutralizante. también el rango de pH óptimo para el buen desarrollo del cultivo a establecer.



Para tener una idea de la cantidad de cal agrícola necesaria para corregir la acidez del suelo, se puede considerar la siguiente sugerencia general, que se muestra en el cuadro No.7.

*Cuadro No. 7. Cantidad de Cal Agrícola por Ha. para la corrección de una unidad de pH en función del tipo de Suelo.*

Cal Agrícola kg/Ha.	Tipo de suelo
2700 a 3600 kg.	Suelo Arenoso
3600 a 4500 kg.	Suelo Areno-Limoso
4500 a 5400 kg.	Suelo Limoso
5400 a 7200 kg.	Suelo Arcilloso

(Fuente: ANFACAL, 1995)

La uniformidad en la aplicación al suelo, se puede lograr mediante el cuadrículado del terreno, dividiendo la cantidad a aplicar tantas veces como cuadros se hayan marcado y colocando el material en cada uno de ellos, para después proceder a extenderlo. Lo más adecuado es usar una encaladora arrastrada por un tractor ; siendo importante, que la cal debe ser incorporada inmediatamente al terreno.

Se ha encontrado que aplicando en 2 partes el material da mejores resultados; la primera parte se aplica antes de hacer el barbecho y la segunda antes del paso de rastra. Para suelos ligeros (textura arenosa) es más conveniente poner bajas cantidades en varias aplicaciones que toda la dosis en una sola. Esto es si un suelo arenoso necesita 3.0 ton./Ha. será preferible aplicar 1.0 ton./Ha. cada año.

El efecto que tiene el encalado en suelos ácidos es duradero, una aplicación puede ser suficiente para 4 ó 5 años dependiendo del uso intensivo del suelo y una vez pasados los 4 ó 5 años sólo será necesario aplicar de 400 a 700 kg de cal agrícola por ha./año(ANFACAL, 1995), como dosis de mantenimiento. Sin embargo es recomendable hacer análisis de suelo.

### Recomendación

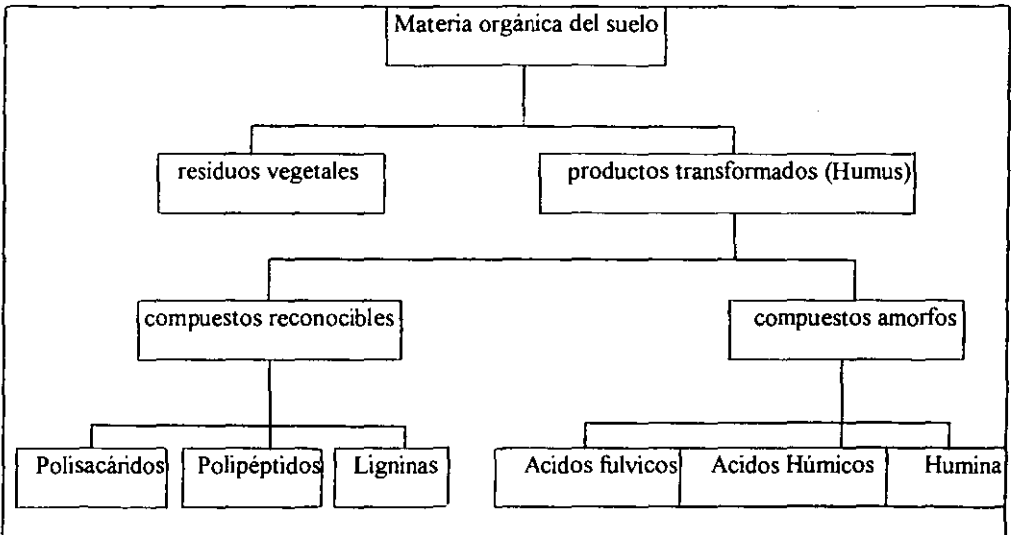
- 1.- Para obtener mejores resultados utilizar solo cal agrícola.
- 2.- Antes de aplicar cal agrícola realizar un análisis de suelo.
- 3.- Nunca mezclar fertilizantes con cal agrícola.
- 4.- La cal agrícola no es sustituto de los fertilizantes.

El laboratorio de análisis de suelos de Fertinal; en base a los resultados del análisis, ofrece una recomendación de mejoradores del suelo y cantidad a utilizar tomando en cuenta el cultivo por establecer.

#### 4.4.- MATERIA ORGANICA DE LOS SUELOS

Se denomina materia orgánica a los componentes del suelo que provienen de la descomposición de material vivo. Al hablar de materia orgánica hacemos referencia a la totalidad de los compuestos de origen orgánico que se superponen al suelo mineral. Se denominan compuestos orgánicos a todos los compuestos que tienen como elemento fundamental al carbono. En resumen diremos que la materia orgánica del suelo serán los restos de plantas o animales, en diferentes estados de descomposición (Cuadro No. 8); así como la biomasa microbiana. Así pues, la materia orgánica de los suelos está compuesta de moléculas pequeñas, grasas y ceras, polisacáridos, sustancias húmicas, enzimas y la biomasa de microorganismos.

*Cuadro No. 8, Clasificación de la materia orgánica en los suelos*



(Fuente: Herrera A., et.al , 1999 )

La materia orgánica del suelo es probablemente una de sus principales características. Esta propiedad se asocia con la liberación de Nitrógeno, Fósforo y Azufre, en cuyos ciclos juega un papel importante. Por otro lado el nivel de materia orgánica también se asocia a la disponibilidad de Fe, Mn, Cu y Zn, por la acción quelatante que presenta. También es una fuente de ácidos húmicos y fúlvicos que participan en la fisico-química del suelo y en la fisiología de la planta. La materia orgánica es la principal variable que afecta las propiedades físicas del suelo. Los suelos con alto contenido de materia orgánica tienden a presentar mejor retención de agua, mayor porosidad, menor densidad aparente y menor compactación, lo que se refleja en un medio ambiente propicio para la penetración radicular y por ende en una alta fertilidad natural. En los suelos ricos en materia orgánica es donde se puede lograr los máximos rendimientos alcanzables para la variedad, clima y manejo del cultivo.

El cuadro No. 9, muestra la clasificación de los suelos de clima templado en función de su contenido de materia orgánica de acuerdo a los grupos texturales.

*Cuadro No. 9. Clasificación del suelo por su contenido de materia orgánica (%)*

Grupo Textural	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Medio	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
Fina	< 1.00	1.01-1.50	1.51-2.00	2.00-2.50	2.51-3.20	3.21-4.20	> 4.21
Media	< 0.80	0.81-1.20	1.21-1.80	1.81-2.30	2.31-3.00	3.01-4.00	> 4.01
Gruesa	< 0.50	0.51-0.80	0.81-1.20	1.21-1.60	1.61-2.00	2.01-3.00	> 3.01

(Fuente: Castellanos J.Z., et. al, 2000 )

**Textura fina:** arcilla, limo, arcillo arenoso, arcillo limoso; **Textura media:** franco, franco limoso, franco areno arcilloso, franco arcilloso y franco arcillo limoso; **Textura gruesa:** arena, arena franco y franco arenoso.

#### 4.4.1.- Complejo arcillo-húmico

Más de la mitad de la materia orgánica del suelo está asociada de alguna forma con las arcillas y otros constituyentes inorgánicos. El complejo arcillo húmico es parte fundamental de la estructura de los suelos (formación y estabilización de agregados) y además protege cierta proporción de la materia orgánica de la degradación microbiana.

Los polímeros orgánicos adheridos o absorbidos sobre la superficie de la arcilla estabilizan los agregados de la arcilla funcionando como pegamento o adherente, entre las partículas coloidales evitando su dispersión. Estos agregados de arcilla con materia orgánica dejan poros que permiten al suelo respirar, y retener agua así como mejorando la estructura del suelo. El humus tiene un papel muy importante en la formación y estabilidad de los agregados del suelo.

Al momento de arar el suelo se deja a estos agregados en contacto con el aire y el sol haciendo más fácil la degradación de este humus que está entre las arcillas lo que tiene como consecuencia la destrucción de los agregados del suelo, así perjudicando la estructura del mismo. (Uvalle, et. al, 1999)

#### 4.4.2.- Capacidad de Intercambio Catiónico

Las arcillas junto con el humus, confieren las principales propiedades químicas del suelo. Por su pequeño tamaño presentan propiedades coloidales y exhiben fenómenos químicos de superficie; entre ellos el de la llamada capacidad de intercambio de cationes, gracias a la cual el suelo es capaz de actuar como un reservorio de elementos necesarios para las plantas. Las arcillas, por diferentes causas, presentan una cierta cantidad de carga eléctrica negativa que se neutralizan con la presencia de partículas iónicas de carga eléctrica positiva, las que se mantienen junto o cerca de las cargas negativas pero que pueden ser removidas y substituidas con relativa facilidad.

Para que el intercambio de iones pueda ocurrir, es necesario que las partículas coloidales se encuentren rodeadas de agua. Los elementos como el Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Potasio (K) y Zinc (Zn), se encuentran en las soluciones como iones con carga positiva ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) son esenciales para la nutrición de la planta y son los iones que compensan las cargas negativas de las arcillas junto con otros iones como el Hidrógeno ( $\text{H}^+$ ) y el Aluminio ( $\text{Al}^{3+}$ ). Es en la interfase sólido-líquido donde se llevan a cabo las reacciones químicas de mayor importancia para la nutrición vegetal, ya que las plantas toman la mayor parte de los nutrientes desde la solución del suelo. (Santelises, 1999)

#### **4.4.3.- Métodos para Incrementar la materia orgánica del Suelo**

El contenido de materia orgánica del suelo no es fácil de aumentar en el corto plazo, a mediano se puede lograr al aplicar grandes cantidades de materia apartir de estiércoles u otros desechos organicos. Esta materia orgánica sufre una descomposición que en los sistemas de labranza intensiva tienden a presentar tasa de mineralización altas (Uvalle, 2000), por lo que en estos sistemas siempre se tiene que estar produciendo ó aplicando materia orgánica, en los sistemas de Labranza de conservación las tasas de mineralización son mas bajas.

##### **4.4.3.1.- Labranza de Conservación:**

Se puede incrementar en el mediano o largo plazo el contenido de materia orgánica del suelo, mediante la estrategia de labranza de conservación, la cuál consiste en no labrar el suelo dejando los residuos de cultivo en la superficie, no se barbecha ni rastrea el suelo.

La tendencia de quemar o de retirar del terreno los residuos de cultivo y de labrar intensivamente el suelo mediante barbecho profundo y rastreos es una de las formas de manejo que contribuyen a reducir en el largo plazo la materia orgánica en el suelo, por lo contrario el regresar al uso original del suelo como en los pastizales y los bosques, en donde el suelo no se barbecha, se tiende a propiciar la recuperación paulatina de la materia orgánica del suelo. En los suelos agrícolas la labranza es la actividad que más afecta la velocidad de descomposición de la materia orgánica.

Pero hay que considerar que este método no es factible en todas las clases de suelos, por su tipo de textura y estructura y por las condiciones climáticas que hacen muy difícil el desarrollo de los cultivos y la formación de materia orgánica por lo que resulta incosteable en algunos tipos de suelos.

##### **4.4.3.2.- Abonos orgánicos y sus Disponibilidades Nutrimientales**

Hoy en día existe un creciente interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar los suelos, éste interés proviene de un intento de regresar a los sistemas naturales de recuperar la fertilidad de estos a través de la estrategia de la *agricultura orgánica*. Para poder manejar la fertilidad, utilizando los abonos orgánicos, es necesario primero conocer sus contenidos nutrimentales, pues a diferencia de los fertilizantes convencionales son altamente variables tanto en humedad como en su concentración nutrimental y disponibilidad. En el cuadro No. 9, se presentan los contenidos nutrimentales de los dos principales tipos de estiércoles: el de bovino y el de gallinaza, en base seca, al momento de su aplicación al suelo en terrenos de productores de la Comarca Lagunera, Coahuila, México.

*Cuadro No. 10. Contenido Nutricional de Estiercol de Bovino y Gallinaza.*

Nutrimento	Estiercol Bovino		Gallinaza	
	Rango	Promedio	Rango	Promedio
-----Kg de nutrimento por tonelada seca de abono-----				
Nitrógeno	9.1-24.4	14.2	26-46.5	34.7
Fósforo	9.4-18.8	11.7	27.5-73.4	24.4
Potasio	17.9-47.8	34.1	13.1-36.8	20.9
Calcio	23.4-56.5	36.8	27.0-88.1	61.2
Magnesio	4.5-10.4	7.1	5.0-10.3	8.3
Sodio	2.5-7.5	5.1	3.0-7.9	5.6
Sales Solubles	32.0-91.0	50.0	42.0-83.0	56.0
Materia orgánica	270-620	510	570-850	700

( Fuente : Castellanos, et. al, 2000 )

Una vez aplicados estos abonos al suelo se inicia un proceso de liberación nutricional y la disponibilidad de sus nutrimentos es similar al de las fuentes inorgánicas excepto para el nitrógeno, en cuyo caso pasa por un proceso de mineralización y de pérdidas por volatización amoniacal y de desnitrificación, lo que disminuye su disponibilidad en comparación con las fuentes de Nitrógeno inorgánicas o fertilizantes convencionales, (Castellanos, et. al, 2000 )

#### Descomposición de la Materia orgánica

La aplicación de materia orgánica, fresca o de reciente formación e incorporada en el suelo, tiende a presentar niveles muy altos de descomposición durante el primer año, los cuales en el caso de los estiércoles y residuos de cultivo son del orden del 60-70%. Mientras que el segundo año la tasa de descomposición se reduce al 5-10% en base a la materia orgánica remanente que no se fue descompuesta el primer año y el tercer año dicha tasa se reduce del 4-5% y así sucesivamente (Castellanos , 2000).

#### 4.4.3.3.- Uso de composta

La composta es el resultado de la descomposición o degradación de la materia orgánica de restos vegetales, excretas animales, sobrantes maderables, u otros. por la acción de las bacterias, hongos, agua, energía solar y cubierta plástica o de tierra. De este sistema de composteo obtenemos abono orgánico de inmediata asimilación por todos los cultivos agrícolas y en todos los microclimas del planeta.( Trueba , 1999 ).

Los microorganismos que intervienen en el proceso de fermentación y descomposición en un sistema de composteo, son microorganismos mesofílicos, termofílicos, hongos saprófitos, macro y microfauna de ácaros, que se alimentan de los materiales de composteo y que contribuyen a su transformación.

En todo sistema de transformación de materia orgánica debe existir una correcta relación Carbono-Nitrógeno, ya que los microorganismos que intervienen utilizan 30 partes de Carbono por una de Nitrógeno, obteniéndose la relación de 30 / 1 . En esta condición se obtiene un eficiente composteo en 45 días.

La temperatura que debe tener una pila de composteo al iniciar el proceso es la ambiental que aumenta rápidamente de 40° C, que es el rango de trabajo de las bacterias mesofílicas y se mantiene durante 10 días, de 40 grados se eleva la temperatura a 60 - 70° C. durante 15 -20 días siendo responsables de ello las bacterias termofílicas. Al bajar la temperatura a 40°C aparecen nuevamente las bacterias mesofílicas hasta llegar a temperatura ambiente.

Siempre debe mantenerse una humedad de 50% aproximadamente para que el crecimiento bacteriano y el intercambio de gases de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), sea durante todo el proceso de transformación. Debe mantenerse un valor de pH de 7.0-7.2 ligeramente alcalino para una eficiente biodigestión bacteriana. Cuando una pila de composteo no se calienta, el pH es ácido (5.0) y deberá agregarse carbonato de calcio a razón de un kilo por tonelada de esquilmo, ( Trueba , 1999).

**Aplicación de composta:** En los suelos agrícolas la composta se aplicará bombeada, mateada o al voleo, con maquinaria agrícola o de forma manual. La dosis de aplicación por hectárea es de 2 a 4 toneladas, dependiendo del análisis y estructura, así como de la cantidad disponible del material .

**Compostas líquidas:** Estas compostas son soluciones nutritivas que se fabrican con excretas de rumiantes, nitrogenasas, agua y energía solar. Estas soluciones nutritivas están fermentadas en 21 días, se cuelean estabilizan y se aplican a dosis de 50 litros por hectárea con aspersoras de mochila, asperjet o riego por goteo en fertirrigación. (Trueba,1999)(Las nitrogenasas , las comercializa NOCON S.A.como un producto biológico)

**Compostas directas al suelo:** Es un método de incorporación de esquilmos agrícolas, se desvaran o se tritura in situ y se le asperja 200 a 400 lt. de solución nutritiva nitrogenada, enseguida se incorporan con rastra, dejando reposar durante 30 días la parcela y luego se prepara para la siembra.

