

---

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE AGRICULTURA



"EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ACIDOS CON LA  
INCORPORACION DE CAL AGRICOLA ( $\text{CaCo}_3$ )  
AUDIOVISUAL EN VALLE DE AMECA, JAL."

---

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO AGRONOMO**

**P R E S E N T A N:**

**ALFONSO LOPEZ MARISCAL  
HECTOR MANUEL SOLANO RAMOS  
MIGUEL CRUZ AYON**

**GUADALAJARA, JALISCO.**

**1993**

---



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD

EXPEDIENTE \_\_\_\_\_

NUMERO 1106/92

23 de Noviembre de 1992.

C. PROFESORES:

M.C. RICARDO NUÑO ROMERO, DIRECTOR  
ING. JAVIER VAZQUEZ NAVARRO, ASESOR  
ING. JUAN BOJORQUEZ MARTINEZ, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ACIDOS CON LA INCORPORACION DE CAL AGRICOLA (AUDIOVISUAL) EN EL VALLE DE AMECA, JAL. "

presentado por los PASANTE (ES) ALFONSO LOPEZ MARISCAL, HECTOR ---  
MANUEL SOLANO RAMOS, MIGUEL CRUZ AYON

han sido ustedes designados Director y Asesores, respectivamente, para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su --  
Dictamen de la revisión de la mencionada Tesis. Entren tanto,, me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
" PIENSA Y TRABAJA "  
" AÑO DEL BICENTENARIO "  
EL SECRETARIO

  
M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA

Luv!



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD.

Expediente .....

Número ..... 1106/92

23 de Noviembre de 1992.

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

ALFONSO LOPEZ MARISCAL, HECTOR MANUEL SOLANO RAMOS,  
MIGUEL CRUZ AYON

titulada:

" EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ACIDOS CON LA INCORPORACION  
DE CAL AGRICOLA (AUDIOVISUAL) EN EL VALLE DE AMECA, JAL. "

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

M.C. RICARDO NUÑO ROMERO

ASESOR

ING. JAVIER VAZQUEZ NAVARRO

ASESOR

ING. JUAN BOJORQUEZ MARTINEZ

srd'

tyr

Al contestar esta, favor citemos fecha y número

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA

EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ACIDOS CON LA INCORPORACION  
DE CAL AGRICOLA ( $\text{CaCO}_3$ ) AUDIOVISUAL  
EN EL VALLE DE AMECA, JAL.

TESIS PROFESIONAL.

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIEROS AGRONOMOS  
PRESENTAN:  
ALFONSO LOPEZ MARISCAL  
HECTOR MANUEL SOLANO RAMOS  
MIGUEL CRUZ AYON

LAS AGUJAS, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL.

DEDICO ESTE TRABAJO COMO  
CULMINACION DE TODO UN  
ESFUERZO ESPECIALMENTE  
PARA MIS PADRES.....

AGRADECIMIENTO A MIS HERMANOS QUE  
EN SU MEDIDA SUPIERON COMPRENDER  
Y VALORAR MI ESFUERZO REALIZADO.

AMECA, JAL., INVIERNO DE 1993

A MIS PARIENTES CON ATENCION Y RESPETO  
QUIENES EN DADO MOMENTO ME BRINDARON  
SU APOYO MORAL.

CON ATENCION Y ADMIRACION Y RESPETO A  
MIS MAESTROS QUE DIA A DIA ME FUERON  
FORJANDO PARA ABRIRME PASO EN EL  
TERRENO PROFESIONAL.

A MIS AMIGOS, QUE EN LA MEDIDA  
DE SU COMPRENSION SABEN QUE PARA  
LOGRAR UNA PROFESION SE NECESITA  
LA CAPACIDAD Y ESFUERZO PROPIO.

AGRADECIMIENTO: EN FORMA PARTICULAR  
A NUESTRO DIRECTOR DE TESIS Y ASESORES  
QUE NOS AYUDARON A LA CONJUNCION Y  
PRESENTACION DE ESTOS TRABAJOS.

**AL DIRECTOR DE TESIS:**

M.C. RICARDO NUÑO ROMERO

**A LOS ASESORES DE TESIS:**

ING. JAVIER VAZQUEZ NAVARRO

ING. JUAN BOJORQUEZ MARTINEZ

## I N D I C E

	Pag.
Introducción.....	11
Objetivos .....	13
Hipótesis.....	14
REVISION DE LITERATURA.....	15
pH del Suelo.....	15
El Problema de Acidez y sus Efectos.....	15
Origen de la Acidez del Suelo.....	18
Superficie Ocupada por Suelos Acidos en la República Mexicana CUADRO I .....	19
Efectos de la Acidez del Suelo.....	20
El Encalado como Control de la Acidez del Suelo...	22
Material de Encalado.....	23
Materiales para Encalado: Fórmula y Valor Neutra- lizante CUADRO II .....	24
La eficacia de los materiales Aportadores de Cal- CUADRO III.....	25
Efectos del Encalado sobre los Suelos y los Cultivos.....	26
Efectos Físicos.....	26
Efectos Químicos.....	27
Efectos Biológicos.....	28
Efecto de Encalado sobre Algunas Propiedades de un Suelo Acido en Rendimiento de -- Alfalfa CUADRO IV.....	29
Las Relaciones Existentes entre el pH y el Aprove- chamiento de Nutrientes CUADRO V	30



MATERIALES Y METODOS.....	31
METODOLOGIA EXPERIMENTAL DESARROLLADA....	31
Materiales utilizados.....	31
Mapa del Estado de Jalisco y Distrito III Ameca...	32
Mapa del Distrito de Desarrollo Rural III Ameca...	33
Mapa del Municipio de Ameca a Ejidos de Estudios..	34
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES.....	35
Descripción del Sitio.....	36
Suelos.....	36
Clima.....	37
Agricultura.....	37
Encalado.....	38
Método Seguido.....	38
Materiales Utilizados.....	38
Dosis del Material Aplicado.....	39
TRABAJO DE CAMPO.....	40
Muestreo de Suelo.....	40
Preparación de Suelo.....	40
Siembra.....	41
Aplicación de Herbicida Pre-emergente.....	41
Nacencia.....	41
Desarrollo Vegetativo.....	42
Floración.....	42
Formación de Grano y Madurez.....	43
Cuantificación y Resultados obtenidos CUADRO VI....	43

Faquete Tecnológico aplicado y relación Beneficio-Costo.....	45
Otros Resultados con la Incorporación de Cal Hidratada en suelos ácidos de la Región CUADRO VII.....	46
RESULTADOS Y DISCUSION.....	47
CONCLUSIONES.....	49
RECDMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	51
ANEXO.....	
DESCRIPCION DEL MATERIAL AUDIOVISUAL.....	
"EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ACIDOS CON LA INCORPORACION DE CAL AGRICOLA (CaCO <sub>3</sub> ) EN EL VALLE DE AMECA, JAL."	

## I N T R O D U C C I O N

Las necesidades de producción de alimentos básicos en México son preocupantes en forma permanente, el de obtener una producción segura, por lo que es necesario utilizar en lo posible las mejores áreas con potencial productivo, eficientarlas en todos los sentidos con apoyos y servicios de crédito, seguro y asistencia técnica mayores. Por lo cual se hace imprescindible realizar en forma más dinámica los procesos de transferencia de tecnología en estas áreas y atacar o corregir las limitantes que frenan la obtención de rendimientos lo suficientemente altos que hagan mas rentable la empresa agrícola.

Como un ejemplo de lo anterior son los graves problemas de acidez de los suelos en el Valle de Ameca, Jal., que limitan seriamente la potencialidad de los suelos agrícolas de la region con rendimientos menores a las 3.0 Ton./Ha de maíz, debido a este factor. Ello se debe a la naturaleza ácida del material madre, uso excesivo de fertilizantes, monocultivo y bajo contenido de materia orgánica lo anterior provoca un bajo aprovechamiento de los fertilizantes por nivel bajo de intercambio catiónico y de bases Ca y Mg, cambios físicos desfavorables en la estructura granular de los

suelos que no pasan inadvertidos por el productor al no haber agregación, almacenamiento e infiltración suficiente del agua de lluvia, causar toxicidad a las plantas por abundancia excesiva de  $Al^{+++}$ ,  $Fe^{+++}$  y  $Mn^{++}$ , también fijación no aprovechable del Fósforo, Molibdeno.

Por lo cual el encalado agrícola se presenta como una alternativa de solución viable, de acuerdo a las pruebas y resultados de campo obtenidos de su aplicación en la región.

## OBJETIVOS

- a) Mejorar las condiciones Físico-Químicas y Biológicas de los suelos del Valle de Ameca, Jal., agravadas por condiciones de reacción ácida menor de 5.5, mal manejo de los productores, como falta de mejoramiento periódico de los suelos.
- b) Hacer uso del encalado agrícola en los niveles adecuados de incorporación, como una alternativa y estrategia de solución, así mismo identificar la tecnología mas conveniente al agrosistema en particular, para elevar los rendimientos de los productos básicos de la región lo cual repercute en un mejor ingreso de los productores.
- c) Lograr que los productores e Instituciones del Agro-Mexicano reconozcan que los encalados de suelos; son indispensables en la actualidad. Además de que los materiales de encalado se deben introducir en el Paquete Tecnológico del cultivo en suelos ácidos como un insumo que va a activar el aprovechamiento completo de los fertilizantes que se apliquen.

## HIPOTESIS

- a) La recuperación de los suelos agrícolas de reacción ácida es posible y viable en áreas con potencial productivo, mediante un tratamiento químico adecuado y un mejor manejo por parte de los productores si se les apoya y orienta acertadamente.
  
