

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



PROGRAMA DE ENCALADO DE SUELOS PARA LA CORRECCION
DEL pH. EN AGRICULTURA DE TEMPORAL EN LA LOCALIDAD
DE AGUA ZARCA DEL MUNICIPIO DE TOTATICHE, JALISCO.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

BERNARDO ARELLANO MARTINEZ

GUADALAJARA, JALISCO. 1992



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCCLARIDAD
Expediente
Número 0637/92.....

20 de agosto 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)

BERNARDO APELLANC MARTINEZ

titulada:

PROGRAMA DE ENCALADO DE SUELOS PARA LA CORRECCION DEL pH EN
AGRICULTURA DE TEMPORAL EN LA LOCALIDAD DE
AGUA ZARCA DEL MUNICIPIO DE TOTATICHÉ, JALISCO

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. RUBEN ORNELAS REYNOSO

ASESOR

ING. HUBERTO MARTINEZ HERREJON

ASESOR

ING. SABINO SANCOS ORCZCC

srd'

mam

Al contestar incl. firma cifrese fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD
PRESENTE
NUMERO 0637/92

20 de agosto de 1952

C. PROFESORES.

ING. RUBEN ONELAS REYNOSO, DIRECTOR
ING. HUMBERTO MARTINEZ HERFEJON, ASESOR
ING. SABINO SALAS DEZCC, ASESOR

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

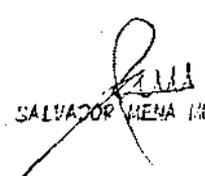
PROGRAMA DE ENCALADO DE SUELOS PARA LA CORRECCION DEL PH EN
AGRICULTURA DE TEMPORAL EN LA LOCALIDAD DE
AGUA ZARCA DEL MUNICIPIO DE TOTATICHÉ, JALISCO

presentado por el (los) PASANTE (ES) BERNARDO ARELLANO MARTINEZ

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

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su dictamen en la revisión de la mencionada Tesis.
Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atento y distinguida consideración.

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


M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA

DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI MADRE

Herminia Martínez de Arellano +
quién hubiese querido verme ---
realizado como profesionista --
más no fué posible.

A MI PADRE. Maurilio de manera --
especial de quién siempre he -
recibido apoyo y consejos en --
cada paso de mi vida.

A MIS HERMANOS. Con afecto por --
compartir los mejores años de -
mi vida.

A MIS MAESTROS. Por su labor ---
desinteresada.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por que me dio la vida y el amor.

A MI TIA Y TODOS MIS HERMANOS

Quienes me han ayudado siempre en todo lo que he necesitado.

A LA FACULTAD DE AGRICULTURA, MAESTROS Y COMPAÑEROS

Por la oportunidad que me han brindado de realizarme como --
profesionista.

AL ING. RUBEN ORNELAS REYNOSO

Por todo el apoyo que he recibido como Director de tesis y-
Amigo.

A LOS INGENIEROS HUMBERTO MARTINEZ HERREJON Y SABINO SALAS --

OROZCO. De quienes he recibido su apoyo como profesionistas
y asesores de esta tesis.

AL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL No. 008 EN COLOTLAN, JAL., --

Dependiente de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hi--
draulicos. Por todo el apoyo que siempre me han brindado en
estre trabajo.

A mis Amigos y Compañeros: que han estado conmigo en cada -
momento de estudio y trabajo.

CONTENIDO

	Fág.
INDICE DE CUADROS Y MAPAS	1
INDICE DE GRAFICAS Y CUADROS DEL APENDICE	ii
I.- INTRODUCCION	1
1.1.- Antecedentes.....	1
1.2.- Objetivos	2
II.- REVISION DE LITERATURA	3
2.1.- Origen y efecto de la ácidaez del suelo	3
2.2.- Causas de la ácidaez en los suelos	6
2.2.1.- La Naturaleza de la ácidaez del suelo	7
2.3.- Causas del mal desarrollo de las plantas en los suelos ácidos	9
2.3.1.- La toxicidad por Aluminio.....	9
2.3.2.- Toxicidad por Manganeso.....	11
2.3.3.- Deficiencia de Magnesio.....	12
2.3.4.- Deficiencia de Calcio.....	12
2.3.5.- Deficiencia de Molibdeno.....	12
2.4.- El pH Adecuado en los suelos ácidos altamente intemperizados.....	13
2.5.- Efecto del encalado en el suelo.....	16
2.6.- Recomendación del uso de la cal.....	21
2.6.1.- Algunas especies tolerantes a la ácidaez del suelo.....	22
2.7.- Materiales para encalado	24
2.7.1.- Los materiales correctores más utilizados.....	25

	Pág.
III.- MATERIALES Y METODOS	31
3.1.- Descripción del área de estudio.....	31
3.1.1.- Situación geográfica.....	31
3.1.2.- Situación fisiográfica.....	32
3.1.3.- Clima	32
3.1.4.- Suelo	32
3.1.5.- Tipos de suelos predominantes de- la región.....	32
3.2.- Descripción del trabajo de laboratorio...	36
3.2.1.- Análisis de laboratorio.....	38
3.2.2.- Consideraciones sobre éstos suelos	39
3.3.- Descripción del trabajo de campo.....	40
3.3.1.- Aplicación de la Cal y costo.....	43
3.3.2.- Siembra y labores culturales.....	44
3.3.3.- Muestreo y toma de datos.....	46
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES	47
4.1.- Del trabajo de campo.....	47
4.2.- Del análisis de laboratorio	49
V .- CONCLUSIGNES Y RECOMENDACIONES	51
VI.- R E S U M E N	54
VII.- BIBLIOGRAFIA	56
VIII.- APENDICE	59

CUADRO No.

