



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

" LOMA DEL MANANTIAL, FASE III, EVALUACION  
DE SUELOS CON FINES DE FERTILIDAD BAJO  
PRODUCCION DE CAÑA DE AZUCAR ( Saccharum  
officinarum ) EN EL TROPICO HUMEDO "

INFORME DE SERVICIO SOCIAL  
TITULACION

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A I  
ROBLES ARAGON JUAN

ASESOR: ING. AGR. JAVIER MEDINA BARRON  
COASESOR: G. CELIA ELENA VALENCIA ISLAS

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de Servicio Social: "Loma del Manantial, Fase III, Evaluación de suelos con fines de fertilidad bajo producción de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en el trópico húmedo".

que presenta el pasante: Juan Robles Aragón  
con número de cuentas: 9057418-6 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Agrícola

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

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 15 de Marzo de 1996

PRESIDENTE	<u>Q. Celia E. Valencia Islas</u>
VOCAL	<u>Ing. Edgar Ornelas Díaz</u>
SECRETARIO	<u>Ing. Javier Medina Barrón</u>
1er. SUPLENTE	<u>Ing. Miguel Bayardo Parra</u>
2do. SUPLENTE	<u>Ing. Manuel Chávez Bravo</u>

*[Firma]* 26/III/96  
*[Firma]* 27/III/96  
*[Firma]* 27/III/96  
*[Firma]* 10/IV/96  
*[Firma]* 27/MAR/96

"NO TE ANGUSTIES POR UN PESO DE UN AYER QUE YA NO  
EXISTE; TAMPOCO TEMAS A UN MAÑANA QUE QUIZA NO VAS A VER.  
EL AYER PAGO...EL MAÑANA NO HA LLEGADO. GOZA PUES EL  
HOY QUE TIENES EN TUS MANOS."

SAN MATEO.

## AGRADECIMIENTOS.

GRACIAS A DIOS POR LA VIDA, EL ENTENDIMIENTO Y LA SALUD QUE NOS HA DADO PARA PODER ALCANZAR ESTA META, EN COMPANIA DE MIS SERES QUERIDOS.

### A MIS PADRES.

Gonzalo Robles y Ma. de la Luz A., por la paciencia que han tenido para educarme; tomandome de la mano y mostrandome el camino en los momentos más importantes para la formación, que gracias a su constancia, dedicación, apoyo, comprensión y amor ahora soy.

Les ofresco este logro porque es una pequeña forma de agradecer todos sus esfuerzos, privaciones y preocupaciones y porque me han dado lo más importante que se le puede dar a un hijo, mi educación y el ejemplo de salir adelante en la vida de la manera más honesta, haciendome un hombre de provecho.

Gracias les doy que, como el alfarero le da forma al barro, Ustedes me han formado a mi, por todo esto y por más les dedico con todo mi amor este Nuestro logro. Con la promesa de seguir siempre adelante.

### A MI NOVIA.

Le agradezco a Dios por haber puesto en mi camino a la persona más especial y maravillosa que he conocido en mi vida. Gracias por compartir mis alegrías, tristezas y preocupaciones. Gracias por tu paciencia, comprensión, apoyo, dedicación, cariño y amor, que me has dado, el más bello y sincero, por cual grande tesoro me siento orgulloso de ti, MARTHA BECERRA, TE AMO.

A MIS HERMANAS.

A Laura y Selene R. por que de alguna manera u otra me motivaron para lograr este objetivo.

A mi hermano Gonzalo R. y mis sobrinos Jose A., L. Natalia, Julio C., y Dalia V. para motivarlos y mostrarles que con esfuerzo y mucho trabajo podemos alcanzar nuestras metas.

A mi abuelita Natalia C. q.e.p.d..

A mi tia Raquel y mis primos Lupita, Salvador, Ricardo, Azucena y Alondra por compartir conmigo los momentos más importantes de mi vida. GRACIAS.

JUNTOS LO LOGRAMOS.

A la maestra.

Q. Celia Elena Valencia Islas por el gran apoyo  
y dedicación para la realización de este proyecto.

A los ejidatarios.

Sra. Cristina Flores.  
Sra. Emeteria Pérez.  
Sr. Sebastian Onofre.  
Sr. Mateo Pérez.

Por apoyar y confiar en la realización de este  
trabajo.

## INDICE

	pag.
1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS PROGRAMA DE SERVICIO SOCIAL MULTIDISCIPLINARIO PROGRAMAS RURALES.....	2
2.1 GENERAL.....	2
2.2 PARTICULAR.....	2
3. OBJETIVOS DE LA BRIGADA "LOMA DEL MANANTIAL", FASE III.....	2
3.1 GENERAL.....	2
3.2 PARTICULAR. (DE INGENIERIA AGRICOLA).....	2
4. METODOLOGIA DEL PROGRAMA DE SERVICIO SOCIAL MULTIDISCIPLINARIO. PROGRAMAS RURALES.....	3
4.1 ACCION CONJUNTA.....	3
4.1.1 NIVEL FORMATIVO DE PRIMERA FASE.....	4
4.1.2 NIVEL DE PROYECTO.....	4
4.1.3 NIVEL ORGANIZATIVO.....	5
5. ESTUDIO DE COMUNIDAD.....	5
5.1. CARACTERISTICAS DEL ESTADO DE VERACRUZ.....	5
5.2. CARACTERISTICAS DEL MUNICIPIO DE TIERRA BLANCA.	7
5.3. CARACTERISTICAS DEL EJIDO LOMA DEL MANANTIAL....	7
5.3.1. LOCALIZACION.....	7
5.3.2. CLIMA.....	8
5.3.3. HIDROLOGIA.....	8
5.3.4. SUELO.....	8
5.3.5. GEOLOGIA.....	10
5.3.6. VEGETACION.....	10
5.3.7. DEMOGRAFIA.....	10
5.3.8. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	10
6. ANTECEDENTES DE TRABAJO EN COMUNIDAD.....	10
6.1 AREAS DE TRABAJO EN EL PROGRAMA LOMA DEL MANANTIAL, FASE III.....	12

6.1.1 AREA DE SALUD.....	12
1. ENFERMERIA.....	12
2. ODONTOLOGIA.....	12
6.1.2 AREA DE SALUD ANIMAL.....	12
6.1.3 AREA DE PRODUCCION.....	12
7. ESTUDIO SOCIOECONOMICO.....	13
8. RELACION COMUNIDAD-INGENIO.....	14
9. METODOLOGIA DEL PROYECTO PARA EL ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE FERTILIDAD.....	16
9.1 TRABAJO PREVIO AL MUESTREO.....	16
9.2 MUESTREO Y TRABAJO DE CAMPO.....	17
9.3 TRABAJO DE LABORATORIO.....	17
10. REVISION DE LITERATURA.....	18
10.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS EN EL TROPICO HUMEDO.....	18
10.1.1 PROPIEDADES DEL SUELO.....	18
10.1.1.1 EL COMPLEJO COLOIDAL DEL SUELO.....	18
10.1.1.2 LA ADSORCION DE CATIONES.....	19
10.1.2 LA MATERIA ORGANICA EN EL SUELO.....	19
10.1.2.1 LA MATERIA ORGANICA Y SUS FUNCIONES EN EL SUELO.....	20
10.2 FACTORES QUE AFECTAN LA DISPOSICION DE NUTRIMENTOS PARA LAS PLANTAS.....	20
10.2.1 HUMEDAD DEL SUELO.....	20
10.2.2 PH DEL SUELO.....	21
10.2.3. LABRANZA DEL SUELO.....	21
10.2.4 COMPACTACION.....	21
10.2.5 HIBRIDOS O VARIEDADES.....	21
10.3 MOVIMIENTOS DE ELEMENTOS EN SOLUCION Y OTROS PRODUCTOS QUIMICOS DEL SUELO.....	21
10.3.1 SUMINISTRO DE NUTRIMENTOS DEL SUELO A LAS RAICES.....	22
10.3.2 ABSORCION DE ELEMENTOS NUTRITIVOS.....	22
10.4 DINAMICA DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS EN EL SUELO Y EN LA PLANTA.....	23

10.4.1	NITROGENO.....	23
10.4.1.1	TRANSFORMACIONES DE NITROGENO EN EL SUELO.....	23
10.4.1.2	EL NITROGENO EN LA PLANTA.....	25
10.4.2	FOSFORO.....	25
10.4.2.1	EL FOSFORO EN EL SUELO.....	25
10.4.2.2	TRANSFORMACIONES DE FOSFORO EN EL SUELO.....	26
10.4.2.3	EL FOSFORO PLANTA.....	28
10.4.3	POTASIO.....	28
10.4.3.1	TRANSFORMACIONES DE POTASIO.....	28
10.4.3.2	CONTENIDO DE POTASIO SUELO.....	28
10.4.3.3	PROCESOS INVOLUCRADOS EN LA DINAMICA DEL POTASIO.....	29
10.4.3.4	EL POTASIO EN LA PLANTA.....	31
10.4.4	CALCIO.....	32
10.4.4.1	EL CALCIO EN EL SUELO.....	32
10.4.4.2	DINAMICA DEL CALCIO EN EL SUELO.....	33
10.4.5	MAGNESIO.....	34
10.4.5.1	MAGNESIO EN EL SUELO.....	34
10.4.5.2	DINAMICA DEL MAGNESIO EN EL SUELO...	35
10.4.5.3	FORMAS DE ASIMILACION.....	35
CUADRO DE RESULTADOS		
11.	ANALISIS DE RESULTADOS.....	37
12.	CONCLUSIONES.....	40
12.1	PROYECTO.....	40
12.2	PROGRAMA.....	40
13.	RECOMENDACIONES.....	41
13.1	PROYECTO.....	41
13.2	PROGRAMA.....	41
14.	BIBLIOGRAFIA.....	42

## 1. INTRODUCCION.

El Programa Loma del Manantial, Fase III, por medio de la integración de grupos de trabajo de estudiantes universitarios de diferentes disciplinas, impulsan actividades de Servicio Social en Comunidades Rurales, en base a una metodología general diseñada bajo el concepto "Acción Conjunta para la Autogestión Rural" (A.C.A.R.), tiene el fin de buscar alternativas a la problemática que enfrentan los productores, impulsando la organización comunitaria y procesos autogestivos, haciendo de la práctica del Servicio Social un compromiso real con la sociedad y una acción académica para el fortalecimiento del perfil profesional.

El programa es relativamente nuevo (1994), en el se trabajó con la metodología de apertura, incluso hasta la tercera fase, mediante la corroboración del Estudio de Comunidad y Diagnostico Socioeconomico de lo cual dependerá la continuidad del programa, así como actividades con mayor definición.

En este tipo de programa, el desarrollo del Servicio Social es de continuidad, ya que los brigadistas retoman el seguimiento o desarrollo de un Proyecto Central y fortalecen o consolidan actividades complementarias que ayuden a la superación comunitaria.

Loma del Manantial, Fase III, se considero inicialmente un programa de transición, en el se empezaron a dar los primeros cambios en sus respectivas actividades, y el compromiso se enfoco a la participación directa del brigadista con su entorno.

Ante esta situación, en el caso del área Agrícola, los productores del Ejido Loma del Manantial dieron los primeros pasos, haciendo sentir en la Asamblea General la necesidad de llevar a cabo un estudio de suelos, encaminado a la búsqueda de una solución inmediata e inteligente al planteamiento de un problema; tratando de resolver entre muchas una necesidad común.

Es por esto, que se puso en marcha el estudio sobre fertilidad de suelos, ya que hasta la fecha el Ingenio el Refugio no ha realizado ningún estudio de las condiciones reales del suelo de esta zona. De ahí la preocupación de los productores por saber el nivel de fertilidad que tienen sus suelos actualmente.

De aquí la importancia de considerar el mayor número posible de elementos o factores que están en juego para encontrar una solución integral, o bien, al menos obtener un mejor aprovechamiento de los recursos, en este caso del suelo.

## **2. OBJETIVOS DEL PROGRAMA SERVICIO SOCIAL MULTIDISCIPLINARIO PROGRAMAS RURALES.**

### **2.1. GENERAL.**

Llevar a cabo el Servicio Social en apoyo al Sector Rural, a través del inicio, continuidad y término de un Proyecto Central en Brigada Multidisciplinaria, en una Comunidad determinada.

### **2.2. PARTICULAR.**

Impulsar la Metodología de "Acción Conjunta para la Autogestión Rural" (A.C.A.R.), implementada por medio de Programas Rurales, con la conformación de un grupo multidisciplinario por periodo de seis meses (duración de la Fase).

## **3. OBJETIVOS DE LA BRIGADA LOMA DEL MANANTIAL FASE III.**

### **3.1. GENERAL.**

Apoyar la Organización Comunitaria, para el establecimiento de una Clínica Rural IMSS.-SOLIDARIDAD, en la Comunidad Loma del Manantial, Municipio Tierra Blanca, Veracruz.

### **3.2. PARTICULAR (INGENIERO AGRICOLA).**

Evaluar el nivel de fertilidad de suelos baja producción de caña de azúcar y generar alternativas de manejo adecuadas a las condiciones actuales.

#### 4. METODOLOGIA DEL PROGRAMA DEL SERVICIO SOCIAL. PROGRAMAS RURALES.

##### 4.1 LA AUTOGESTION RURAL.

La Autogestión se define como: la acción de una Comunidad de crear y construir una estructura económica, política y social bajo la gestión, responsabilidad y organización directa de sus habitantes, teniendo como base la participación colectiva y democrática de éstos.

Es así, como a partir de esta conceptualización, el Departamento de Programas Rurales, diseña la Metodología de la Acción Conjunta para la Autogestión Rural (A.C.A.R.) con la intención de que sean los habitantes de las comunidades los que deban asumir la gestoria directa de los cambios y transformaciones que se den al interior de ellas en aspectos como lo económico, político, social y cultural. Por lo cual es importante construir y consolidar la organización comunitaria como medio para generar procesos autogestivos.