- b) Mediante la rectificación de la acidez de los suelos a través de los encalados practicados en ellos, se logrará además de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo; que el cultivo establecido, en este caso maíz logre su completo desarrollo e incremente su producción la que se veía frenada por las condiciones ácidas del suelo.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **pH DEL SUELO.**

El pH del suelo es una característica química de gran importancia, ya que influye en la producción de los cultivos debido a que los diferentes grados de reacción, son producto de las condiciones químicas existentes, las que afectan favorablemente o desfavorablemente. (González 1986).

Es el término que expresa la proporción del Hidrógeno y las bases en la solución del suelo. (Worthing y Aldrich 1980).

Es el criterio más ampliamente usado para juzgar si un suelo es ácido o alcalino. (Ortiz 1980).

En la Ciencia del Suelo el pH se define como el logaritmo negativo de la actividad del Ion Hidrógeno  $H^+$ .

### **PROBLEMA DE ACIDEZ Y SUS EFECTOS.**

Tan esparcida es la presencia de los suelos ácidos, y tan marcada es su influencia sobre el desarrollo de las plantas; que ha llegado a ser una de las propiedades del suelo más estudiadas en la actualidad. Asimismo ha sido la práctica del encalado como medida correctiva de la

acidez la mas usada y estudiada.

La acidez del suelo es común en todas la regiones donde la precipitación pluvial es alta, ya que se lixivian apreciables cantidades de bases intercambiables de los niveles superiores de los suelos ( $\text{Ca}^{++}$   $\text{K}^{+}$   $\text{Mg}^{++}$   $\text{Na}^{+}$ ). (González 1986).

La aplicación de fuentes oxidables de Nitrógeno es una práctica que contribuye a la acidificación de los suelos. Los organismos nitrificantes actúan oxidando éstos productos, dando por resultado la formación del Acido Nítrico. (González 1986).

Las formas reducidas de azufre; son oxidadas por ciertos microorganismos produciendo Acido Sulfúrico lo que puede dar como resultados suelos extremadamente ácidos. La producción de ácidos orgánicos como resultado de la excreción vegetal o de la descomposición de carbohidratos de la materia orgánica bajo condiciones de reducción, también es causa de acidificación del suelo.

Los Cationes Alcalinos extraídos por los cultivos, representan un incremento en la acidez del suelo, siempre que no estuvieran acompañados por cantidades equivalentes de Aniones Inorgánicos al tiempo de su absorción. (González 1986).



En general los suelos ácidos tienen un alto contenido de Aluminio activo, el cual además de fijar el Fósforo y el Molibdeno es tóxico a las plantas e interfiere en la movilización del Calcio en el tejido vegetal. (González 1986).

La toxicidad del Manganeso así como la deficiencia de Calcio y Magnesio son causa directa de trastornos metabólicos de las plantas en los suelos ácidos. Al verse afectada la actividad de los microorganismos del suelo por efecto de la acidez; se ve frenada la descomposición de la materia orgánica; así como la fijación del Nitrógeno del aire y muchos otros procesos microbiológicos estrechamente ligados con la fertilidad del suelo. (González 1986).

En México los suelos ácidos se ubican principalmente en la zona intertropical y corresponden a las unidades de Andosoles, Gleysoles, Cambisoles, Acrisoles y Nitosoles. (González 1986)

Con base en las clasificaciones de la F.A.O. la superficie ocupada por suelos ácidos en México es superior a los 13 millones de Ha; lo que representa un 7% de la superficie del territorio nacional. (Núñez 1986).

Químicamente hablando; un suelo ácido es todo aquel con un pH inferior a 7.0 sin embargo los problemas típicos de suelos ácidos normalmente empiezan a aparecer en valores de pH inferiores a 6.2. Investigaciones recientes demuestran que los problemas de acidez en los suelos de las zonas intertropicales se corrigen mediante encalados que apenas elevan el pH a un valor de 5.5 a 6.0 mientras que los suelos de mayores latitudes se requiere encalar hasta valores de pH de alrededor de 6.5.

#### ORIGEN DE LA ACIDEZ DE LOS SUELOS

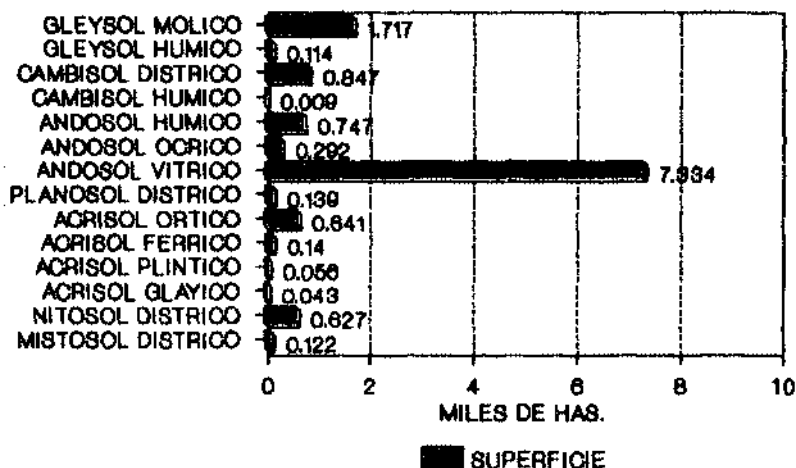
La acidez en los suelos se origina principalmente por el desplazamiento de los radicales básicos: Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup>. tanto del complejo de intercambio como de la solución del suelo y sustitución por Iones Hidrógeno o Aluminio. En los suelos orgánicos las altas concentraciones de Iones Hidrógeno en la solución del suelo provienen de la iónización de radicales carboxilo de los ácidos orgánicos, mientras en el caso de los suelos minerales la presencia de los Iones Hidrógeno en la solución del suelo es motivada por la Hidrólisis del Aluminio.

En el Cuadro No. 1 se especifica la cantidad de

superficie ocupada por suelos ácidos en la República Mexicana, según la clasificación de la F.A.O. UNESCO 1973.

## SUPERFICIE OCUPADA POR SUELOS ACIDOS EN LA REPUBLICA MEXICANA.

TIPO DE SUELOS



CLASIFICACION FAO UNESCO 1973.

Cuadro No. 1

## EFFECTOS DE LA ACIDEZ DEL SUELO

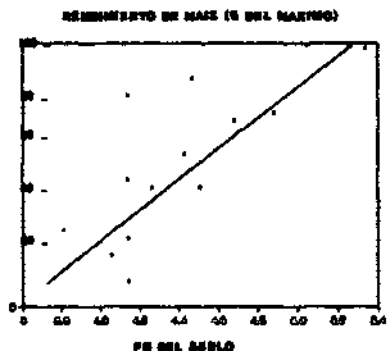
La alta concentración de Iones Hidrógeno en la solución del suelo no tiene un efecto significativo directo sobre el desarrollo de las plantas al menos que exista un valor inferior de pH a 4.0, por lo tanto los efectos detrimentales de acidez del suelo sobre los cultivos, son de tipo indirecto. En un suelo ácido pueden presentarse los siguientes problemas:

- Alta concentración de Aluminio intercambiable y en solución, el cual además de causar una gran toxicidad directa, interfiere la disponibilidad del Fósforo en el suelo y la movilidad del Calcio en la planta.
- Fijación del Fósforo: lo cual limita el aprovechamiento y el efecto residual de los fertilizantes fosfatados en el suelo.
- Toxicidad de Manganeso que en ocasiones origina deficiencia de hierro por antagonismo.
- Deficiencias de Calcio, Magnesio o Molibdeno.- Las dos primeras por ser susceptibles a pérdida por

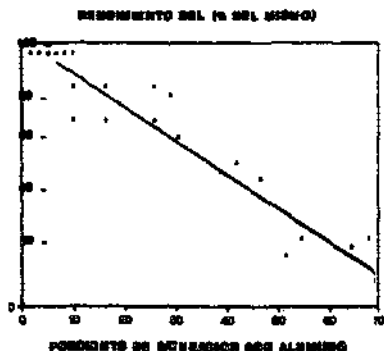
lixiviación y el tercero por procesos de fijación de Molibdatos semejantes a los sufridos por el Fósforo.

- Reducida actividad microbiológica que restringe la mineralización de la materia orgánica y por lo tanto la asimilabilidad para las plantas de los nutrientes contenidos en ellas. Por otra parte existen microorganismos fitopatógenos que se desarrollan más activamente en suelos ácidos.
- Reducida capacidad de intercambio catiónico; lo que propicia la lixiviación de nutrientes de carga positiva como los Iones Amonio, Calcio, Magnesio y Potasio.

La importancia del pH del suelo y de su saturación con Aluminio sobre el desarrollo vegetal se ilustra en las dos figuras siguientes:



EFECTO DEL P DEL SUELO SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAÍZ EN 5 SITIOS DE SEQUE (ABRIL 1974)



RELACIONAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE MAÍZ CON EL PORCENTAJE DE SATURACION DE ALUMINIO EN 5 SITIOS DE SEQUE (ABRIL 1974)

Conforme a las gráficas y ambas correspondiente al mismo estudio el rendimiento de Maíz a un pH de 4.0 es de solamente el 20% de lo obtenido a un pH de 5.4% de saturación con Aluminio en el complejo de intercambio, mientras que un pH de 5.4 prácticamente a desaparecido el Aluminio intercambiable. Es interesante que a un pH tan bajo se haya eliminado el problema del Aluminio en Ultisoles de Puerto Rico, mientras que en suelos de Mayores latitudes, normalmente el problema del Aluminio desaparece a valores mas elevados (Núñez 1986).

#### **EL ENCALADO (COMO CONTROL DE LA ACIDEZ DEL SUELO)**

El pH del suelo es una característica química de gran importancia, ya que influye en la producción de cultivos y en las prácticas de manejo de suelos, debido a que los diferentes grados de reacción en el mismo, son producto de las condiciones químicas existentes, las cuales pueden afectar el crecimiento de las plantas, tanto favorable como desfavorablemente.