1.- Cultivos importantes considerados generalmente como -- Tolerantes a las condiciones de la ácida del suelo....	22
2.- Especies generalmente susceptibles a la ácida con va-- riedades tolerantes	23
3.- Valores relativos a la neutralización para los materia les de encalado más comunes.....	29
4.- Resultados de laboratorio del 1er. Analisis de suelo....	39
5.- Registro de participantes al programa de encalado --- Agrícola.....	40
6.- Costo watimado en el cultivo de Maíz.....	42
7.- Resultados finales obtenidos en los predios encalados..	48
8.- Resultados finales del analisis del suelo con encaia-- do aplicando 1 Ton/Ha.....	50

MAPA No.

1.- Localización de la Zona Norte de Jalisco.....	35
2.- Localización geográfica del Municipio de Totatiche, --- Jalisco.....	36
3.- Clasificación Agrícola del suelo.....	37

GRAFICA No.

1.- Valores del pH.....	15
2.- La ácida del suelo se puede reducir a traves de la --- aplicación de cal agrícola.....	30

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE:

1.- Calendario de actividades en programa de parcelas de-- mostrativas ciclo P.V.....	59
2.- Altitudes Maximas y Minimas de los Municipios que in-- tegran la zona Norte de Jalisco.....	60
3.- Temperatura media anual maxima y minima de los Mpios...	61
4.- Presipitación media, maxima y minima en promedio anual.	62

I.- INTRODUCCION

I.I.- ANTECEDENTES

El suelo es parte fundamental de la Agricultura está formado por sobre posición de capas de los productos del intemperismo o destrucción de la Materia Organica. Además es el habitat natural donde se desarrollan la mayoría de las plantas. Su estudio es producto de una serie de investigaciones -- que sirven para la correcta planeación de su uso.

Es necesario que el productor conosca lo que hay más --- abajo de la capa arable para poder adaptar el cultivo que produzca mejor y así tener conocimiento sobre las practicas necesarias para conservar el suelo.

El empleo del encalado es una de las prácticas más antiguas que data desde antes de la Era Cristiana y fué hasta el -- siglo XIX cuando se llevo a la práctica para el cuidado de los suelos. Por lo tanto su aplicación es una operación fertilizadora y mejoradora que los agricultores de varias regiones --- creen conocer perfectamente aun sin embargo el efecto poste -- rior a su aplicación es cuestión poco conocida.

Las prácticas del encalado en la actualidad están basadas en conceptos bien establecidos, conseguidos por medio de la -- investigación a traves de las actividades de los servicios de extensión agricola tanto Federal como Estatal.

Por lo tanto una muestra de suelo laborable es muy importante determinar el porcentaje de CaCO_3 carbonato de calcio, para saber si no se afectan los suelos al agregar mejoradores calizos o fertilizantes que no puedan ponerse a disposición -- de las plantas por exceso de cal, por lo tanto su escases en -- el suelo provoca una deficiencia de éste elemento en las plantas y una acidez en el suelo o baja en el pH y como consecuencia de está acidez surgirán otros fenomenos que redundarán en la baja producción de los cultivos.

El área del proyecto que abarca la parte de Agua Zarca y Acatepulco del Municipio de Totatiche, Jalisco., la práctica del encalado se ha presentado por primera vez ya que los suelos se encuentran desde ligeramente ácidos a muy ácidos y - hasta el momento no se ha hecho ningún trabajo que los lleve a contrarestar de manera efectiva éste problema.

Los reportes de análisis de suelo para esta región -- proporcionados por el Laboratorio de Apoyo Técnico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos Delegación Estatal en Jalisco., encontramos resultados que abarcan desde un pH de 5.4 como mínimo para todo el Municipio, ocasionando con esto - que la producción se vea limitada en diferentes cultivos. El presente trabajo pretende mejorar las condiciones del suelo -- con el uso del encalado.

1.1.- OBJETIVOS

- 1.- Modificar el pH del suelo mediante la aplicación-- de calcio.
- 2.- Incrementar la productividad en la actividad agrícola principalmente en el cultivo del Maíz espe--- rando un incremento en promedio de 800 Kgs. más, - de sus rendimientos obtenidos. Con la aplicación - del encalado.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- ORIGEN Y EFECTO DE LA ACIDEZ DEL SUELO

En base a la clasificación de la (FAO.M.1991) - La acidez del suelo es común en todas las regiones donde la -- precipitación es alta, o lo suficiente para poder lixiviar --- apreciables cantidades de bases intercambiables de los niveles superficiales de los suelos.

En México los suelos ácidos se ubican principalmente en-- la zona intertropical que corresponde a las unidades de Andosoles, Gleysoles, Cambiosoles, Acrisoles y Nitrosoles.

La superficie ocupada por los suelos ácidos en México es superior a los 13 millones de hectareas, lo que representa un 7% de la superficie del Territorio Nacional. Un total de ---- 8'373 000 hectareas de suelo ácido corresponde a Andosoles Vitrícos que se ubican en el eje neovolcanico que atravieza el - País desde los Tuxtlas hasta Nayarit y Colima, en segundo orden de importancia destacan los Gleysoles, Cambiosoles, Acrisoles y Nitrosoles que se localizan principalmente en la zona -- lluviosa de Tabasco, Chiapas y Veracruz.

A raíz de los trabajos realizados en los suelos lixivia-- dos de las zonas tropicales húmedas del mundo en torno a la -- acidez del suelo, desde el principio de la década de los 50's- ha evolucionado tanto, que el concepto en la actualidad tiene-- un significado distinto al que se venía manejando.