Se tiene claro que el proceso es largo y que no se cubra en seis meses (periodo que dura el Servicio Social), pero si es central impulsar la organización comunitaria donde no exista y fortalecerla donde se genere, ya que esta será una meta importante por cubrir para que las comunidades retomem tales procesos.

La organización comunitaria a la cual nos referimos, es entendida como la participación comprometida de los habitantes en un grupo representativo de su comunidad, eligiendo democráticamente, el impulso de transformaciones en los aspectos posibles que fortalezcan el desarrollo de ésta, a partir de la toma de decisiones discutidas y aplicadas colectivamente.

La metodología de la Acción Conjunta para la Autogestión Rural, por sus características propias, no pretende convertirse en un recetario de trabajo comunitario, sino por el contrario, tiene como objetivo brindar los elementos teóricos necesarios a los universitarios que participan en Programas Rurales como medio para cambiar y encontrar las herramientas básicas para desarrollar el trabajo.

Partiendo de esto, la Acción Conjunta a la que se refiere la metodología, tiene que ver con la relación que se da entre las brigadas multidisciplinarias de Servicio Social y los habitantes de la comunidad. Es una acción que surge del compromiso mutuo en una relación igualitaria donde ninguna de las partes tiene mayor peso, y en la cual se genera un aprendizaje recíproco.

Debido a que los procesos autogestivos implican la

participación directa de los campesinos en la toma de decisiones prioritarias para su comunidad, es necesario remarcar que esta participación requiere de transformaciones que implican una adaptación o aprendizaje de nuevas formas de comportamiento que, a su vez, pueden ser adaptadas a sus necesidades y problemática para elevar su nivel de vida. El Servicio Social Rurale pretenda impulsar tales transformaciones por medio de la Acción Conjunta que exista entre los pobladores del lugar y la Brigada Multidisciplinaria.

Por ello cuando se menciona Acción Conjunta, se refiere básicamente a la participación comunitaria que se da entre los habitantes de la comunidad y las brigadas en cualquier actividad que se requiera impulsar, y presenta diferentes niveles de participación. Cada uno de ellos se encuentra muy relacionado y difícilmente puede encontrarse de forma aislada, por lo que ésta relación no implica un patrón de comportamiento definido, sino que varía en el desarrollo del trabajo para cada comunidad.

Para ésta metodología se han diferenciado tres niveles de intervención social en Comunidad Rural.

#### **4.1.1 NIVEL FORMATIVO DE PRIMERA FASE.**

Cuando la Brigada de Servicio Social Multidisciplinario entra por primera vez en una Comunidad Rural, se trata de conocer y detectar las condiciones reales y la problemática interna y externa mediante la aplicación de Técnicas de Investigación como: Observación (directa e indirecta, guiada y comprometida), entrevistas de tipo formal e informal; tanto a informantes claves (autoridades, líderes, ancianos, sacerdotes, caciques), como a la población en general y a la participación de ésta en reuniones y Asambleas Comunitarias.

En ésta fase no sólo se detectan aspectos de éste tipo, sino también los recursos, las expectativas, los intereses y aportaciones que pueden proporcionar sus miembros para solucionar sus necesidades, por medio de la elaboración de un Diagnóstico Socioeconómico, de Organización y Estudio de Comunidad, buscando las bases de lo que posteriormente dará la pauta a una relación más estrecha con la que se pueden desarrollar actividades más específicas.

#### **4.1.2 NIVEL DE PROYECTO.**

Para programas de continuidad del nivel formativo, implica una relación de mayor comunicación entre la brigada y la comunidad contemplando las bases (detección de necesidades y planteamiento de la problemática), se busca el planteamiento de soluciones conjuntas a través de un

Proyecto, con el objeto de proponer una alternativa a la necesidad o problemática común que enfrenta la comunidad (PROYECTO CENTRAL).

La Brigada Multidisciplinaria a este nivel requiere una participación activa y conjunta al involucrar a la comunidad o a la población en todo el proceso de investigación, desde la formulación hasta la discusión de las soluciones, delimitando en todo momento las características específicas y particulares que permitan su ejecución, tratando de generar un beneficio mutuo.

#### 4.1.3 NIVEL ORGANIZATIVO.

Para los programas de fases avanzadas el Departamento de Programas Rurales a contemplado un nivel organizativo, en el cual se generan los primeros pasos del término del programa, es aquí donde se dan las transformaciones que culminarán en la organización comunitaria, donde la población tiene una participación más activa que la brigada, encargándose de llevar a cabo el PROYECTO CENTRAL y la brigada empieza a tener un papel secundario, casi exclusivamente a nivel de asesoría y orientación, conjuntamente se realiza la sistematización del mismo. Especificando los logros o beneficios obtenidos a lo largo del Programa y por cada uno de sus integrantes.

### 5. ESTUDIO DE COMUNIDAD.

#### 5.1 CARACTERISTICAS GENERALES DEL ESTADO DE VERACRUZ.

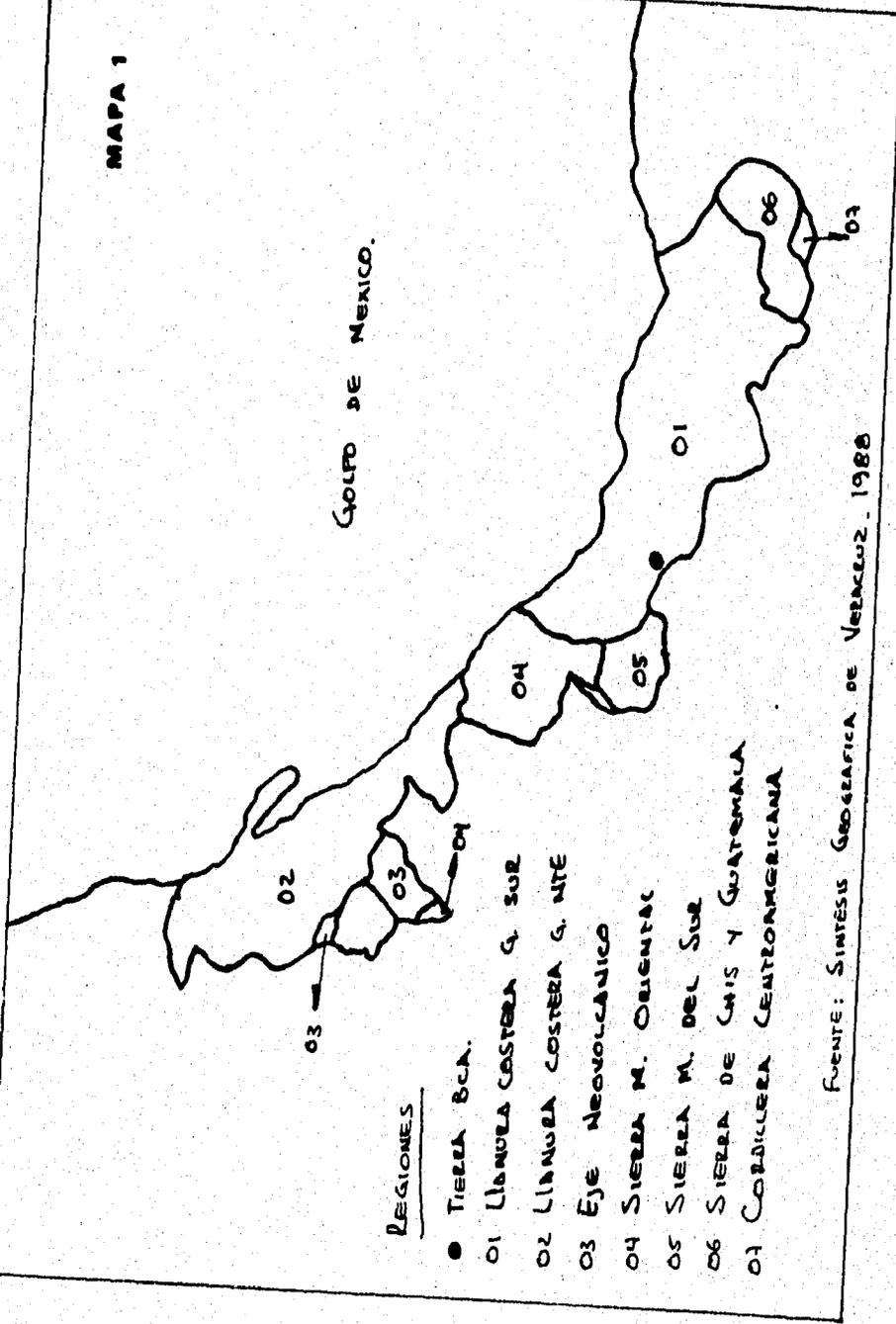
El Estado de Veracruz se localiza en la porción Oriental del país entre los 17° 03' 56" y los 22° 27' 18" de Latitud Norte y los 93° 36' 13" y los 98° 36' 00" de Longitud Oeste. Al Norte limita con Tamaulipas, al Este con el Golfo de México, al Oeste con San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla, al Sur y Sureste con Oaxaca y al Suroeste con Chiapas y Tabasco.

La extensión que comprende es de 72,410.05 Km<sup>2</sup> cuadrados, área que lo sitúa en el décimo lugar con respecto a las demás entidades de la República Mexicana, y representado por 209 Municipios, conformando 7 regiones fisiográficas (ver mapa 1).

Región 01 Llanura Costera del Golfo Sur  
Región 02 Llanura Costera del Golfo Norte.  
Región 03 Sierra Madre Oriental.  
Región 04 Eje Neovolcánico.  
Región 05 Sierra Madre del Sur.  
Región 06 Sierra de Chiapas y Guatemala.  
Región 07 Cordillera Centroamericana.

En particular la región 01 comprende 21 municipios completos, abarcando 26 más, es la región donde se localiza el Municipio de Tierra Blanca, Ver; se caracteriza por ser una Llanura costera de fuerte aluviamiento por parte de los ríos Papaloápan, Coatzacoálcos, Grijalva y el Usumacinta.

MAPA 1



GOLFO DE MEXICO.

REGIONES

- TIERRA BCA.
- 01 Llanura Costera G. SUR
- 02 Llanura Costera G. NTE
- 03 EJE NEOVOLCANICO
- 04 SIERRA M. ORIENTAL
- 05 SIERRA M. DEL SUR
- 06 SIERRA DE CAIS Y GUATEMALA
- 07 CORDILLERA CENTROMERICANA

FUENTE: SINTESIS GEOGRAFICA DE VERACRUZ. 1988

## 5.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL MUNICIPIO DE TIERRA BLANCA.

El lugar en donde ahora se encuentra el Municipio de Tierra Blanca, Ver., a fines del siglo XIX era un rancho que pertenecía al Municipio de Tlaxicoyan. Para el año de 1901, al iniciarse la construcción del ferrocarril Tierra Blanca - Veracruz, el rancho empezó a expandirse, hasta que en 1935 se le dio la categoría de Ciudad.

Los tipos de clima que presenta son cálido húmedo y cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 26.40, y su precipitación media anual es de 1,360.5 mm. Su principal fuente hídrica es el Río Amapa.

El Municipio se localiza en la zona central del Estado, dentro de la región de las llanuras de Sotavento (región 01) entre las coordenadas 18°27'00" de Latitud Norte, y los 02° 46' 05" de Longitud Este de México. Su altitud promedio sobre el nivel del mar es de 61 m.

Actualmente cuenta con una extensión territorial de 1,363.76 Km<sup>2</sup>, que representa el 1.87% del total del Estado y el 0.0697% del país.

Limita con los Municipios de Cuitlahuac, Cotaxtia, Tlaxicoyan e Ignacio de la Llave al Norte; al Sur con el Municipio de Cosamalópan, al Este con Ixmiquilpan y su fracción Occidental con el Estado de Oaxaca

## 5.3. CARACTERISTICAS GENERALES DEL EJIDO LOMA DEL MANANTIAL.

### 5.3.1. LOCALIZACION.

El Ejido Loma del Manantial, se ubica a unos 20 Km. aproximadamente del Centro de Tierra Blanca y a 2 Km. de terracería de la carretera federal Tinajas - Tuxtepec.

El Ejido se localiza (coordenadas Lat. 18° - 27'. Long. 96° - 21') al Sur del Estado de Veracruz, en colindancia con el Estado de Oaxaca, a una altura sobre el nivel del mar de 60m.

Sus límites son:

- Al Norte, con el Ejido de Palenque.
- Al Sur, con el Ejido Porvenir.
- Al Este, con el Ejido de Progreso.
- Al Oeste, con el Ejido Rancho Grande (Oaxaca).

### 5.3.2. CLIMA.

Presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en Verano, la precipitación fluctúa de 1200 a 1600 mm. en los meses de Mayo a Septiembre, la precipitación del mes más húmedo fluctúa alrededor de los 550 mm. anuales y la temperatura media anual oscila alrededor de los 26° C (ver climograma).

### 5.3.3. HIDROLOGIA.

Al Oeste del Ejido, pasa una corriente hidrica, que fluye del Municipio de Cuitlahuac, prácticamente por todo el límite del Municipio de Tierra Blanca y continúa por el Estado de Oaxaca, recibe el nombre de Río Amapa el cual limita con el Ejido de Rancho Grande. No tiene importancia agrícola por la lejanía con respecto a las parcelas.

### 5.3.4. SUELO.

De acuerdo a la clasificación edafológica, en cartas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (1992), indica únicamente suelos de tipo feozem, sin embargo en el Ingenio el Refugio y en base a la clasificación F.A.O. U.N.E.S.C.O. presenta con mayor detalle lo siguiente:

#### FEOZEM.

Hp ..... háplico.  
 Hl ..... lúvico.  
 Hg ..... gléico.