El pH óptimo generalmente es el neutro, por lo que si su reacción es ácida o básica será necesario adicionar un mejorador en la cantidad adecuada para llevar el pH a la neutralidad.

Tradicionalmente la medida mayormente usada para corregir la acidez del suelo ha sido el encalado. En mucho menor grado se ha recurrido a la formación de genotipos tolerantes.

#### MATERIAL DE ENCALADO

Es un material que se agrega al suelo, con el propósito de neutralizar la acidez, la mayoría de los materiales usados son las Sales de Calcio, en las cuales el Anión es una base (receptor de Protones) proveniente de un ácido débil. (González 1986).

La solución a los principales problemas de los suelos ácidos, se obtienen mediante la incorporación de alguno de los siguientes materiales: 1.- Calcita  $\text{CaCO}_3$ ; 2.- Hidróxido de Calcio  $\text{Ca(OH)}_2$ ; 3.- Margas; Depósitos Lacustres de  $\text{CaCO}_3$ ; 4.- Residuos de Ingenios Azucareros  $\text{CaCO}_3$ , 6.- Dolomita  $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$ ; 7.- Escorias de Altos Hornos; principalmente  $\text{CaSO}_4$  mas algo de  $\text{CaO}$  y  $\text{MgO}$ ; 8.- Cenizas de Madera, generalmente  $\text{CaCO}_3+\text{K}_2\text{CO}_3$  y posiblemente algo de  $\text{CaO}$ . (Núñez 1986).

La práctica de encalado debe cumplir con uno o varios de los siguientes objetivos:

- 1.- Inactivar el Aluminio intercambiable y en solución.

- 2.- Reducir la fijación del Fósforo.
- 3.- Contrarrestar la toxicidad del Manganeseo.
- 4.- Corregir deficiencias de Calcio, Magnesio o Molibdeno.
- 5.- Mejorar la actividad microbiológica.
- 6.- Elevar la capacidad de intercambio catiónico.

Aunque la Calcita es el material mas usado para el encalado existen otros productos que también pueden emplearse. La Cal viva y la Cal Hidratada tienen una reacción mas violenta que la Calcita o la Cal Agrícola, además son materiales costosos y de mayor causticidad. (Núñez 1986).

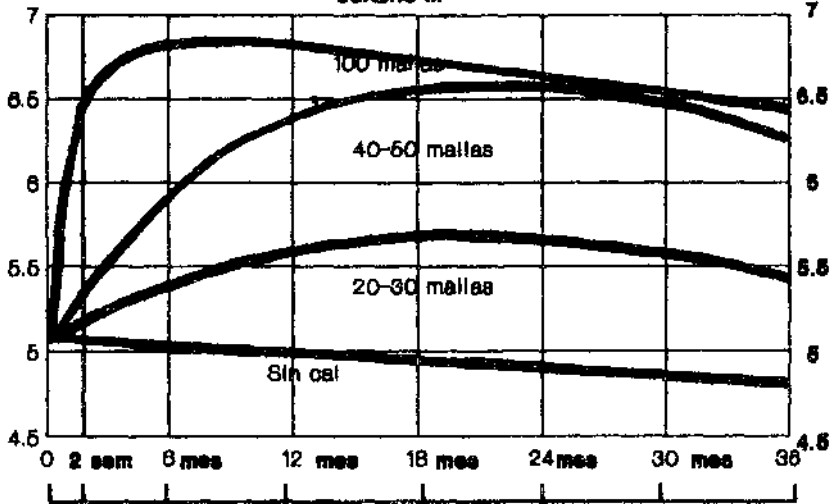
MATERIALES PARA ENCALADO, FORMULA Y VALOR NEUTRALIZANTE EQUIVALENTE EN %  $\text{CaCO}_3$ . CUADRO II

MATERIAL	FORM. DEL COMP. CARACTERISTICO	VALOR NEUTRALIZANTE (EQUIV. EN % DE $\text{CaCO}_3$ )
CALCITA	$\text{CaCO}_3$	100
CAL VIVA	$\text{CaO}$	178
CAL HIDRATADA	$\text{Ca(OH)}_2$	134
CARB. DE MAGNESIO	$\text{MgCO}_3$	119
CAL DOLOMITICA	$\text{CaCO}_3$ Y $\text{MgCO}_3$	100-95
CONCHAS MARINAS MOLIDAS	$\text{CaCO}_3$	88-80
ESCORIAS DE SILI-- CATOS DE CALCIO.	$\text{CaSiO}_3$	88-71
ESCORIAS BASICAS	$\text{CaCO}_3$ $\text{CaSiO}_3$	71-67
MARGA	$\text{CaCO}_3$	70-40



LA EFICACIA DE LOS MATERIALES APORTADORES DE CAL DEPENDEN DEL TAMAÑO DE LA PARTICULA

CUADRO III



(RIOS 1965)

EL TAMAÑO DE PARTICULA o finura ejerce un efecto considerable sobre la eficiencia de los materiales aportadores de cal. La gráfica anterior es una ilustración típica del modo en que la finura afecta a la velocidad de reacción en el suelo. El tiempo de reacción varía también con el tipo de suelo, con la clase de material aportador de cal y otros factores.

## EFFECTOS DEL ENCALADO SOBRE LOS SUELOS Y LOS CULTIVOS

La adición de cal a los suelos ácidos, eleva el pH de los mismos y neutraliza el Aluminio intercambiable, e incrementa el rendimiento de los cultivos, especialmente de aquellos susceptibles a la acidez del suelo.

Antes de todo; la aplicación de Cal es un método para rectificar la acidez del suelo pero se obtienen otros beneficios. Entre otras de las funciones de la Cal.

- 1.- Suministra Calcio, elemento esencial en la Alimentación de la Planta.
- 2.- Estimula la actividad bacteriana conveniente.
- 3.- Mejora la estructura de las tierras pesadas.
- 4.- Mejora la disponibilidad de otros elementos alimentarios para la planta.
- 5.- Ayuda a la efectividad del fertilizante.

Los efectos del encalado mejor conocidos, pueden considerarse bajo tres formas: 1) Física, 2) Química y 3) Biológica. (Buckman y Brady 1985).

## EFFECTOS FISICOS

En suelos densos de partículas finas que tienden a asociarse más cerradamente interfiriendo el movimiento

del aire y el agua, la granulaci3n resulta m3s favorable. (Buckman y Brady 1985).

En suelos 3cidos se fomenta una estructura granular favorable por la adici3n de cal, los efectos de cal aumentan las fuerzas bi3ticas que intervienen en la descomposici3n de la materia org3nica del suelo y la sntesis del Humus.

### **EFFECTOS QUIMICOS**

Al adicionar Cal a un suelo determinado para aumentar su pH ocurre un determinado n3mero de cambios quimicos significativos.

- 1.- La concentraci3n de los H<sup>+</sup> I3nes disminuir3.
- 2.- La concentraci3n de los OH<sup>-</sup> I3nes aumentar3.
- 3.- La soluci3n del Fe, Al y Mn disminuir3.
- 4.- La asimilaci3n de los Fosfatos y Molibdatos aumentar3.
- 5.- Aumentar3 el Ca y el Mg intercambiable.
- 6.- Tambi3n aumentar3 el porcentaje de saturaci3n de bases.
- 7.- El aprovechamiento del K<sup>+</sup> podr3 aumentar o disminuir seg3n las condiciones.

A pesar de los efectos quimicos de la Caliza, su

reducción de la acidez es lo más apreciado. Sin embargo los efectos indirectos sobre el aprovechamiento nutricional de ciertos elementos es probablemente la más importante, al encalar los suelos ácidos; se mejora su aprovechamiento y las plantas asimilan elementos tales como Molibdeno, Fósforo, Calcio y Magnesio. Al mismo tiempo reduce drásticamente la concentración de Hierro, Aluminio y Manganeso; Los que en condiciones muy ácidas, pueden estar presentes en cantidades tóxicas (Buckman y Brady 1985).

#### **EFFECTOS BIOLÓGICOS**

La Cal estimula el metabolismo general de los organismos heterótrofos del suelo, incrementando además la actividad de la Materia Orgánica y del Nitrógeno en el suelo ácido esta estimulación de los procesos enzimáticos además de favorecer la formación del Humus, aumenta la eliminación de algunos productos intermedios orgánicos que pueden ser tóxicas a las plantas superiores.

Muchos de los organismos favorables del suelo, así como algunos de los desfavorables, son favorecidos por el encalado. La Aminización, Amonificación y Oxidación Sulfúrica son fuertemente ayudadas, por un aumento del

pH. Las bacterias que fijan el nitrógeno del aire son estimuladas por la aplicación de Cal.