#### **4.4.3.4 .- EL HUMIPLEX, utilizado en mezclas físicas de fertilizantes sólidos, como bioactivador .**

El producto comercial de nombre Humiplex 50 G. fabricado por grupo bioquímico mexicano S.A C.V. es materia orgánica concentrada y humificada en presentación granulada. Es un producto que no comercializa la empresa Fertinal, pero en el Agrocentro de Tangancicuaro lo utilizamos como complemento en la elaboración de mezclas físicas de fertilizantes granulados, en programas de fertilización para hortalizas que se producen en suelos pobres en materia orgánica. Los resultados obtenidos no han sido cuantificados pero en base a la experiencia, podemos decir que se han obtenido resultados positivos al utilizarse éste producto en suelos con un contenido de materia orgánica menor de 2.5 % en dosis de acuerdo a las recomendadas por el fabricante y en mezclas con el fertilizante recomendado, aplicando dosis moderadas de fertilización; se han obtenido mejores rendimientos de cosecha.

El fabricante promueve que Humiplex 50 G. tiene las siguientes ventajas:

- \* Por ser granulado se mezcla mejor con los fertilizantes granulados y su manejo es más fácil y limpio.
- \* Tiene mejor uniformidad en su aplicación y menor pérdida por el viento.
- \* Por su solubilidad tiene mayor dispersión en la zona radicular de las plantas.
- \* Hay una respuesta más rápida de la planta.

Las sustancias húmicas contenidas en este producto han sido químicamente activadas y poseen una alta capacidad de absorción e intercambio catiónico. Son altamente reactivas y actúan como quelatantes de elementos menores como Hierro, Zinc, Magnesio, Manganeso y otros que la planta requiere en pequeñas cantidades. También reaccionan con compuestos inertes que contienen Fósforo y Potasio, convirtiéndolos en formas aprovechables para las plantas.

*Cuadro No. 11. Aplicación de Humiplex*

Cultivos	Epoca de aplicación	Dosis (Kg/ha)
Papa, Tomate, chile pepino y berenjena	Presiembra, mezclado con el fertilizante.	30 - 60
Ajo, cebolla, col, col de bruselas, lechuga y alfalfa	Siembra o postemergencia, mezclado con el fertilizante	20 - 40
Maíz, algodón, trigo cebada, avena, arroz.	Al momento de la siembra, incorporado con el fertilizante.	10 - 20
Manzano, nogal, vid, durazno, café, cítricos banano y aguacate.	Distribuir la dosis entre el No. de árboles/ha, junto con la aplicación en banda en la zona de goteo.	40 - 50

( Fuente: Grupo Bioquímico Mexicano, 1999).

Las dosis bajas se recomiendan para suelos que contengan 2% o más de Materia Orgánica o cuando la aplicación se efectúe en banda o en el surco. Las dosis altas, para suelos con menos del 2% de Materia Orgánica o cuando la aplicación sea de cobertura total. El costo de este producto es elevado actualmente de doce mil pesos tonelada.

#### 4.4.4.- Importancia de la Materia Orgánica en la fertilidad del Suelo.

Como se mencionó al principio, la materia orgánica tiene efectos beneficiosos en el suelo. Se asocia suelos fértiles a suelos con contenidos altos de Materia Orgánica. La capacidad productiva de un suelo se ve incrementada por adición de materiales orgánicos, las razones son las siguientes:

- 1.- Mejora y mantiene una buena estructura del suelo, la hace apta para que las raíces penetren en el mismo.
- 2.- Aumenta la capacidad de retención de humedad y oxigenación, en los microporos se almacena agua para el desarrollo de las plantas y en los macroporos se encuentra aire para que las raíces puedan respirar.
- 3.- Los ácidos fúlvicos y húmicos a pH arriba de 4 o 5 contienen en distinta proporción grupos cargados negativamente que retienen Cationes. Aumenta la capacidad de intercambio catiónico en los suelos por intercambio de Calcio, Magnesio, Potasio, Amonio, Manganeso, Fierro y Cobre..
- 4.- En el proceso de descomposición y síntesis microbiana se liberan elementos minerales nutritivos como Fósforo, Nitrógeno y algunos micronutrientes.
- 5.- Forma quelatos con los micronutrientes haciéndolos más solubles en la solución del suelo y por lo tanto más fácilmente pueden llegar estos a la raíz para ser absorbidos por las plantas.
- 6.- **Los fertilizantes químicos son mejor aprovechados por las plantas en suelos con materia orgánica alta.**
- 7.- Mejora la actividad microbiana y de las bacterias nitrificantes
- 8.- Aumenta la absorción de Fósforo, bloqueando los sitios de fijación en el suelo.
- 9.- Sirve de buffer para el suelo evitando cambios bruscos de acidez, alcalinidad y salinidad.
- 10- Absorbe algunas sustancias orgánicas potencialmente tóxicas ( pesticidas, desechos industriales).



#### 4.5.- DEMANDA NUTRICIONAL DEL CULTIVO

Es importante conocer los requerimientos de nutricionales que los cultivos demandan para producir determinada cantidad de cosecha, entre mayor sea la meta de rendimiento, mayor sera el consumo de nutrientes por las plantas. El consumo de nutrientes por tonelada de cosecha (Cuadro No.12 ) es una importante consideración cuando se programan las necesidades de fertilización para obtener el máximo rendimiento económico de los cultivos.

*Cuadro No. 12 . Consumo de nutrientes por tonelada de cosecha de los Cultivos Agrícolas*

	N	P2O6	K2O	Ca	Mg	SO4
CULTIVO						
ajo	1.95	1.15	3.65	0.24	0.17	0.19
algodón	128.50	45.58	105.31	32.14	26.45	23.06
ALFALFA	25.44	6.99	27.39	6.00	4.26	1.93
APIO	3.69	2.18	8.56	1.16	1.25	0.56
arroz	16.80	8.08	24.16	3.45	2.28	1.85
avena	38.48	8.01	48.41	5.80	6.99	6.67
BETABEL	5.96	0.93	10.41	1.98	1.97	0.73
BROCOLI	10.64	2.69	13.26	2.12	1.96	0.43
CACAHUATE	68.43	11.19	62.65	8.01	7.12	6.85
café						
calabacita	4.25	1.00	6.00	0.43	0.32	0.18
CAMOTE	4.67	1.82	8.04	3.14	2.30	1.90
CARTAMO	36.00	17.00	11.00	3.00	2.80	3.40
CAÑA	1.99	0.90	2.82	0.44	0.31	0.24
canola	67.50	27.74	63.20	4.12	2.83	2.16
cebada	33.71	12.44	33.67	5.15	3.62	4.69
CEBOLLA	3.60	1.32	3.24	0.32	0.28	0.58
COL	3.70	0.88	3.43	0.97	0.48	0.87
col de bruselas	14.71	4.15	17.72	4.18	2.17	3.85
chicharo seco *	86.06	14.00	42.36	9.10	7.18	3.94
chicharo verde	21.00	12.60	24.14	7.82	5.11	6.31
chile california	6.40	1.25	7.35	2.15	2.18	1.82
chile jalapeño	6.78	1.32	7.51	2.75	2.12	1.72
chile güero	7.12	1.22	8.34	2.33	1.70	1.35
chile serrano	7.35	1.34	8.15	2.11	1.76	1.80
DURAZNO	3.42	1.44	4.32	1.02	0.84	1.19
ejote	17.38	4.15	20.53	7.84	2.13	3.16
esparrago	31.56	16.66	40.00	8.50	5.30	4.10
espinaca	5.00	1.37	6.00	1.02	0.84	0.61
FRJOL FLOR DE MAYO	78.20	15.00	53.00	7.30	5.21	6.50
garbanzo	84.00	19.00	62.00	8.40	6.80	6.35
girasol	56.41	22.36	41.05	16.70	13.35	6.34
JICAMA	6.70	1.20	4.70	0.62	0.62	0.45
KIWI	4.70	1.35	8.00	4.61	0.69	0.75
lima	4.31	1.03	5.86	0.67	0.56	0.48
limon colima	4.61	1.14	5.94	0.69	0.69	0.52
limon real	4.45	1.08	5.83	0.64	0.64	0.57
limon persa	4.72	1.05	5.76	0.72	0.71	0.49

(Cuadro No.12, CONTINUACION)

	N	P2O5	K2O	Ca	Mg	SO4
LECHUGA	2.40	0.79	4.68	1.14	0.32	0.38
maiz grano	24.95	9.97	24.95	3.75	4.92	3.11
maiz elote	16.10	5.40	15.50	3.50	2.24	1.20
maiz ensilaje	4.17	1.79	4.17	1.32	1.02	0.51
MANGO	6.50	1.69	7.44	3.93	0.60	0.70
MANZANO	3.88	2.13	7.38	0.91	0.92	0.81
melon cantaloupe	3.70	1.17	6.68	1.12	0.68	0.31
melon honeydew	4.87	1.82	6.65	1.21	0.81	0.36
NARANJA	4.58	0.96	5.71	0.65	0.68	0.48
palma aceitera	8.81	3.79	13.70	3.88	2.93	1.12
papa	5.35	1.77	8.00	1.24	1.01	0.45
PAPAYA	1.78	0.45	2.53	0.36	0.18	0.20
pasto bahia	22.37	6.40	17.88	2.91	2.57	1.97
pasto bermuda	25.63	5.53	22.57	1.76	1.62	2.74
pasto bromo	20.04	7.00	29.82	2.17	2.01	2.01
pasto guinea	12.90	4.52	19.55	4.52	4.44	2.04
pasto napier	21.30	5.97	24.53	2.81	2.56	3.03
pasto orchard	25.11	8.45	31.41	3.11	2.91	1.49
pasto pangola	12.57	4.52	18.02	2.96	2.80	1.94
pasto parana	12.90	4.11	19.25	3.45	3.29	1.72
pasto ryegrass	22.53	8.88	25.14	4.35	4.20	1.97
pasto timothy	18.84	7.40	31.41	1.36	1.23	2.01
PEPINO	4.29	1.32	8.28	1.20	1.19	0.20
pera	2.83	0.83	3.16	0.71	0.64	0.73
pimiento morron	7.67	2.89	12.11	2.76	2.39	1.19
platano	7.50	5.20	26.00	2.94	1.75	0.81
sandia	3.85	2.46	4.75	0.39	0.31	0.25
SORGO	30.00	10.00	30.00	5.00	7.00	5.00
SORGO FORRAJERO	12.45	4.20	17.95	3.18	2.18	1.12
SORGO SUDAN	20.13	7.68	29.28	3.15	3.02	2.16
SOYA	85.00	17.00	58.00	8.00	6.00	6.00
TABACO BURLEY	78.18	10.69	84.90	12.20	9.94	12.74
TABACO CURADO	47.00	9.67	96.10	11.10	9.00	7.00
TOMATE	2.63	0.99	5.24	0.92	0.41	0.61
tomatillo	4.33	2.01	9.20	1.35	0.92	0.26
toronja	5.17	1.36	6.13	1.12	0.91	0.58
trebol	25.02	7.57	28.21	3.18	2.87	2.14
TRIGO	34.66	12.00	34.66	5.00	8.00	4.11
UVA	4.26	0.98	6.54	0.72	0.74	0.74
ZANAHORIA	2.90	1.14	8.32	0.96	0.42	0.51

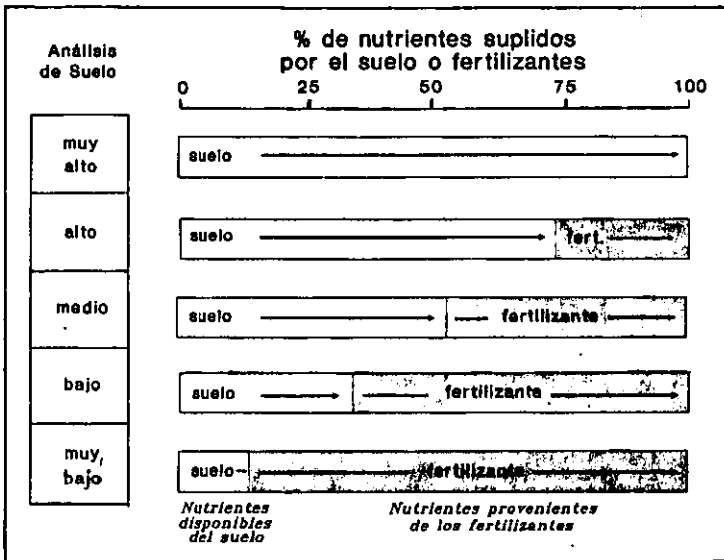
(Fuente: Laboratorio de análisis de suelos de Finagro del Bajío S.A. de C.V.1998)

Por ejemplo: para obtener un rendimiento de 12 toneladas / Ha. de Maiz de grano se tendrá una demanda total de nutrientes N, P2O5, K2O, Ca, Mg, SO4 (Kg/Ha.) de: 299.4 N ; 118.4 P2O5 ; 299.4 K2O ; 45 Ca ; 59.04 Mg ; 37.3 SO4.

#### 4.6.- Necesidad de Fertilización

Dependiendo de la disponibilidad de nutrientes del suelo obtenidas en la determinación del Laboratorio sera la cantidad de nutrientes provenientes de los fertilizantes los que tengan que suplir a los del suelo para satisfacer la demanda nutricional del cultivo,(Figura No. 3). La necesidad de aplicación de fertilizante aumenta conforme la disponibilidad de nutrientes del suelo disminuye.

Figura No. 3. Relación entre el Análisis de suelo y la Fertilización.



(Fuente : INPOFOS ,1993)

Si la disponibilidad del nutriente es muy alta , no se requiere fertilizar , conforme disminuye la disponibilidad del nutrimento en el suelo mayor respuesta se tiene del cultivo a la fertilización .

La cantidad de fertilizante que se aplica a un cultivo puede ser mayor que la que demande el mismo cultivo , por que la eficiencia de los fertilizantes puede estar afectada por diferentes factores como puede ser la lixiviación, volatilización, la fijación, factores que se deben considerar con criterio en las recomendaciones de fertilización.

#### 4.7.- Características de los Fertilizantes Nitrogenados, Fosforados y Potasicos

Para lograr un uso más eficiente de los fertilizantes, en base a sus características de: Porcentaje de nutriente, estado físico, mejor forma de Aplicación, reacción en el suelo, ventajas y desventajas, (Cuadro No. 13, 14, y 15 ) se puede decidir que fuente de fertilizante es la mas apropiada para utilizarse, considerando también la Solubilidad y Disponibilidad de los fertilizantes (Figura No. 4.), Asi como el precio de estos. complementandose con el conocimiento del cultivo a tratar, su ciclo, los resultados del análisis, etc. seleccionamos los materiales fertilizantes que vamos a utilizar en nuestro programa de fertilización.

Cuadro No. 13 , Características de los Fertilizantes NITROGENADOS

Fertilizante	% de Nutriente	Fórmula Química	Estado Físico	Mejor forma de aplicación	Reacción en suelo	Ventajas	Desventajas
Amoniaco anhidro	82 % N	NH <sub>3</sub>	Gas comprimido.	inyectado a una prof. de 15 cm. ó mas en suelo Humedo max. 168 kg N/Ha	NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O = NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + (OH) <sup>-</sup> elevando el pH. el NH <sub>4</sub> reacciona hasta NO <sub>3</sub> liberando H <sup>+</sup> , acidificandó el suelo.	Bajo costo. concentración elevada. No se lixivía	requiere aplicadores de alta presión, por su reacción tan violenta destruye la materia orgánica y produce compactación en el suelo.
Nitrato de Amonio	33.5% N	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Granulos Secos.	En banda o en cobertura. Puede dejarse sobre la superficie del suelo.	Ligeramente ácida. El NO <sub>3</sub> - permanece en solución . el NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> se adhiere a los sitios de intercambio.	El NO <sub>3</sub> - se aprovecha en forma inmediata y el amonio en etapas posteriores.	Es muy hidrosóopico es lixiviable en suelos arenosos y alta precipitación.
Urea	46% N	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	Granulos secos.	En banda incorporado para evitar pérdidas de N.	Acida. El NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> se adhiere a los sitios de intercambio.	Mayor % de N. Transformado en NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - no se lixivía.	Existe pérdida por volatilización de N cuando no se incorpora.
Sulfato de Amonio.	20.5% N 24 % S	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Cristales o Granulos.	En banda incorporado para evitar pérdidas de N.	Acida. El NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> se adhiere a los sitios de intercambio.	Proporciona 2 nutrientes. Su efecto acidificante es muy útil en suelos alcalinos.	Bajo porcentaje de N Tiene mayor efecto acidificante de todas las fuentes de N.