#### FLUVISOL.

Fe ..... eútrico

#### GLEYSOL.

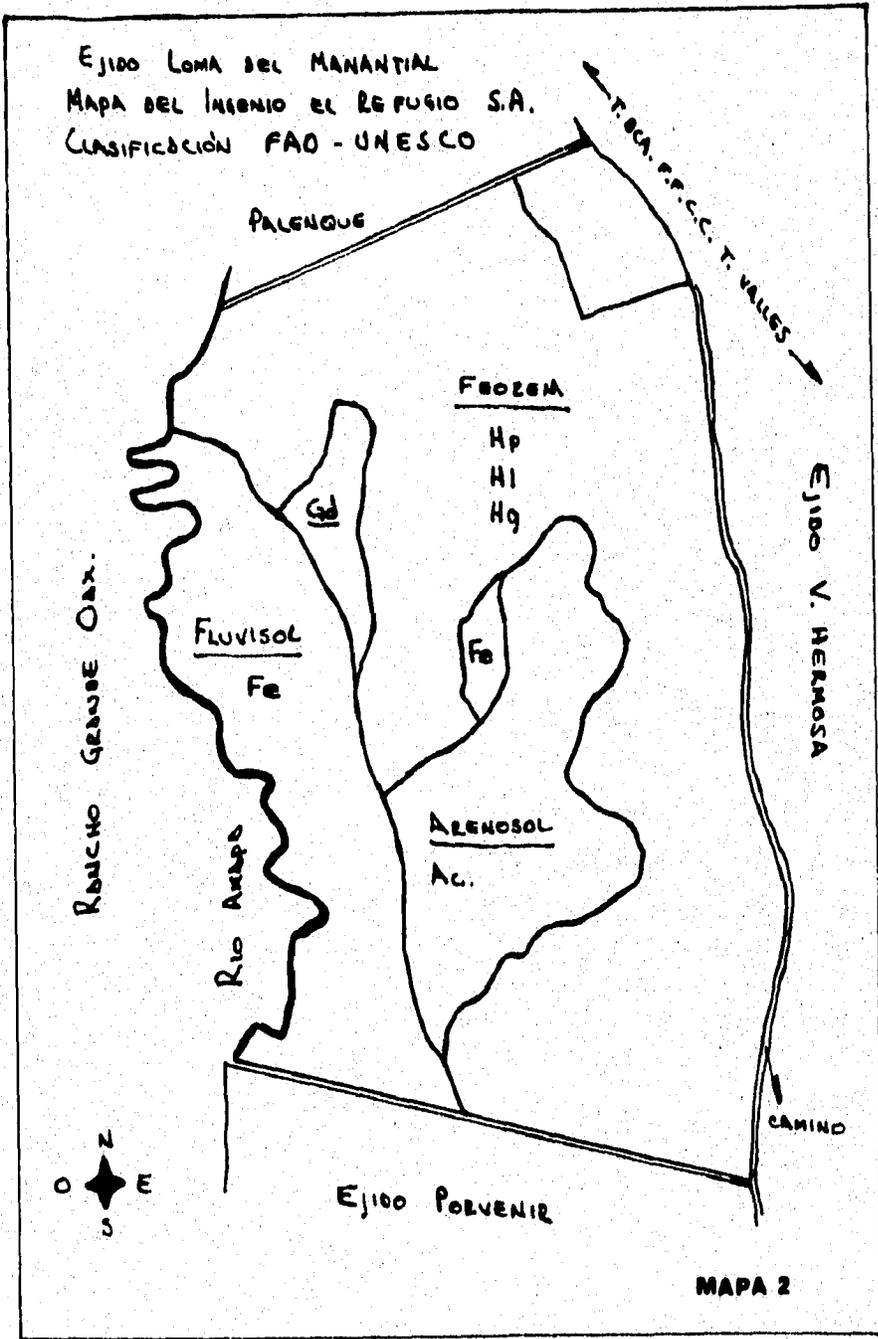
Gd ..... districo.

#### ARENOSOL.

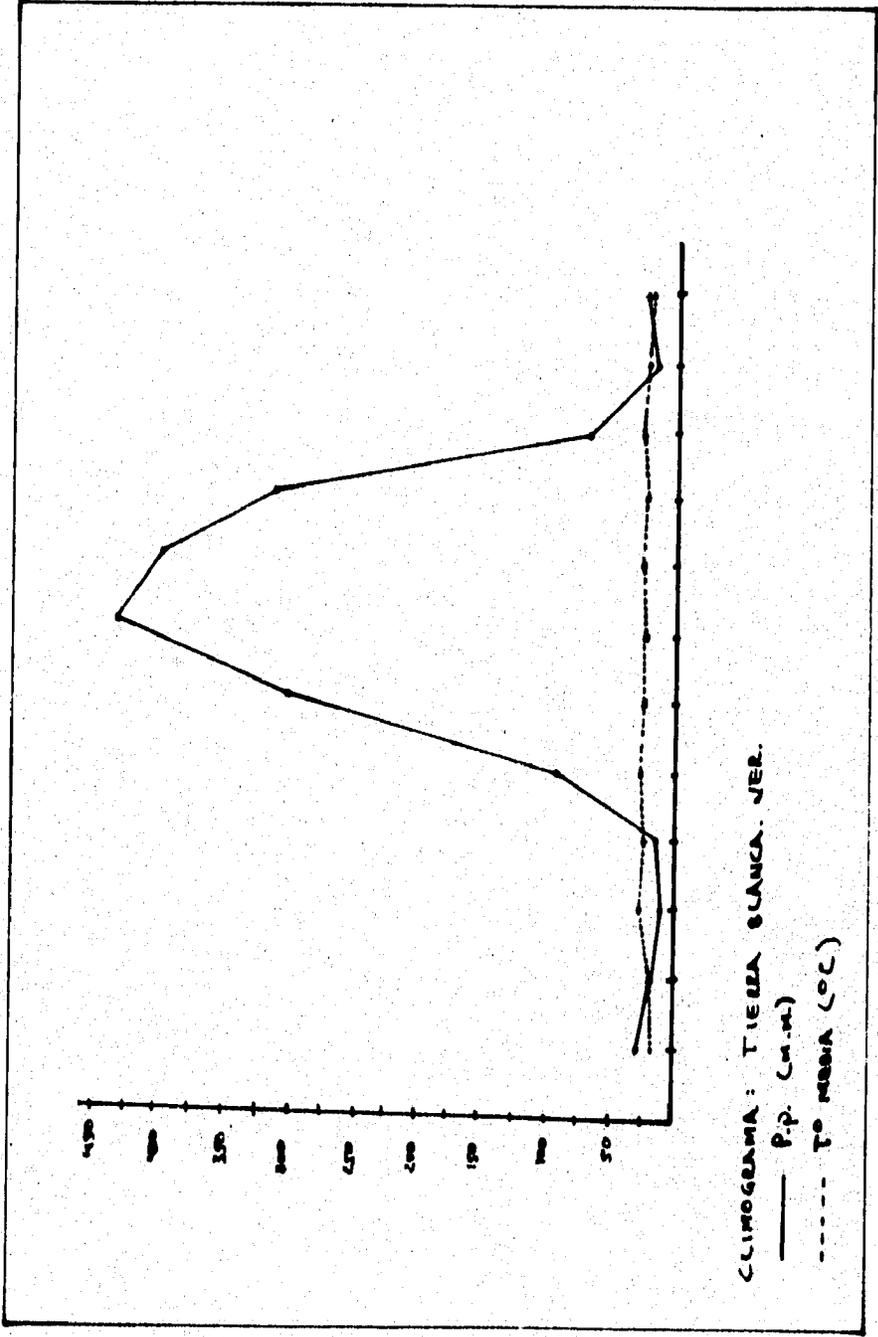
Ac ..... cámbico.

El mapa de clasificación de suelos del Ingenio El Refugio S.A. de C.V. forma parte del estudio de suelos y evaluación de sus factores limitantes para el cultivo de caña de azúcar realizado por especialistas del Instituto Nacional de Investigación de Caña de Azúcar del Ministerio de caña de azúcar de Cuba, contratados por la empresa Suromer S.A de V.C. (1990) (mapa 2).

EJIDO LOMA DEL MANANTIAL  
MAPA DEL INSONIO EL REFUGIO S.A.  
CLASIFICACIÓN FAO - UNESCO



MAPA 2



### 5.3.5 GEOLOGIA.

Los tipos de material que conforman los suelos del área de estudio, en términos generales están compuestos por rocas ígneas intrusivas y depósitos sedimentarios a lo largo de la Planicie Costera del Golfo y Península de Yucatán.

Las rocas y minerales tipo son: basaltos, dolomitas, calizas, apatita, limos, andesitas, magnesita, fosforita y algunas manifestaciones de metales e hidrocarburos.

### 5.3.6 VEGETACION.

Aunque el desplazamiento de la vegetación nativa por la agricultura, ha sido aproximadamente en un 90%, las formas vegetales que aún se diferencian corresponden a Selva Alta Perenifolia; llegan a encontrarse entre uno y dos estratos arbóreos y otros tantos arbustivos.

### 5.3.7. DEMOGRAFIA.

El Ejido Loma del Manantial, cuenta con una población total, hasta Agosto del 95 de 576 habitantes; 227 mujeres equivalente al 39.40% de la población y 349 hombres que represen el 60.59% del total poblacional de la comunidad.

De los 576 habitantes, 455 pobladores son originarios del mismo Ejido y el resto son personas de otras comunidades. El 100% de la población habla castellano.

Censo de Brigada. Fase III. 1995.

### 5.3.8. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.

La organización ejidal y su estructura, es llevada a cabo como máxima autoridad la Asamblea General, en donde se discute la forma de organizarse en trabajos comunitarios (por ejemplo, organizarse en la cosecha de la caña y todo lo que involucra), repartición de tierras y lotes a personas sin posesión, gestiones o tramites de algún beneficio, cuestion de designación de representantes de algún comité, etc.. Mencionaremos que hasta el mes de Septiembre de 1995, estaba constituido por 51 ejidatarios legalmente avalados por Asamblea General, tomando parte de la comunidad.

## 6. ANTECEDENTES DE TRABAJO EN COMUNIDAD.

La U.N.A.M a través del Departamento de Programas Rurales por medio del Programa de Servicio Social Multidisciplinario promueve la formación de brigadas

multidisciplinarias integradas por un grupo de universitarios de distintas disciplinas. En el caso del programa Loma del Manantial Fase I, el grupo estaba integrado por Odontología, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Enfermería y Trabajo Social, a través de un convenio establecido directamente con la comunidad del mismo nombre.

Al inicio del programa son destacadas las necesidades prioritarias en las áreas médico humano y médico animal. La atención se daba directamente en los casos donde la solicitaban. Por otro lado, en el área Social se inicia el trabajo de Diagnóstico de Comunidad así como el conocimiento de la Estructura Organizativa del Ejido (trabajo que se llevó a cabo a lo largo de los seis meses de duración de la fase).

Posteriormente en el siguiente periodo (fase II), se desplaza el Área Social por Asamblea General y en coordinación con Programas Rurales se solicita un pasante del área Agrícola, para formar parte de la nueva brigada y para permanecer en comunidad.

Se retoma el trabajo de Diagnóstico de Comunidad y se continúa con la estructuración del Diagnóstico Socioeconómico y Organizativo, surgen las actividades del Proyecto Central que consistieron en retomar el seguimiento de los trámites para el establecimiento de una Clínica Rural IMSS - SOLIDARIDAD, iniciados en 1988 por la misma comunidad así como el desarrollo de actividades complementarias por cada disciplina como: la atención a las necesidades prioritarias en las áreas de salud médica y animal que básicamente se desarrollaron en tratamiento y prevención de las principales enfermedades.

En el área de producción se enfocó sólo a la recopilación de elementos que forman parte del Estudio Socioeconómico como : que producen, como lo hacen y particularizando una actividad en referencia a un estudio de suelos.

Posteriormente en la tercera fase, aún trabajando bajo un nivel formativo y con los elementos dados de las dos fases anteriores no se encuentra definido ningún programa de continuidad en las diferentes disciplinas, excepto el seguimiento de los trámites del Proyecto Central, los cuales se frenaron por que la comunidad no cubrió los requisitos básicos ante la Secretaría de Salud en Jalapa, Ver.

Ante esta situación se propuso un nuevo planteamiento que cubriera las actividades de este proyecto, el cual consistía en generar un "Programa de Letrinización", donde por acuerdo general no se llevaron a cabo estas actividades, además la poca participación de la comunidad generó que el trabajo se redujera al mínimo.

## **6.1 AREAS DE TRABAJO EN EL PROGRAMA LOMA DEL MANANTIAL FASE III.**

### **6.1.1 AREA DE SALUD HUMANA.**

#### **1. ENFERMERIA. (Actividades).**

- Brindar atención médica directamente con las personas solicitantes en la casa de la brigada o a domicilio.
- Chequeo de signos vitales
- Detección y tratamiento de padecimientos. (Gastrointestinales y Parasitarios).
- Curaciones y suturas.
- Curso de primeros auxilios (asistencia 1 persona).
- Curso de sexualidad en la primaria.
- Levantamiento del censo poblacional.
- Apoyo a la campaña de vacunación.

#### **2. ODONTOLOGIA.**

(Por falta de material sólo se realizó lo siguiente).

- Limpiezas dentales.
- Curaciones.
- Extracciones de molares e incisivos.

### **6.1.2 AREA DE SALUD ANIMAL.**

- Aplicación de vitaminas y desparasitantes a bovinos, equinos, cerdos y perros.
- Castraciones a cerdos.
- Tratamiento de enfermedades infecciosas.