Anteriormente el concepto de ácidaz estaba basado en las investigaciones realizadas por Bradfield (1923) citado por Eornemisza (1965), quien propuso que los suelos ácidos son aquellos cuyo complejo de intercambio se encuentra saturado de iones hidrogeno cuya medición representa el pH del suelo. Las investigaciones indicaban que las arcillas y el complejo orgánico de los suelos forman un grupo particular de ácidos débiles cuyas cargas negativas son neutralizadas por iones de hidrógeno y por cationes de intercambio como Potasio, Calcio, Manganeso etc.

Investigadores como Veitch (1902), Paver y Marshall (1934), Schofield (1939-1949) y Mitra (1942) citados por Martini (1968) encontraron los primeros indicios que pusieron en duda la teoría de hidrogeno. Con sus trabajos mostraron que la ácidaz del suelo además del hidrógeno son causas significativas del Aluminio y el Hierro; mostrando definitivamente que el Aluminio es el elemento predominante en el complejo de intercambio de los suelos ácidos.

Pierre y Colaboradores (1947) indican que el efecto de la ácidaz es indirecto, ya que afecta a la cantidad de elementos nutritivos asimilables y a la cantidad de Aluminio soluble así a menor pH aumentará el Aluminio en la solución, las plantas resultarán perjudicadas en relación directa a la concentración de Aluminio, además que pueden resultar deficiencias que se toman menos disponibles al disminuir el pH, Domínguez (1989).

Buckman y Brady (1952) también ahondan sobre lo anterior señalando que bajo condiciones muy ácidas, el aluminio absorbido está en equilibrio con los iones de aluminio que hay en la solución del suelo estos últimos contribuyen a la ácidaz del suelo a través de su tendencia a la hidrólisis, así el aluminio ya hidrolizado no está ionizado y los iones hidrogeno abandonados dan un valor muy bajo de pH en la solución.

El pH de la solución del suelo dependerá de las cantidades relativas de iones hidrógeno (H^+) y de cationes metálicos adsorbidos como el Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio, así una reacción alcalina resulta de la hidrólisis de los cationes saturados antes mencionados.

La acidez del suelo y las condiciones de nutrición que le acompañan, se deben a la falta de cationes metálicos intercambiables controlados por el bajo porcentaje de saturación de bases y por ello indirectamente la concentración alta de iones hidrógeno de la solución del suelo, los cationes metálicos más convenientes para la disminución de la acidez del suelo son el Calcio y el Magnesio (Buckman y Brady, 1952).

Por otro lado señalan también que originan la acidez la mineralización de la Materia Orgánica, formándose ácidos orgánicos e inorgánicos. Otro factor que señalan es el lavado del suelo que actúa en forma indirecta por que al remover los cationes metálicos no pueden competir con el hidrógeno en el cambio del complejo del suelo.

Así mismo afirman que el pH de los suelos minerales tiende a disminuir durante el verano sobre todo cuando está bajo cultivo debido a que los ácidos producidos por los microorganismos y las actividades de las raíces de las plantas superiores en especial los exudados ácidos. En invierno y primavera se observa un aumento del pH debido a las actividades bióticas durante éste tiempo que pueden ser más bajas.

Tamhane, Motiramani y Bali (1979) indican que los suelos son ácidos por una o más razones que son Lixiviación a causa de la lluvia intensa, origen del suelo de material ácido, empleo de fertilizantes formadores de ácidos y la acción microbiológica.

2.2.- CAUSAS DE LA ACIDEZ EN LOS SUELOS

Un suelo ácido es aquel que tiene una concentración de iones de hidrógeno mayor de 10^{-7} , o lo que es lo mismo un pH menor de 7. Sin embargo la acidez del suelo como limitante para el desarrollo de las plantas, por su influencia en la disponibilidad de nutrientes y concentración de sustancias tóxicas, sólo requiere importancia cuando el pH es menor de 5.5. Garavito (1979).

A la vez señala que los suelos minerales contienen muy poco H^+ intercambiable y que es el aluminio intercambiable ($Al + 3$) y no el H^+ el responsable de la acidez del suelo (Marshall, Coleman y otros citados por Kamproth, 1967). Concluyen que solamente en suelos ácidos con alto contenido de Materia Organica, se encuentra algo de H^+ .

Curriel (1983) Indica que cuando el pH del suelo es ácido, aumenta el antagonismo en la solución nutritiva del suelo.

Duchaufour (1984) Define que el aluminio cuando es degradado lentamente por degradación de las arcillas, ocupa el lugar de los iones básicos y en éste caso la acidez es mucho menos fuerte y el pH raramente es inferior a 5. A pH's superiores de 5 (entre 5 y 6), la acidez toma la forma de iones complejos aluminicos: $Al(OH)^{++}$ ó $Al(OH)^{2+}$, mucho menos cambiables. Esto explica que para un mismo grado de saturación el pH puede ser diferente según sea el ión predominante, es el H^+ , el Al^{+3} o el $Al(OH)_n$ en un medio poco ácido.

Como se decía el aluminio adquiere la forma de cambio soluble a un pH inferior de 5 aproximadamente, pero su concentración en la solución del suelo, incluso en medio ácido es muy pequeña.

El comportamiento del aluminio en el suelo es inverso a las bases en medio ácido. El porcentaje de acidez cambiante de (Al, H, Mn y Fe) es la diferencia que resta del porcentaje de saturación de bases (PSB) al 100% Fassbender (1978).