\* Producto Fertilizante que no comercializa la empresa Fertinal. Sólo se cita como referencia.

(Fuente : Fomento M.I.R.A., 1997)

Cuadro No. 14. Características de los Fertilizantes FOSFATADOS

Fertilizante	% de Nutriente	Fórmula Química	Estado Físico	Mejor forma de Aplicación	Reacción en el Suelo	Ventajas	Desventajas
Fosfato monoamónico	11% N 52% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Gránulos Secos	En banda 5 cm. debajo y a un lado de la semilla.	Reacción acida.	El fósforo es completamente soluble en agua. Alta concentración de P. Alta disponibilidad.	Acidez residual. no adecuado para suelos ácidos.
Fosfato diamónico	18% N 46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Gránulos Secos	En banda 5 cm. debajo y a un lado de la semilla. En siembra o en trasplante.	Reacción alcalina	Relación N, P conveniente para fertilización en siembra. Alta concentración de nutrientes. Fuente de P completamente soluble.	No adecuado para suelos alcalinos. Se corre riesgo de perjudicar la germinación si está en contacto con la semilla.
Super Fosfato de Calcio simple	12% S 20% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 28% CaO	CaH <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Polvo ó Gránulos	En banda 5 cm. debajo y a un lado de la semilla. Incorporado.	Ligeramente Acida.	Aporte de 3 nutrientes, P, Ca, SO <sub>4</sub> .	Baja concentración de P y baja solubilidad.
Super Fosfato de Calcio Triple.	2% S 46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 18% CaO	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Gránulos secos	En banda incorporado. 5 cm. debajo y a un lado de la semilla	Neutra	Aporte de tres nutrientes. Alta concentración larga disponibilidad	Baja solubilidad

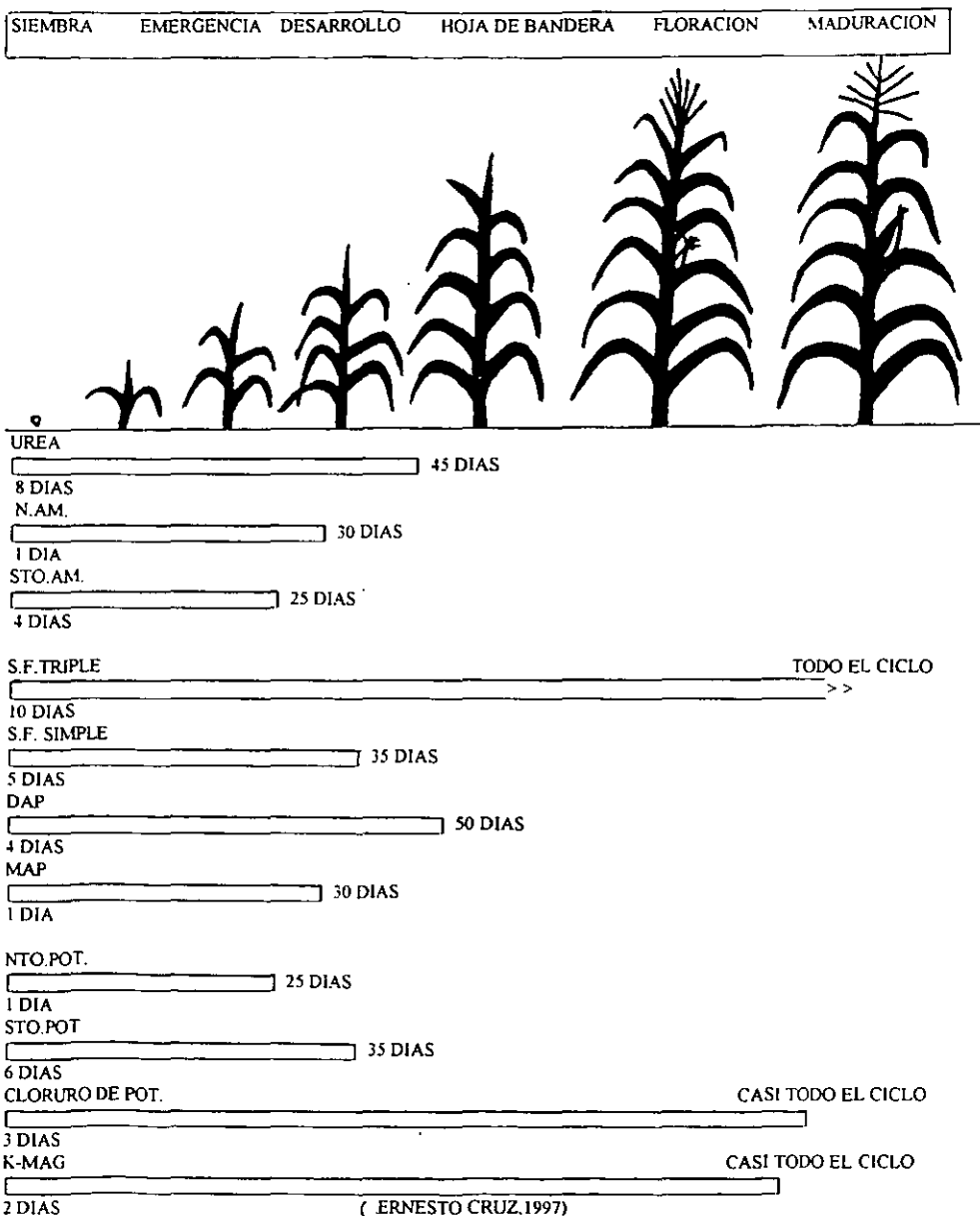
(Fuente : Fomento MIRA, 1997)

Cuadro No. 15. Características de los Fertilizantes POTASICOS

FERTILIZANTE	% DE NUTRIENTE	FORMULA QUÍMICA	ESTADO FÍSICO	MEJOR FORMA DE APLICACIÓN	REACCIÓN EN SUELO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Cloruro de Potasio	60 % K <sub>2</sub> O	KCL	Gránulos ó Cristales secos	En Banda, con sembradora, 5 cm debajo y a un lado de la semilla. en Mezcla con fuente de N.	Neutra. No modifica el pH.	Fuente de K de mayor concentración y menor costo por unidad. Disminuye las enfermedades.	No se puede aplicar en algunos cultivos susceptibles al cloro como las solanáceas. La elevada concentración de Cl. puede causar toxicidad al cultivo.
Sulfato de Potasio	50 % K <sub>2</sub> O 18% S	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Gránulos secos	En banda, 5 cm. debajo y a un lado de la semilla. En mezcla con el resto del fertilizante en trasplante de Hortalizas.	No modifica el pH.	Mejor fuente de Potasio en cultivos susceptibles al cloruro	Caro y tiene baja solubilidad.
Sulfato de Potasio y Magnesio (K-MAG)	22 % K <sub>2</sub> O 11% Mg 22 % S	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2MgSO <sub>4</sub>	Cristales secos	En Banda , 5 cm debajo y a un lado de la semilla ó incorporado en el suelo en trasplante	Neutro No modifica el pH.	Aporta tres nutrientes. Buena combinación de K y Mg en sulfato.	Es el de menor concentración de Potasio , caro como fuente de Potasio.
Nitrato de Potasio	14 % N 40 % K <sub>2</sub> O	KNO <sub>3</sub>	Gránulos secos	En Banda incorporado al suelo. Puede dejarse en la superficie.	Ligeramente Alcalino	Es muy soluble y rápidamente asimilable. Aporta N y K. Ideal para cultivos de Calidad	Costo elevado de de potasio y corta duración en disponibilidad.

(Fuente : Fomento MIRA, 1997)

Figura No. 4. Solubilidad y Disponibilidad de los Fertilizantes comparados con el ciclo de cultivo del Maiz



La solubilidad y disponibilidad de los fertilizantes dependera de el tipo de suelo ( pH, textura, estructura ), las condiciones climatológicas, humedad , pureza del fertilizante, forma de aplicación.

Conocer la solubilidad y disponibilidad de los fertilizantes nos ayuda para que los tratamientos de fertilización sean aplicados y dosificados de modo que el cultivo cuente con nutrientes disponibles conforme los requiera durante todo el ciclo, donde se debe de considerar la demanda nutricional durante las etapas de desarrollo del cultivo en especial que se este tratando.

#### 4.8 .- Equivalencias en contenido de Nitrogeno(N); Fosforo(P2O5) y Potasio(K2O), de los Principales Productos Fertilizantes

Para calcular la cantidad de kilogramos de material fertilizante que necesitamos para un determinado tratamiento, es fácil y rápido utilizar las siguientes tablas de equivalencias, (Cuadros No. 16, 17 y 18).

*Cuadro No.16. Equivalencias en contenido de NITROGENO*

Tratamiento (Kg. de N)	Kg. de Nitrato de Amonio(33.5%N)	Kg. de Urea (46 % N)	Kg. de Sulfato de Amonio(20.5%N)
10	29.8	21.7	48.8
20	59.7	43.5	97.5
30	89.6	65.2	146.3
40	119.4	87.0	195.1
50	149.3	108.7	243.9
60	179.1	130.4	292.7
70	209.0	152.2	341.5
80	238.8	173.9	390.2
90	268.7	195.7	439.0
100	298.5	217.4	487.8
110	328.4	239.1	536.6
120	358.2	260.9	585.4
130	388.0	282.6	634.1
140	417.9	304.3	682.9
150	447.7	326.1	731.7
160	477.6	347.8	780.5
170	507.4	369.5	829.2
180	537.3	391.3	878.0
190	567.1	413.0	926.8
200	597.0	434.8	975.6

*Cuadro No. 17. Equivalencias en contenido de F O S F O R O*

Tratamiento kg de P2O5	Kg. de Superfosfato de Calcio Simple- SPS (19.5%P2O5)	Kg. de Superfosfato de Calcio Triple- SPT (46%P2O5)	Kg. de Fosfato Diámonico-DAP (46% P2O5)	Kg. de Fosfato Monoámonico- MAP(52%P2O5)
10	51.3	21.7	21.7	19.2
20	102.5	43.5	43.5	38.4
30	153.8	65.2	65.2	57.7
40	205.1	87.0	87.0	76.9
50	256.4	108.7	108.7	96.1
60	307.7	130.4	130.4	115.4
70	359.0	152.2	152.2	134.6
80	410.2	173.9	173.9	153.8
90	461.5	195.7	195.7	173.1
100	512.8	217.4	217.4	192.3

*Cuadro No. 18. Equivalencias en contenido de P O T A S I O*

Tratamiento kg. de K2O	Kg. de Sulfato de Potasio (50% K2O)	Kg. de Cloruro de Potasio (60% K2O)	Kg. de Nitrato de Potasio (40% K2O)
20	40	33.3	50
40	80	66.7	100
60	120	100.0	150
80	160	133.3	200
100	200	166.7	250
120	240	200.0	300
140	280	233.3	350
160	320	266.7	400
180	360	300.0	450
200	400	333.3	500

Por ejemplo, si el tratamiento recomendado en base a las condiciones físico-Químicas del suelo, la demanda nutricional del cultivo y la meta de rendimiento es 185-90-100 y se decidió utilizar como fuentes de fertilizantes la Urea, DAP y KCL. Para obtener 90 kg./Ha de P2O5 se requiere de 195.7 kg. de DAP, y considerando que es fórmula 18-46-0, se tiene que  $195.7 \times 0.18 = 35.2$  kg de N adicionales. Para obtener 150 kg./Ha de N, se requiere de 326.1 kg. de Urea y para obtener 100 kg./Ha de K2O se requiere de 166.7 kg. de KCL, así tenemos:

326.1 kg. de Urea	N	P2O5	K2O
195.7 kg. de DAP	150	-	-
166.7 kg. de KCL	35	90	-
	-	-	100
	185	90	100



#### 4.9.- Precios de los Fertilizantes.

Conocer los precios de los Fertilizantes (cuadro No. 19), es de importancia en el diseño de los programas de Fertilización cuando se trata de buscar altos rendimientos al más bajo costo, tomando en cuenta la economía de los agricultores. La sustentabilidad agrícola será posible cuando exista rentabilidad, que es un objetivo primordial para el productor.

Cuadro No. 19. Precios de los Fertilizantes ( Enero - 2001, Zamora, Mich.)

PRODUCTO	PRESENTACION	PRECIO PUBLICO (tonelada)	
		Pesos	Dolares
Urea	Granulado, envasado	1 700.00	179.00
Nitrato de Amonio	Granulado, envasado	1 600.00	168.40
Sulfato de Amonio	Granulado, envasado	1 200.00	126.30
Fosfato Monoámónico(MAP)	Granulado, envasado	2 350.00	247.40
Fosfato diámónico(DAP)	Granulado, envasado	2 350.00	247.40
Super Fosfato Triple	Granulado, envasado	2 100.00	221.00
Super Fosfato Simple	Granulado, envasado	1 100.00	115.80
Super Fosfato Simple	Polvo, envasado	1000.00	105.2
Complejo Triple 17	Granulado, envasado	2 300.00	242.10
Cloruro de Potasio	Granulado, envasado	2 000.00	210.50
Sulfato de Potasio (Chileno)	Granulado, envasado	3 300.00	347.40
K-MAG	Cristalizado, envasado	2 300.00	242.10
Nitrato de Potasio(Chileno)	Granulado, envasado	4 400.00	463.15
Nitrato de Calcio (Sueco)	Granulado, envasado	3 300.00	347.40
Sulfato Ferroso	Cristal, envasado	2 700.00	284.20
Sulfato Ferroso	Granulado, envasado	4 200.00	442.10
Sulfato de Magnesio	Cristal, envasado	2 150.00	226.30
Sulfato de Magnesio	Granulado, envasado	4 650.00	489.50
Sulfato de Zinc	Granulado, envasado	5 600.00	589.50
Sulfato de Manganeso	Granulado, envasado	6 200.00	652.60
Tetraborato de Sodio(Borax)	Granulado, envasado	6 200.00	652.60
Boronat (Chileno)	Granulado, envasado	4 200.00	442.10
Sulfato de Cobre	Cristal, envasado	10 000.00	1 052.60

Nota: Los precios son promedio ya que hay cambios constantemente y son los que ofrece la empresa Finagro del Bajío (Fertinal), en la zona de Zamora. El tipo de cambio de moneda tomado es el de 9.50 pesos por Dolar americano.

Un ejemplo simple es el de comparar el costo por unidad de Nitrógeno, que en el producto Urea es de \$3.69 por unidad de Nitrógeno (kg. de N), y en el Sulfato de Amonio granulado el costo por unidad de Nitrógeno es de \$ 6.00 pesos, por lo cual el S.de amonio granulado, es el Fertilizante nitrógenado más económico por tonelada, pero el más caro por unidad de Nitrógeno. A un así puede ser una excelente opción en suelos alcalinos por su efecto acidificante de suelos que favorece la disponibilidad de otros elementos.

#### 4.10.- Elementos Menores en la Fertilización de Cultivos

La Fertilización de los cultivos demanda en primer lugar de Elementos Mayores N-P-K , pero no son los únicos necesarios , los suelos en continua explotación deben también recibir dosis apropiadas de elementos menores ( secundarios y micronutrientes ) ,en poca cantidad pero adecuada para asegurar un alto grado de fertilidad, contribuyendo a unir la cadena productiva de alto rendimiento.

La corrección de las carencias de elementos menores , en el concepto de Fertinal debe de ser *Preventivo*, por que así lo exige la restitución del equilibrio mineral del suelo y la nutrición de los cultivos . Las aplicaciones foliares de micronutrientes pueden sanear en forma rápida alguna deficiencia, pero solo proporcionan tratamientos de emergencia con resultados no duraderos ya que la deficiencia persiste y el rendimiento del cultivo ya fue afectado cuando se presentan los síntomas , por lo que habrá que corregir la deficiencia en el suelo para que la raíz pueda cumplir cabalmente su función y no sea limitante para el buen desarrollo del cultivo .