### **6.1.3 AREA DE PRODUCCION.**

Esta área retoma como parte del " proceso de continuidad" y específicamente como trabajo comunitario la elaboración de un proyecto para la evaluación de suelos con fines de fertilidad bajo producción de caña de azúcar, el cual surgió directamente por decisión de la Asamblea General; ya que se contaba con la posibilidad de poder llevar a cabo el análisis de las muestras en el Campo Agrícola Experimental de Cotaxtla, Ver., sin costo alguno, a través de la Procuraduría de la Reforma Agraria del Municipio de Tierra Blanca, Ver. en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de Cd. Alemán, Ver.

Para tal caso se llevó a cabo la elaboración del proyecto, que inicialmente se pidió para realizar los trámites necesarios, al igual que la toma de muestras; actividades que para fines de Julio se habían llevado a

cabo. Durante este lapso de tiempo, a pesar de entrevistas constantes con el representante de la Procuraduría de Reforma Agraria no se generó respuesta alguna, esto trajo como consecuencia que de 40 ejidatarios dedicados a la explotación de caña y de 17 interesados en el proyecto inicialmente (aún considerando la toma de muestras), se redujera el número a 10 ejidatarios.

Por otro lado se tuvieron que descartar algunas parcelas dado que en la primera semana de Mayo (momento en que da inicio la temporada de lluvias) ya habían sido fertilizadas (en suelo seco) entre ellas las del comisariado ejidal, por tal razón otras personas tampoco participo. Un aspecto importante que cabe remarcar es que esta persona es considerada líder (incluso en otros Ejidos) por participar en cuestiones políticas y por representar al Ejido por un lapso aproximadamente de 18 años, y como él no participo tampoco otros lo hicieron.

Como consecuencia, de las 140 Has. se trabajó finalmente con 4 ejidatarios y 16.5 Has. las que representan el 11.7% del área cañera del Ejido.

En resumen, el hecho de no generarse actividades bien definidas para cada área que conformo la brigada a lo largo del programa y la poca participación de la comunidad para la búsqueda de otras actividades, así como el problema que surgió a raíz del proyecto central trajo como consecuencia el cierre del programa.

## 7. ESTUDIO SOCIOECONOMICO.

El nivel socioeconómico de la comunidad es el siguiente:

Entre las instituciones médicas que otorgan servicios de salud pública en el Municipio, se encuentra el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) Y Servicios Coordinados de Salud Pública (SCSP). Dirección General de Asistencia Pública del Estado (DGAPE) y el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Se presentan problemas sanitarios, dado que el 70% de las viviendas no cuentan con letrinas, lo que ocasiona problemas gastrointestinales y parasitarios.

El 100% de las familias utilizan leña como material de cocción.

Dentro de la infraestructura, la Comunidad tiene una carretera de terracería de 2 Km. que la comunica con la Carretera Federal Tinajas - Tuxtepec, también cuenta con tren cañero, alzadora y báscula.

Cuenta con servicios de agua potable almacenada en un depósito dentro de la comunidad; así mismo posee luz eléctrica (no alumbrado público), teléfono y transporte comunidad - municipio (uno por día).

En el aspecto educativo se cuenta con primaria y telesecundaria. El 10% de los habitantes de la comunidad no sabe leer ni escribir.

Las casas de la zona están hechas con material de construcción, el techo es de carrizo y palma los cuales se obtienen dentro del mismo Ejido.

Básicamente, 40 de los habitantes se dedican a la explotación cañera, principal actividad económica que representa el 78.4%, el resto se dedica a la producción de mango (segunda actividad de importancia), así como la siembra de maíz y frijol todo bajo la producción de temporal, siendo un cultivo de auto consumo debido a los bajos rendimientos.

La migración de los habitantes de la comunidad se cuantificó entre el 20 y 25% aproximadamente de la población total, principalmente al Estado de Querétaro, el cual, está muy relacionado con la comunidad dado que absorbe toda la producción de mango del Ejido en los meses de Mayo y Junio, ya que esto genera fuentes de ingresos para los habitantes de la misma comunidad, en actividades como cosecha, empaque y carga del producto al camión que lo transportará.

Posteriormente cuando finaliza esta actividad en los meses de Julio y Agosto se retoman actividades como aplicación de herbicidas, fertilizantes, e insecticidas en menor o mayor cantidad, percibiendo un salario promedio de 20 pesos por jornal o según el número de tanques que apliquen. En Noviembre, Diciembre y parte de Enero resurgen nuevamente actividades que generan otra fuente de ingresos, en la cosecha de la caña pagando 8 pesos por Ton. El resto del año por lo general no hay trabajo, manteniéndose con la liquidación de la producción de caña.

Informe Fase III, 1995.

### **8. RELACION COMUNIDAD - INGENIO.**

El Ingenio el Refugio, con zona de abastecimiento Tierra Blanca Ver., trabaja un 80% con ejidatarios y 20% con pequeña propiedad; tiene una capacidad de 350,000 Ton./año, los estimados para Loma del Manantial son de 13,135 Ton./ año, con aproximadamente con 60 a 62 Ton. por Ha. en términos generales para el ciclo 95 - 96.

La relación directa con la comunidad es por medio del Departamento de Campo, regido un 80% operativamente y

constituido por:

- Area de supervisión.
- Depto. técnico de campo.
- Superintendencia general de campo.

Su función es enfrentar los problemas reales y solucionarlos directamente en el campo, por ejemplo suelos mal drenados, plagas, enfermedades, programaciones de zafra, contrataciones, entre otros.

Se trabaja a través de un comité de producción cañera por parte del Ejido y una sociedad de crédito que en este caso se trata de Financiera Nacional Azucarera S.A. (FINASA), que mediante la firma de un contrato con sus respectivas normas y sanciones estipulan derechos y obligaciones para el productor para incorporarse a lo que se puede llamar subarrendamiento o programa de zafra.

El Ingenio aporta un total del 70% para llevar a cabo el ciclo de producción en actividades como: chapeo, 2 barbechos, rastra, surcado, corte y acarreo de material vegetal, siembra, primer cultivo, segundo cultivo, 1, 2, y 3ra limpia, limpia de despacho o desorille, control de plagas, enfermedades, importe de insumos, báscula, ferrocarril, alzadora y el 30 % restante lo porta el productor, todo en función de las labores de campo que se requieran para plantilla, soca o resoca según sea el caso, de acuerdo a las diferentes tarifas crediticias que estipula FINASA, según el reporte del inspector de campo a través de la supervisión.

Por otro lado, el Ingenio por medio de sus asesores determinan los insumos aplicables al campo desde la selección de terrenos, de variedades, de labores culturales, insecticidas, herbicidas, número de camiones por ejido, número de semanas y fechas para el programa de zafra, estimados; así como también de fertilizantes y en los últimos 5 años se está trabajando con las variedades 290 y San Pablo, ha manejado para cubrir las necesidades nutricionales de este cultivo, a base de lo que se conoce como " fórmula compuesta " 20 - 10 - 10 constituida por los siguientes fertilizantes:

a) Superfosfato de Calcio triple.

42 A 50% de fósforo aprovechable  
13.6% de calcio.  
1.4% de azufre  
85% de fósforo hidrosoluble.  
pH para mayor asimilación de 6 a 7.  
Reacción ácida.

b) Urea

Contiene 46% de N. (Únicamente).  
PH para mayor asimilación de 6 a 8.

c) Cloruro de Potasio.

Contiene de 60 a 62% de K.  
47% Cl.  
PH de mayor asimilación de 6 a 8.

Insueto que ha sido utilizado por lo menos en los 5 años anteriores, fertilizan una vez al año aplicando alrededor de un bulto por tarea (1000 m<sup>2</sup>), entre 400 y 500 Kg. por Ha., el resto de 600 Kg. recomendados por el Ingenio lo aplican a maíz, frijol y mango.

En términos generales, las aportaciones del Ingenio son de 70% de todo lo que involucra el sistema de producción, aparentemente es para evitar problemas con carteras vencidas. La realidad, es que, la dependencia de los ejidatarios hacia el Ingenio es del 100%.

## 9. METODOLOGIA DEL PROYECTO PARA EL ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE FERTILIDAD.

### 9.1. TRABAJO PREVIO AL MUESTREO.

- 1.- Obtención de la distribución parcelaria por medio del plano del Ejido, para determinar la ubicación de los puntos de trabajo.
- 2.- Recorrido de campo, para identificar aspectos relacionados con la toma de muestras:
  - a) El patrón y desarrollo relativo del cultivo en las distintas parcelas.
  - b) El color de la parte superior del suelo.
  - c) Las áreas de vegetación raquítica.
  - d) Las áreas no aptas para muestreo.
- 3.- Selección del plan de muestreo.
  - a) Probabilístico.

Uno de los planes de muestreo seleccionado fue el sistemático en dos dimensiones y alineado ya que con este plan se logra cubrir toda la superficie de la población sin que quede parte del área sin considerar.

Este método consta en trazar una cuadrícula imaginaria sobre la superficie a muestrear y el punto de recolección de la muestra se toma de la parte central de cada cuadro de la rejilla.

b) No probabilístico.

Resulta adecuado con esta metodología el seleccionar los sitios más característicos, para obtener las muestras de acuerdo a la distribución del cultivo sobre la parcela.

4.- Reunión extraordinaria para tratar aspectos del proyecto como:

- a) Planteamiento del plan de trabajo.
- b) Determinar el número de ejidatarios interesados.
- c) Recopilación del material correspondiente.
- d) Calendarización para la toma de muestras por productor.

## 9.2. MUESTREO Y TRABAJO DE CAMPO.

- 1.- Capacitación técnica a nivel de campo, sobre como llevar a cabo la toma de muestras.
- 2.- Preparación de muestras compuestas.
- 3.- Etiquetado.
- 4.- Transporte.
- 5.- Secado.
- 6.- Almacenamiento.

## 9.3. TRABAJO DE LABORATORIO. DETERMINACIONES ANALITICAS BAJO LOS SIGUIENTES METODOS.

- 1.- Manejo y preparación de muestras.
- 2.- Preparación de reactivos.
- 3.- Selección y equipo de diversos materiales.
- 4.- Textura ..... Boyoucouc.
- 5.- Color ..... Tablas Munsell.
- 6.- Densidad Aparente, Técnica probata.
- 7.- pH ..... Técnica potenciométrica.
- 8.- Mat. Orgánica..... Walkley y Black.
- 9.- Fósforo ..... Método. Bray I.
- 10.- Potasio ..... Flamometría con extracción con acetato de amonio..
- 11.- Sodio ..... Flamometría con extracción con acetato de amonio.

- 12.- Ca y Mg ..... Determinación complejométrica con EDTA.  
 13.- C.I.C.T. .... Lixiviación con  $\text{CaCl}_2$ .  
 14.- % S.B. .... Cálculo.  
 15.- N. total ..... Kjeldhal.  
 16.- Interpretación de los resultados analíticos por medio de las tablas Moreno Damha (CONAFRUT).

## 10. REVISION DE LITERATURA.

### 10.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS EN EL TROPICO HUMEDO.

Los suelos de las regiones tropicales, en general, pueden presentar un esquema de fertilidad muy similar dado que están altamente intemperizados, de baja fertilidad y con poca capacidad de nutrir a la planta, poseen un pH que puede variar desde los más ácidos 4.5 a 6.5

En el aspecto climático, las altas temperaturas así como la intensidad y frecuencia de las precipitaciones provocan que las reacciones químicas y la actividad biológica en el suelo se acelere, propiciando los efectos de la intemperización lixiviación y desarrollo del suelo.

En su mayoría presentan deficiencia de nutrimentos como N, P, Ca, S, Mg, , y Zn. Algunos suelos presentan un cierto grado de fijación de elementos por Al y Fe produciendo un desbalance en la nutrición de la planta.

Los suelos tropicales también presentan una baja capacidad de intercambio catiónico en comparación con otros suelos de otras regiones esto se debe en parte a la falta de material orgánico y en parte a la naturaleza de sus componentes coloidales (sesquióxidos de Hierro y Aluminio), son deficientes en bases intercambiables y en nutrimentos asimilables. (Ruiz 1993).

#### 10.1.1.1 EL COMPLEJO COLOIDAL DEL SUELO.

Esta formado por partículas minerales y orgánicas cuyo tamaño es inferior a dos micras, responsable de la mayor parte de la actividad físico-química que se desarrolla en el suelo. Este compuesto esta constituido sobre todo por la arcilla y el humus, por tanto también se le conoce como complejo arcilla-húmico.

El humus es M.O. muy estable formada por moléculas orgánicas complejas de tamaño coloidal, cuyos componentes más característicos son los ácidos húmico y fúlvico. El humus se comporta como ácido débil por lo que sus partículas

tienen carga negativa, de aquí su gran actividad física y química en el suelo.

En los climas cálidos y húmedos con una meteorización relativamente rápida y un lavado intenso, desaparecen de las arcillas una buena parte del Silice y del Aluminio, quedando unos materiales muy ricos en diversos óxidos e hidróxidos dotados de una cierta actividad físico-química.

Las arcillas minerales tienen una composición química, entre otros compuestos podemos encontrar  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y agua en diversas cantidades. El silicio y Aluminio por ejemplo pueden ser sustituidos por otros cationes de menos valencia como Fe, Mg, Potasio lo que origina que la partícula de arcilla adquiera carga negativa. (Cazares, 1993).

#### 10.1.1.2 LA ADSORCIÓN DE CATIONES.

Un ión es un átomo o grupo de ellos que ha perdido o ganado electrones con lo cual el ion adquiere carga eléctrica, ya sea anión o catión.

Algunos compuestos químicos cuando están disueltos en agua se disocian en iones; por ejemplo el nitrato sódico ( $\text{NO}_3\text{Na}$ ) se disocia en aniones nitrato ( $\text{NO}_3$ ) y cationes Sodio, como consecuencia de ello, los elementos nutritivos se disuelven en el agua del suelo, disociándose en iones, en cuya forma son absorbidos por la planta, es entonces cuando decimos que los nutrimentos se encuentran en la solución del suelo.