Buckman y Brady (1977) indican que el lavado aumenta la acidez. Las bases que han sido reemplazadas del complejo coloidal o que han sido disueltas por acidez percolante son removidas en las aguas de drenaje.

No sólo el aluminio está presente en la acidez del suelo también pequeñas cantidades de Fe, Mn y Zn intercambiables aunque en pequeñas cantidades y menores grados causan también la acidez al aceptar iones OH^- para pasar a compuestos insolubles Garavito (1979) por lo tanto, decimos que la acidez cambiante es causada casi completamente por iones de aluminio afirma Buol S.W (1983).

2.2.1.- La Naturaleza de la Acidez del suelo.

A) Acidez Intercambiable:

- Aluminio Intercambiable. Cuando se extrae un suelo ácido con una solución "no buffer" de una sal neutra, puede tenerse una media de acidez intercambiable que afecte el desarrollo de la planta. Veitch (1902) demostró que la acidez intercambiable es debido al Aluminio.

Más tarde Paver y Marshall averiguaron que el aluminio era el catión de intercambio de sal neutra. Analizando a la vez que los subsuelos ácidos de suelos Ultisol (rojo-amarillo podsólico) tienen una gran porción de cantidad de cambio catiónico efectiva neutralizada por el aluminio intercambiable.

- Hidrógeno Intercambiable. Muy poco hidrógeno intercambiable existe como tal en los suelos minerales, al guardarse con humedad las Montmorillonitas y Kaolinitas saturadas con hidrógeno espontáneamente cambian para formar arcillas saturadas con Al y Mg o arcillas saturadas con aluminio. Solamente en suelos ácidos con un contenido alto de Materia Orgánica se encuentran algo de hidrógeno intercambiable.

B) Acidez No Intercambiable:

Ciertos suelos aun tienen una gran cantidad de acidez después de que el aluminio intercambiable ha sido removido con una solución de sal neutra. Una porción de esta acidez titulable es asociada con la Materia Orgánica los sitios negativos intercambiables de la materia orgánica, son debilmente ácidos. Teniendo el pH del suelo un valor de 7 o menos, los grupos carboxilos serían principalmente implicados a un pH de 7 el CEC de la Materia Orgánica en suelos de la costa plana varía de 62 a 279 me. por 100 gramos de materia orgánica con un valor promedio de 127 me. El CEC de la materia orgánica del suelo en los suelos de Wisconsin fué de 75 me. por 100 gr con un pH 3.5, 163 me. con un pH de 7 y 213 me. con un pH de 8.

Recientemente Coleman, et al (1982) han postulado que una gran parte de esta acidez titulable no intercambiable puede ser debida a la ionización de H de óxidos hidratados de aluminio y hierro que existen en superficies de arcillas o en la capa intermedia.

Encontraron que mezclas de montmorillonitas y sesquioxidos contenian apreciables cantidades de acidez titulable no intercambiable. Otros investigadores atribuyen la acidez titulable no intercambiable de los subsuelos a la terminación de hidrólisis de los hidróxidos de aluminio de la capa intermedia.

2.3.- CAUSAS DEL MAL DESARROLLO DE LAS PLANTAS EN -- SUELOS ACIDOS.

El mal desarrollo de las plantas en suelos ácidos ha sido atribuido a un sin número de factores. Los factores principales directos que causan el mal desarrollo son la toxicidad de aluminio, la deficiencia de magnesio, la deficiencia de calcio y la deficiencia de molibdeno. Las investigaciones han demostrado que la toxicidad del aluminio es uno de los principales factores que contribuyen al mal desarrollo de las plantas en los suelos ácidos.

Pearson y Adams, (1967) Atribuyen que las actividades de Fe, Mn y Al se incrementan al aumentar la acidez del suelo, -- encontrándose más disponibles causando problemas de toxicidad y la inhibición de Materia Organica.

Aunque la materia organica se presenta siempre en pequeñas cantidades y apesar de su escaso requerimiento por las --- plantas, parece existir una deficiencia inicial generalizada.

2.3.1.- La Toxicidad por Aluminio. Es un factor importante de limitación de crecimiento en --- muchos suelos ácidos de la región este de los Estados Unidos-- y Canadá y de varias regiones de Sudamérica. En suelos superficiales la alcalinización a pH 5.5 a 6.0 corrige el problema pero la cal aplicada a la capa de arado no penetra fácilmente a las zonas más profundas del suelo, Mortvedt, Giordano y ---- Lindsay (1983).

El daño fisiológico que causa el aluminio a las plantas es de que se inhibe la división y extensión celular, actúa en las mitocondrias y núcleo y una vez que se acumula en las meristemáticas interfiere con el ADN y anula el crecimiento -- radicular impidiendo la absorción y traslado de nutrientes como el calcio y el fósforo con los que llega a concretarse dentro de la célula manifestándose el daño con el engrosamiento de raíces y tejidos necróticos provocando la muerte a determinadas concentraciones.

En el caso del Maíz, una acumulación de 400ppm de Al^{+3} -- en los tejidos lleva a la intoxicación.

El crecimiento deficiente de un cultivo en un suelo ácido puede correlacionarse directamente con el porcentaje de saturación de aluminio (PSAl), el cual se calcula de la siguiente manera.

$$PSAl = \frac{Al \text{ intercambiable}}{\text{Bases cambiables} + Al \text{ intercambiable}} \times 100$$

Varios trabajos muestran que hay menos de 1ppm de aluminio en la solución del suelo cuando el PSAl es menor del 60% sin embargo, el aluminio en la solución del suelo sube marcadamente cuando el PSAl pasa del 60%. El crecimiento del cultivo del Maíz no se ve afectado hasta que alcanza un 60% de saturación de aluminio.