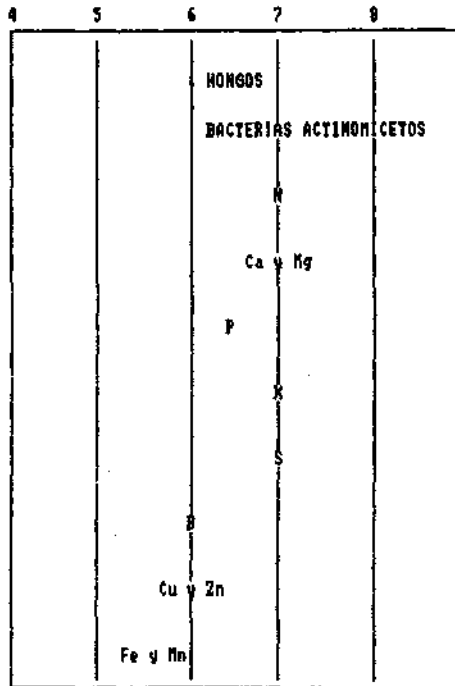
La Nitrificación, fenómeno biológico de gran importancia, requiere la presencia de Cationes Metálicos. Cuando la Caliza es inadecuada esta transformación deseable no se produce rápidamente. En efecto el crecimiento normal de muchos microorganismos del suelo, que depende tanto del Calcio como de las actividades biológicas, no puede realizarse satisfactoriamente si los suelos tienen un nivel de Calcio y de Magnesio inferiores a lo normal. (Buckman y Brady 1985)

EFFECTO DE ENCALADO SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES DE UN SUELO ACIDO EN RENDIMIENTO DE ALFALFA. CUADRO IV

ENCALADO (TON/Ha)	pH	Al INTERCAMB.	Ca+Mg. INTERCAMB.	REND. ALFALFA (TON/Ha)
0	4.9	0.74	1.24	0.58
1.1	5.3	0.40	2.26	0.75
2.2	5.7	0.14	3.15	15.41
4.4	5.7	0.12	3.24	17.03
8.9	6.2	0.10	3.62	17.34
17.8	6.5	0.03	4.74	17.32
35.5	6.8	0.02	5.98	17.76

(Núñez 1986).

**INFLUENCIA DEL pH SOBRE EL  
APROVECHAMIENTO DE LOS NUTRIENTES  
PARA LA PLANTA**



(BUCHANAN 1965)

Diagrama mostrando las relaciones existentes en los suelos minerales entre el pH por un lado y por otro la actividad de los microorganismos y la asimilabilidad de los nutrientes vegetales. La anchura de las franjas y la intensidad del sombreado indican las zonas de mayor actividad microbiana y mayor facilidad de asimilación de los nutrientes.

Evidentemente la asimilabilidad del nitrógeno depende en amplio grado de la actividad de los microorganismos y la movilidad del calcio y el magnesio. ---  
 Notese que la asimilabilidad satisfactoria del fósforo se reduce a un pH ---  
 comprendido entre 6 y 7. El ancho campo de asimilabilidad del potasio y del ---  
 azufre contrastan evidentemente con el fósforo. También es evidente que el ---  
 suelo debe ser algo ácido, por ejemplo, de un pH 6, para que los oligoele---  
 mentos, aun en el caso de que este presentes en cantidades adecuadas, se ---  
 muestren satisfactoriamente asimilables.

Considerando estas relaciones en conjunto, un pH de aproximadamente 6 a 7 ---  
 parece promover la mas facil asimilación de los nutrientes vegetales. Resu---  
 miendo, si el pH del suelo esta adecuadamente ajustado para el fósforo, el ---  
 resto de nutrientes vegetales, si estan presentes en cantidades adecuadas, ---  
 seran satisfactoriamente asimilables en la mayoría de los casos.

## MATERIALES Y METODOS

### METODOLOGIA EXPERIMENTAL

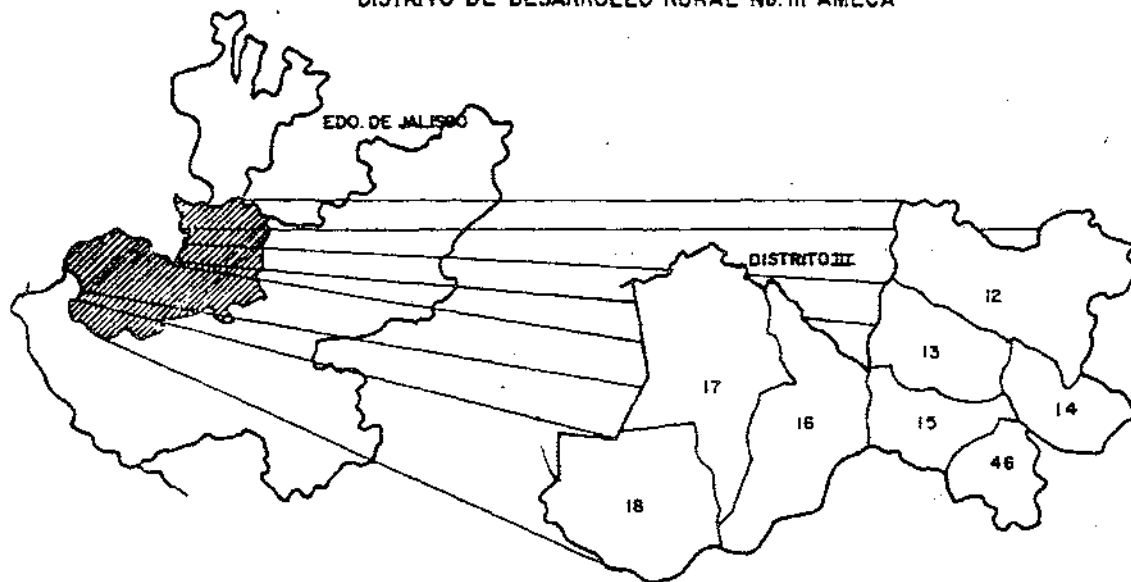
Primeramente se realizaron análisis de suelos a nivel municipal, diferenciándose áreas por coloración de pH. se hizo uso de cartografía DETENAL sobre la potencialidad de los suelos elaborándose un diagnóstico con base al uso de tecnología del productor y rendimientos de maíz, determinándose el nivel productivo por zona para posteriormente establecer parcelas demostrativas donde se difundió ampliamente la tecnología más conveniente a utilizar, en este caso la aplicación de Cal Agrícola en dosis variables de 1.0 y 2.0 ton/ha.

Finalmente de acuerdo a los resultados obtenidos se establecieron proyectos de mejoramiento de suelos con participación del productor e instituciones al sector de apoyo en asistencia técnica (SARH) y FIRCO de estímulos a la producción.

### MATERIALES

Cartografía DETENAL, Muestreo de Suelos, Mapeo de pH. Fotografías de Areas Problema, Folletos Técnicos, Diapositivas y Rotafolios, Pláticas con Productores, Cal Agrícola, Tractor, Encaladora, Rastra y Mano de Obra.

DISTRITO DE DESARROLLO RURAL No. III AMECA



CENTRO DE APOYO	MUNICIPIOS	CENTRO DE APOYO	MUNICIPIOS
12. TEQUILA	TEQUILA MAGALENA MOTOTZINGUILLO AMATITAN	15. AMECA	AMECA
		16. MIXTLAN	MIXTLAN ATEMQUELLO GUACHIRANGO
13. A. ESCOBEDO	A. ESCOBEDO AHUALULCO EZZATLAN SAN VARRIOS	17. MASCOTA	MASCOTA SN. SEBASTIAN
		18. TALPA	TALPA
14. TALPA	TALPA TEUCHTLAN ARENAL	46. COCULA	COCULA SN. MARTIN HGO.





104° 15'      104° 10'      104° 05'      104° 00'      103° 55'      103° 50'

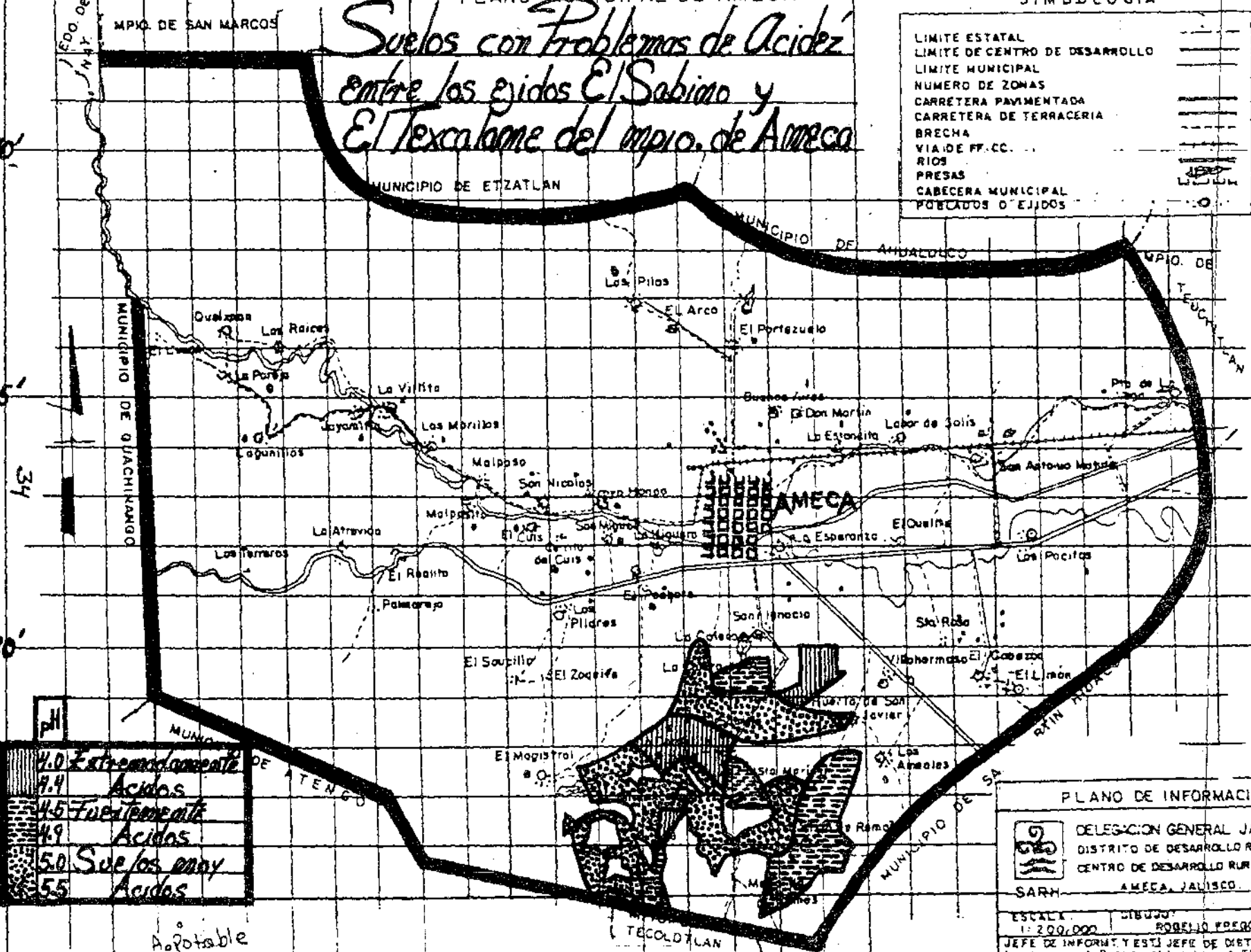
PLANO MUNICIPAL DE AMECA

*Suelos con Problemas de Acidez  
entre los ejidos El Sabino y  
El Texcalome del mpio. de Ameca*