#### 10.1.2 LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO .

La materia orgánica incluye la fracción orgánica del suelo como vegetales y animales en diferentes estados de descomposición tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por ellos.

La descomposición de la M.O. se lleva a cabo mediante dos procesos:

- a) Mineralización. En donde los residuos orgánicos se descomponen completamente y se transforman con rapidez en sustancias minerales: agua,  $\text{CO}_2$ , nitratos, fosfatos, etc.
- b) Humificación. Donde los residuos orgánicos se transforman en primer lugar en otra M.O. muy descompuesta y de naturaleza coloidal (humus); posteriormente el humus se transforma lentamente en sustancias minerales.

La M.O. se descompone con mayor o menor rapidez según la composición del material original. El almidón, la celulosa y las proteínas se descomponen rápidamente, mientras que las ligninas, ceras, taninos, resinas y grasas son más resistentes al ataque microbiano y se descomponen con lentitud, conformando la base del humus.

Es importante reconocer que la mayoría de los nutrimentos de las plantas no existen en cantidades suficientes en la materia orgánica, como para poder sostener un cultivo con altos rendimientos. (Guerrero, 1990)

#### **10.1.2.1 LA MATERIA ORGANICA Y SUS FUNCIONES EN EL SUELO.**

Algunos autores piensan que la materia orgánica es la base de la productividad del suelo. Esto se muestra si se recuerdan las funciones que desempeñan este componente en el suelo.

- a) Estabiliza la agregación del suelo.
- b) Mejora la permeabilidad del suelo, ayudando a la penetración del aire y agua.
- c) Mejora la capacidad de retención.
- d) Promueve de partículas coloidales (humus) con una capacidad de retención e intercambio de cationes.
- a) Actúa como agente buffer, reduciendo la tendencia a cambios bruscos de pH en los suelos, cuando agregamos sustancias alcalinas o ácidas.
- d) Contribuye a la formación de complejos orgánicos, de esta manera se estabilizan en el suelo los nutrimentos, que de otro modo no serían disponibles

(J. DELORIT, 1987)

#### **10.2 FACTORES QUE AFECTAN LA CONCENTRACION DE NUTRIMENTOS EN LAS PLANTAS.**

El nivel de fertilidad del suelo y la cantidad de nutrimentos añadidos como fertilizante mineral u orgánico, residuos de cosecha y las enmiendas son factores claves en la disponibilidad de nutrimentos, sin embargo, la concentración de un nutrimento en la planta es el valor integrado de todos los factores que han interactuado, influenciando el crecimiento.

##### **10.2.1 HUMEDAD DEL SUELO.**

En condiciones de baja y excesos de humedad en el suelo, la absorción de nutrimentos como N, K, Ca, Mg, S y B es más difícil. En consecuencia la concentración foliar de

elementos disminuye. De aquí la importancia de distribuir la cantidad suficiente de fertilizante, de acuerdo, a las condiciones de humedad presentes a lo largo del ciclo.

#### 10.2.2 pH DEL SUELO.

La acidez o la alcalinidad influye en la disponibilidad de cualquier nutriente. Por ejemplo, un pH alto tiende a disminuir la disponibilidad de Fe, Zn, Mn y B, pero incrementa la disponibilidad de Mo en las plantas. Un pH bajo, hace más difícil la absorción de Ca, Mg y P, pero aumenta la absorción de Fe, Al, y Mn.

#### 10.2.3 LABRANZA DEL SUELO

Las practicas de labranza minima o de conservación pueden disminuir la absorción de nutrimentos como el P y K. Esto se debe en parte a que quedan fijados en el complejo de intercambio o entre las placas de las arcillas.

#### 10.2.4 COMPACTACION.

La compactación del suelo superficial o subsuperficial, natural o provocada afecta la habilidad de la planta para absorber nutrimentos por las raices. La compactación reduce la cantidad de oxígeno en el suelo, ya que disminuye la porosidad. El oxígeno del aire es esencial en los procesos de absorción que depende de la energía obtenida en la respiración. A bajas concentraciones de oxígeno, los procesos de producción de energía son lentos y consecuentemente la absorción de nutrimentos es lenta. Por otro lado la compactación puede aumentar la concentración de elementos como el Mn, que puede llegar a niveles tóxicos en el suelo y en la planta. Por ejemplo en caña de azúcar se ha observado una relación inversa entre el rendimiento y el contenido de Mn en suelos compactados, aunque, la fertilización puede compensar en parte los daños cuasados por la compactación (Narro, 1994).

#### 10.2.5 HIBRIDOS O VARIEDADES.

El rendimiento de un cultivo es el resultado de su capacidad genética, así como, la influencia del ambiente (clima y suelo). Considerando que los híbridos o variedades varían apreciablemente en su capacidad de producción, y al estado de crecimiento.

#### 10.3 MOVIMIENTO DE ELEMENTOS EN SOLUCION Y OTROS PRODUCTOS QUIMICOS DEL SUELO.

El flujo de masa y la difusión contribuyen a la

transferencia de nutrimentos hacia la raíz. La difusión puede ocurrir en cualquier dirección dependiendo del gradiente de concentración; el flujo de masa generalmente ocurre en una dirección, por ejemplo, vertical descendiente durante la infiltración de agua pluvial en el suelo.

### **10.3.1 SUMINISTRO DE NUTRIMENTOS DEL SUELO A LAS RAICES.**

Las raíces de las plantas entran en contacto con los nutrimentos del suelo por difusión de estos en la solución del suelo hasta alcanzar la superficie de absorción de las raíces, pero también los nutrimentos pueden moverse por flujo de masa también en la solución del suelo o ser alcanzados debido al crecimiento radical.

Debido a la continua absorción de nutrimentos por parte de las células activas de la epidermis, y endodermis de las raíces, la concentración de estos nutrimentos en la solución del suelo, tiene que estar continuamente alimentándose, por lo general de partículas sólidas que actúan como almacén de tales nutrimentos.

En general se cree que la difusión de elementos en solución es el proceso dominante en el suministro de varios elementos nutritivos hacia la raíz; pero el flujo de masa también desempeña un papel muy importante esencialmente en Ca, Mg, SO<sub>4</sub>, Cu, Zn, Fe y NO<sub>3</sub>, (Cazares, 1993).

### **10.3.2 ABSORCIÓN DE ELEMENTOS NUTRITIVOS.**

Los iones adsorbidos por las partículas coloidales pueden ser absorbidos directamente por las raíces o más frecuentemente pasan primero a la solución del suelo, donde igualmente son absorbidos por las membranas celulares de las raíces. Cuando un ion de la solución a la planta, otro ion pasa del complejo a la disolución, a condición de que haya una concentración adecuada de iones.

En la absorción de nutrimentos a través de la raíz juega un papel muy importante la membrana celular, capaz de llevar a cabo un proceso de selectividad impidiendo el paso de ciertos elementos químicos.

La absorción de nutrimentos se verifica aún cuando la concentración interna de la planta es mayor que la del medio externo, lo que necesariamente exige un consumo de energía para superar estas barreras físicas, (Fuentes, 1989).

## 10.4 DINAMICA DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS EN EL SUELO Y EN LA PLANTA.

### 10.4.1 NITROGENO.

#### 10.4.1.1 TRANSFORMACIONES DE NITROGENO EN EL SUELO.

El Nitrógeno se encuentra en el suelo bajo las formas orgánicas (aminas, aminoácidos, ureasa y otras.) y mineral ( $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ ) la mayor parte esta contenido en la M.O. del suelo, bajo esta forma no puede ser asimilado por las plantas, si no que deben transformarse previamente en Nitrógeno mineral mediante la acción de diversos microorganismos.

Los iones  $\text{NH}_4^+$  se adhieren por carga negativa a la superficie o borde de las arcillas y permanecen inmóviles hasta que son intercambiados por iones  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{H}^+$ .

Algunos iones  $\text{NH}_4^+$  se encuentran atrapados entre las láminas de arcilla y por tanto no se puede ser aprovechados fácilmente o bien, puede haber pequeñas cantidades en la solución del suelo.

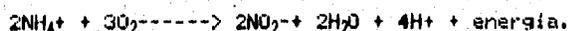
Los iones nitrato  $\text{NO}_3^-$  no son atraídos por las partículas de arcilla cargadas negativamente. Se mueven en todas direcciones (por difusión), hacia la superficie del suelo a manera que se evapora el agua; hacia las raíces después de la lluvia.

Los nitratos se pueden lixiviar bajo la zona de raíces o escurrirse con el agua en relación al volumen de la precipitación y la capacidad del suelo para retener agua.

Las transformaciones de Nitrógeno orgánico en mineral recibe el nombre de mineralización y abarca los siguientes procesos:

- 1.- Aminificación. Diversos organismos heterótrofos (bacterias y hongos) en ambiente aerobio, transforman las proteínas y otros compuestos nitrogenados en aminas y aminoácidos.
- 2.- Amonificación. Microorganismo heterótrofos transforman las aminas y aminoácidos en compuestos amoniacales.
- 3.- Nitrificación. Los compuestos amoniacales son oxidados a nitrato por organismos autótrofos aerobios fundamentalmente, este a su vez se lleva a cabo en dos fases:

a) Nitratación. Algunas bacterias representadas por el género Nitroso más oxidan el ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) a ion nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). En la reacción se libera Hidrógeno por lo que explica una cierta acidificación temporal del suelo en la capa superficial cuando se utilizan reiteradamente abonos amoniacales.



b) Nitritación. Otro grupo de bacterias aerobias entre las que se encuentran el género Nitrobacter, oxidan el ion nitrato a ion nitrito ( $\text{NO}_2^-$ )

Las formas amoniacales y nítricas pueden ser utilizadas por los microorganismos para sintetizar sus propias proteínas, cuando estos mueren, el nitrógeno se incorpora al suelo como M.O.

4.-Desnitrificación (bajo ciertas condiciones de anaerobiosis, las bacterias usan el  $\text{O}_2$  de los nitratos para sus oxidaciones) es un proceso opuesto a la nitrificación, mediante el cual los organismos anaerobios reducen el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) a Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) y este a productos gaseosos ( $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ) que se pierden en la atmósfera.

La humedad y temperatura contenida en el suelo influyen más que cualquier otro factor en el proceso de desnitrificación; no tanto por el nivel de agua presente si no por el grado en que limita la aireación en el suelo. (Tamhane, 1978).

La desnitrificación, es la principal vía por la que el suelo pierde Nitrógeno. Cuando el agua se mantiene en un campo después de la lluvia (y más aun en suelos tropicales) el suelo puede presentar un déficit temporal de Nitrógeno, no solo por que los organismos nitrificantes detienen su actividad, si no también a causa de la pérdida por desnitrificación, todo esto esta ligado a una serie de condiciones como: exposición prolongada a exceso de humedad, velocidad de infiltración del suelo (mayor a 30 micras del espacio poroso para darse el escurrimiento por gravedad) textura entre otros.

En este proceso en lugar de ganarse oxígeno se pierde al igual que se pierde Nitrógeno. Los organismos nitrificantes atacan a los nitratos provenientes de los fertilizantes o de la descomposición de residuos orgánicos que han sido previamente nitrificados, adquiriendo la forma de nitratos. Brevemente podemos decir que un suelo en un clima cálido húmedo los nitratos de todas las fuentes constituyen un medio adecuado para los organismos desnitrificantes. (GUERRERO, 1990)

### 10.4.1.2 EL NITROGENO EN LA PLANTA.

La importancia del Nitrógeno en la planta es que participa en la composición de las más importantes sustancias orgánicas como clorofila, aminoácidos, proteínas, ac. nucleicos. Sustancias que sirven de base para la mayoría de los procesos que rigen el crecimiento, desarrollo y multiplicación de la planta.

El Nitrógeno actúa más directamente sobre la masa vegetal, constituyendo la base del abonado de la caña de azúcar, la asimilación de este elemento es muy importante durante los primeros cinco meses, época en la cual la planta acumula las reservas que ha de utilizar durante el periodo de gran crecimiento. Por lo tanto las reservas demasiado elevadas de Nitrógeno orgánico en el suelo pueden ser perjudiciales y más aun si seguimos alimentando a la planta con Nitrógeno en la época de maduración. Además el abono nitrogenado debe ser administrado al comienzo del ciclo vegetativo, ya que una administración tardía puede transmitirse en una disminución de la calidad. Esto es altamente dependiendo del tipo de variedad, pero el efecto es el mismo.

De manera contraria, la falta de Nitrógeno se manifiesta en la amarillez de las hojas, ya que no existe suficiente nitrógeno en la solución del suelo para la elaboración de clorofila, así mismo por ahijamiento y crecimiento reducido y escaso, como el quemado de hojas de la base hacia arriba y en la hoja y en la hoja iniciado por la punta continuando a lo largo de la vena central.

Por otra parte, un exceso de Nitrógeno y agua muy cercano a la madurez producen un efecto depresivo sobre la calidad del jugo y lo contrario es que se obtiene una buena madurez mediante una alimentación decreciente de este elemento.

La caña absorbe el Nitrógeno perfectamente en forma amoniacal; y en términos promedio el coeficiente de utilización del "N" es del orden del 50 al 65%, (Torres 1992 y Humbert 1978)

### 10.4.2 FUNCIONES DEL FOSFORO.

#### 10.4.2.1 EL FOSFORO EN EL SUELO.

El Fósforo se encuentra en el suelo bajo las formas orgánico y mineral como ortofosfatos de los cuales se derivan todos los compuestos fosfatados, bajo las siguientes categorías:

- 1.- Fósforo orgánico (compuestos principales)
  - a) Fosfolípidos.

- b) Ac. nucleicos (fácilmente mineralizables).
- c) Fosfatos metabólicos.
- d) Fosfoproteínas.
- e) Inositolfosfatos (aportan el 50% del fósforo orgánico).