Giordano y Lindsay (1983) determinan que concentraciones de aluminio en la solución del suelo superiores a 1 ppm, frecuentemente son causas directa de reducción del rendimiento.

Sánchez P.A (1981) indica que hay que tomar en cuenta que el valor de la acidez del suelo y P_{SAI} se ven exagerados cuando el valor del porcentaje de saturación de bases se calcula como la suma dividida entre la capacidad de intercambio catiónico -- (CIC) determinando con acetato de amonio a pH 7.

Aunque el aluminio es el principal culpable del crecimiento deficiente, en suelos ácidos también puede deberse a deficiencias directas de Ca, Mg y K.

En los trópicos muchos suelos son deficientes de calcio -- sin que tengan problemas de toxicidad de aluminio. De esta manera la toxicidad aluminica puede producir o acentuar deficiencias de Calcio y Fósforo.

Foy (1974) señala que muchos estudios hechos en la zona templada indican que el aluminio tiende a acumularse en las raíces impidiendo la absorción y el traslado del calcio y el fosforo a la parte aérea.

Otros estudios por Ulrich (1966) y Reuss(1983), indican que cuando la fracción del calcio desciende a valores menores de 0.15 eq. en la solución del suelo, éste deja de dominar. Al descender el calcio se ve acompañado correspondientemente en el incremento de aluminio en equivalente en la solución del suelo.

2.3.2.- Toxicidad de Manganeso:

Causa el mal desarrollo de las plantas en los suelos ácidos en Soya y Cebada fué reducido cuando las soluciones de cultivo contenían de 1 a 4 ppm de Mn.

Foy y Brown (1974) encontraron que en varios suelos ácidos la toxicidad era el principal factor limitante en el desarrollo de la alfalfa, con el encalado redujo los altos niveles de Mn intercambiable (48ppm) y así eliminó los síntomas de toxicidad.

2.3.3.- Deficiencia de Magnesio:

En Carolina del Norte la deficiencia de magnesio ha sido observada en suelos ácidos y arenosos con un pH de 5 o menor que contienen una alta saturación de Al intercambiable. Plantas de Maíz mostrarán síntomas de deficiencia de Mg cuando los suelos de la Costa Plana contienen menos de 0.07 me de Mg intercambiable y el 50% o más del CEC efectivo fué saturado con Al intercambiable. La neutralización del Al intercambiable con Cal, eliminó los síntomas de deficiencia de Magnesio.

2.3.4.- Deficiencia de Calcio:

Fried y Peech (1973) señalan que es difícil separar los efectos en el desarrollo de las plantas con un bajo nivel de calcio en suelos ácidos de los efectos tóxicos del Al y/o Mn. La adición de sales solubles de Ca a suelos ácidos generalmente no aumenta el desarrollo de las plantas y a veces da por resultado una disminución en el crecimiento.

Una cantidad de calcio disponible es necesaria para el desarrollo adecuado de las plantas.

Los síntomas de deficiencia de Ca en cultivos que crecen en un suelo ácido rara vez han sido denunciados.

Por lo tanto concluyen que al parecer la deficiencia de Ca como tal no limita el crecimiento de las plantas en suelos ácidos sino los efectos tóxicos del Al y/o Mn.

2.3.5.- Deficiencia de Molibdeno:

La solubilidad y disponibilidad de Mo es baja en suelos ácidos y aumenta considerablemente cuando los suelos están en calados, dado que el Mo es esencial a la fijación simbiótica de nitrógeno. Las legumbres son los primeros cultivos que demuestran una deficiencia de Molibdeno.

2.4.- EL pH ADECUADO EN LOS SUELOS ACIDOS ALTAMENTE INTemperizados.

En las zonas templadas en las que el principal factor limitante de producción es el pH, el encalado es practicado con el fin de elevarlo a calores entre 6 y 7 para su neutralidad. En los suelos ácidos altamente intemperizados del tropico húmedo encalar para elevar el pH cercano a neutralidad, en muchos de los casos no ha dado los resultados esperados lo que indica que para esta clase de suelos el pH no es el principal factor limitante. La aplicación de cal obviamente incrementa el pH del suelo pero las respuestas positivas por lo general se tienen a valores de pH menores de 6, valores que coinciden con la neutralidad del Al intercambiable.

Abruña (1974) Encontro que la aplicación de cal hasta elevar el pH de 5 a 5.5 en suelos Ultisoles y Oxisoles, satisfizo las necesidades del Maíz y Frijol en cuanto a sus requerimientos de Calcio y la corrección de toxicidad del Aluminio y Manganeso.

Trabajando con Maíz en los suelos Ultisoles y Oxisoles de los trópicos húmedos, encontraron que los rendimientos mayores se obtuvieron cuando se neutralizó el Aluminio intercambiable al incrementarse el pH a 5.2 , así mismo en Ultisoles encontro maximos rendimientos de frijol a pH de 5.0. Con este mismo valor de pH. Abruña descubrio que el contenido de Aluminio se redujo a un 70% de saturación de bases.

Brams (1971) Obtuvo una reducción del Al intercambiable a un 8% de saturación con un pH de 5.3.

Por su parte Fox (1979) recomendo subir el pH del suelo a no más de 5.8 para no provocar deficiencia de micronutrientes.