SIMBOLOGIA

LIMITE ESTATAL	---
LIMITE DE CENTRO DE DESARROLLO	---
LIMITE MUNICIPAL	---
NUMERO DE ZONAS	---
CARRETERA PAVIMENTADA	---
CARRETERA DE TERRACERIA	---
BRECHA	---
VIA DE FF. CC.	---
RIOS	---
PRESAS	---
CABECERA MUNICIPAL	---
POBLADOS O EJIDOS	---

20° 40'  
20° 35'  
34  
20° 30'  
20° 25'



pH	4.0	Extremadamente
	4.4	Acidas
	4.5	Fuertemente
	4.9	Acidas
	5.0	Suelos muy
	5.5	Acidas

Apotable

PLANO DE INFORMACION

DELEGACION GENERAL JALISCO  
DISTRITO DE DESARROLLO RURAL III  
CENTRO DE DESARROLLO RURAL No 15  
AMECA, JALISCO. 1987.

ESCALA 1:200,000 DIBUJO ROBERTO FERRASO Z.  
JEFE DE INFORM. Y EST. JEFE DE DISTRITO  
Ing. Lorenzo A. Rodriguez / Ing. Jesus A. Flores L.

## DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

- 1.- Estudio de Area y Diagnóstico.
- 2.- Establecimiento de Parcelas Demostrativas con aplicaciones de Cal Agrícola en diferentes dosis en el año 1991.
- 3.- Se dieron a conocer en campo las ventajas y beneficios de la aplicación de Cal Agrícola con la asistencia de productores de varios ejidos.
- 4.- Posteriormente se realizó una mayor difusión y promoción de las ventajas del encalado a productores de los ejidos el Sabino y Texcalame y otros con problemas de acidez.
- 5.- Se realizaron muestreos de suelos en áreas problemáticas en el año de 1992 y como apoyo a la elaboración del Proyecto de Transferencia de Tecnología, con interpretación de resultados.
- 6.- Se motivó a los productores afectados por problemas de acidez en sus parcelas, efectuando reuniones y asambleas correspondientes, desglosándose los costos del producto, su aplicación y traslado del mejorador de suelos.
- 7.- Se gestionaron apoyos institucionales vía FIRCO.
- 8.- Se aplicó Cal Agrícola en dosis variables de 1 a 2

Ton./Ha. de acuerdo a su pH.

9.- Cuantificación de cosechas.

10.- Segundo muestreo y análisis de suelos en la reacción final.

#### DESCRIPCION DEL SITIO

Los ejidos donde se llevó a cabo el experimento de encalado; se encuentran localizados en la parte sur de la ciudad de Ameca, Jal., como sigue a continuación: Comunidad del "Texcalame" a 20 Km. de distancia entre las coordenadas  $20^{\circ}26'30''$  Y  $104^{\circ}04'40''$ ; Comunidad "El Sabino"  $20^{\circ}29'18''$  y  $104^{\circ}03'15''$  a una distancia de 15 Km.

#### SUELOS

Los suelos generalmente son de tercera y cuarta clase; de aptitud agrícola limitada y de textura media.

Vertisol Pélico, arcillo-arenoso; que presenta problemas de erosión hídrica y con problemas de pH tienen una profundidad de 35 a 50 cm. con una topografía de 4 a 8% de pendiente; con una pedregosidad que no es considerada como limitante para el desarrollo del cultivo, con buena capacidad de drenaje.

## C L I M A

Según la clasificación de Dr. Thornthwite, modificado por Enriqueta García es (A)e(Wo)(W)a(e) semicálido; templado con estaciones invernales bien definidas, región pluvial que concentra el 65% en los meses de Junio - Agosto con una precipitación de 864 mm. como promedio.

El temporal de lluvias tiene una duración aproximadamente de 113 días estableciéndose regularmente el día 15 de Junio y concluyendo el 26 de Septiembre. Los fenómenos metereológicos más frecuentes son: Vientos con una velocidad de 20-30 Km./Hora y dirección Oriente a Poniente sin afectar los cultivos económicamente; también con poca frecuencia se presentan granizadas que afectan los rendimientos del cultivo.

## AGRICULTURA

Los cultivos que más se siembran en la región y su rendimiento son: Maiz 4,200 Kg./ha., Sorgo 6,000 Kg./ha., Garbanzo 2,800 Kg./ha. en mata, Jitomate 15,000 Kg./ha., Chile 6,000 Kg./ha., Frijol 1,000 Kg./ha. y Calabacita 13,000 Kg./ha.

## **ENCALADO**

Es el método para rectificar la acidez del suelo, además de obtener otros beneficios físicos, químicos y biológicos en el mismo suelo.

## **METODO**

Se eligieron parcelas al azar en ejido el "SABINO" y "TEXCALAME" y se realizaron muestreos en los predios, para conocer su pH y comparar los resultados con los que se tienen a nivel de Distrito 4 años antes.

Se hizo la aplicación manual y mecánica de Cal Agrícola en 300 Ha. en ambos ejidos.

## **MATERIALES UTILIZADOS**

- Cal agrícola "Carbonato de Calcio" ( $\text{CaCO}_3$ )
- Tractor 4455 John Deere 120 HP.
- Encaladora
- Mano de obra de los participantes.
- Rastra agrícola-32 discos.
- Colorímetro para determinar el pH y Potenciómetro.

#### **DOSIS DEL MATERIAL APLICADO**

Se aplicó la cantidad de 1-2 Ton./Ha. de Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de suelo.

La superficie para la aplicación del experimento se realizó en 300 Ha. en las comunidades antes mencionadas, en 105 Ha. se aplicaron 2 Ton./Ha. de Carbonato de Calcio en donde el pH indicado fue más bajo y en las restantes 195 Ha. el mismo proyecto se aplicó 1 Ton./Ha. de Carbonato de Calcio.

## TRABAJO DE CAMPO

### - MUESTREO DE SUELOS

En el mes de Marzo de 1992 se tomaron una serie de muestras de suelos en los ejidos del proyecto, con los resultados se concluyó que el pH promedio en el ejido "EL TEXCALAME" es de 5.0 y los rendimientos obtenidos de maíz son de 2.7 Ton./Ha. mientras que el pH en el ejido "EL SABINO" es de 4.8 y un rendimiento promedio de 3.1 Ton./Ha. en cinco años anteriores como promedio, estos resultados sirvieron de base comparativa para el ciclo experimental siguiente.

### -PREPARACION DE SUELO

En el mes de Abril se empezaron las labores de barbechos en los suelos programados para el encalado. Terminada esta labor se procedió a la incorporación de la Cal Agrícola en una dosis de 1 a 2 Ton./Ha. con un paso de rastra.

La incorporación de Cal se efectuó con 2 meses de anticipación a la fecha de siembra, con la finalidad de que la Cal fuera reaccionando en el suelo para que en un momento determinado los elementos disponibles en el suelo los aproveche la planta.



#### **-SIEMBRA**

La fecha de siembra se estableció del 1 de Junio al 15 de Julio del mismo año, se usaron variedades de ciclo intermedio Dekalb B-840, BB44...., Pioneer 307, 3288; Agrow A791, A7440, en dosis de 20 Kg./Ha. Se aplicó en la fertilización 100 Kg./Ha. de Fórmula Fosfato de Amonio, 150 Kg./Ha. de Sulfato de Amonio y 25 Kg./Ha. de Loreban al 3% G.

#### **-APLICACION DE HERBICIDA PREEMERGENTE**

Ya establecido el temporal se aplicó Primagram 500 FW 5 Lt./Ha en 200 Lt. de agua.

#### **-NACENCIA**

En las parcelas encaladas se noto un mayor porcentaje de emergencia de las plántulas en comparación con las parcelas que se tienen como testigos. En cuanto a la emergencia de las malas hierbas se tuvo un mejor control de las mismas en referencia con los testigos. Por lo que se justifica que la aplicación del herbicida fue más efectiva.

## **-DESARROLLO VEGETATIVO**

En éste se hizo notorio el desarrollo normal de la planta, con una coloración verde obscuro y con un mejor desarrollo radicular.

2da. Fertilización 200 Kg./ha. de Sulfato de Amonio  
50 Kg./ha. de Urea.

3er. Fertilización 50 Kg./ha. de Sulfato de Amonio  
100 Kg./ha. de Urea.

Las plantas mostraron un desarrollo vigoroso así como una buena coloración y no hubo necesidad de aplicar insecticida al follaje por insidencia de plagas ya que se controlaron al hacer la aplicación de cal y el insecticida, en comparación con el testigo que su desarrollo fué raquitico, presentando una coloración verde amarillenta.