2.- Fósforo inorgánico. (compuestos que se encuentran disponibles)

a) Fosfatos de calcio. Muy importantes en la nutrición vegetal.

- Fosfato monocálcico Ca ( $H_2PO_4$ )
- Fosfato dicálcico  $Ca_2$  ( $HPO_4$ )
- Fosfato tricálcico  $Ca_3$  ( $HPO_4$ )

Todo el Fósforo existente en la naturaleza procede de la descomposición de la roca madre y en sus dos formas representa del 20 al 60% del Fósforo del suelo, (Yagüe, 1994).

#### 10.4.2.2 TRANSFORMACIONES DEL FOSFORO EN EL SUELO.

La descomposición del Fósforo orgánico y su transformación es inorgánico lo llevan a cabo ciertas especies de bacterias, hongos y actomicetos.

El Fósforo inorgánico comprende numerosos compuestos que pueden clasificarse en dos grupos:

a) Fosfatos de Ca. Son los predominantes y los que tienen mayor efecto agrícola. El fosfato tricálcico es insoluble y, por tanto, no asimilable para las plantas.

b) Los fosfatos monocálcicos y bicálcicos (35 - 45%  $P_2O_5$ ) son solubles y asimilables pero están en pequeñas cantidades debido a que se transforman con facilidad en compuestos insolubles.

c) Fosfatos de Fe y Al. Son muy insolubles y estables en suelos ácidos.

Si toda esta reserva estuviese a disposición de los vegetales habría cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de los cultivos durante muchos años, pero la mayor parte del Fósforo contenido en el suelo no es asimilado por las plantas debido a su insolubilidad. Únicamente puede ser asimilado bajo las formas de iones ortofosfatos  $HPO_4^-$  secundario bivalente y  $H_2PO_4^-$  monovalente, simple o primario cuya capacidad de absorción es de 5 a 7 veces más que el secundario presentes en la disolución del suelo. es decir, la solubilidad de estos dos iones depende directamente del pH y de la presencia de otros iones

especialmente de Ca, Mg, Fe y Al según sea el caso. Por lo general, la cantidad de Fósforo soluble es muy pequeña y, sin embargo es la más importante, ya que es la forma asimilable por las raíces. Un aspecto muy importante, es que esta fracción soluble depende de la modificación del equilibrio dinámico existente entre las formas insolubles.

El pH del medio es el principal factor que condiciona esa modificación del equilibrio y, en consecuencia el que regula el aprovechamiento del Fósforo en el suelo por el cultivo.

Los microorganismos actúan sobre ambas formas de la siguiente manera:

- a) Los compuestos minerales insolubles, que no pueden ser absorbidos por las plantas, son transformados en compuestos solubles que pueden ser absorbidos.
- b) Transformar el Fósforo mineral en orgánico no asimilable en Fósforo mineral asimilable (Mineralización).
- c) Transforman el Fósforo mineral en orgánico (inmovilización) esto se realiza cuando los microorganismos toman el Fósforo del suelo para formar sus propios cuerpos.

Algunas especies de bacterias y hongos (*Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Penicillium*, *Aspergillus*), que viven en medios con materiales insolubles de Fósforo, como única fuente de este elemento, producen ácidos que transforman el Fósforo tricálcico en fosfatos monovalente y bivalente poniendo estos a disposición de las raíces de las plantas.

La mineralización del Fósforo orgánico se efectúa por bacterias, hongos y actomicetos.

La inmovilización y mineralización de este elemento son procesos análogos a la mineralización y inmovilización del Nitrógeno y en cierto modo están relacionados, puesto que las condiciones que favorecen la mineralización del Nitrógeno favorecen la del Fósforo. Por cada 100 partes de celulosa oxidada los microorganismos asimilan 0.2 partes de P. Cuando la proporción de Fósforo es menor que la indicada se produce inmovilización de dicho elemento, en caso contrario se produce mineralización.

Como ocurre con el Nitrógeno, el Fósforo inmovilizado no se pierde, pues, cuando mueren los organismos, el Fósforo de sus cuerpos entra en proceso de mineralización.

Con pH ligero o moderadamente ácido aumenta la solubilidad de  $H_2PO_4^-$  y por tanto su concentración en la solución del suelo. (TORRES, 1992)

### 10.4.2.3 FOSFORO EN LA PLANTA.

Su función es fomentar el ahijamiento y formación de raíces en la caña además de participar en los procesos de fotosíntesis y crecimiento.

El Fósforo participa en la estructura de las moléculas de las membranas celulares, se encuentra en todas las partes de la caña y sobre todo en el jugo, pero se ha demostrado que los órganos más activos mantienen su concentración de fósforo tomándolo de los tejidos más viejos donde se encuentra en reserva (de aquí la importancia de la fertilización de fósforo al inicio del ciclo.). El primer síntoma de deficiencia suelo ser una pérdida de brillo y las hojas más jóvenes van reduciendo su tamaño..

El coeficiente de utilización con respecto a la caña en este caso es de 10 a 20%.

### 10.4.3 FUNCIONES DEL POTASIO.

#### 10.4.3.1 TRANSFORMACIONES DE POTASIO.

La acción de los microorganismos no es primordial para la mineralización del potasio, puesto que éste elemento no está fuertemente unido a sus combinaciones orgánicas, y tal parece, no darse una competencia muy marcada entre organismos y plantas, (Yague, 1989).

#### 10.4.3.2 CONTENIDO DE POTASIO EN EL SUELO.

Las formas más importantes desde el punto de vista agrícola son:

##### 1.- Potasio intercambiable o asimilable lentamente.

Se encuentra adsorbido en el complejo coloidal del suelo (arcillas, M.O. e hidróxidos). Constituyendo una parte muy pequeña del potasio total de los suelos y puede variar entre 1.3 y 26.8%. Esta forma de Potasio se encuentra en equilibrio con el Potasio en solución y reponer lo que es absorbido de la solución del suelo por las raíces de las plantas.

Además de estar ligado a los coloides del suelo tienen gran relación con la C.I.C.

##### 2.- Potasio en solución o asimilable en rapidez.

Este presenta en la solución del suelo una fracción muy pequeña del potasio total, generalmente varía entre 0.1 y 100 mg de K/lit de solución de suelo.

Cuando disminuye el Potasio de la solución del suelo al ser absorbido por las plantas o al perderse por percolación, lo que ocurre mayormente en suelos ligeros y zonas con alta precipitación, tiene lugar una reposición de potasio a la solución del suelo por parte del Potasio intercambiable que se encuentra absorbido en la arcillas, M.O., hidróxidos presentes en el suelo.

Es decir, la concentración de iones Potasio en la disolución del suelo permanece constante, de tal suerte que cuando la planta absorbe iones de la disolución disminuye su concentración, y el complejo arcillo-húmico libera rápidamente cierto número de iones, que pasan a la disolución con el fin de mantener el equilibrio. En el caso opuesto, cuando incorporamos al suelo un abono a base de Potasio se solubiliza rápidamente y se incrementa el contenido de iones de la disolución; para que se mantenga el equilibrio es preciso que el exceso de iones de la disolución sea absorbido por el complejo.

En algunas circunstancias, los iones Potasio contenidos en la disolución del suelo, quedan atrapados entre las capas de algunas arcillas esto se conoce como procesos de retrogradación, y por tanto, impide la absorción de estos iones por las raíces. Sin embargo este potasio retenido entre las capas de las arcillas no se pierde, si no al cabo del tiempo bajo la acción de determinadas condiciones queda liberado (proceso de regeneración) pasando nuevamente a disposición de las plantas.

Ambos procesos tienen gran importancia en la práctica agrícola. Una parte del potasio soluble añadido por los fertilizantes es absorbido por las plantas, otra parte es adsorbido por los coloides y el resto pasa a situación no disponible temporalmente, ya que es retenido entre las capas de las arcillas (este potasio no se pierde fácilmente por lixiviación), (Cazares, 1992)

#### 10.4.3.3 PROCESOS INVOLUCRADOS EN LA DINAMICA DEL POTASIO.

En las diferentes transformaciones que ocurren entre una y otra forma de potasio en el suelo, tienen lugar los siguientes fenómenos y procesos.

##### 1.- Meteorización.

Es la descomposición de los minerales primarios (feldespatos, biotitas, moscovita) y secundarios (illita, vermiculita, montmorillonita) mediante el cual liberan su potasio nativo a la solución del suelo.

## 2.- Intercambio Catiónico (liberación)

Este fenómeno es uno de los más importantes que regulan el comportamiento del Potasio, entendiéndose éste como los procesos reversibles por los cuales las partículas sólidas del suelo adsorben iones de la solución y desadsorben al mismo tiempo cantidades equivalentes de otros cationes estableciendo un equilibrio entre ambas partes.

Las cargas electrostáticas y la gran superficie del complejo coloidal son características que influyen en gran medida en estos procesos. A mayor carga electrostática, superficie y densidad de carga (cantidad/unidad de superficie) mayor es la capacidad de intercambio catiónico. (H. GERMAN, 1993)

La teoría de la doble capa difusa se ha utilizado ampliamente para explicar este fenómeno. Dado que el complejo de cambio presenta cargas positivas que son compensadas con aniones y cargas negativas que se compensan con cationes, se forma a su alrededor una doble capa difusa. tal teoría plantea que la intensidad de retención de los cationes disminuye con la distancia entre las cargas negativas del complejo de cambio y las positivas de los cationes cambiablas, formándose por lo menos dos zonas de atracción definidas; los cationes adsorbidos que forman la solución interna y aquellos que forman la solución externa y sobre los cuales no se ejerce la fuerza de atracción del coloide. Así existe entonces un equilibrio entre la solución interna y externa, un aumento o disminución de una de las soluciones ocasiona un efecto similar en la otra.

Este proceso tiene mucha importancia en la dinámica del potasio, ya que mediante él se mantiene el equilibrio entre el potasio de la solución del suelo y el adsorbido en el complejo coloidal, permitiendo que exista una reserva de este que pueda ser alcanzada por la planta.

## 3.- Fijación.

Esta presente en la forma no asimilable o no disponible ya que se encuentra formando parte de la estructura de algunos minerales primarios como es el caso de feldespatos y micas que con el tiempo se mineralizan y quedan disponibles iones Potasio en la solución del suelo.

## 4.- Disolución.

Nos referimos al proceso que ocurre al agregar fertilizante al suelo, con cantidades adecuadas de humedad, generalmente es rápido y libera Potasio que inmediatamente se incorpora a la solución. La disolución del fertilizante depende particularmente del tamaño de la partícula, pH, y de su composición química, así como contenido de M.O. temperatura, ion complementario.

### 5.- Percolación.

Principalmente en zonas de alta precipitación y suelos con condiciones semejantes a las nuestras, (TORRES,1991).

Así mismo podemos mencionar que la cantidad de Potasio adsorbido depende principalmente de:

#### a) Contenido de Calcio.

En el complejo coloidal, los iones de Calcio se reemplazan con mayor facilidad que los iones de potasio, con lo cual al añadir un fertilizante potásico, se disuelve rápidamente en el agua y una parte más o menos importante de iones son adsorbidos por los coloides, de igualmente los iones potasio llegan a reemplazar una parte de iones de Calcio. Por tanto, cuanto mayor sea la cantidad de Ca presente mayor será la adsorción de Potasio y menor las pérdidas por lixiviación.

Otra parte de los iones contenidos en la disolución del suelo sufre una retrogradación al penetrar en las capas de las arcillas. La cantidad de K retrogradado también depende del contenido y tipo de arcilla predominante.

Los  $K^{+}$  adsorbidos en las superficies internas pueden quedar atrapados entre las capas al juntarse estas por efecto de la sequedad y por esto la regeneración del Potasio retrogradado depende lo siguiente:

#### b) La acción de los agentes atmosféricos.

La humectación del suelo provoca una expansión de los espacios interlaminares de las arcillas, lo que facilita la salida de los iones de Potasio.

#### c) El pH del suelo.

El ión de  $Ca^{2+}$ , que tiene mayor volumen que el ión de Potasio, necesita de una gran separación entre las láminas muy separadas, lo que permite la salida de los iones Potasio.

De todo ello, se deduce que los suelos alcalinos favorecen la regeneración del Potasio retrogradado. (TORRES,1991)

### 10.4.3.4 EL POTASIO EN LA PLANTA.

Es esencial en la formación y transferencia de carbohidratos, fotosíntesis y síntesis de proteínas, se requiere en los puntos de crecimiento como frutos y semillas

Así mismo en la traslocación de azúcares y formación de almidones; se requiere en la apertura y cierre de estomas, incrementa el crecimiento de raíces y resistencia a enfermedades.

La falta de K no tiene síntomas aparentes salvo en los casos de deficiencia avanzada, lo que trae como consecuencia; desecación de hojas y bordes con coloración rojiza de la nervadura.

Los riesgos por pérdida de lixiviación son relativamente bajos por esto se puede suministrar abono potásico cada año sin peligro de perderse.

El coeficiente de recuperación de K por la caña es de 40 a 50%, es decir, intermedio entre el N y P.

Las plantas superiores pueden contener en su estructura hasta 60 elementos de los cuales sólo 16 se consideran esenciales para su normal crecimiento y producción.

En la nutrición vegetal el Calcio y el Magnesio al igual que el Azufre, son elementos que la planta absorbe en menor cantidad y que normalmente la provisión en el suelo es suficiente para cubrir las necesidades nutricionales de las plantas.

Otro grupo de micronutrientes son los que la planta requiere en mucho menor cantidad; a este grupo pertenecen: Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, y B; el Cloro va presente en el agua, Carbono, Oxígeno e Hidrógeno son abundantes en condiciones naturales.