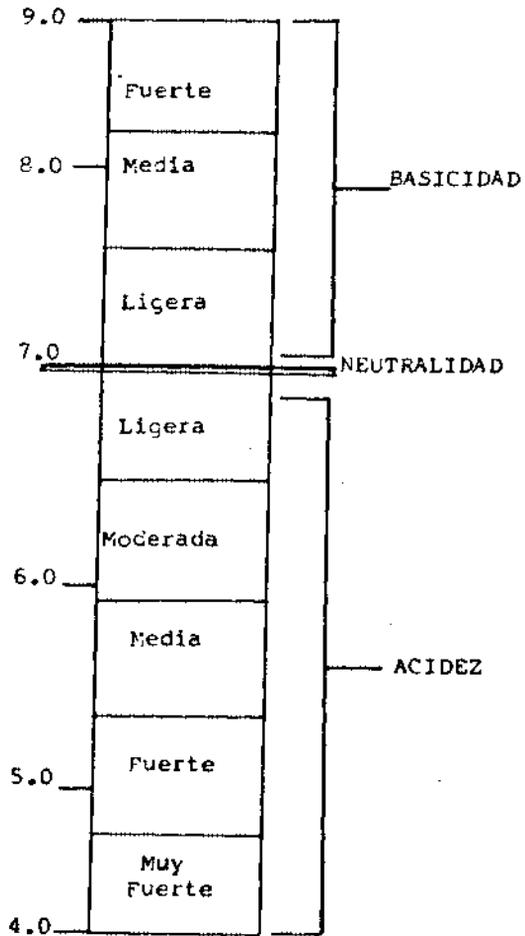
En pastos, Abruña (1964) Observaron que a pH de 4.8 obtuvieron muy buenos resultados.

Davelouis (1980) Obtuvieron respuestas positivas elevando el pH hasta 5.0.

Friesen (1982) Observo que la neutralización del Aluminio intercambiable esencialmente se produjo a un pH de 5.6.

VALORES DEL pH.

GRAFICA No. 1 .



2.5.- EFECTO DEL ENCALADO EN EL SUELO

Garavito (1979) Se ha trabajado mucho en --
procurar encontrar métodos que satisfagan--
las necesidades de cal en los suelos, sin embargo aún no se --
conoce completamente el método que sea más satisfactorio. Una
cosa importante sí se ha establecido y el objetivo de aplicar--
cal no es de elevar el pH sino neutralizar el aluminio inter--
cambiable.

Thompson (1965) Señala que el encalado estimula la descom--
posición de la Materia Orgánica aceleran--
do la formación en los elementos nutritivos que estaban en la
materia orgánica, logrando con ésto que se aproveche mejor el
suelo aunque después quede más empobrecido ya que el aumento--
de la fertilidad permanecera siempre y cuando se emplee una --
rotación de cultivos apropiada logrando de forma inmediata bue--
nas cosechas pero despues se producira un empobrecimiento gra--
dual de la fertilidad del suelo.

Indicando también la diferencia de las necesidades de ---
calcio en las leguminosas y no leguminosas.

Fassbender y Laroche (1967) En su trabajo titulado " El -
efecto del encalado sobre la biomaza y la absorción del fósfo--
ro" concluyeron que la máxima producción de materia seca y ab--
sorción de fósforo coinciden con la dosis intermedia de encala--
do equivalente a tres veces la acidez intercambiable que ha --
sido la dosis necesaria para alcanzar los pH's.

Observo también que encalados que eleven el pH a calores--
superiores a 5.5 en el cual no se encuentra aluminio intercam--
biable no concluyen a mejorar los rendimientos.

Selke (1968) Señala que un encalado unilateral agota más de lo debido a los nutrientes, por lo tanto hay que procurar que el encalado vaya unido a un abonado orgánico y mineral para conseguir resultados duraderos ya que la cal libera otros elementos del suelo como potasio y magnesio también nos indica que la cal sola es capaz de producir una estructura grumosa permanentemente por su capacidad de floculación, sin embargo estimula la vida microbiana en el suelo y así favorece a la transformación de sustancias orgánicas del suelo con otras que colaboran con la unión de las partículas del suelo en la formación de grumos.

Gaucher (1971) Nos indica en su "Libro el Suelo y sus Características agrónomicas" que la caliza cumple en el suelo varias funciones y es tanto más avanzado debido a que intervienen en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, a éste tipo de caliza se le llama caliza activa que provoca la neutralización de las valencias ácidas de las arcillas y del humus del complejo absorbente y paralelamente el calcio provoca la floculación de los coloides arcillosos y húmicos, así pues se debe considerar como elemento favorable para la estabilidad de la estructura y la permeabilidad.

La neutralización de la acidez del suelo con carbonato de calcio es debido a que el Ión carbonato hace del carbonato de calcio un material de encalado de la siguiente manera; primero se disuelve el carbonato de calcio lentamente en el agua los iones de carbonato tienen una alta afinidad por los protones, entonces tomarán los iones hidrógeno de los sitios que dependen del pH y los iones de calcio van a los sitios de intercambio vacantes del hidrógeno, por lo que respecta a la acidez causada por el aluminio intercambiable, afirma Cajuste (1977).

Tanhane, Motiramani y Bali (1978) señala que un experimento llevado a cabo en el Rancho (Baihar, India) han demostrado que cuando los suelos son ácidos (pH de 5.3 a 5.6), la aplicación de cal aumento en forma importante los rendimientos de Maíz, Trigo, Garbanzo, Soya, Cacahuete y otros cultivos, además el encalado de suelos ácidos dio como resultado no sólo mayor producción del cultivo, sino también una mayor asimilación de fosfatos cuando se aplicaron al suelo fertilizantes fosfatados, nitrogenados y potásicos.