## **-FLORACION**

Se presentó una floración vigorosa y un mayor porcentaje de cuateo en las plantas tratadas, mientras que en los testigos la floración no fué muy uniforme.

## -FORMACION DE GRANO Y MADUREZ

Durante esta etapa se notó el vigor de la planta, así como también su coloración una buena formación de grano y el llenado de la mazorca, precedido de una buena madurez en comparación del testigo que presentó una formación de grano no muy uniforme.

## CUANTIFICACION

Esta se efectuó en el mes de Diciembre en los dos ejidos y los resultados se mencionan en el siguiente cuadro.

EN EL SIGUIENTE CUADRO SE MUESTRAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS A TRAVÉS DE LA INCORPORACION DE CAL AGRÍCOLA (CaOss) CARBONATO DE CALCIO EN LOS EJIDOS DE EL TEXDALAME Y SABINO DEL MUNICIPIO DE AMECA, JAL., EN RELACION AL INCREMENTO DEL pH DEL SUELO Y EL INCREMENTO DE RENDIMIENTO POR ha

CUADRO VI

LUGAR DEL EXPERIMENTO	pH INIC.	TESTIGO TON/ha	RENDTO. 2 TON/ha Ca-Oss -pH FINAL	RENDTO. 1 TON/ha Ca-Oss -pH FINAL
TEXDALAME	6.0	2.7	- 6.1 6.1	
EL SABINO	4.5	2.1	- 6.1 6.5	- .80 6.1

Este proyecto se realizó durante el Ciclo P.V. 1992 en las comunidades de El Texcalame y El Sabino respectivamente, proyecto que se llevó a cabo en una superficie de 300-00-00 Ha. entre los dos Ejidos, teniendo como testigos a parcelas vecinas en donde no se aplicó nada de Cal Agrícola y contra las que se hicieron las respectivas comparaciones de la reacción del pH, además de ver las diferencias de rendimientos entre las parcelas tratadas y las testigos.

PAQUETE TECNOLÓGICO APLICADO Y RELACION BENEFICIO/COSTO  
CICLO P.V. 92/93

CONCEPTO	EJ. EL TEXTILAME		OBSERVACIONES	EJ. EL SABINO		OBSERVACIONES
	CANTIDAD	COSTO/ha		CANTIDAD	COSTO/ha	
SUPERFICIE COMENIDA 300 ha ESTIMULADA						
No. DE PRODUCTORES 100						
PAQUETE TECNOLÓGICO APLICADO						
LIMPIA	1			1		
BARBECHO	1		NO SE REALIZO	1	140.00	
CAL	1 TON.	140.00		1 TON.	140.00	
APLICACION (Incluido Fletes y Maniobras).	1	135.00		1	135.00	
RASTROS	1	70.00		1	70.00	
SIEMBRA:						
SEMILLA	20 KG.	240.00		20 KG.	240.00	
SIEMBRA	1	140.00		1	140.00	
FERTILIZACION:						
FORMULA 18-46-00	100 KG.	89.00		100 KG.	89.00	
S.A.	400 KG.	152.00		500 KG.	190.00	
UREA	150 KG.	108.50		150 KG.	108.50	
2da. APLICACION	JORNAL 2	60.00		2	60.00	
3era. APLICACION	JORNAL 2	60.00		2	60.00	
PESTICIDAS:						
INSECT. AL SUELO	ELERSMAN 3X 25 KG.	90.00		25 KG.	90.00	
HERBICIDA PREEMERGENTE	PRIMABRAM 300 5 KB.	125.00		5 KB.	125.00	
APLICACION	JORNAL 1	30.00		1	30.00	
INSECT. AL FOLLAJE						
APLICACION	JORNAL		NO SE APLICO			NO SE APLICO
COSECHA:						
PISCA (JORNAL)	JORNAL 10	300.00		10	300.00	
FLETES Y MANIOBRAS	1	70.00			70.00	
DIVERSOS:						
SEGURO AGRICOLA	10.52%	150.90			169.60	
CREDITO (INTERESES)	12.0%	8 MESES 190.20			213.80	
TOTAL		2,145.60			2,365.90	
RENTABILIDAD:						
REND. PROMEDIO	5.1 TON.	6 750 TON.	6 GARANTIA	6.3	750.00	6 GARANTIA
VALOR DE LA COSECHA		5,825.00			4,725.00	
RELACION B/C		1.73			1.90	

**RESULTADOS OBTENIDOS EN LA INCORPORACION DE CAL  
HIDRATADA EN SUELOS ACIDOS.**

En la región de Ameca se han realizado encalados experimentales, con diferentes materiales, obteniéndose resultados muy satisfactorios especialmente en lo referente al pH del suelo y en el incremento de rendimiento por unidad de superficie.

**EN EL CUADRO SIGUIENTE SE MUESTRA LA VARIACION DEL pH  
E INCREMENTO DE PRODUCCION EN SUELOS DONDE SE APLICO Ca(OH)<sub>2</sub>  
HIDROXIDO DE CALCIO EN DOS REGIONES DIFERENTES  
AMECA Y ARENAL**      **CUADRO VII**

LUGAR DEL EXPERIMENTO	pH INIC.	RENDTO. TESTIGO TON/ha	RENDTO. 3 TON/ha. Ca(OH) <sub>2</sub> -pH FINAL	RENDTO. 1.5 TON/ha. Ca(OH) <sub>2</sub> -pH FINAL
AMECA: PTA DE LA VEGA	3.8	1.8	+5.0 3.68	+4.8 3.17
ARENAL	3.6	1.7	+5.2 3.51	+4.4 2.99

Este experimento fué realizado en el Ciclo P.V. 1988 habiéndose realizado el primer muestreo de suelo en el mes de Mayo y el último en el mes de Febrero del año de 1993, además de confrontar rendimientos con el bloque testigo que se dejó en la parcela experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Con estos resultados se demuestra que los suelos ácidos son susceptibles de responder a los tratamientos de encalado agrícola que se les realice, al lograr obtener respuesta en ellos al reaccionar el pH y aumentarlo ligeramente en la aplicación anual única, siendo mayor en los tratamientos consecutivos. Por consiguiente, se tiene mayor oportunidad de aumentar el rendimiento del cultivo, congruente también con un buen manejo por parte del agricultor al utilizar el paquete tecnológico requerido. De esta manera pudo obtenerse un promedio de 6.1 toneladas de maíz por hectárea como promedio, en donde se obtenía con anterioridad (5 años) un rendimiento de 3.1 toneladas por hectárea de maíz como promedio muchas de estas parcelas, un 40%, se encontraban muy por abajo de este rendimiento. Esto resulta de acuerdo también con otras investigaciones realizadas por el Dr. Roberto Nuño Escobar CA 1986; Abruña et al., 1974; Gonzalez y Naranjo (1988); Piedra et al., (1988); Alvarado y Cajuste (1991) entre otros como Vergara (1986), Cruz (1987), Zatarín y Alvarez (1988), Palacios et al (1990) donde reportan una alta respuesta del maíz al encalado, en diferentes tipos de suelos, lugares y niveles de cal aplicados.

Lo que repercute en que la mayoría de los macro y micro elementos esenciales se predisponen a ser asimilados más fácilmente por las plantas cultivadas incluido el maíz, en los suelos tratados con problemas de acidez , pero con potencial productivo no desarrollado.

En cuanto a las aplicaciones de 1 y 2 toneladas por hectárea de  $\text{CaCO}_3$  en los diferentes suelos con pH. de 4.8 y 5.0, puede decirse que no mostraron mayor significancia en cuanto al rendimiento, entre ambos. Por lo tanto debe seleccionarse en un futuro de nuevas aplicaciones, la dosis más baja del componente. Sin embargo, para fines de mejoramiento de suelos es preferible la segunda.



## CONCLUSIONES

La importancia del tratamiento de los suelos ácidos en las áreas agrícolas con potencial productivo, además de que es posible y económico se vuelve una necesidad imperiosa, ya que así lo indican los resultados obtenidos en las áreas problema, donde se aplicó el componente en forma extensiva en la superficie tratadas (300 ha.). Por lo cual los procesos de transferencia de tecnología toman relevancia en este sentido al dinamizarlos y vincularlos a la investigación, la asistencia técnica como a la sensibilidad y decisión de los productores.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones de aplicación de cal agrícola o de necesidades por aplicar, deberá apegarse en lo posible a las reglas establecidas, a través de un proceso metodológico de transferencia de tecnología. Empezando por realizar los muestreos de suelos; pruebas de laboratorio y recomendaciones del mismo; comprobación en campo: en parcelas de prueba y demostración; fineza y tipo de materiales a utilizar; época de aplicación; distribución e incorporación inmediata en el campo, etc. Apoyados con estudios complementarios de diagnósticos y estudios de área, donde se reflejen tanto la problemática de necesidades o carencias en la zona e igualmente la potencialidad de la misma, determinando los factores inmodificables que definen el agrosistema en particular. Todo ello para establecer el nivel tecnológico que utilizan los productores y poder correlacionarlo y adoptarlo con la tecnología requerida, dentro de un marco de trabajo metodológico y sistemático de asistencia técnica.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