Las funciones propias de Mg, Zn, Fe, B, Mn, y Cu. Se suman en un sinergismo con los elementos mayores auxiliándose mutuamente para garantizar una nutrición equilibrada .Al mezclar el fertilizante N-P-K , con elementos menores se nota esta acción de respaldo mutuo entre los nutrientes que potencializa su beneficio a los cultivos, traduciéndose en un desarrollo mas vigoroso, mayor resistencia a las enfermedades y un incremento en la producción y calidad de la cosecha.(MINAB, Agroquímica, s.a, 1997)

Una mezcla debe ser lo mas completa y equilibrada posible por que la insuficiencia de un elemento esencial afecta la producción aunque los demás elementos estén en cantidades suficientes.

La necesidad e importancia de aplicar micronutrientes al suelo ha sido conocida por muchos años, pero su uso en forma amplia en fertilización de cultivos es una práctica relativamente reciente. Los micronutrientes se han vuelto tan importantes en los últimos años por que el aumento en el rendimiento por Hectárea absorbe mayor cantidad de micronutrientes; Las prácticas de fertilización anteriores por lo general eran con N-P-K, hasta que el suelo no puede suplir la demanda de micronutrientes , aunado a esto el uso de tecnología moderna y de nuevas variedades e híbridos de alto rendimiento asi como la explotación de dos o mas cultivos por año hacen necesaria la aportación de elementos menores al suelo.

##### 4.10.1.- Características de los Fertilizantes de Elementos Menores

En el cuadro No. 20, se muestran las características básicas de las fuentes de elementos menores mas comunes, no se incluye específicamente el Azufre, por que todos los fertilizantes en forma de sulfatos lo contienen y se han mencionado anteriormente, tampoco se incluye el Cloro por que la fuente más práctica es el Cloruro de Potasio, el cual contiene alrededor del 40 % de cloro, cabe mencionar que el cloro ademas de sus funciones importantes en la fisiología de las plantas, la investigación ha demostrado que el Cloro disminuye los efectos de las enfermedades de las raíces y contribuye a disminuir la infección de enfermedades en las hojas principalmente en granos(INPOFOS;1988); el Cloruro es bastante móvil en el suelo y debe suministrarse adecuadamente, puede tener efectos adversos en algunos cultivos principalmente en solanáceas por lo que su uso debe ser restringido.

Cuadro No. 20. Características de los Fertilizantes de elementos menores

Fertilizante	% de Nutriente	Fórmula Química	Estado Físico	Mejor Forma de aplicación	Reacción en el suelo
Sulfato de Magnesio	14 % S 10 % Mg	MgSO <sub>4</sub>	Cristales sólidos o granulado	Mezclado con los demás fertilizantes, aplicado en fertilización base al suelo en banda y en fertilización complementaria.	Neutra, no modifica el pH de suelo
Nitrato de Calcio	15.5% N 28 % Ca	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Gránulos secos	Aplicado en banda o en cobertura. Puede dejarse sobre la superficie del suelo, de preferencia solo y en la etapa de mayor demanda.	Reacción alcalina. el calcio es básico y por lo tanto ayuda a reducir la acidez del suelo
Sulfato Ferroso Heptahidratado	11 % S 21 % Fe	FeSO <sub>4</sub> .7 H <sub>2</sub> O	Cristales sólidos ó granulado	En banda ó cobertura al suelo, mezclado con el demás fertilizante al al establecimiento del cultivo, y si es de ciclo Largo, dosificar .	Reacción ácida. es acidificante del suelo, también sirve para bajar carbonatos de Ca y sodio.
Sulfato de Zinc Heptahidratado	11 % S 24% Zn	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	Polvo seco ó granulado	Aplicado en banda al suelo,mezclado con el fertilizante de base y en 2as. fertilizaciones	Reacción ácida
Tetraborato de Sodio Decahidratado (BORAX)	10 % B	B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> Na <sub>2</sub> .10 H <sub>2</sub> O	Gránulos	Aplicación en banda al suelo, mezclado con el resto del fertilizante al inicio del ciclo .	No modifica pH
Sulfato de Cobre Pentahidratado	25 % Cu	CuSO <sub>4</sub> .5 H <sub>2</sub> O	Cristales sólidos	En banda ó en cobertura mezclado con el fertilizante de base y complementareas.	ácida, por las cantidades pequeñas, no modifica el pH del suelo.
Sulfato de Manganeso Monohidratado	29 % Mn	MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	Cristales ó polvo seco	Premezclado con el resto del fertilizante en fertilización de base	No modifica pH

Cuadro No. 20 , Características de los Fertilizantes de Elementos Menores  
(CONTINUACION)

FERTILIZANTE	VENTAJAS	DESVENTAJAS	DOSIS, Kg./Ha. aprox.
Sulfato de Magnesio	Es una fuente muy soluble de Magnesio se puede utilizar al suelo, en fertirri-gación o en forma foliar.	Costo elevado, la forma de cristales hace que no se mezcle muy bien con los granulados. Existen fórmulas de Mg con Fe en gránulos.	Al suelo una dosis total de 50 a 150 kg/Ha repartido en fertiliza-ción de base y com-plementaria. En forma foliar de 2 a 4 kg./Ha. en 200 lt. de agua min.
Nitrato de Calcio	Inmediatamente disponi-ble, aporta nitrógeno y calcio, excelente fuente de calcio cuando se requi-ere en forma rápida para cultivos rentables.	Costo muy elevado como fuente de nitró-geno o calcio; muy baja compatibilidad al mezclar-se con otros fertilizantes.	Al suelo de 100 a 200 kg./Ha.
Sulfato Ferroso Heptahidratado	Por ser muy soluble es una fuente importante para corregir la carencia de éste nutriente y puede utilizarse en forma foliar.	Por ser acidificante hay que usarlo con modera-ción en suelos ácidos, tiene costo elevado, alta hidroscofia .	Al suelo de 40 a 100 kg por Ha. y en forma fo-liar de 3 a 4 kg./ Ha. en 200 lt. de agua min.
Sulfato de Zinc Heptahidratado	Muy soluble, permite una rápida asimilación de éstos nutrientes, ideal para cultivos demandantes	Costo muy elevado . reacciona con Urea o nitrato de amonio, más rápido si es polvo.	Al suelo de 20 a 40 kg. por Ha., repartido en el ciclo; en forma foliar de 2 a 3 kg./ Ha. en 200 lt.
Tetraborato de Sodio Decahidratado	Ideal para cultivos deman-dantes de boro.	Costo muy elevado. baja solubilidad. En dosis altas puede ser tóxico al cultivo.	De 10 a 20 kg./Ha. de Borax.
Sulfato de Cobre Pentahidratado	Fuente soluble de cobre ideal para cultivos deman-dantes de cobre, ayuda a controlar enfermedades.	Costo muy elevado en dosis altas puede ser tóxico.	De 15 a 25 kg./Ha. al suelo. En forma foliar de 1 a 2 kg/Ha
Sulfato de Manganeso Monohidratado	Fuente soluble de Man-ganeso. Ideal para culti-vos demandantes de Mn.	Costo elevado. en dosis altas puede ser tóxico al cultivo	Al suelo de 10 a 30 kg. por Ha . En forma foli-ar de 4 a 5 kg/ Ha.

(Fuente: PROSISA, MINAB y MIRA. 1998)

Las Dosis en kg/Ha. son generales y están enfocadas a suelos con deficiencias, las cantidades pueden variar dependiendo del cultivo, condiciones fisicoquímicas del suelo, nivel de fertilidad deseado etc.

#### 4.10.2 .- Respuesta de las plantas de cosecha a los micronutrientes

En la aplicación de micronutrientes es importante considerar de cuales es mas demandante el cultivo y que disponibilidad de ese nutriente existe , de manera que si el cultivo tiene una demanda alta en determinado nutriente y se tiene una disponibilidad baja en el suelo , entonces hay que considerar en la fertilización incluir ese elemento. El siguiente cuadro No. 21, nos muestra la respuesta de diferentes cultivos a la adición de micronutrientes en un rango de respuesta de bajo, medio ó alto.

*Cuadro No. 21. Respuesta de diferentes plantas de cosecha a los Micronutrientes Bajo condiciones de Suelo y Ambiente favorable a una Deficiencia*

PLANTA	ZINC	HIERRO	MANGANESO	MOLIBDENO	COBRE	BORO
Alfalfa	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
Algodón	Alto	Alto	--	Bajo	Medio	Medio
Arroz	Medio	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Bajo
Avena	Bajo	Medio	Alto	Medio	Alto	Bajo
Brócoli	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio
Cebada	Medio	Alto	Medio	Bajo	Alto	Bajo
Chicharo	Bajo	Alto	Alto	Medio	Bajo	Bajo
Coliflor	Medio	Alto	Medio	Alto	Medio	Alto
Durazno	Alto	Alto	Alto	Bajo	Medio	Medio
Espinaca	Bajo	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio
Frambuesa	Medio	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Medio
Fresa	Medio	Alto	Alto	Medio	Medio	Medio
Frijol	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
Lechuga	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Medio
Limón	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Bajo
Maíz	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
Manzana	Alto	Medio	Alto	Bajo	Medio	Bajo
Naranja	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Bajo
Papa	Medio	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Medio
Pepino	Alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo
Sorgo	Alto	Alto	Alto	Bajo	Medio	Bajo
Soya	Medio	Alto	Alto	Medio	Bajo	Bajo
Jitomate	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio
Trigo	Medio	Medio	Alto	Bajo	Alto	Bajo
Zanahoria	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Alto	Medio

( Fuente: PROSISA, División Agrícola, 1998)

La respuesta de la planta, se debe a la demanda del nutriente por el cultivo, de tal forma que si hay una demanda alta habrá una respuesta alta a la fertilización (PROSISA;1998).

Por Ejemplo: Si el cultivo de Fresa tiene una demanda Alta de Fierro y los análisis de suelo muestran una disponibilidad baja de ese elemento y la meta de rendimiento es alta, entonces sería importante considerar una dosis alta de fertilización que podía ser de 100 kg /ha. de Sulfato Ferroso Heptahidratado y como el ciclo de la fresa es largo se puede dosificar, para cubrir la demanda durante todo el ciclo.

#### 4.11.- Compatibilidad de Fertilizantes

Antes de realizar las mezclas con las fuentes fertilizantes que hayamos elegido se debe de consultar la compatibilidad de los fertilizantes, ya que algunos al mezclarse permanecen estables, otros pueden reaccionar. La compatibilidad o incompatibilidad de los fertilizantes es una de las características o propiedades importantes a tomar en cuenta en la elaboración de mezclas físicas para elaborar las fórmulas fertilizantes de uso agrícola. Dicha *incompatibilidad* puede ser física o química.

**Química;** Si durante la mezcla de dos o más materiales fertilizantes reaccionan dando origen a compuestos de naturaleza diferente a los materiales de origen. De tal manera que al aplicarlos al suelo estos no pueden ser absorbidos por el cultivo, se pierden por lixiviación o volatilización.(MIRA, 1997).

**Física;** Si por las características propias del fertilizante ( higroscópicas ) absorbe humedad la cual ocasiona la formación de bloques endurecidos lo que dificulta el manejo en bodega . En campo la incompatibilidad más común aparte del aterramiento es la formación de agregados apelmazados acuosos como consecuencia de hacer mezclas con fertilizantes muy higroscópicos, que dificultan la aplicación manual o mecánica.(MIRA;1997)

Cualquier tipo de incompatibilidad se traduce en pérdidas de fertilizante ya sea en bodega para la empresa o en campo para el agricultor, que además de la dificultad para distribuir el fertilizante en forma homogénea en el suelo también las pérdidas por volatilización o lixiviación dan como resultado la baja de rendimiento del cultivo a cosecha, lo que afecta directamente la economía del agricultor.

Los casos más comunes son los siguientes:





- No se debe mezclar Nitrato de Amonio con Urea porque se forma líquido, físicamente incompatible para mezclas sólidas.
- El Nitrato de Calcio prácticamente no se puede mezclar con nada porque se forman compuestos insolubles, causando pérdidas de elementos, con el Nitrato de Potasio o Sulfato de Potasio si se pueden mezclar el mismo día de la aplicación.
- La Cal hidratada o la Cal agrícola si se mezclan con Super Fosfato Simple o Triple causa una reversión de Fosfato Soluble en agua a un estado insoluble.(Ernesto Cruz, 1997)
- Los Nitratos son muy higroscópicos por lo que al mezclarse con fertilizantes en polvo hacen las mezclas pegajosas.
- De preferencia hay que mezclar sólo fertilizantes granulados ya que los de presentación en polvo o cristales finos tienden a asentarse en la mezcla, o ayudan a apelmazar.
- El Nitrato de Amonio no debe mezclarse con material orgánico para evitar riesgos de producir incendio ya que es sabido que el Nitrato de Amonio se utiliza en la fabricación de explosivos.

Quando las mezclas se elaboran y no se van a aplicar pronto pudiendo durar varios días hasta que estén las condiciones para fertilizar se recomienda utilizar yeso para evitar riesgos de incompatibilidad física, el yeso se debe aplicar en una proporción de 3 a 7 % . Como ejemplo, el caso de mezclar la Urea con el Cloruro de Potasio se puede realizar, si se va a fertilizar al día siguiente, pero en condiciones de humedad relativa alta, y si la mezcla va a durar varios días antes de aplicarse, se recomienda utilizar yeso para evitar riesgos.

El siguiente cuadro No. 22, de compatibilidad de fertilizantes en mezcla física, es muy práctico para consultar si se puede realizar las mezclas sin problema.

Cuadro No. 22, *Compatibilidad de Fertilizantes en mezclas físicas mas comunes.*

	15-15-15	16-16-16	17-17-17	20/10/10	Acido Bórico	Borax	CaCO3	KCl	DAP	K-MAG	MAP	N.AM	Ca(NO3)2	NOP	SAM	S. F. Simple	S.F. Triple	S.de Zinc	S. De Cobre	SOP	S de Mg	S.deMn	S. Ferroso	Urea
5-15					A	X						A	X											
6-16					A	X						A	X											
7-17					A	X						A	X											
20/10/10					A	X						A	X											
Acido Bórico	A	A	A	A		X			A	A	A	A	X	A		X	X							
Borax						X							X											
CaCO3						X							X											
KCl									X				A											
DAP									X				A											
K-MAG										X			A											
MAP											X		A											
N.AM												X	A											
Ca(NO3)2													X											
NOP														X										
SAM															X									
S. F. Simple																X								
S.F. Triple																	X							
S.de Zinc																		X						
S. De Cobre																			X					
SOP																				X				
S de Mg																					X			
S.deMn																						X		
S. Ferroso																							X	
Urea																								X

-  Pueden realizarse mezclas físicas sin problema
-  Puede mezclarse justo antes de la aplicación
-  Se forman líquidos físicamente incompatibles para mezclas sólidas
-  Incompatibles para mezclar. Se forman compuestos insolubles

(Fuente: Fomento MIRA, 1997)

#### 4.12. Programa de Fertilización

Una vez seleccionadas las fuentes de fertilizantes y las cantidades que vamos a aplicar, al haber hecho un diagnóstico de la fertilidad del suelo, considerar el cultivo, la demanda nutricional de acuerdo a la meta de rendimiento, las condiciones de la parcela, utilizando criterio agronómico y experiencias. proseguimos a diseñar el programa de fertilización, para lo cual nos sirve el cuadro No. 23, en el cual anotamos el tratamiento que vamos a dar, su dosificación en las diferentes aplicaciones, así como las fuentes fertilizantes, las cantidades y su desglose en unidades de nutriente para llegar a la Fórmula diseñada. (En la siguiente parte ilustro con un ejemplo real).