No tiene importancia la época del año en que se realice el encalado. En general es conveniente antes de sembrar o plantar, esperar de una semana a 10 días después de la aplicación de caliza para asegurarse que el valor del pH se ha estabilizado. Sin embargo no se producira trastorno alguno si la siembra se realiza 1 o 2 días después de una aplicación mediana de caliza Teuscher y Adler (1965).

Buckman y Brady (1982) en una de sus modificaciones de aplicación nos indican que se requiere de 2,300 - 3,900 kilogramos de caliza por hectarea y un año para recuperar las pérdidas de los suelos cultivados en regiones húmedas, dependiendo de la clase de suelo como de los factores climáticos.

También observaron que el encalado de los suelos ácidos fomenta una estructura granular favorable, principalmente para las plantas de raíces profundas como las leguminosas.

En su libro "Naturaleza y Propiedades de los Suelos", señala una serie de cambios químicos y biológicos que ocurren al encalar los suelos indicando lo siguiente:

Si un suelo de pH 5.0 es encalado para alcanzar un mejor valor de pH ocurrira un determinado número de cambios químicos y biológicos significativos como son:

- La concentración de los Iones hidrógenos disminuirá.

- La concentración de los Iones hidróxilo aumentará.
- La asimilación de los fosfatos y molibdenos aumentará.
- Aumentará el calcio y el magnesio intercambiable.
- Aumentará el porciento de saturación de bases.
- El aprovechamiento del potasio podrá aumentar o disminuir --- según las condiciones.
- Se estimulará el metabolismo general de los organismos hetero- trofos del suelo.
- Se incrementará la actividad de la M.O. y el Nitrogeno acele- rando su ciclo, que es mucho más importante que las activi- --- dades presentes.
- Se estimularán los procesos enzimaticos que favorecen la for- mación del humús, aumentando la eliminación de algunos produc- tos tóxicos a las plantas.
- Las plantas que fijan nitrógeno del aire, tanto libres como- simbióticas en los nodulos de las leguminosas son estimuladas particularmente por la aplicación del encalado.
- La nitrificación, fenómeno biológico de gran importancia re- quiere la presencia de cationes metálicos cuando la caliza es inadecuada, está transformación deseable no se produce rápi- -- damente.

Gardner (1980) El efecto de la cal a sido estudiado --- desde hace mucho tiempo como una solu- --- ción práctica para los problemas de la estructura del suelo. Sabemos que los datos de campo y laboratorio no confirman nin- -- gún efecto directo de la cal sobre la estructura del suelo, --- sin embargo se sabe que el encalado impulsa un mayor desarrollo de la vegetación y de la producción de la Materia Organica lo- -- que en general es causa de regeneración de la estructura del -- suelo.

La estabilización del suelo mediante la adición de cal hasta hace unos treinta años que se empezaron a estudiar en forma racional los mecanismos responsables de esta estabilización así como las diferentes modificaciones. Afirmando que se concentra mejor el encalado en los suelos finos y no en arenosos, --- señala Fernández (1982).

Sierra (1991) Cuando la reacción del suelo está por debajo de 6 es posible y además recomendable aplicar productos alcalinizantes como Cal viva, la calidra (cal hidratada) y la cal llamada agrícola. La aplicación de estos tres tipos de modificadores está en función directa de la textura del suelo que tiene su origen en la estructura del mismo. Y afirma que para una planta que utiliza mucho calcio como lo es el maíz el pH del suelo debe estar por arriba del punto neutro.

González (1991) afirma que la mayor parte de los resultados de investigaciones recientes se asocian con el uso de la cal para construcción, hablando exclusivamente del cultivo del maíz hace referencia a las investigaciones de campos experimentales en los estados de Oaxaca, Chiapas, Jalisco y Yucatán. En el que verifica los efectos positivos del encalado cuando la intensidad de la acidez del suelo rebasa los límites de tolerancia.

2.6.- RECOMENDACIONES DEL USO DE LA CAL

Salinas (1983) La recomendación para el encalamiento se deriva comúnmente de la siguiente fórmula en las que el requerimiento de cal se expresa en meq de Ca, o toneladas de CaCO_3 equivalente por hectárea.

$$\text{meq de Ca}^{+2}/100 \text{ gr suelo} = 1.5 \times \text{meq de Al}^{+3}/100 \text{ gr. suelo}$$

$$\text{Ton CaCO}_3 \text{ eq/Ha} = 1.65 \times \text{meq de Al}^{+3}/100 \text{ gr suelo.}$$

Garavito (1979) Otra forma de expresarlo es que teóricamente 1 meq de $\text{Al}^{+3}/100$ gr de suelo se neutraliza con una tonelada de CaCO_3 , 100% puro (suponiendo un peso para la capa arable de 2000 toneladas). Sin embargo se usa un factor de encalado que generalmente es de 1.5 para suelos minerales y de 2 a 3 Ton para suelos orgánicos, con el fin de mejorar la eficiencia de la neutralización de la acidez.

Salinas (1983) Afirma que las aplicaciones de cal en base a dichas formas generalmente neutralizan la mayor parte de aluminio intercambiable y aumenta el pH del suelo.

Miller y Shicklura (1981) En sus trabajos realizados en Puerto Rico con el cultivo de la caña de azúcar encontraron, que el aluminio intercambiable era más del 70% de los iones. Al añadir cal se redujo el aluminio hasta un 30%, aumentando la producción 4 veces más.

2.6.1.- Algunas Especies Tolerantes a la Acidez del Suelo

Rhue (1979) Aunque el Maíz ha sido considerado -- por algunos investigadores como tole-- rante a la ácida del suelo los ensayos de res-- puesta al encañamiento en los trópicos tienden a-- demostrar lo contrario.