#### 10.4.4 EL CALCIO.

##### 10.4.4.1 EL CALCIO EN EL SUELO.

Es indudable que el contenido de Ca en el suelo depende de la naturaleza de la roca madre, minerales provenientes de ella o en asociaciones con  $SO_4$ ,  $PO_4$ , etc. así como de las aportaciones de fertilizantes y abonos. El contenido de Ca en los primeros 16 Km de la corteza terrestre (estrato llamado Sial) es de 3.6%. La rocas ígneas y sedimentarias contiene entre el 2 y 7% de Ca y las cenizas o derivados de estas entre el 30 y 40%.

Resultado de la meteorización el Ca puede estar presente o acumulado en forma de  $CaCO_3$  y  $CaSO_4$  o en horizontes más profundos, a veces en capas endurecidas de los suelos y de manera especial en regiones húmedas.

El Calcio predomina generalmente entre las bases cambiables de la cubierta iónica del complejo coloidal de las partículas del suelo. El contenido de la Ca cambiabile

depende del material parental y del grado de evolución de los suelos resultado directo de la meteorización.

#### 10.4.4.2 DINAMICA DEL CALCIO EN EL SUELO.

El Calcio es el catión más abundante en el suelo. Está presente en los sitios de intercambio más fuertemente que el Sodio, Potasio, y Magnesio. Por lo tanto, el  $Ca^{++}$  no sufre el mismo proceso de lixiviación en el suelo que los demás cationes y tiende acumularse, excepto por niveles de acidez que representen un factor problema, ya que, es mayor la disponibilidad a manera que se incrementa el pH. Los mejores niveles de aprovechamiento del Calcio en suelos ácidos podemos decir que van desde 5.5 a 6.5 al igual que el Magnesio.

Aparte de esto la disponibilidad de Calcio depende de:

1.- La cantidad de Calcio presente sobre el complejo coloidal, es decir, se considera al calcio intercambiable de disponibilidad inmediata para la planta.

2.- El porcentaje de saturación del complejo de intercambio con el Calcio.

3.- El tipo de material de intercambio presente ya que es absorbido en la forma de catión  $Ca^{+2}$  principalmente de la solución del suelo.

La M.O. retiene el Calcio más fuertemente que el Mg o los cationes monovalentes.

La dinámica del Calcio es muy similar a la del Potasio, la diferencia es que no presenta calcio fijado. El Calcio en solución se encuentra en equilibrio con el Calcio intercambiable, la magnitud de ambas formas varía constantemente a través de la absorción de las plantas y por percolación ya que los iones en solución pueden:

- a) Perderse por percolación.
- b) Ser absorbido por organismos o por arcillas.

El Calcio del suelo por acción del  $CO_2$  disuelto en agua reacciona con los minerales de la arcilla y el Calcio intercambiable para formar  $Ca(HCO_3)_2$  que es ligeramente soluble y se moviliza hacia abajo.

En regiones de baja precipitación el Calcio puede precipitarse como  $CaCO_3$  o movilizarse como sulfato.

### 10.4.5 EL MAGNESIO.

#### 10.4.5.1 EL MAGNESIO EN EL SUELO.

El Magnesio se encuentra en el suelo bajo las formas solubles e insolubles. Las formas insolubles (silicatos) son muy abundantes; pero el paso a formas solubles depende de la acción de los agentes atmosféricos y se verifica muy lentamente.

Los suelos ricos en Magnesio soluble son aquellos cuya roca madre, dolomita o caliza contiene. El Magnesio al igual que el Calcio y el Potasio se encuentran asociados a determinados minerales primarios y secundarios.

La asimilación de éste elemento no sólo depende de la cantidad de Mg soluble, si no también de la abundancia de otros iones que pueden interferir en la asimilación de éste.

En suelos ácidos o demasiado ácidos o con expresiva cantidad de Potasio, o incluso de Calcio, la absorción del Magnesio por la planta se realiza con dificultad. (Fuentes, 1992)..

Es decir, el ion Magnesio se mueve con dificultad en el suelo porque es retenido por el complejo arcillo-húmico. Hay que tener en cuenta el antagonismo de éste con los iones de Hidrógeno, Potasio y Calcio al igual que el Sodio. Cuando se produce una deficiente asimilación de Magnesio a causa de la abundancia de estos iones, es preciso, en primera instancia las deficiencias del suelo; y, en suelos muy ácidos se recomienda un encalado, con el fin de saturar el exceso de iones de Hidrógeno; en suelos con exceso de Calcio o de abonado potásico será preciso disminuir el contenido de los iones correspondientes.

En suelos neutros o alcalinos se presentan en ocasiones acumulación de  $MgSO_4$ . Los sulfatos y carbonatos de Mg son solubles en agua y bajo condiciones normales estas formas de sulfato se disuelven y se traslocan a otros perfiles.

El Mg también se encuentra adsorbido en el complejo de intercambio del suelo y se ha comprobado que la partículas finas contienen más Mg que las gruesas.

a) La arcilla contiene entre 51 y 70% del total presente en la solución.

b) El limo del 22 al 42%.

c) La arena del 1 al 11%. (NARRO, 1994) .

Estos iones representan un 12 a 18% del total de las bases intercambiables, proporción que sólo es superada por

el 75 a 85% de los iones de Calcio, (Cazares, 1993)

#### 10.4.5.2 DINAMICA DEL MAGNESIO EN EL SUELO.

Las formas y la dinámica del Mg son muy parecidas a las de otros elementos alcalinos como Ca, K, y Na. La diferencia es solamente las magnitudes de las formas y cantidades que participan en los diferentes procesos.

El Magnesio lixiviado bajo condiciones climáticas tropicales es liberado por cambios iónicos cuando se añaden fertilizantes y grandes cantidades de cloruros y sulfatos que favorecen su eliminación en las aguas de percolación.

Los suelos ácidos contienen generalmente, lo cual se ajusta a nuestras condiciones entre 100 y 2000 kg./Ha. de Mg intercambiable. En los suelos alcalinos, estando presente la dolomita, el contenido de Mg intercambiable puede alcanzar cantidades mayores.

En los climas secos, donde la precipitaciones insuficiente para percolarse a través de todo el perfil, el Mg se acumula como  $MgCO_3$  o  $MgSO_4$  al igual que el Calcio. De hecho la química del Mg en muchos aspectos es parecida a la del Calcio.

Por tanto la disponibilidad del Mg para la planta se encuentra controlada por casi los mismos factores que actúan sobre Calcio como:

- a) Contenido de  $Mg^{++}$  intercambiable en la solución.
- b) Porcentaje de saturación del  $Mg^{++}$  en el complejo coloidal.
- c) Naturaleza de los sitios de intercambio.
- d) Naturaleza de otros cationes presentes.

Las deficiencias de  $Mg^{++}$  son más comunes que las del  $Ca^{++}$  y a menudo se encuentran en:

- a) Suelos arenosos de pH ácidos.
- b) Suelos calcáreos orgánicos.
- c) Suelos arenosos con relativamente bajo contenido de  $Mg^{++}$  en donde se han hecho fuertes aplicaciones de fertilizantes a base de potasio y amoniacales.

#### 10.4.14 FORMAS DE ASIMILACION.

El Magnesio disponible para las plantas en el suelo esta en forma cambiable o hidrosoluble como ion  $Mg^{++}$  o por mecanismos de contacto (difusión).

La absorción depende la cantidad presente, del grado de

saturación del  $Mg^{++}$  y de la naturaleza de los iones intercambiables.

Se sabe que las altas concentraciones de  $K^+$  y de amonio en la solución del suelo tiende a inhibir la absorción de este elemento por las plantas. Este fenómeno conocido como antagonismo iónico puede inducir deficiencia de  $Mg^{++}$ . Sin embargo, no llega a producir la deficiencia al estar la concentración de  $Mg$  intercambiable superior a la del  $K$  intercambiable en el suelo, (Narro, 1994T).

LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS L 211 DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES QUINTILAN/UNAM

EJIDO LOMA DEL MOUNTAIN TIERRA BLANCA VERACRUZ (MUESTREO MAYO-JUNIO DE 1995)

S I T I O	PROF.	TEXTURA			CLASIFICACION TEXTURAL	DENS AFAR (g/cm <sup>3</sup> ) MIN.	DENS AFAR (g/cm <sup>3</sup> ) MAX.	DENS AFAR (g/cm <sup>3</sup> ) PROM.	C CLAVE	G S E C O INTERPRETACION	L O	R CLAVE	H U M E D O INTERPRETACION	pH REAL	INTERPRETACION
		ARC. %	LIMOSAREN. %	SAREN. %											
1	0 - 20	19	30	51	*FRANCO ARENOSO	1.230	1.280	1.250	10 YR 5/2	PARDO GRISACEO		10 YR 3/2	PARDO GRISACEO MUY OSCURO	6.50	LIGERAMENTE ACIDO
	20 - 40	17	28	55	*FRANCO ARENOSO	1.310	1.380	1.330	10 YR 5/2	PARDO GRISACEO		10 YR 3/2	PARDO GRISACEO MUY OSCURO	6.50	LIGERAMENTE ACIDO
	40 - 60	21	32	47	*FRANCO	1.220	1.250	1.230	10 YR 4/2	PARDO GRISACEO OSCURO		10 YR 3/2	PARDO GRISACEO MUY OSCURO	6.60	MUY LIGERAMENTE ACIDO
2	0 - 20	17	28	55	*FRANCO ARENOSO	1.120	1.210	1.140	10 YR 4/2	PARDO GRISACEO OSCURO		10 YR 2/2	PARDO MUY OSCURO	6.10	MEDIAMENTE ACIDO
	20 - 40	19	30	51	*FRANCO ARENOSO	1.140	1.180	1.160	10 YR 4/2	PARDO GRISACEO OSCURO		10 YR 2/2	PARDO MUY OSCURO	6.10	MEDIAMENTE ACIDO
	40 - 60	17	30	53	*FRANCO ARENOSO	1.200	1.220	1.210	10 YR 5/2	PARDO GRISACEO		10 YR 3/2	PARDO GRISACEO MUY OSCURO	6.20	LIGERAMENTE ACIDO
3	0 - 20	27	32	41	*FRANCO	1.160	1.230	1.190	10 YR 3/2	PARDO GRISACEO MUY OSCURO		10 YR 2/2	PARDO MUY OSCURO	6.40	LIGERAMENTE ACIDO
	20 - 40	31	32	37	*FRANCO ARCILLOSO	1.190	1.250	1.210	10 YR 5/2	PARDO GRISACEO		10 YR 3/2	PARDO GRISACEO MUY OSCURO	6.40	LIGERAMENTE ACIDO
	40 - 60	35	24	41	*FRANCO ARCILLOSO	1.080	1.170	1.120	10 YR 6/2	GRIS PARDIZCO CLARO		10 YR 3/2	PARDO GRISACEO MUY OSCURO	6.60	MUY LIGERAMENTE ACIDO
4	0 - 20	25	36	39	*FRANCO	1.130	1.170	1.150	10 YR 4/2	PARDO GRISACEO OSCURO		10 YR 3/1	GRIS MUY OSCURO	6.40	LIGERAMENTE ACIDO
	20 - 40	13	50	37	*FRANCO	0.980	1.180	1.090	10 YR 4/2	PARDO GRISACEO OSCURO		10 YR 3/1	GRIS MUY OSCURO	6.30	LIGERAMENTE ACIDO

LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS L. 211 DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN/ISSM

ESTIJO LOMA DE MANANTIAL TIERRA BLANCA VERACRUZ (MUESTREO MAYO-JUNIO DE 1995)

S I T I O	PROF.	% N.O. % N.O.		INTERPRETACION	Z N.O. PROM.	INTERPRETACION Z N	INTERPRETACION	P04-3 Conc. ppm	P04-3 Kg/Ha	INTERPRETACION	
		(1)	(2)								
1	0 - 20	1.49	1.55	MEDIO	1.52	MEDIO	0.1183	MEDIO POBRE	247.63	619.08	EXTRA RICO
	20 - 40	1.16	1.19	MEDIO	1.17	MEDIO	0.0910	MUY POBRE	272.83	725.73	EXTRA RICO
	40 - 60	1.00	0.85	MEDIO POBRE	0.92	MEDIO POBRE	0.0716	MUY POBRE	208.32	512.47	EXTRA RICO
2	0 - 20	2.78	3.02	MEDIO RICO A MUY RICO	2.90	MEDIO RICO	0.2257	MEDIO RICO	158.08	360.42	EXTRA RICO
	20 - 40	1.22	1.33	MEDIO	1.33	MEDIO	0.1035	MEDIO POBRE	223.67	518.91	EXTRA RICO
	40 - 60	1.02	0.66	MEDIO POBRE A MEDIO	0.84	MEDIO POBRE	0.0654	MUY POBRE	308.54	746.67	EXTRA RICO
3	0 - 20	2.72	2.49	MEDIO RICO	2.60	MEDIO RICO	0.2023	MEDIO RICO	399.90	951.76	EXTRA RICO
	20 - 40	1.19	1.16	MEDIO	1.17	MEDIO	0.0919	MUY POBRE	327.45	792.43	EXTRA RICO
	40 - 60	0.99	1.02	MEDIO POBRE A MEDIO	1.01	MEDIO	0.0788	MUY POBRE	288.93	871.29	EXTRA RICO
4	0 - 20	1.31	2.02	MEDIO RICO A MUY RICO	2.66	MEDIO RICO	0.2070	MEDIO RICO	308.56	709.69	EXTRA RICO
	20 - 40	1.16	0.84	MEDIO POBRE A MEDIO	1.00	MEDIO POBRE	0.0778	MUY POBRE	247.63	539.82	EXTRA RICO

LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS L. 111 DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN/UNAM

EXIDO LOMA DEL VOLCAN TAL TIERRA BLANCA VERACRUZ (MUESTREO MAYO-JUNIO DE 1995)