**Cuadro No. 23. PROGRAMA DE FERTILIZACION**

Agricultor:

Cultivo:

Meta de rendimiento:

	N	P	K	S	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	B	Cl	Cu
Tratamiento												
Fertilizante												
Primera Aplicación												
Segunda Aplicación												
Tercera Aplicación												

Fuentes de Fertilizantes a utilizar:

Primera Fertilización:

Producto	Kg.	N	P	K	S	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	B	Cl	Cu
Total													
Fórmula diseñada													

Segunda Fertilización:

Producto	Kg.	N	P	K	S	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	B	Cl	Cu
Total													
Fórmula diseñada													



## V.- DISEÑO DE UN PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L) EN LA LOCALIDAD DE PATAMBAN. MICH.

Los programas de fertilización que realizamos en Fertinal, como ya se menciona, están elaborados para cada cultivo y predio en particular, en base a un análisis de fertilidad de suelo, las metas de rendimiento, considerando las condiciones propias de la parcela y las técnicas de cultivo, entre otras. por lo cual cada programa es específico para el cultivo y la parcela donde se va a establecer. Para esto decidí ejemplificar con la elaboración de un Programa de fertilización real, elaborando un informe basado en un análisis de suelo para un cultivo en específico, donde aportó mi experiencia laboral y criterio como egresado, siguiendo una metodología de trabajo. Por lo cual ilustro con el cultivo de la papa, en la zona papera de Zamora Mich, en un predio de 10 Ha. de superficie, en el Mpio. de Tangancicuaro, localidad de Patamban, bajo condiciones de Temporal, cultivado por el Agricultor Sr. José Luis Mariscal Fernández, a quién le elabore un programa de fertilización para papa variedad Alpha en base a un análisis de suelo elaborado por la propia empresa Fertinal, Laboratorio de Finagro del Bajío, en la que se propuso como meta obtener un rendimiento de 40 ton/ha, para el ciclo Otoño-Invierno 1999, considerando que en el ciclo anterior similar obtuvo un rendimiento promedio de 28 ton/ha.

Los resultados que se obtuvieron fue de un rendimiento de cosecha promedio de 38 ton/ha., cantidad reportada por el mismo Agricultor, faltó poco para alcanzar la meta, más la consideramos buena, ya que por estar en condiciones de temporal se presentó un exeso de humedad al inicio del ciclo. Creemos que afinando detalles es posible superar la meta en la próxima cosecha. En Fertinal les formulamos las mezclas físicas para una determinada meta de rendimiento pero, considerando que otros factores influyen en la producción, no nos dedicamos a cuantificar resultados, hacemos estimaciones propias y consideramos los datos reportados por los clientes.

Se decidió tomar el cultivo de la papa, por su importancia en la región y por ser un cultivo que actualmente es muy rentable.

## 5.1.- Importancia del cultivo

En México el cultivo de la papa es considerado como uno de los más importantes, debido a que dentro de las hortalizas ocupa el segundo lugar, en superficie cultivada solo superado por el jitomate.

La papa puede producirse en todas las zonas templadas de México, por lo que su producción se realiza en la mayoría de los Estados del país. Se cultivan más de 20 variedades, clasificadas genéricamente en papas blancas y papas rojas. Las primeras se refieren básicamente a la variedad *Alpha*, seguida de las variedades Gigant y Mondial, que en los estados de Guanajuato y Michoacán esta tomando importancia; en estados como Sinaloa, Sonora, Baja California y Coahuila, se cultivan otras variedades en forma menos significativa tales como la Atlantic y la White Rose. Las variedades de papa roja muestran una mayor diversidad, destacando comercialmente la López, la Rosita, la Puebla y la Montzamba (García, 1990).

Hoy en día constituye el cuarto alimento en orden de importancia a nivel mundial después del trigo, arroz y maíz. En el mundo a finales de la década de los 90's, se cultivan más de 10 millones de Ha. de papa, con una producción de 275 millones de toneladas. Los principales productores son la ex Unión Soviética, China, India, Europa y Estados Unidos. A principio de la presente década, un 30 % de producción mundial de este tubérculo correspondía a los países en vías de desarrollo, cifra que representa un aumento considerable en relación con el 11 % de la producción mundial de los primeros años de la década de los sesenta. (CONPAPA, 1999).

Si esa tendencia se mantiene, en menos de una generación, la mayor parte de la papa producida en el mundo será cosechada en Asia, Africa y América Latina. Como consecuencia de ello, el cultivo de papa se está convirtiendo en una fuente cada vez más importante de alimento, de empleo rural y de ingresos para la población de estas regiones, la cual registra constante aumento en número de habitantes.

La papa fresca destinada al consumo humano, es la modalidad de uso más importante en la mayoría de los países, ésta representa una cifra que oscila entre el 60 y más del 80 % de la producción total, sin embargo esta situación sigue dando cambios muy rápidos. Los ejemplos más notables en este sentido los proporcionan Holanda y Estados Unidos, países en los que la industria de procesamiento absorbe entre el 55 y el 60 % respectivamente, de la cosecha interna anual, en México, la industria procesadora absorbe el 28 % de la producción total anual, (José Antonio Cepeda, CONPAPA, 1999) no obstante, existe una marcada tendencia a derivar un volumen cada vez mayor de papa a las plantas de procesamiento con el propósito de satisfacer la creciente demanda de comida rápida, bocadillos y comidas preparadas.

Entre las razones es que respaldan este crecimiento, cabe mencionar el aumento de la población urbana, así mismo, cada vez más mujeres se incorporan a la fuerza laboral urbana y cuentan con menos tiempo para la preparación de comida casera y se les hace más atractivo los alimentos precocidos y los productos procesados; por otro lado los efectos de flujo turístico internacional y nacional que todos los años moviliza a un gran número de personas que concurren durante su estadía a los restaurantes de comida rápida tanto locales como multinacionales.

El consumo anual de papa per cápita en México es de alrededor de los 12 Kg., como parámetro podemos decir que el consumo anual de los E.U. es de 60 Kg. y su producción es de 14 millones de toneladas al año 10 veces mayor a la nuestra (CONPAPA; 1999), de hecho el consumo de papa en los países Europeos y en general en los altamente desarrollados, es muy alto. La papa es uno de sus alimentos básicos.

La papa puede convertirse en un alimento más importante en la dieta nacional, y puede contribuir a disminuir el índice de desnutrición en nuestro país dadas sus características nutricionales y sus altos rendimientos por hectárea.

## 5.2.- Valor nutritivo de la papa y datos de importancia

Las papas se han considerado un alimento poco nutritivo. La verdad es que han sido reconocidos como un alimento básico, económico y de lo mejor balanceados en términos de valor nutritivo. Las papas contienen mínimo contenido de grasas y sodio (si no se les agrega), y por el contrario contienen un alto contenido de minerales, fibra que ayuda a bajar el colesterol, son ricas en vitaminas y contienen valiosas proteínas (CONPAPA 1999).

Agua	75.77%
Cenizas	1.23%
Hidratos de Carbono	19.83%
Proteínas	1.56%
Grasas	0.25%
Celulosa	1.34%
Vitamina C	10.40 mg/100 g.
Vitamina B	100 mg./100 g.
Vitamina B2	30mg/100 g.
Calcio	8mg/100 g
Fósforo	56 mg/ 100 g
Hierro	17 mg/ 100 g
Valor energético	72.80 cal./ 100 g

( Fuente: CONPAPA, 1999)

Datos de importancia de la papa:

- \* La papa sobrepasa a los cereales por su alto rendimiento de proteínas por hectárea.
  - \* La calidad de proteínas en la papa supera a la del maíz, arroz, frijol, trigo y avena.
  - \* La papa es un alimento rico en vitaminas, aminoácidos y minerales necesarios para la salud.
  - \* La papa es recomendada en dietas para bajar de peso debido a su bajo contenido en calorías.
  - \* La papa es un alimento nutricionalmente más completo que las verduras.
  - \* En la mayoría de los países desarrollados de Europa y Estados Unidos la dieta diaria de la población es de 50% a 64% a base de papas.
  - \* Una papa mediana contiene la tercera parte de la vitamina C que un adulto debe tomar diario.
  - \* La papa contiene los aminoácidos necesarios para el crecimiento de los niños.
  - \* Las papas se deben cocer enteras y con cáscara para conservar todos sus nutrientes.
  - \* La papa constituye uno de los alimentos que proporciona variedad en sus usos y preparación dietética y medicinal.
  - \* La papa se recomienda medicinalmente para desinflamar hinchazones, combatir la acidez, úlceras estomacales, enfermedades de la vista y quemaduras.
  - \* Del almidón de la papa se obtienen productos químicos de uso industrial, farmacéutico y de pastelería
  - \* De la glucosa de la papa se extrae ácido cítrico para vinos sidras y sustancias plásticas.
- (Fuente: Puras Papas, febrero 1999).

### 5.3.- Producción de Papa en México y la Región de Zamora

Hasta 1997, la producción de la papa se extendió en 52 mil 207 hectáreas en 22 estados del territorio nacional, con un promedio de 20 toneladas por ha. ( es decir, durante ese año se produjeron un millón 47 mil 462 toneladas y media del tubérculo). Los Estados del País que mayor producción registraron durante ese año fueron, en primer lugar, Sinaloa con 203 mil 106 toneladas; le siguió Guanajuato con 166 mil 510 ; posteriormente, el Estado de México con 133 mil 047 toneladas ,Sonora 87,965 ton. Nuevo León 76.780 ton., Chihuahua 63,560 ton., Coahuila 54,990 ton., siguiendo Michoacán con 52,850 ton y Puebla con 46,880 ton.y en forma consecutiva le seguirían importantes estados productores Hidalgo, Tlaxcala, Jalisco, Zacatecas, Baja California, y con producciones menores Aguascalientes, Durango, Veracruz, Chiapas, Morelos ,S.L.P. Nayarit y B.C.S.(Estadística Agropecuaria SAGAR, 1999).

Aunque a finales de la década pasada era mayor el territorio que se destinaba a la producción de la papa, el rendimiento por ha. era menor y se ha ido mejorando a través de los años. En 1989 se sembraron 73 mil 500 ha. el rendimiento promedio fue de 14 y media toneladas; un año después, el rendimiento por cada ha. fue de casi 16 toneladas. Esa tendencia fue mejorandose año con año, hasta lograr un promedio de 21 toneladas por ha. en 1998 es decir; se ha aprovechado mejor el espacio del cultivo con mejores resultados. (SAGAR , 1999)

En el estado de Michoacán la principal zona productora de papa es la de Zamora, que comprende a los Municipios de Zamora, Tangancicuaro y Jacona. De acuerdo a declaraciones del Sr. Luis Hernández, Líder de la Unión de Paperos del Valle de Zamora., para la cosecha de Otoño- Invierno 2000 se sembraron alrededor de 5 000 has. de papa y considerando un rendimiento promedio de 25 ton./ha. se esperaría una producción de 125 000 ton. para este ciclo. lo que significaría un aumento de mas del doble de la producción registrada en el Estado en el año de 1997.(Datos no confirmados por la SAGAR)

## 5.4.- ETAPAS DE DESARROLLO DE LA PAPA

La papa es un cultivo de clima templado a frío, las condiciones ideales que estimulan el comienzo de la producción del tubérculo (tuberización) son los días cortos y temperaturas bajas. No obstante, las temperaturas altas y los días largos promueven el crecimiento de la planta y reducen la transferencia de carbohidratos al tubérculo. Las etapas fenológicas y su duración que se describen a continuación corresponden al cultivo de la papa variedad Alpha, cultivadas en la región papera del Valle de Zamora, Mich. que comprende los municipios de Jacona, Tangancicuaro y Zamora.

El periodo normal de desarrollo de la papa puede dividirse en varias fases:

**1.- Siembra a emergencia de plántulas.** Esta fase puede durar de 10 a 20 días, las temperaturas bajas del suelo y un nivel de humedad inadecuado, pueden extender la duración de este periodo. La emergencia del cultivo por lo general no es totalmente uniforme por lo que se toma a partir de que son visibles el 70% aprox. de las plántulas de papa.

**2.- Desarrollo vegetativo previo a la tuberización.** Bajo condiciones normales, esta fase dura de 3 a 4 semanas a partir de la emergencia. Los días largos y cálidos, junto a una alta fertilización nitrogenada, extienden este periodo mientras que los días más cortos y fríos con bajos niveles de N lo reducen.

**3.- Tuberización.** La iniciación de tubérculo generalmente comienza de 3 a 4 semanas después de la emergencia y dura aproximadamente de 2 a 3 semanas. Prácticamente todos los tubérculos que alcanzan tamaño de mercado empiezan en este periodo. Una vez iniciada la tuberización, disminuye el crecimiento de raíces. Lo ideal es que la tuberización empiece después de que la planta haya desarrollado un fuerte sistema radicular y un adecuado follaje. (Oded Rottenberg, 1998).

**4.- Desarrollo del tubérculo (llenado).** Durante este periodo los tubérculos se llenan gracias a la transferencia de los carbohidratos que se producen en las hojas. Este lapso se extiende después de la tuberización y termina hasta que envejece el 50% de la cobertura foliar aprox. Esta etapa dura alrededor de 40 días, es decir inicia de 35 a 45 días después de emergencia y termina alrededor de los 80 días después de emergencia. Cuando concluye el llenado, se realiza la labor de desvare que consiste en cortar los tallos de la planta. Desde el punto de vista de la producción, esta fase de desarrollo es la más importante, ya que es el momento en que se define y se completa el rendimiento del cultivo.

**5.- Maduración.** Durante esta etapa el tubérculo ya concluido su desarrollo, madura para alcanzar la consistencia deseada para poder ser extraída del suelo, sin que se pele la cascara, tolerando el manejo y transporte. Esta etapa dura aproximadamente de 20 días, después de que se realiza la labor de desvare.

## 5.5.- Consideraciones generales previas a la Fertilización del cultivo de la papa

### Generalidades:

Para una eficiente fertilización en el cultivo de la papa se deben considerar los siguientes aspectos:

- 1.- El principal objetivo de mejorar la fertilización en el cultivo de la papa es la obtención de una producción con alto rendimiento y de una calidad acorde a los estándares del mercado.
- 2.- La papa pertenece a las especies vegetales descritas como de "acumulación", esto implica que su principal función fisiológica es almacenar o acumular gran cantidad de nutrientes en los órganos de almacenamiento (tubérculos).
- 3.- Los principales elementos que acumulan la papa son los carbohidratos, específicamente el almidón. El almidón es producido diariamente en las hojas de la papa, a través de la fotosíntesis, y al iniciarse la tuberización y el desarrollo de los tubérculos, su ritmo de producción se incrementa significativamente.
- 4.- Desde los centros de producción (las hojas), el almidón va siendo movilizado hacia los tubérculos, donde finalmente se almacena formando la reserva que la planta a constituido.
- 5.- La fase de desarrollo de tubérculos dura en promedio 40 días, y se le conoce como "fase crítica" ya que es el momento en que se define y se completa el rendimiento del cultivo. En esta etapa la planta debe tener disponibles dentro de la planta los nutrientes, tener un alto abastecimiento de agua y un total control fitosanitario. ( S.Q.M. MEXICO 1997 )
- 6.- El principal elemento responsable de la movilización del almidón desde las hojas al tubérculo es el Potasio, de tal forma que un alto contenido de Potasio en las plantas es decisivo para obtener altos rendimientos y alta calidad en la producción. Existe una relación casi directa entre fertilización potásica y el rendimiento en la papa.
- 7.- En cuanto a los suelos dedicados a producción de papas, existe la idea de que la mayoría de ellos tienen altos niveles de Potasio. Sin embargo, para una producción de cultivos altamente demandantes de Potasio, como la papa, cuya fase crítica es muy breve, la "disponibilidad" de este nutriente en el suelo con toda seguridad no será suficiente para que el cultivo llene completamente los tubérculos producidos.
- 8.- El Fósforo, tienen poca movilidad en el suelo, el Potasio media comparado con el Nitrógeno. Esto sumado a lo poco eficiente que es el sistema radicular de la papa, indica que ambos nutrientes se deben aplicar en altas cantidades para lograr rendimientos comercialmente atractivos.

9.- Es importante mencionar que la fuente de Fertilización es de vital importancia para lograr una óptima asimilación y utilización del producto aplicado. Como el ciclo de la papa es corto y de gran demanda de nutrientes sumado al limitado desarrollo radicular; se requieren fuentes muy solubles y acercándose a la fase crítica(desarrollo de tubérculo) del cultivo se requieren fuentes altamente solubles.

10.- Investigaciones de la última década indican que la calidad del tubérculo de papa se puede mejorar aumentando el contenido de Calcio en los tubérculos; reduciendo los defectos internos como manchas café y corazón hueco, además de que se almacenan mejor. El Calcio debe ser colocado localizadamente en donde se desarrollan los tubérculos, parte alta del surco y ya avanzado el ciclo apartir de la etapa de tuberización y en el desarrollo de tubérculos, debiendose utilizar una fuente altamente soluble de Calcio. Ya que se descubrió recientemente que los tubérculos poseen raíces propias que absorben directamente el nutriente por lo que la aplicación de Calcio soluble alrededor del área del tubérculo incrementa su captación en el tubérculo, mejorandose la calidad de los mismos.(Campbell-Bascom,1998).