## BIBLIOGRAFIA

- Buckman y Brady (1985)  
Maturaleza y propiedad de los suelos  
Editorial UTEHA México. P.(374-395, 405-475)
- Diego Gonzalez Eguarte (1986)\*  
Acidez y Encalado de Suelos  
Reporte de Investigación. P.(73-76)  
\*Experto de la red de Productividad de Agrosistemas en  
la Región Centro-INIFAP.
- Estudio Básico para la planeación del Desarrollo  
Municipal de Ameca, Jalisco (1986)  
Editado por la Universidad de Guadalajara  
P.(14-17)
- G.W. Cooke(1983-1985)  
Fertilización para Rendimientos Máximos  
Fertilizantes y sus Usos  
Editorial C.E.C.S.A. México P.(110-121, 144-151)
- Henry Tausher y Rudolph Adler (1985)  
El Suelo y su Fertilidad  
Editorial C.E.C.S.A. México P.(262-271, 464-469)
- J.H. Stalling (1985)  
El Suelo su Uso y Mejoramiento  
Editorial C.E.C.S.A. México. P.(117-130)
- Modesto Ríos de la Torre (1985)  
Manual de Fertilizantes  
Editorial LIMUSA P.(20-43)
- Ortiz Villanueva (1980)  
Edafología  
Editado en a Universidad Autónoma de Chapingo  
P.(176-189)

- Roberto Núñez Escobar (1986)  
Cuadernos de Edafología  
Efectos de Acidez del Suelo, sobre la Producción  
de los Cultivos y su Corrección mediante Encalado  
Editado en Centro de Edafología Colegio de  
Postgraduados, México. P.(1-17)
- S.L. Tisdale y W.L. Nelson (1970)  
Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes  
Editorial Montaner y Simón S.A. Barcelona, España  
P.(444-480).
- Worthern y Aldrich (1980)  
Suelos Agrícolas, su Conservación y Fertilización  
Editorial UTEHA México P.(176-204)

**A N E X O**

**DESCRIPCION DEL MATERIAL DEL  
AUDIOVISUAL**

**EL MEJORAMIENTO DE SUELOS ACIDOS CON  
LA INCORPORACION DE CAL AGRICOLA  
(AUDIOVISUAL) EN EL VALLE DE AMECA, JAL.**

## IMAGEN 1

El Estado de Jalisco: tiene una extensión de 80,137 Km<sup>2</sup> y su capital es Guadalajara. Está situado en el Occidente del País en la Costa del Pacífico, su territorio está cruzado por la Cordillera Neovolcánica y la Sierra Madre del Sur; abarca gran parte de la Cuenca del Lerma-Santiago y la Laguna de Chapala; un gran número de Valles y Planicies de importantes actividades agrícolas y ganaderas; donde se producen especies como: maíz, trigo, frijol, sorgo, caña de azúcar, cacahuete, cítricos, alfalfa entre otros aparte de su riqueza mineral y otras actividades que en él se realizan.

## IMAGEN 2

Descripción Municipal de Ameca. X

El territorio municipal se encuentra enclavado en la parte Centro-Oeste del Estado de Jalisco, entre las coordenadas extremas 20°21'45" y 20°38'52" de Latitud Norte y 103°52'07" y 104°16'49" de Longitud Oeste. Su territorio se asemeja a la figura de un trapecio invertido en donde resaltan variaciones de altura sobre el nivel del mar, que van de los 900M-2,600M s.n.m.. El municipio cuenta con 938.8 Km<sup>2</sup> de extensión territorial, que representan el 1.15% de la superficie total del Estado que son 80,137 Km<sup>2</sup>.

### IMAGEN 3 ✓

Panorámica en donde se observa parte del municipio de Ameca y principalmente la ciudad, además se observa superficie laborable del valle. Terrenos que tienen problemas de acidez, la que afecta la producción de los cultivos que en ellos se establecen.

La toma se hizo del lado Sur de la Cabecera Municipal de el ejido El Sabino, donde se realizó la mejora territorial "Encalado de Suelos".

### IMAGEN 4 ✓

Con la finalidad de saber el grado de acidez, contenido de materia orgánica y elementos mayores (N-P-K) de los suelos en el municipio, se realizaron muestreos formando una cuadrícula con puntos a cada Km. de distancia por personal de la S.A.R.H. en superficie de Temporal y de Riego, excepto superficie con caña de azúcar, habiéndose obtenido 350 muestras llevándose para su análisis al Laboratorio de Agrología en la ciudad de Guadalajara, Jal.

### IMAGEN 5 ✓

En este mapa del municipio de Ameca, se muestran todos los terrenos que presentan problemas de acidez. Los que están coloreados según la intensidad de la misma:

Narananja: de 4 - 4.4 Suelos extremadamente Acidos.  
Amarillos: de 4.5 - 4.9 Suelos fuertemente Acidos.  
Verdes: de 5 - 5.5 Suelos muy Acidos.

Estos resultados de análisis de suelos se realizaron en el año de 1988.

Los suelos que principalmente requieren encalado son los de pH inferiores a 5.0.

#### IMAGEN 6

En los ejidos de El Sabino y El Texcalame, en donde se aplicó la Cal Agrícola, se observa superficie con pedregosidad, la cual es una limitante para la aplicación de Cal Agrícola, además de que dificulta la realización de otro tipo de actividades.

#### IMAGEN 7

Vista general de los terrenos del ejido El Texcalame incluyendo el poblado, en donde la mayor parte de la superficie es accidentada, con pendientes que van del 4 - 8%, y una profundidad de 35 - 50 cm..

Los suelos generalmente son de 3era. y 4ta. clase, de textura media y de aptitud agrícola limitada.



#### IMAGEN 8 /

Para recolectar una muestra de suelo se hacen 3 pozos a una distancia de 1.5 - 1 M. uno de otro, en un diámetro no mayor de 2 M. uno del otro.

De las 3 tomas, se forma una muestra compuesta siendo ésta la representativa.

Los muestreos nunca se deben de realizar: debajo de árboles, orillas de callejones o veredas, ni cerca de montones de basura. Además de que se enumerará la muestra, con su etiqueta de información correspondiente.

#### IMAGEN 9

Como es común en la zona, algunos agricultores aprovechan la humedad residual del temporal para la siembra de garbanzo, razón por la que algunos muestreos se realizaron en la capa arable de los terrenos preparados. En terrenos mal preparados se dificulta la obtención de las muestras.

#### IMAGEN 10 /

En la determinación del pH y de algunas otras determinaciones de suelos, se pueden utilizar equipos sencillos o laboratorios portátiles "Colorimétrico" y "Electrométrico" que se usan para hacer determinaciones rápidas.

#### IMAGEN 11 ✓

Un buen análisis comienza con un buen muestreo de suelos. Para la determinación del pH se usan dos métodos; el electrométrico "Potenciómetro" y el de tinción "Colorimétrico".

Se usó el método Colorimétrico por ser el más fácil de usar y puede ser determinado en campo. Además de que con una buena orientación lo pueden realizar los mismos productores. Este método no es muy exacto.

#### IMAGEN 12 X

Las características para una buena preparación de los suelos son:

- 1.- De Preferencia usar desvaradora para picar los residuos de las cosechas.
- 2.- Que el terreno esté apto para la realización del barbecho; con un buen grado de humedad posterior a la cosecha ya que de esa manera se facilita esta labor.

Además de que se incorporan los esquilmos al suelo y combatimos las plagas mediante su exposición directa al Sol y a sus depredadores.

#### IMAGEN 13 X

El rastreo es otra de las labores recomendadas para lograr una buena preparación del terreno. Este se realiza después

del barbecho y en forma perpendicular al mismo; práctica para desmoronar el suelo y a la vez lograr un resultado mejor en las actividades que se realicen posteriormente.

El control biológico entre plagas del suelo y sus depredadores influye, en la aplicación de una dosis menor de insecticida al suelo.

#### IMAGEN 14 ✓

La forma correcta para abastecer la encaladora y evitar posibles accidentes, es que el personal cuente con el equipo de protección adecuado (mascarillas, lentes, guantes, overoles y botas de trabajo). Además de que se debe de manejar el producto con suma precaución.

Aquí observamos que el personal no realiza las labores adecuadas.

#### IMAGEN 15 ✓

Al iniciar la aplicación de Cal, se debe de calibrar la encaladora en una distancia conocida y hacer la cuantificación. En esta ocasión la dosis fué de 2000 y 1000 Kg./ha de Cal respectivamente, en donde en una distancia de 100 M. por 2.8 M. se tiraron 60 y 30 Kg. de producto. Esta labor se realizó en el mes de abril de 1992 en terrenos barbechados y con un paso de rastra.

Para realizar este trabajo, además del tractorista se ocupa otra persona que vigile el buen funcionamiento del equipo.

#### **IMAGEN 16**

El Encalado se puede realizar en terrenos planos y accidentados, en esta ocasión se realizó en esta forma por seguridad de la máquina y operador, a la vez que se logró un mayor avance ya que se aplicó a lo largo del terreno. Es de hacer notar que en las orillas de las parcelas, es necesario darse 2 pasos consecutivos al término de Encalado, para evitar fallas de aplicación en las vueltas, lo que se conoce como cabacerear.

#### **IMAGEN 17**

Las áreas accidentadas por lo general son difíciles de manejar. Por la experiencia del maquinista, éste realizó el trabajo lo mejor posible que pudo y así evitar fallas en la aplicación. Para el establecimiento del cultivo se recomienda la realización de los surcos en contorno, y así evitar la erosión del suelo.

#### **IMAGEN 18**

Las labores realizadas en los suelos no siempre son las adecuadas ya que no se llevan a cabo en forma oportuna. A la vez, se hace notoria una ligera falla del equipo. El productor debe de estar presente para vigilar siempre que se

realice un trabajo, ya que ésta es la base para lograr el objetivo deseado.

Se puede hacer el cálculo de las necesidades de Kg./ha de Cal, pero en la práctica es difícil de aplicar lo adecuado ya que en los trabajos de campo las labores no se realizan al 100%.

#### IMAGEN 19 ✓

La capacitación de los operadores es necesaria para la realización correcta de las labores. Todo equipo está sujeto a fallas, por lo que si el productor no se interesa en estar presente en los trabajos que se requieren, éstos no se realizan en forma debida; ya que a los operadores lo que les interesa es avanzar lo más rápido posible, porque el pago los reciben por ha.