S I D	PROF.	Ca+2 meq./100g de suelo	Mg+2	DENS MPAR	Ca+2 Kg/Ha	INTERP.	Mg+2 Kg/Ha	INTERPRETACION	CICT meq/100g	INTERP.	K+ meq./100g de suelo	K+ Kg/Ha	INTERP.	Na+ meq./100g de suelo	% S.B.
1	0 - 20	5.04	5.12	1.250	2520.00	MUY RICO	1536.30	EXTREMADAMENTE RICO	16.53	MUY BAJO	0.193	178.88	MEDIO POBRE	2.17	75.70
	20 - 40	4.46	3.68	1.330	2383.36	MEDIO RICO	1174.66	EXTREMADAMENTE RICO	16.27	MUY BAJO	0.157	163.29	MEDIO POBRE	2.09	63.96
	40 - 60	6.24	3.28	1.230	3976.08	EXTRA RICO	968.26	EXTREMADAMENTE RICO	17.69	MUY BAJO	0.130	125.04	MUY POBRE	0.41	57.16
2	0 - 20	5.52	3.68	1.140	2517.12	MUY RICO	1006.85	EXTREMADAMENTE RICO	14.13	MUY BAJO	0.629	560.74	EXTRA RICO	2.35	66.19
	20 - 40	4.90	3.44	1.160	2227.20	MEDIO RICO	957.70	EXTREMADAMENTE RICO	14.67	MUY BAJO	0.288	261.25	MEDIO	0.68	62.77
	40 - 60	4.24	3.12	1.210	2052.16	MEDIO RICO	906.65	EXTREMADAMENTE RICO	13.87	MUY BAJO	0.261	246.96	MEDIO	0.41	57.90
3	0 - 20	7.28	2.88	1.190	3465.28	EXTRA RICO	822.53	EXTREMADAMENTE RICO	16.80	MUY BAJO	0.209	194.49	MEDIO POBRE	2.17	74.64
	20 - 40	6.32	3.76	1.210	3058.88	EXTRA RICO	1091.90	EXTREMADAMENTE RICO	18.40	MUY BAJO	0.130	123.01	MUY POBRE	2.09	66.85
	40 - 60	8.32	3.94	1.130	3727.36	EXTRA RICO	1032.19	EXTREMADAMENTE RICO	24.27	BAJO	0.130	113.86	MUY POBRE	4.37	68.64
4	0 - 20	7.12	2.56	1.150	3275.20	EXTRA RICO	796.56	EXTREMADAMENTE RICO	15.20	MUY BAJO	0.209	187.95	MEDIO POBRE	2.17	79.34
	20 - 40	8.80	4.48	1.090	3836.80	EXTRA RICO	1171.97	EXTREMADAMENTE RICO	21.60	BAJO	0.288	245.45	MEDIO	3.71	79.99

## 11. ANALISIS DE RESULTADOS.

La clasificación textural en términos generales indica que se tiene una textura media, que desde el punto de vista agrícola, es adecuada para la explotación de caña, ya que el suelo posee la capacidad de proporcionar un equilibrio natural en cuanto a aireación y contenido de humedad por presentar texturas francas arenosas y arcillosas

Sin embargo, en el caso de los sitios de trabajo en promedio se tienen efectos de ligera compactación de acuerdo con los valores de densidad aparente, como consecuencia del uso de equipo pesado, ocasionando cambios en la aireación, el tamaño de los poros, en la distribución y estabilidad de los agregados del suelo, que afecta básicamente la velocidad de difusión del aire, agua y por tanto de elementos nutritivos en la solución del suelo; creando condiciones anaeróbicas en las zona de raíces que restringen el desarrollo del sistema radicular. (De acuerdo con Narro F. 1994 y Yagüe 1989).

Si bien, el porcentaje de arcillas fluctúa entre el 17 y 35% probablemente sea el efecto de una baja capacidad de intercambio catiónico, así mismo se debe en parte a los bajos contenidos de material orgánico en el suelo y como es natural su contenido se reduce a mayor profundidad. Como es el caso de los 4 sitios de trabajo que en el primer nivel (0 - 20 cm) los contenidos de materia orgánica es mayor, esto se atribuye al material que queda incorporado (raíces jóvenes principalmente) después de los deshierbes y residuos de cosecha que aún no alcanzan un avanzado grado de descomposición, por lo tanto, su aportación no es significativa para incrementar los sitios de intercambio en los suelos de estas parcelas. (Según Guerrero 1993).

Si bien, el % saturación de bases de alguna manera indica la fertilidad en el suelo, éstos valores representan entonces la cantidad de sitios de intercambio ocupados por iones Hidrógeno y cationes básicos en la solución del suelo, adsorbidos en el complejo coloidal. (Según Yagüe 1989).

Para facilitar la cosecha de la caña, es necesario quemarla y esto se ha venido haciendo año con año, lo que ha propiciado de alguna manera que el suelo adquiriera una coloración en términos generales de pardo grisáceo en estado seco y pardo grisáceo oscuro, se atribuye esta condición no tanto a la relación de partículas orgánicas y minerales que lo componen, si no al recubrimiento de estas partículas por las cenizas que se agregan al suelo resultado de la zafra.

En el caso de los sitios 1,2,3 y 4 el pH no representa un problema ni para el desarrollo adecuado de la caña (cuyo rango va de 6 a 8), ni tampoco para la absorción de

minerales esenciales N, P, y K, cuyos valores de mayor asimilación se adecúan al mismo nivel de acidez. En el caso de Calcio y Magnesio el pH más favorable para la asimilación de estos elementos va de 6.5 a 8.5, pero considerando que sigue habiendo absorción más allá de estos valores, la caña los requiere en mínimas cantidades, ésto no llega a generar un problema, además de sus contenidos altos en el suelo.

La caña de azúcar como la mayoría de los cultivos es altamente demandante de Nitrógeno ya que es la base de la mayoría de los procesos que rigen el crecimiento, desarrollo y multiplicación de la planta. Por tanto el abono nitrogenado debe ser suministrado al inicio del ciclo vegetativo (durante los primeros 5 meses), época en la cual la planta acumula las reservas que a de utilizar durante el proceso de crecimiento. (Humbert, 1978).

Debido que la Urea como fuente nitrogenada se incorpora al suelo con mucha rapidez en buenas condiciones de humedad y temperatura; así mismo, parte se pierde por volatilización (gas amoníaco) ya que éste no se tapa sino se aplica en la superficie del suelo, igualmente el  $\text{NO}_3$  tiene el inconveniente de que puede ser arrastrado por las altas precipitaciones de la zona (1200 a 1600 mm.), la fijación de Nitrógeno por los microorganismos del suelo son condiciones, que de alguna u otra manera disminuyen el contenido de éste elemento en el suelo, sin embargo no es una condición para originar un problema nutricional en el cultivo por encontrar contenidos bajos en éste medio (en los 4 sitios y en las diferentes profundidades). (Según Black 1985, Tamhane, 1978, Cazares 1993).

La zona de estudio, se caracteriza por presentar superficies planas que facilitan los procesos de formación de suelos. De acuerdo a las características que dieron origen a éstos en su mayor parte por depósitos formados con procesos de acumulación de materiales así como la influencia de Fósforo procedente del material fosfórico de alguna manera influye en que las partículas que lo componen se encuentren saturadas de éste elemento, que a su vez se encuentra formando compuestos principalmente con Calcio y Magnesio que son otros de los elementos provenientes del material de origen (de aquí sus contenidos ricos en el suelo), pero hay que tomar en cuenta que el pH es favorable para encontrarlos en solución ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{CaPO}_4$  y  $\text{MgPO}_4$ ), por lo que están relacionados al complejo de intercambio al igual que el Potasio y Sodio, así mismo pueden estar ligados a la concentración de sesquioxidos de Fe y Al. (Torres, 1992).

En el caso del Potasio, los suelos de México presentan un abastecimiento natural de éste elemento. El Cloruro de

Potasio se incorpora al suelo y se solubiliza, parte de éste queda adsorbido en el complejo coloidal del suelo (arcillas, materia orgánica e hidróxidos); en circunstancias de falta de humedad los iones Potasio contenidos en la solución quedan atrapados entre las capas de las arcillas e impide la absorción de éstos iones por las raíces, sin embargo este Potasio queda liberado al hidratarse el suelo y puede perderse por desplazamiento y lixiviación por las altas precipitaciones en la zona. Además la caña lo requiere entre otros para la traslocación de azúcares a mayor cantidad en comparación con Nitrógeno y Fósforo, estas son algunas causas más importantes por las que el contenido de Potasio se reduce en el suelo. (Según Torres 1992 y Cazares 1993).

## 12. CONCLUSIONES.

### 12.1 CONCLUSIONES DEL PROYECTO.

Con base en el Diagnóstico sobre la Evaluación de la Fertilidad del Suelo básicamente tenemos lo siguiente.

- 1.- El suelo de los 4 sitios de trabajo no presentan problemas de deficiencia de ninguno de los elementos nutricionales que se evaluaron, ni aún en caso de Nitrógeno y Potasio que se encuentran en menor cantidad.
- 2.- Si bien, el problema no es la fertilidad del suelo, por tanto, de acuerdo a los valores de densidad aparente refleja cierta dificultad en el drenaje del mismo.
- 3.- La formulación a base de Nitrógeno, y Potasio que recomienda el Ingenio el Refugio cubre adecuadamente las necesidades nutricionales del cultivo de caña de azúcar en la zona.

### 12.2. CONCLUSIONES DEL PROGRAMA.

Con los resultados obtenidos del Programa Loma del Manantial, Fase III, se concluye.

La participación de una Brigada Multidisciplinaria en Comunidades Rurales, retoma gran importancia, partiendo básicamente de la concientización de objetivos y actividades que involucra la Acción Conjunta y el Trabajo Comunitario, por parte del Departamento de Programas Rurales, la Comunidad y la Brigada, que para el caso de éste programa, desde su primera fase, no se tuvo claro lo que éste proceso representa, por lo tanto, no se presentó la oportunidad que permitiera definir alternativas viables para el fortalecimiento de actividades que consolidarán el mejor desarrollo de un Proyecto Central, así como, actividades complementarias, trayendo como consecuencia el cierre del programa.

### 13. RECOMENDACIONES.

#### 13.1 RECOMENDACIONES DEL PROYECTO.

De acuerdo al análisis de suelos que da a conocer el contenido de nutrimentos de un sitio en particular se presenta lo siguiente para los cuatro sitios de trabajo:

Es necesario suspender aplicaciones de Fósforo, ya que el suelo cuenta con cantidad suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo cuando menos en los próximos dos ciclos.

Continuar con aplicaciones de Nitrógeno y Potasio en forma de Urea y Cloruro de Potasio que se han estado manejando, en la misma cantidad.

Para reducir el problema de compactación y mejorar las condiciones físicas del suelo como promover el abastecimiento de aire, agua y nutrientes para la caña, la formación de nuevas raíces, brotes y la incorporación de materia orgánica. Se aconseja después de la zafra aflojar el suelo con un paso de cinceles a 30 cm. de profundidad.

NOTA: Se ha determinado a través de la Investigación que cuando el contenido de un nutrimento en el suelo es bajo existe del 70 al 95% de probabilidad de obtener una respuesta en producción a la aplicación de fertilizantes, por el contrario, con un contenido alto la probabilidades del 10 al 20% en algunos casos, según Martín 1995.

#### 13.2 RECOMENDACIONES AL PROGRAMA.

Es muy importante que el Departamento de Programas Rurales tenga una idea clara de lo que implica establecer un grupo de egresados en una Comunidad Rural y con una metodología específica, definiendo que van a hacer, como lo van a hacer y para que lo van a hacer.

Por ello es de trascendencia que en programas de apertura y de continuidad sensibilizar y consientizar tanto a la comunidad como a las brigadas, ya que esto es importante para el desarrollo de un buen trabajo, con base en ello, mantener o mejorar el desarrollo de una comunidad en la medida que sea posible.

## 14. BIBLIOGRAFIA.

1. Black C. 1985. Relación Suelo-Planta. Editorial Hemisferio Sur. Tercera edición. Argentina.
2. Cazares R. 1993, Apuntes de manejo y fertilidad de suelos, F.E.S.C, U.N.A.M.
3. Datos climatológicos del Observatorio de México, hasta el año de 1984, del Municipio de Tierra Blanca, Ver.
4. Enciclopedia de los Municipios de México. los Municipios de Veracruz, Editado por la Secretaría de Gobernación del Estado de México, 1988.
5. Fuentes Yagüe. 1989. El Suelo y los Fertilizantes. Ediciones Mundi-Prensa. Tercera edición. Madrid, España.
6. GERMANN. H. 1993, Manual de fertilizantes, National Plant Food Institute, editorial Limusa, México.
7. GUERRERO A. 1990, El suelo, los abonos y la fertilidad de los cultivos, Ed. Mundi - prensa, Madrid.
8. Humbert P. 1978. El Cultivo de la Caña. Editorial Continental. Tercera impresión.
9. Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI), Síntesis Geográfica del Estado de Veracruz, 1985, México.
10. Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI), 1993, Guía para la interpretación de cartografía del Estado de Veracruz (Geología, Suelos, Climas), México..
11. Manual del brigadista, 18 periodo, 1995, U.N.A.M..
12. Narro. F. 1994, Física de suelos con enfoque agrícola, ed. Trillas, México.
13. Reporte final, Fase II, Loma del Manantial 1995. U.N.A.M.
14. Ruiz, R. Juan 1993, Agrotecnia, Ecología y Pastoreo de Rumiantes en los Trópicos, Depto. de Ciencias Agrícolas, México.
15. Taller de integración a brigadas, 1995, U.N.A.M..
16. Torres Cossío Ricardo. 1992, Apuntes de Fertilidad de suelos. F.E.S.C. , U.N.A.M.
17. Valencia, Islas Celia E y Hernández Beltrán Arcadia.

1992. Manual de muestreo de suelos y preparación de  
muestras para Ingenieros Agrícolas.  
F.E.S.C..(Fotocopias)