11.- No se recomiendan aplicaciones tardías y altas de Nitrógeno (en la etapa de desarrollo de tubérculo)porque estas están asociadas con el rajado del tubérculo de papa que aumenta si hay deficiencias de Calcio y Boro en el suelo.( Uvalle,et.al,1999). Además de que induce a desarrollo vegetativo cuando ya no se desea, por el contrario se desea una traslocación de los azúcares a los tubérculos y por que la disminución del nutriente N , mejora la maduración de la cosecha.

12.- Es importante que el cultivo disponga desde su emergencia de todos los nutrientes esenciales ya que el periodo de crecimiento es muy corto y tratamos de alcanzar un buen desarrollo vegetativo y radicular antes del desarrollo de tubérculos. la deficiencia de cualquier macro ó micronutriente afectaría el buen desarrollo del cultivo.

### 5.6.- Requerimientos nutricionales del cultivo de la papa.

Es básico para realizar el programa de fertilización el conocimiento de las demandas nutrimentales de éste cultivo, para obtener buenos rendimientos, al proporcionar a la planta un adecuado suministro de nutrimentos. El aplicar el nutrimento en el momento y en la cantidad adecuada debe de estar apoyado en el conocimiento de la extracción nutrimental en cada etapa de crecimiento de la planta y en la variedad cultivada. Este cultivo se caracteriza por tener muy baja densidad radical por lo que es necesario, proporcionarle el fertilizante muy cerca de la raíz y en cantidades considerables, ya que esta planta es incapaz de hacer una buena exploración del suelo debido al limitado sistema radicular y en parte a sus necesidades de llenado en un corto periodo de tiempo.

En el cuadro No. 25, de acuerdo a los datos utilizados por la Red Fertinal, se muestran los requerimientos de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca, Mg y SO<sub>4</sub>. En Kg/Ha. para el cultivo de papa según rendimiento esperado .

Cuadro No. 25. *Requerimiento nutricional del cultivo de la papa según rendimiento*

Rendimiento esperado	Kg / Ha. de Nutriente					
TON./ Ha.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca.	Mg.	SO <sub>4</sub>
20	107	35.4	180	24.8	20.2	9
25	133.7	44.2	225	31.0	25.2	11.2
30	160.5	53.1	270	37.2	30.3	13.5
35	187.2	61.9	315	43.4	35.3	15.7
40	214	70.8	360	49.6	40.4	18
45	240.7	79.6	405	55.8	45.4	20.2
50	267.5	88.5	450	62	50.5	22.5

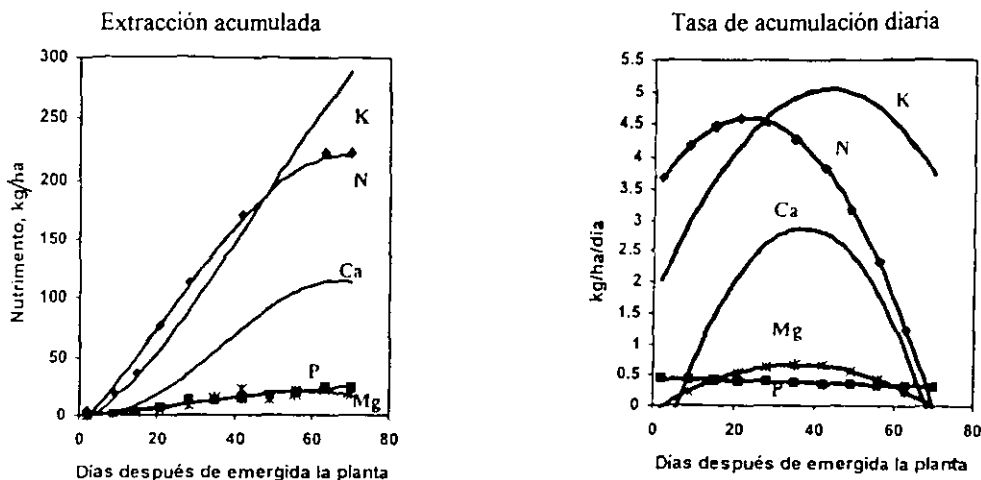
(Fuente Laboratorio de análisis. Finagro del Bajío, 1998)

El rendimiento fijado como meta deseada, fue determinado en base al criterio propio y del agricultor, considerando los rendimientos promedio la zona que es de 25 ton/ha. en el ciclo otoño-invierno 1998, en condiciones de temporal; (de acuerdo a datos del CADER de la SAGAR en Tangancicuaro) el rendimiento promedio reportado por el agricultor en cuestión en el ciclo homologo anterior es de 28 Ton/Ha; los rendimientos máximos reportados alcanzados en la localidad de Tangancicuaro es de 40 Ton/Ha en la zona conocida como la sierra (Patamban- Huarachanillo) en las condiciones de temporal . Se sabe que con la misma variedad Alpha se han obtenido rendimientos de hasta 60 Ton/Ha. en la zona papera de León Gto. en condiciones de riego utilizando mezclas físicas de fertilizantes sólidos en fertilización base y complementandose con Fertirrigación. En base a estas consideraciones se determino fijarse la meta de producir 40 Ton/Ha. del tubérculo, para este predio en este ciclo. Cabe mencionar que la actitud que tenemos como técnicos de Fertinal esta presente la idea de que siempre se puede mejorar lo obtenido.

Para decidir las épocas de aplicación y la forma de parcializar el tratamiento fertilizante que se va a recomendar, es importante considerar la extracción nutrimental total del cultivo así como la extracción acumulada y la tasa de acumulación diaria de los nutrimentos durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo de papa en particular de la variedad Alpha que es la variedad que se utilizo. Para esto nos apoyamos en las siguientes gráficas.



Figura No. 5. Curvas de extracción nutricional del cultivo de papa



( Fuente: V. Badillo, J.Z. Castellanos y P Sánchez- García, obtenidas de un lote en San Francisco del Rincón, Gto. con la var. Alfa en 1997, CONPAPA, 1999).

De acuerdo a los datos de las gráficas se observa que la extracción acumulada de nutrientes es constante durante todo el ciclo de desarrollo desde que emerge hasta que se desvarea el cultivo, donde el nutrimento de mayor acumulación es el K seguido del N, Ca, P, y Mg.

De acuerdo a la tasa de acumulación diaria de nutrientes se observa que el cultivo demanda preferentemente Nitrógeno en las primeras etapas de crecimiento hasta 40 días aproximadamente después de emergida la planta (DDE). La mayor extracción de Nitrógeno es demandada para el desarrollo vegetativo en la formación de la estructura celular. A partir de los 30 DDE, aumenta la acumulación de potasio lograndose acumular en mayor cantidad que el Nitrógeno teniendo una gran demanda de éste nutrimento durante todo el ciclo. La alta demanda de este nutrimento es requerida para favorecer el balance hídrico que contribuye a dar mayor calidad al tubérculo. El calcio se observa que tiene poca demanda al inicio del ciclo, y a partir de los 20 DDE, empieza una mayor demanda de este nutrimento que es requerido para cumplir funciones estructurales en la pared celular. El Fósforo y el Magnesio mantienen niveles de acumulación prácticamente constantes durante todo el ciclo del cultivo ; debido a que el Magnesio es parte de la molécula de clorofila y el Fósforo es responsable de catalizar prácticamente todas las reacciones metabólicas, por lo que es requerido en forma constante por la planta ya que es constituyente de la molécula del ATP y compuestos de alta energía, no obstante debido a su baja movilidad este elemento se aplica prácticamente en su totalidad desde la siembra.

También se puede observar que las máximas tasas de acumulación se dan de Nitrógeno a los 24 DDE en Potasio a los 43 DDE, en Fósforo al inicio de emergida la planta ,calcio y Magnesio a los 36 DDE.

En la siguiente cuadro No. 26, se muestra el análisis de suelo específico de la parcela y del Agricultor para realizar su interpretación y dar las recomendaciones para formular El Programa de Fertilización.



**Fertinal**  
Apoyando al Agricultor

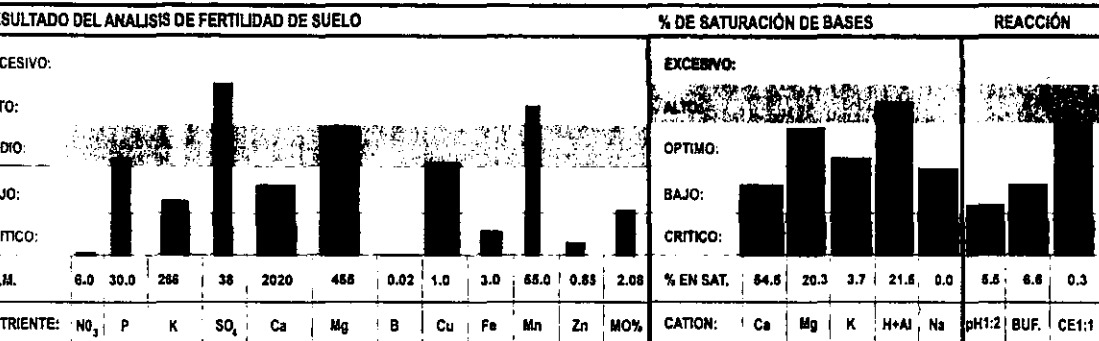
**Cuadro No. 26. Resultados del Análisis de Suelo**

**PRODUCTOR : JOSE LUIS MARISCAL FERNANDEZ**

**ANÁLISIS DE SUELO, RECOMENDACION DE FERTILIZACION Y MEJORADORES**

UBICACIÓN: MICHOACAN	REPORTE: 8629 v 1	MUESTRA No. 95	C.I.C. mEQ/100G: 18.49
MUNICIPIO: TANGANCICUARO	SUPERFICIE Ha: 10	PROFUNDIDAD: 0 - 0 m.	% SAT. BASES: 78.46
CALIDAD: PATAMBAN	CULTIVO ANTES: TRIGO	MUESTREO: 15/04/99	Da gr./cm. <sup>3</sup> : 1.08
FINCA: LA SIERRA	RENDIMIENTO Ton./Ha.: 4	ANÁLISIS: 13/05/99	Na p.p.m.: 0
TECNICO: 1	TECNICO: CARLOS SANCHEZ	SUELO: MUY ACIDO	% DE Ca CO <sub>3</sub> : 0.00
CONCEPTO: ANÁLISIS COMPLETO DE SUELO	TEXTURA: ARCILLO ARENOSO	HUMEDAD: 700 mm A 999 m	

CULTIVO POR FERTILIZAR: PAPA	META: 40	Ton./Ha.
VARIEDAD: ALPHA	DENSIDAD 3.5 TON.	FECHA SIEMBRA: 16/07/99



**BASES PARA FORMULAR LA RECOMENDACION DE FERTILIZACION EN UNIDADES / Ha.**

	CULTIVO	CONSTRUCCION	CULTIVO	MEJORADORES
PROTEINICO	220	0	BORO	0.987
AMONIA	24	2	COBRE	0.273
ASIMILABLE	238	205	FIERRO	1.086
NO ASIMILABLE	29	1,343	MANGANESO	0.000
AMONIA	0 - 10	0	ZINC	0.987
NO ASIMILABLE	0 - 15	0		

**PROGRAMA DE FERTILIZACION Y MEJORAMIENTO DEL SUELO**

FERTILIZANTE	Kg/Ha	EPOCA	FORMA APLICACION - COMENTARIOS
CARBONATO DE CALCIO	2892.0	PRESIEMBRA	VOLEO - SUBIR P.H. A 6.5

**PRESUPUESTO DE COSTO TOTAL MEJORADORES: \$ 1,735.20 POR HA.**

0 - 12 - 20 - 14 - 00 - 00	880.0	SIEMBRA	EN BANDA ABAJO Y A UN LADO DE LA SEMILLA
03 - 00 - 28 - 04 - 00 - 00	600.0	PRIMER ESCARDA	EN BANDA INCORPORADO -
05 - 02 - 06 - 00 - 00 - 05	20.0	SIEMBRA	EN BANDA ABAJO Y A UN LADO DE LA SEMILLA
CAL 2-12	250.0	SIEMBRA/1ER. ESC.	MANUAL CON MOCHILA - EN 2 APLICACIONES

**PRESUPUESTO DE COSTO TOTAL FERTILIZANTES: \$ 5,449.18 POR HA.**

## 5.7.- Interpretación del análisis de Fertilidad de suelo y recomendaciones.

Al realizar la interpretación del análisis de suelo en particular, buscamos conocer las características físico-químicas de ese suelo, para conjugarlas con la información técnica del cultivo de papa y con las bases de fertilización. Con esto proponemos recomendaciones para mejorar la nutrición de las plantas y por consiguiente mejorar la productividad del cultivo. En papa práctica de la Fertilización tiene especial importancia ya que además de incidir en el rendimiento tiene efecto en la calidad (Mendoza y Robles,1998).

Con las recomendaciones buscamos los siguientes objetivos al realizar un programa de fertilización en este cultivo:

- a) identificar problemas de disponibilidad nutrimental en el suelo y proponer alternativas.
- b) asegurar una nutrición adecuada al cultivo que permita explotar su potencial genético de rendimiento.
- c) reducir costos de producción.
- d) optimizar la resistencia del cultivo a los efectos ambientales.
- e) mejorar la calidad de tubérculos.
- f) al utilizar en forma correcta los fertilizantes, contribuir a disminuir riegos de contaminación del agua, de alimentos, suelo y aire.

### 5.7.1.- NITROGENO

El Nitrógeno se encuentra de acuerdo al resultado del análisis de suelo, en un nivel crítico; esto es hasta cierto punto normal porque el Nitrógeno se encuentra en cantidades bajas en la mayoría de los suelos agrícolas del país. Ya que la mayor parte de este elemento potencialmente disponible en el suelo se encuentra en la materia orgánica, entonces se entiende la baja disponibilidad de este nutrimento; considerando que este suelo no es rico en materia orgánica y actualmente es difícil mantener constante un nivel alto de Nitrógeno porque el que se aplica con fertilizaciones nitrogenadas es consumido por los cultivos lixiviado o volatilizado en un corto tiempo, de modo que por lo general al fin de cada ciclo de cultivo el Nitrógeno se encuentra en niveles bajos y por la demanda alta propia de la planta; el Nitrógeno es el nutrimento que más afecta la producción de tubérculos, aunque el Potasio sea demandado en mayores cantidades.

La absorción de Nitrógeno es baja en las primeras 2 ó 3 semanas después de la siembra, dependiendo del tiempo que tarde para emerger el cultivo; pasado este lapso (entre la siembra y la emergencia) se incrementa fuertemente hasta la etapa de tuberización. Por tener el mayor desarrollo vegetativo, y durante la etapa de desarrollo de tubérculos la demanda de Nitrógeno disminuye, las dosis excesivas (375 kg. de N / ha., V. Badillo, 1997) logran abatir el rendimiento y la calidad ya que el exceso de nitrógeno disminuyen la concentración de K en el tubérculo aún en suelos ricos en Potasio ( J.Z. Castellanos, 1998 ). También las aplicaciones de Nitrógeno deben limitarse en la etapa de llenado de tubérculos, ya que estas aplicaciones están asociadas a el rajado de tubérculos y mal formaciones, y más acentuados si hay deficiencias del Calcio y Boro. La disminución del nutriente en esta etapa ayuda a prevenir pérdida de cascara y asegurar una maduración natural de la cosecha.

## Recomendaciones:

Considerando que el nivel de Nitrógeno obtenido en los resultados del análisis es crítico, y la demanda de este para producir 40 ton./Ha. de tubérculo es de 214 kg. de N/Ha., entonces se determinó aplicar un tratamiento de N ligeramente superior a la demanda del cultivo, considerando las pérdidas que se puedan tener y la eficiencia de los fertilizantes en un suelo muy ácido, pero a su vez tratamos de evitar caer en las dosis altas de N por lo cual se aplicó un tratamiento total de 250 kg. de N/ Ha., y este se decidió parcializar en 2 aplicaciones para tratar de cubrir la demanda de N durante todo el ciclo del cultivo.