#### IMAGEN 20 ✓

Esta es una panorámica de algunas de las parcelas que se encalaron en el potrero Arroyo Grande de el ejido El Sabino, en donde se muestra una aplicación uniforme de Cal Agrícola. Además de que observamos superficie en donde ya se hizo la incorporación del material de encalado.

#### IMAGEN 21 ✓

Terreno plano en el potrero La Loma del ejido El Sabino, en donde la preparación del suelo "Barbecho y Rastra" se realizó

oportunamente, facilitando la distribución e incorporación de la Cal Agrícola.

La incorporación siempre debe de efectuarse en forma perpendicular a como se realiza la aplicación.

#### IMAGEN 22 ✓

Es importante mencionar que cuando el productor está interesado en realizar una mejora a su suelo, hace uso de los recursos con que cuenta. En este caso la aplicación de Cal fué manual (al voleo) y su incorporación mediante tracción animal.

Este sistema se recomienda en terrenos accidentados en donde el uso de la maquinaria no es posible.

#### IMAGEN 23 ✕

La buena emergencia de las plántulas, se debe a la realización de todas las prácticas que se requieren, además de la aplicación de Cal y de las buenas condiciones meteorológicas que prevalecieron en el temporal.

La pedregosidad existente en el suelo afecta en forma directa la emergencia de las plántulas.

#### IMAGEN 24

El desarrollo vegetativo de las plantas de maíz, en las parcelas tratadas; se observó con mejor vigor y coloración, en comparación con las parcelas testigo, ya que este es un cultivo limpio y parejo, por la buena preparación de suelo efectuada, la siembra a tiempo y la eficiente germinación. Además de que el control de plagas de suelo y malezas estuvieron plenamente controladas, por la reacción química; la Cal Agrícola en el suelo, con los plaguicidas y herbicidas aplicados.

#### IMAGEN 25

Como resultado de todas las prácticas tecnológicas efectuadas, además del Encalado, se obtuvieron plantas bien desarrolladas con el 100% de la floración, la coloración verde oscura, libre de malezas y sin presencia de plagas al suelo y al follaje, en un cultivo parejo además de esperarse un buen rendimiento. Ya que al reducir la acidez en el suelo, el cultivo responde de una manera mas favorable por la asimilación de un mayor número de nutrientes.

#### IMAGEN 26

Esta parcela no fué tratada con Cal Agrícola y la maleza se desarrolló bien y al no crecer el cultivo, este fué sombreado y no creció, manifestándose que no se tiene igual desarrollo que en el cultivo tratado. El control de malezas fué bastante

deficiente, así como el control de plagas de suelo y follaje.

#### IMAGEN 27

Comparación de la superficie tratada y no tratada. La variedad de la B-840 (Dekalb) en los predios, donde se aplicó el mismo paquete tecnológico y en donde resalta la coloración verde oscura en la superficie donde se aplicó Cal Agrícola; además de la diferente fructificación en los dos predios.

#### IMAGEN 28

Parcela tratada con Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), en donde la función de este producto, es facilitar la predisposición de los nutrientes en el suelo, para que éstos sean mas fácilmente asimilados por las plantas y así logren un completo desarrollo y fructificación.

#### IMAGEN 29

En todas la parcelas en donde se realizaron los encalados, se empezó a notar el secado de la mazorca en planta verde, lo que puede indicarse como una característica de la variedad y en otro caso una respuesta de la misma a la aplicación de Cal y a las condiciones climáticas favorables de la región. Además que alcanzaron su máximo potencial de rendimiento.



### IMAGEN 30

Para que la Tecnología llegue a alguna parte; se requiere de buenos caminos de acceso y vía de comunicación. En este caso específico las condiciones de los caminos en la zona de trabajo, en su mayoría están en regular estado. Pero algunos en el período de lluvias se vuelven intransitables. Además de que hay caminos reducidos que impiden el paso de la maquinaria.

### IMAGEN 31

En esta parcela tratada; Observamos la planta sana; con buen porte, un aceptable grado de secado de la mazorca en planta verde y sin presencia de malezas. En donde se espera un óptimo rendimiento de la cosecha en comparación con el esperado en las parcelas no tratadas. Además de que el productor ahí presente esta convencido de la funcionalidad de la Cal aplicada.

### IMAGEN 32

Testigo en el potrero Las Guacimas del ejido El Texcalame, donde muestra el raquítico desarrollo del cultivo color verde amarillento; causados por la deficiente absorción de los nutrientes disponibles en suelos ácidos.

### **IMAGEN 33**

Una de las consecuencias que ocasiona la diferencia de desarrollo en el mismo cultivo y variedad, es el no preparar el suelo debidamente, no realizar las siembras a tiempo. En donde pueden ser limitantes las condiciones climáticas y las labores culturales practicadas en el cultivo, mismas que repercuten en una buena o mala producción.

Para alcanzar un buen rendimiento; se requiere de una buena preparación de suelo, la aplicación de un buen paquete tecnológico además de la adición de la Cal. Y cuando la siembra se realiza tarde podemos tener malas plantas y baja cosecha.

### **IMAGEN 34**

Esta es una de las superficies tratadas en los ejidos de El Sabino y El Texcalame y en donde se sembraron las siguientes variedades de ciclo intermedio y de diferentes Compañías.

Dekalb B-840, B-844, PIONNER, P507 Y P3288

Asgrow A-791, A7440, EN DOSIS 20 Kg./ha.

### **IMAGEN 35**

Potrero el Arroyo Grande, El Sabino.

Este predio se sembró con la variedad de B-840. Donde su madurez fisiológica es uniforme. Además, una de la

principales características favorable para el productor es que el vástago dobla, previendo la pudrición de la punta de la mazorca por las posibles lluvias que puedan existir.

La característica de la madurez fisiológica es la mazorca doblada en planta seca con el color paja.

Para obtener buenos rendimientos se debe aplicar un buen paquete tecnológico, con una mejor variedad y buena preparación de suelo.

#### IMAGEN 36 ✓

Se llevaron a cabo los muestreos para obtener los rendimientos de parcelas tratadas y no tratadas. En donde hubo una marcada diferencia. En el ejido El Sabino la producción se incrementó de 3.1 a 6.3 Ton/ha y en El Texcalame de 2.7 a 5.1 Ton./ha.

Los resultados fueron favorables por el paquete tecnológico aplicado además de el buen temporal y la incorporación de Cal Agrícola al suelo.

#### IMAGEN 37 ✓

En esta parcela Testigo, el rendimiento obtenido fué de 2.5 Ton/ha, en donde se aplicó el mismo paquete tecnológico que en las parcelas tratadas, con la única diferencia que no se les aplicó Cal Agrícola. Por lo que se supone que el grado de

acidez desarrolla influencia directa en el desarrollo y producción de los cultivos.

Al no combatir la acidez del suelo, ni malezas y plaga alguna se obtienen bajos rendimientos.

#### IMAGEN 38 ✓

Se realizó un segundo muestreo y análisis de suelo; posteriormente a la cosecha, con la finalidad de detectar la variación del pH en los suelos tratados. El análisis se llevó a cabo mediante el equipo de Colorimetría, además de constatar resultados con un Trompo (Electrométrico). En el ejido El Texcalame el pH varió de 5.0 a 5.1 y en El Sabino de 4.8 a 5.1.

En el ejido El Texcalame no hubo resultados muy significativos en la variación del pH, pero sí los hubo en el rendimiento obtenido, y por lo que se recomienda volver a practicar el Encalado. Mientras en el ejido El Sabino se presentaron las variaciones en pH e incremento de la producción.

#### IMAGEN 39 ✓

En el ejido El Texcalame, se llevó a cabo la demostración sobre los resultados obtenidos con la incorporación de Cal Agrícola aplicada en los suelos ácidos de El Texcalame y El Sabino-

#### IMAGEN 40

A la demostración, se invitó a personas de todos los ejidos aledaños a la zona. La que fué de gran interés para los productores, ya que ésto se reflejó mediante su presencia y participación al hacer preguntas relacionadas con los Encalados practicados y sobre los rendimientos obtenidos a plena satisfacción de los productores beneficiados.

#### IMAGEN

Una de las formas de convencer a los productores, de realizar este tipo de mejoras, es por medio de las demostraciones, ya que los productores entienden mejor y se interesan más en las demostraciones en campo, que si se les dieran los resultados en algun salón reunidos por horas y horas.

Por los resultados obtenidos, se recomienda seguir realizando los Encalados en los suelos ácidos de estos ejidos durante un periodo de 5 a 6 años, haciendo una aplicación cada 2 años, con el propósito de regular el pH y así poder seguir obteniendo mejores rendimientos.

#### IMAGEN 42

En la zona de estudio, posterior a la cosecha de los cultivos de temporal (maíz y sorgo), se establecen hortalizas

(jitomate, chilaca, tomate de hoja, pepino, sandía, calabacita y frijol) en lo que comprende el área de la zona de riego de la Presa El Texcalame y en donde es factible recomendar los encalados para el mejoramiento del suelo y tal vez incrementar la producción también en las hortalizas.

#### IMAGEN 43

En base a los resultados obtenidos en el trabajo anteriormente expuesto, se recomienda la práctica del Encalado ya que la Cal además de ayudar a reducir el pH del suelo, mejora sus condiciones físicas, químicas y biológicas, favoreciendo la predisposición de los nutrientes para que éstos sean más fácilmente asimilados por las plantas.

Se recomienda realizar el Encalado en los suelos un año sí y otro no, para saber si hay respuesta significativa. Ya que el objetivo principal de este sistema de mejoramiento es el de producir más al mas bajo costo. Además que la Cal es un producto de efecto residual que puede durar varios años.