La primera aplicación se decidió hacer con el 60% del tratamiento que sería de 150 Kg. de N/Ha. esto aplicado en el momento de la siembra porque es el momento en que mejor se puede localizar el fertilizante para se aplicado a un lado de la semilla y tapado para evitar pérdidas. La fuente que se aplicó fue la Urea ya que es un producto de alta concentración de N es compatible con las demás fuentes de fertilizantes, y por su disponibilidad baja al inicio no ayuda porque coincide con la poca demanda inicial de N del cultivo, hasta que ocurre la emergencia para que coincida la alta demanda del cultivo por el nutriente con la alta disponibilidad del mismo. Y porque el Amonio se une a los sitios de intercambio mientras se nitrifica y es removido por el cultivo, disminuyendo pérdidas por lixiviación y como va enterrado disminuimos las pérdidas por volatilización. La otra mitad de N se decidió aplicar a los 20 días después de emergida la planta, porque en este momento coincide con la máxima extracción diaria de N durante el ciclo del cultivo. Utilizándose como fuente los nitratos que por sus características el Nitrato (NO<sub>3</sub>) es absorbido en forma inmediata para complementar la alta demanda del nutrimento por el cultivo, la cantidad aplicada en la segunda fertilización sería el 40% restante de la dosis total de N. es decir 100 kg / Ha. de Nitrógeno.

## 5.7.2 .- F O S F O R O

El Fósforo se encuentra de acuerdo al análisis del suelo en un nivel medio. La demanda de Fósforo para la meta de 40 ton./Ha. es de 70.8 kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha. pero en el caso de la fertilización con este nutriente es muy importante tomar en cuenta varios aspectos porque en comparación con el Fósforo que el cultivo retira del suelo los niveles de fertilización recomendados parecerían excesivos.

Por tener un suelo de características ácidas, la disponibilidad del Fósforo se ve afectada de acuerdo con la tabla de eficiencia de los fertilizantes en función del pH, para este suelo con pH de 5.5 se tiene una eficiencia del 48%, por otro lado, la baja movilidad de este elemento sumado a que fácilmente pasa a formas insolubles. Y considerando que el cultivo se caracteriza por tener muy bajo desarrollo radical por lo que se tiene que aplicar el nutrimento muy cerca de la raíz y en cantidades considerables; además de que se acepta que se aprovecha menos de un 30% del fosfato aplicado debido a que en este rango de acidez es fijado debido al aluminio ( INPOFOS, 1988), que como observamos en el análisis de suelo se encuentra en un nivel alto, por lo cuál consideramos una aplicación de más del doble del requerimiento.

Por las experiencias anteriores sabemos que el cultivo de la papa responde muy bien a las aplicaciones de Fósforo no solo en suelos deficientes, sino también en suelos con niveles medios de fósforo. Mantener una concentración adecuada de fósforo en la solución del suelo es importante en el cultivo de papa porque necesita una absorción continua de P durante todo el ciclo del cultivo; en comparación con los cereales donde los requerimientos del fósforo se satisfacen en la parte inicial del

ciclo de crecimiento; en papa la fertilización con P puede ser necesaria a la mitad del ciclo de crecimiento a fin de mantener los niveles de P requeridos por la planta, de modo que aplicaciones de 20 a 45 kg./Ha. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a la mitad del ciclo de crecimiento puedan mantener un suplemento adecuado de Fósforo hasta la maduración normal del tubérculo (INPOFOS 1993). Pero por otro lado considerando su baja movilidad de este elemento, tomando en cuenta que son papas de ciclo corto y por la dificultad de aplicar localizadamente este nutriente ya avanzado el ciclo y por la baja compatibilidad en mezcla con el Calcio, nutriente que se considero aplicar en la segunda fertilización. Se decidió aplicar la dosis total de Fósforo en la siembra.

#### **Recomendaciones:**

Por tener una baja disponibilidad de Fósforo y considerando el porcentaje de aprovechamiento del mismo se decidió aplicar el triple del Fósforo que demanda el cultivo por lo que se aplicó el tratamiento de 207 kg. de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por Ha. que debido a su baja movilidad de este elemento se aplicó en su totalidad desde la siembra.

La fuente que se utilizó fue el Fosfato Diamónico Fórmula 18-46-0, porque por sus características es un fertilizante de alta concentración proporcionando 2 nutrientes, Nitrógeno y Fósforo; es una fuente muy soluble ; por su reacción alcalina, es adecuado para suelos ácidos y es completamente compatible con el resto de los fertilizantes.

### **5.7.3 .- POTASIO**

El Potasio disponible en el suelo en base al análisis es Bajo y el cultivo de papa requiere de grandes cantidades de K siendo el macronutriente que más demanda la planta; de acuerdo a datos de INPOFOS, un cultivo de altos rendimientos en papa puede absorber más de 340 kg/Ha. de K<sub>2</sub>O. La importancia del Potasio radica en que es esencial para la síntesis de almidón y azúcares simples y para la traslocación de carbohidratos de la zona de producción, el follaje, a la parte de acumulación , los tubérculos, la alta concentración de potasio da mayor desarrollo y más calidad a los tubérculos porque tienen mayor firmeza y mas vida de anaquel ( S.Q.M.,1997 ). También el potasio tiene una relación directa en las reacciones del agua, controlando los movimientos estomáticos que influyen en la hidratación de la planta. que da mas resistencia a cambios de temperatura y ataque de enfermedades (Oded Rottenberg 1998 ).

De acuerdo a los datos utilizados en Fertinal, se tiene que para producir 40 Ton/Ha. de papa se requiere de 360 Kg. de K<sub>2</sub>O/Ha. Este nutriente es en particular caro y no se recomienda como fuente , el Cloruro de Potasio que es el fertilizante más económico por unidad de Potasio, por lo que se tiene que utilizar otras fuentes de potasio más caras y dividirla en 2 partes para su mejor aprovechamiento utilizando en la segunda aplicación una fuente mucho muy disponible de potasio para asegurar su absorción por el cultivo con el mínimo de pérdidas.

#### **Recomendaciones:**

Se decidió aplicar una cantidad similar a la que es demandada por el cultivo para el rendimiento deseado que es de 360 Kg de K<sub>2</sub>O por ha. utilizándose una combinación de fertilizantes Potásicos.

La razón por la cuál no se utilizó el Cloruro de Potasio es porque la papa se clasifica como un cultivo sensible al Cloro, ya que los cloruros (Cl<sup>-</sup>) entran en competencia antagónica con los aniones Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y Sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) y una elevada absorción de cloruros, causa toxicidad al cultivo (Oded Rottenberg 1997). Por lo cuál se decidió recomendar para la primera fertilización como fuente principal de potasio el Sulfato de Potasio concentración 00-00-50, que es una fuente de alta concentración de potasio, no tan caras como otras, que tiene poca disponibilidad al inicio pero concuerda con la nula demanda de potasio que tiene el cultivo en el período comprendido de la siembra a la emergencia y su disponibilidad se incrementa al igual que se incrementa la necesidad de potasio después de la emergencia, y se va aplicar en mezcla con el K MAG concentración 00-00-22-11Mg-22 S, que es un fertilizante potásico que también proporciona Magnesio, aplicado en la siembra para localizarlo cerca del sistema radicular para que su aprovechamiento sea mayor además de que son fuentes muy compatibles y estables con las demás fertilizantes; la cantidad que se aplico fueron 169 kg. de K<sub>2</sub>O por Ha. en la siembra.

El Potasio es menos móvil que el Nitrógeno, pero más móvil que el Fósforo, en la experiencia nos a dado mejor resultado parcializarlo, usando una fuente de Potasio muy soluble en la segunda aplicación para su óptima absorción y rápido traslado. Por lo que se utilizó el Nitrato de Potasio 14-0-40, que también aporta Nitrógeno Nitrico, en mezcla con el resto de fertilizantes de la segunda fertilización (Nitrato de Calcio); se considero como la mejor fuente de potasio para la reabonada por ser altamente soluble, libre de cloro y aporta Nitrógeno Nitrico que es absorbido directamente por el cultivo y por sus características se puede aplicar muy bien en la escarda, para la segunda aplicación se considero aplicar 200 unidades de potasio, siendo más fuerte, la segunda fertilización potásica que la primera, porque notamos que hay una mayor demanda del nutriente a partir de la tuberización.

#### 5.7.4.- CALCIO

El resultado de los análisis de suelo indican que hay una disponibilidad baja de Calcio ya que en el porcentaje de saturación de Bases el Calcio obtenido es de 54% y el que consideramos óptimo es de 60 a 70 %, lo cuál podría satisfacer en parte la demanda nutrimental, pero considerando que la aplicación de Calcio soluble contribuye a mejorar la calidad del tubérculo, porque un alto contenido de Ca. reduce las manchas café internas y el corazón hueco, además de que se almacenan mejor los tubérculos, esto debido a que esta bien establecido que el Ca es parte integral de la pared celular lo cual da rigidez, además de que el calcio regula diversas funciones celulares relacionadas con la salud de las membranas celulares; los altos contenidos pueden ayudar a la planta a reaccionar mejor ante el impacto de estrés ambiental, ( sequia, calor, frio) así como los estrés bioticos ( bacterias, hongos) por lo que el Calcio protege las membranas celulares y da fuerza a las paredes celulares, realizando un papel importante en la calidad del tubérculo de la papa y en el crecimiento de la planta.

Por estas consideraciones se decidió aplicar una dosis de Calcio, cercana al requerimiento nutrimental del cultivo. Utilizando una fuente de Calcio altamente soluble, colocando el calcio en el tubérculo y de los estolones ya que investigaciones en E.U.A. por (Campbell-Bascam 1998) demostraron que los tubérculos de papa deben extraer el Calcio del suelo que esta en su proximidad por medio de raíces propias de los tubérculos, y raíces de estolones; por lo que la mejor forma de aplicación de Calcio es en la parte superior del surco donde se desarrollan los tubérculos y en la tuberización para que en el desarrollo de los tubérculos las plantas cuentan con calcio disponible.

**Recomendaciones:**

Para el rendimiento deseado de 40 Ton/Ha. se tiene una demanda nutrimental de 49.6 Kg/Ha de Ca, se decidió aplicar una dosis media de Calcio de 38 Kg/Ha de Ca. utilizando el Nitrato de Calcio concentración 15.5-00-00 + 19 Ca. que es una fuente muy soluble, aplicando en la segunda fertilización, porque está más próximo a la etapa de mayor demanda de Calcio por el cultivo, destinado a aumentar el contenido de Calcio en los tubérculos, mezclado con el resto de los fertilizantes ya que es compatible con el resto del fertilizante pero se recomendó hacer la mezcla justo antes del momento de aplicación, ya que por ser fertilizantes altamente higroscópicos tienden a humedecerse y dificultar la aplicación, realizándose esta a los 20 días después de emergido el cultivo.

**5.7.5.- MAGNESIO**

La disponibilidad de Magnesio obtenida en los resultados del análisis del suelo es media, se puede considerar que en este nivel el cultivo podría satisfacer sus requerimientos, pero considerando las necesidades nutrimentales del cultivo en un corto tiempo y sus características de deficiente sistema radicular, se decidió apoyar la disponibilidad de este nutriente tan importante pues es parte esencial de la molécula de clorofila encargada de la fotosíntesis productora de azúcares y por consiguiente del almidón. Se decidió aplicar una dosis media de Magnesio, que consideramos no afecta la relación Ca-Mg, que de acuerdo a los resultados es de 4.4-1, considerándose ideal 3-1, siendo aceptable hasta 5-1, (Stoller, 1997)

**Recomendaciones:**

Se recomendó utilizar el KMAG concentración 00-00-22-11Mg-22 S, como fuente de Mg, aplicando 22 kg/Ha. de Mg, además de que también nos aporta K<sub>2</sub>O y nos ayuda a completar las unidades de potasio requeridas para la primera aplicación; también se decidió utilizar esta fuente ya que resultó ser más económica que utilizar el sulfato de magnesio además de que el cultivo requiere este nutriente en poca cantidad pero de forma constante durante todo el ciclo, y el KMAG nos libera el magnesio en forma gradual, y aplicado desde la siembra; se localiza el nutriente y se cubre las necesidades del cultivo durante todo el ciclo. En comparación con el sulfato de magnesio que es altamente soluble y se tendría que dosificar.

**5.7.6.- SULFATO**

De acuerdo al análisis de suelos el SO<sub>4</sub> es un nutriente que se encuentra en un nivel de fertilidad alto, además de que la aplicación de Sulfatos está relacionada a la acidificación de los suelos y este suelo en particular ya es ácido, por lo que se procura no contribuir más a bajar el pH del suelo. A pesar de esto si se está aplicando indirectamente al utilizar fertilizantes sulfatados; siendo el Sulfato de Potasio y el KMAG las fuentes de Sulfato que se está utilizando en mayor cantidad, pero por sus características de acuerdo a datos de fomento M.I.R.A. A.C. son fertilizantes de reacción neutra que no modifican el pH del suelo y las otras fuentes de Sulfatos que se van aplicar como fuentes de micronutrientes son pequeñas cantidades esperando que el efecto negativo, sea mínimo.

### 5.7.7.- Micronutrientes:

De acuerdo al cuadro de "RESPUESTA DE DIFERENTES PLANTAS DE COSECHA A LOS MICRONUTRIENTES", para el cultivo de la papa, se indica que hay una demanda media del micronutriente Zinc, alta para Hierro, medio para Manganeseo, bajo para Molibdeno, bajo para Cobre y media para Boro. La respuesta de la planta se debe a la demanda del nutriente, por el cultivo de modo que si hay una demanda alta, habrá una respuesta alta.

Toda la fertilización con micronutrientes se realizó en la primera abonada al momento de la siembra, ya que este es un cultivo de ciclo corto y se trata de proporcionar todos los nutrientes necesarios desde el inicio para tener plantas sanas desde las primeras etapas de desarrollo, evitando que se manifiesten deficiencias. además de que en la siembra se puede localizar mejor el fertilizante utilizandose , fuentes de fertilizantes granulados para facilitar su mezcla y por que tienen una liberación más gradual de los nutrientes.

#### 5.7.7.1.- B O R O

En los resultados del análisis de fertilidad del suelo, tenemos una disponibilidad critica del nutrimento Boro; aunque de acuerdo al cuadro de respuesta de los cultivos a los micronutrientes para el caso de la papa hay una Media respuesta a la fertilización con Boro, también está documentado que este nutriente tiene influencia directa en la calidad del tubérculo; ya que además de cumplir funciones metabólicas en la síntesis de hormonas y regularización de auxinas que gobiernan el desarrollo apical, de tallos y raices, el papel muy importante del Boro es que influye en el transporte de carbohidratos de las hojas al tubérculo; además de que hace más resistente la cáscara de los tubérculos, por lo que su importancia radica en contribuir a tubérculos más grandes y de cascara más lisa y resistente. ( Uvalle, et.al. 1999 ) Por tal motivo se decidió la fertilización con Boro.

#### Recomendación:

Por encontrarse en un nivel critico de fertilidad de suelo, se optó por la dosis alta que fue de 20 Kg/Ha de Tetraborato de Sodio ( Bórax ) al 10 % de acuerdo a las recomendaciones generales de aplicación de micronutrientes.

#### 5.7.7.2.- C O B R E

Los resultados del análisis de fertilidad de suelo reportan que el Cobre alcanza a tocar el nivel medio de disponibilidad en el suelo, de acuerdo al cuadro de respuesta de los cultivos a los micronutrientes, existe una respuesta baja del cultivo de papa a la adición del nutriente Cobre; por lo cual se determino que la disponibilidad de este nutriente en el suelo es suficiente para satisfacer la demanda del cultivo, por lo que no se justificó la fertilización con este elemento.



### 5.7.7.3.- FIERRO

Los resultados del análisis de fertilidad del suelo indican que hay una disponibilidad crítica de Hierro en el suelo, y de acuerdo a la respuesta del cultivo de papa por el nutrimento, se tiene que hay una demanda alta de Hierro por el cultivo. Considerando que este es un elemento muy necesario en la síntesis de clorofila, por lo que su deficiencia reduce la producción de esta, causando clorosis férrica, además de que este elemento forma parte esencial de los citocromos, el cual es un portador de electrones; participando en las reacciones de oxidación-reducción de la respiración celular y fotosíntesis (Herrera et.al, 1999 ). Por su deficiencia en el suelo de este elemento; su demanda alta del cultivo por el nutriente y por su importancia fisiológica, se decidió fertilizar con este nutriente aplicando una dosis alta.

#### Recomendación:

Se recomendó aplicar una dosis alta de Sulfato Ferroso al 21%, por lo que la dosis fue de 90 Kg. de Sulfato Ferroso por ha.

### 5.7.7.4.- MANGANESO

En los resultados del análisis de fertilidad de suelo, se tiene que el Manganeseo, se encuentra en un nivel alto de fertilidad; de acuerdo al cuadro de respuesta de los cultivos a los micronutrientes, tenemos que el cultivo de papa tiene una demanda media de manganeseo.

Este nutriente participa en las reacciones de oxidación-reducción; en el metabolismo de la fotosíntesis y participa en la asimilación, toma y transporte del N, Ca., P, Mg. ; ( Uvalle, et.al , 1999 )

#### Recomendación:

La disponibilidad alta de este nutriente obtenida en los resultados del análisis de suelo y considerando que en suelos ácidos el Mn., tiene mayor solubilidad, se decidió la no fertilización con este nutriente ya que podríamos causar toxicidad al cultivo.

### 5.7.7.5.- ZINC

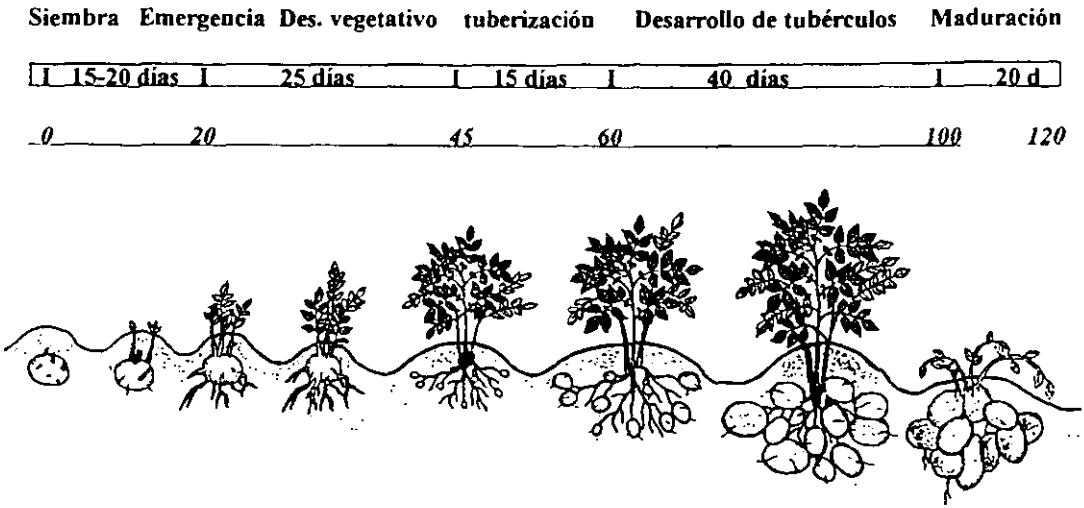
La disponibilidad de Zinc reportada en los análisis de fertilidad de suelo, esta en un nivel crítico y considerando que el cultivo de papa tiene una demanda media por el nutriente y este elemento participa activamente en la formación de almidones, síntesis de proteínas, forma parte de muchas enzimas y es precursor de las auxinas.

Por la importancia de este elemento y su muy baja disponibilidad en el suelo, fue importante para considerar su fertilización.

#### Recomendación:

Se recomendó aplicar de acuerdo a las dosis generales de aplicación de micronutrientes una dosis alta de Zinc , que consistió en 40 Kg/Ha de Sulfato de Zinc granulado al 24%Zn.

Figura No. 6. *Etapas fenológicas en el cultivo de la papa y disponibilidad de los Fertilizantes aplicados*



**UREA**

**FOSFATO DIAMONICO**

**SULFATO DE POTASIO**

**K-MAG**

**NITRATO DE POTASIO**

**NITRATO DE CALCIO**

**MICRONUTRIENTES**

La duración del ciclo del cultivo y de las etapas fenológicas , corresponden al cultivo de papa variedad Alpha en la zona papera de Tangancicuaro, Mich., lugar donde se establecio la parcela .La disponibilidad de los fertilizantes es aproximado a lo real , basado en las fertilizaciones que se dieron y la disponibilidad general de los fertilizantes utilizados.

Cuadro No. 27, PROGRAMA DE FERTILIZACION

Agricultor: José Luis Mariscal Fernández.  
 Cultivo: papa  
 Meta de rendimiento: 40 Ton./Ha.

	N	P	K	S	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	B	Cl	Cu
Tratamiento	250	207	360	95	20	38	17	7.2	---	2	---	---
Fertilizante												
Primera Aplicación	150	207	160	95	20	---	17	7.2	---	2	---	---
Segunda Aplicación	100	---	200	---	---	38	---	---	---	---	---	---

Fuentes de Fertilizante a Utilizar:

Primera Fertilización ( Siembra ).

Producto:	Kg.	N	P	K	S	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	B	Cl	Cu
Urea	150	69	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DAP	450	81	207	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
SOP	240	---	---	120	43	---	---	---	---	---	---	---	---
K MAG	180	---	---	40	40	20	---	---	---	---	---	---	---
S. FERROSO	80	---	---	---	9	---	---	17	---	---	---	---	---
S. DE ZINC	30	---	---	---	3	---	---	---	7	---	---	---	---
BORAX	20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	2	---	---
TOTAL	1150	150	207	160	95	20	---	17	7	---	2	---	---
Fórmula Diseñada		13	18	14	8	1.7	---	1.5	0.6	---	0.17	---	---

Segunda Fertilización; 20 DDE ( Escarda ).

Producto:	Kg.	N	P	K	S	Mg	Ca	Fe	Zn	Mn	B	Cl	Cu
N. de K	500	70	---	200	---	---	---	---	---	---	---	---	---
N. de Ca.	200	30	---	---	---	---	38	---	---	---	---	---	---
TOTAL:	700	100	---	200	---	---	38	---	---	---	---	---	---
Fórmula Diseñada		14	---	28	---	---	5.4	---	---	---	---	---	---

**Cuadro No. 28, Costo total de fertilizantes**

Primera Fertilización:				
Productos utilizados	Cantidad de producto en Toneladas por Ha.	Cantidad utilizada por Tonelada de mezcla	Precio por Ton. de producto	Importe por producto.
Urea	0.150	0.130	1700.00	221.00
Dap	0.450	0.391	2350.00	918.85
Sop	0.240	0.209	3300.00	689.70
KMAG	0.180	0.157	2300.00	261.10
S. Ferroso	0.080	0.070	4200.00	294.00
S. de Zinc	0.030	0.026	5600.00	145.60
Borax	0.020	0.017	6200.00	105.40
<b>Total</b>	<b>1.150 Ton/Ha.</b>	<b>1.000 Ton.</b>	<b>-----</b>	<b>\$ 2635.65</b>
		Mas costo por tonelada elaborada de mezcla		\$ 100.00
		Total costo por tonelada de mezcla		\$ 2735.65
	1.150 Ton./ Ha. por \$2735.65 precio por tonelada de Mezcla			
	Costo del fertilizante para la primera aplicación: \$ 3146.00			
Segunda Fertilización:				
Productos utilizados	Cantidad de producto en Toneladas por Ha.	Cantidad utilizada por Tonelada de Mezcla	Precio por Ton. de producto.\$	Importe por producto.\$
N. de Potasio	0.500	0.714	4400.00	3141.60
N. de Calcio	0.200	0.286	3300.00	943.80
<b>Total</b>	<b>0.700 Ton/ Ha</b>	<b>1.000 Ton.</b>	<b>-----</b>	<b>\$ 4085.40</b>
		Mas costo por tonelada elaborada de mezcla		\$ 100.00
		Total costo por tonelada de Mezcla		\$ 4185.40
	0.700 Ton/ Ha. por \$ 4185.40 precio por Tonelada de mezcla			
	Costo del fertilizante para la segunda aplicación: \$ 2929.78			
<b>COSTO TOTAL DE FERTILIZANTES POR HECTAREA: \$ 6075.78</b>				

## 5.8.- Resumen del PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN BALANCEADA

**Productor:** José Luis Mariscal Fernández.

**Municipio:** Tangancicuaro, Mich.

**Localidad:** Patamban.

**Predio:** La Sierra.

**Superficie:** 10 Has.

**Cultivo a Establecer:** papa , var. Alpha.

**Meta de rendimiento:** 40 TON/Ha.

**TRATAMIENTO FERTILIZANTE :** 250-207-360 + 95 (S) + 20 Mg +38 Ca + 17 Fe + 7 Zn + 2 B

### DOSIS FERTILIZANTE

En la Siembra: 150 - 207 - 160 + 95 (S) + 20 Mg + 17 Fe + 7 Zn + 2 B

A los 20 DDE: 100 - 00 - 200 + 38 Ca.

### Aplicación de Fertilización:

Primera Aplicación en la Siembra.

**Fórmula Fertilizante:** 13 - 18 - 14 + E. M.

**Costo por tonelada:** \$ 2735.65

**Cantidad Recomendada:** 1150 kg./Ha.

**Forma de Aplicación:** En Banda, Abajo y a un lado de la semilla(tubérculo)

Segunda Aplicación , 20 DDE (Escarda).

**Fórmula Fertilizante:** 14 - 00 - 28 + 5.4 Ca.

**Costo por tonelada:** \$ 4185.40

**Cantidad Recomendada:** 700 kg/Ha.

**Forma de Aplicación:** En Banda , a un lado de la planta, Tapar con la Escarda

**Costo total de fertilizantes por hectárea :** \$ 6075.78

## VI.- CONCLUSIONES

La tierra más productiva es la que utilizamos actualmente, la cual se ha afectado con la mala restitución de los nutrientes extraídos, lo que ha provocado desbalances nutricionales, empobrecimiento, compactación, salinización, acidez, contaminación, etc. La demanda creciente de alimentos debe solucionarse a través del uso eficiente de sistemas de producción agrícola, que permitan incrementos continuos en los rendimientos de cosecha en las tierras ya cultivadas. Mayores Rendimientos no pueden ser sostenidos sin atención a las necesidades de fertilidad por lo que es clave en la productividad agrícola y por consiguiente de la sobrevivencia de la Humanidad.

El Agricultor de hoy se enfrenta a precios bajos de las cosechas y a la competencia, por lo que requiere mejorar el potencial productivo de su suelo a través de aumentar la fertilidad para incrementar sus rendimientos en forma rentable y sostenible. Para mejorar la Fertilidad del suelo se requiere de Fertilizaciones Balanceadas, lo que significa de proveer de cantidades adecuadas de los nutrientes esenciales en las épocas apropiadas, para asegurarse que el rendimiento y la calidad de un cultivo no se vean afectados. Para lograr las fertilizaciones Balanceadas elaboramos los Programas de fertilización para cada cultivo y parcela, utilizando los Análisis de Suelos como una herramienta esencial para la planeación y manejo de los nutrientes y sus fuentes. Para determinar las necesidades de Fertilización de un cultivo, interpretamos los análisis de suelos, al conjugar los resultados con los requerimientos nutricionales del cultivo, el conocimiento de los fertilizantes y toda la información técnica posible del cultivo, la parcela y el Agricultor, apoyándose en experiencias y criterio, para dar las mejores recomendaciones para una meta de rendimiento óptima y razonable.

Antes de aplicar el Programa de Fertilización es necesario mejorar el suelo, principalmente en cuanto a pH y Materia Orgánica para lograr la máxima disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes aplicados. Actualmente en Fertinal estamos aplicando Programas de Fertilización Balanceada para cada cultivo en un ciclo, tenemos la meta de mejorar, por que los agricultores deben de ver mas allá de un ciclo de cultivo, mejorar la Fertilidad de un suelo puede llevarse varios años para lograr niveles óptimos y entonces elaborar Programas de Mantenimiento de Fertilidad, aplicando dosis de Fertilizantes que vayan de acuerdo a la remoción de los nutrientes por los cultivos con lo cual se obtendrían máximos rendimientos, con menores costos y menor deterioro ambiental.

Los Abonos orgánicos, como estiércoles y compostas, son necesarios para alcanzar niveles altos de Fertilidad al incrementar los porcentajes de materia orgánica del suelo y por consiguiente obtener todos los beneficios que esta nos proporciona y en complemento con la aplicación de fertilizaciones balanceadas podemos lograr cosechas de calidad y alto rendimiento.

Hay Agricultores que están mejorando la fertilidad de sus suelos para satisfacer las necesidades nutrimentales de sus cultivos actuales y futuros, además de que apropiados niveles de fertilidad les permite más flexibilidad en el manejo de otros insumos, por el mejor desarrollo que tiene el cultivo al mismo tiempo que disminuyen los riesgos de bajos rendimientos y rentabilidad. Pero también hay muchos Agricultores que están disminuyendo la fertilidad de sus parcelas y es tiempo de cambiar.

La Fertilización Balanceada en el cultivo de la papa es un claro ejemplo para obtener mejores rendimientos en un cultivo tan importante en la zona, que por su potencial contribuye en forma importante a satisfacer la demanda de alimentos. Pero los Programas de Fertilización Balanceada no son únicamente para cultivos altamente rentables, son para todos los cultivos incluyendo los granos independientemente de que tengan bajos precios de compra.

Fertinal es una empresa que fomenta la productividad y la rentabilidad de la agricultura en el País, al ofrecer productos de Calidad y Servicio Técnico especializado a través de sus Promotores de campo para apoyar a los Agricultores y contribuir a satisfacer la creciente demanda de alimentos, en armonía con nuestro medio ambiente.

## VII.- BIBLIOGRAFIA

- Castellanos J.Z. , Uvalle J.X. , Santelises A., 2000, Memoria del curso sobre interpretación de análisis de suelos, aguas y plantas agrícolas. México.
- Campbell - Bascom, 1998. Impacto de la nutrición con Calcio en la calidad y rendimiento del tubérculo de la papa. Universidad de Wisconsin. E.U.A.
- CONPAPA, 1999. Memorias del IX Congreso Nacional de Productores de papa. León, Gto. Méx.
- CONPAPA, 1999. Memorias del X Congreso Nacional de Productores de papa . Zamora, Mich. Mex.
- Cruz E., 1997. Memorias del curso de Fertilización de cultivos agrícolas. Irapuato, Gto. Mex.
- García M. R. 1990. Notas sobre mercados y comercialización de Productos Agropecuarios. C.P. Montecillo, México.
- Grupo Bertran, 1999. Mejore sus tierras neutralizando la acidez con Cal agrícola Pirasol. México.
- Grupo Bioquímico Mexicano, S.A., 1999. Guía técnica de productos Humiplex. Saltillo Coah. Mex.
- INPOFOS, 1988. Manual de la Fertilidad de los suelos . Queretaro, México.
- INPOFOS, 1993. Diagnostico del estado nutricional de los cultivos. Queretaro, México.
- Laboratorio de análisis de suelos de Finagro del Bajío S. A., 1998. Guía técnica de las determinaciones del laboratorio., Irapuato, Gto. Méx.
- Mendoza - Robles J. L. 1998. Nutrición del cultivo de la papa en el Norte de Sinaloa, INIFAP. Sinaloa, Méx.
- MIRA. F., 1997. Grupo Fertinal. Fertilizantes Nitrogenados, año 1, vol. 2. Fertilizantes Fosforados, año 1, vol. 3 ; Fertilizantes Potásicos, año 1, vol. 4 Irapuato, Gto. Mex.
- MIRA.F. , 1998. Grupo Fertinal. Análisis de sulfatos, año 2, vol 1, Irapuato Gto. Mex.



- MINAB, Agroquímica, S.A., 1997. Guía técnica de productos MINAB R. Puebla, México.
- Miramontes E., 1995. Acidez y encalado de suelos agrícolas, Asociación nacional de fabricantes de Cal A. C. (ANFACAL), México.
- Oded R., 1998. Buenas cosechas de papa con una nutrición equilibrada. Méx..
- P.F.I. de México, 1997. Guía técnica de productos. México.
- Puras papas, 1999. Publicación especial del Diario A.M. León, Gto. México.
- PROSISA, División Agrícola. 1998. Guía técnica de productos PROSISA. Naucalpan, México.
- SAGAR, Centro de estadística agropecuaria, 1999. Producción de papa en México. Mex.
- Santelises A., 1999. Caracterización y manejo de suelos ácidos, UACH. Chapingo, México.
- S.Q.M. México. 1997. Principios de nutrición vegetal aplicados al cultivo de la papa. Nitratos Chilenos. Puebla, México.
- Suppo R. F. 1982. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. Argentina. Segunda reimpresión, 1992. México.
- Stoller E., INC. 1997. Guía técnica de productos especiales. León, Gto. México.
- Trueba S., 1999. La materia orgánica del suelo y su contribución a las grandes producciones agrícolas sustentables. Texcoco, México.
- Uvalle J.X., Montesinos M., Orihuela D., Herrera A. C., 1999. Memoria Primer curso básico sobre fertilización. Irapuato, Gto. México.



**Fertinal<sup>®</sup>**