Sin embargo Fox y Salinas(1978) Afirman que varios híbri-- dos y compuestos, poseen un grado marcado de-- tolerancia al aluminio y/o tolerancia al es-- trés de fósforo.

CUADRO: CULTIVOS IMPORTANTES CONSIDERADOS GENERALMENTE--
No. 1. COMO TOLERANTES A LAS CONDICIONES DE ACIDEZ DEL
SUELO.

Nombre vulgar	Nombre científico
Yuca	Manihot esculenta
Papa	Solanum tuberosum
Coco	Cocos nucifera
Lima	Citrus aurantifolia
Piña	Ananas comosus
Cafe	Coffea arabica
Hule	Hevea brasiliensis
Mango	Mangifera indica
Arroz	Oryza sativa
Platano	Musa paradisiaca
Guayaba	Psidium guajava
Naranja	Citrus sinensis
Guisante	Cajanus cajan
Cacahuete	Arachis hypogea
Caña de azúcar	Saccharum officinarum

Sánchez y Salinas (1983).

Especies que generalmente son susceptibles a la áidez-
con variedades tolerantes, son las siguientes:

CUADRO: ESPECIES GENERALMENTE SUSCEPTIBLES A LA ACIDEZ
No.2. CON VARIEDADES TOLERANTES

Nombre vulgar	Nombre científico
Maíz	Sea mays
Soya	Glycine max
Trigo	Triticum aestinum
Sorgo	Sorghum bicolor
Frijol	Phaseolus vulgaris
Camote	Ipomea batatas

Sánchez y Salinas (1983).

2.7.- MATERIALES PARA ENCALADO

Jauregui (1970) en su trabajo de " Requerimien--
tos de cal en Suelos Acidos". Es
tablece que los materiales más utilizados para corregir la áci-
des son los carbonatos y los hidróxidos de calcio y magnesio, -
las cantidades de los diferentes materiales calizos que deben -
aplicarse dependen de los multiples factores que son:

- La intensidad de la ácida del suelo.
- La capacidad de tampón del suelo o su ácida de reserva.
- El porcentaje de saturación del complejo de cambio.
- El poder amortiguador del suelo.
- El tipo de planta que va ha cultivarse.
- La finura de la piedra caliza o de otros carbonatos.
- La cantidad de manganeso facilmente reducible, existente en -
los suelos organicos.

Ortiz Villanueva (1977) No sólo se necesita conocer la --
cantidad de cal por aplicar al --
suelo para corregir una deficiencia o para contrarestar el efect
to del aluminio. Existen otros factores por considerar en un --
material de encalado, los cuales son los siguientes:

- Valor neutralizante
- Finura (en EUA se expresa en % de material que pasa --
por los tamices de 8,20,40,60,80 y 100 mallas--
por pulgada lineal).
- Contenido de calcio y magnesio
- Pureza
- Costo .

2.7.1.- Los Materiales Correctores más Utilizados son:

1.- PIEDRA CALIZA MOLIDA:

La piedra caliza molida es el material más -- indicado para el encalado del suelo. La piedra caliza puede con-- sistir principalmente de carbonatos de calcio (CaCO_3). Estas -- dos substancias corrigen la acidez del suelo, se hallan presen-- tes usualmente algunas impurezas estas últimas tienen insigni-- ficante efecto sobre la acidez del suelo.

A la piedra caliza que contiene carbonato de magnesio y -- carbonato de calcio se le denomina "piedra dolimita". La roca -- caliza que contiene menor proporción de carbonato de magnesio -- se le llama "piedra dolomítica" o "piedra caliza magnesiana" -- las fuentes de origen no son muy comunes en las regiones en --- donde los suelos necesitan del encalado, pero en la mayor parte de las localidades la roca caliza puede ser conseguida sin cos-- to excesivo.

2.- CAL VIVA (O RAFIDA) Y CAL APAGADA (O HIDRA-- TADA) :

La cal viva se produce por medio del calen-- tamiento a altas temperaturas, de la piedra caliza o de cual--- quier otro material que contenga carbonato de calcio. Este pro-- ceso extrae el bióxido de carbono. El producto final terminado-- consite fundamentalmente en óxido de calcio, siempre que se use roca caliza con un alto contenido de calcio.

Algunas cales vivas tienen cantidades considerables de --- óxido de magnesio (MgO). Cuando la cal viva es expuesta al aire ésta absorbe humedad y bióxido de carbono por lo tanto viene a-- ser una mezcla de cal hidratada o apagada o carbonato de cal. - A ésta se le llama simplemente cal apagada.

3.- HIDROXIDO DE CALCIO $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Se le denomina a la cal apagada o hidratada, se forma agregando a la cal viva una pequeña cantidad de agua. Estos materiales calizos son generalmente polvos finos que pueden contener algunos terrones blandos, generalmente tienen un contenido de hasta 95% de CaO , el resto está formado por arenas y otras impurezas.

4.- MARGA Y CRETA:

La marga muy menudo es un carbonato de calcio puro suelto o consolidado. Este se deriva de las conchas de animales marinos o se forma por la precipitación de carbonatos de calcio del agua de pequeños lagos o lagunetas. El termino también se aplica a todos los materiales terrosos, con un alto contenido de cal entre ellos algunas arcillas calcareas la marga en algunos casos se asemeja en composición al carbonato de calcio puro, pero frecuentemente tiene un gran contenido de arcilla, limo o materia organica. Debido a que la marga a menudo se extrae húmeda, la distribución sobre la superficie de la tierra es difícil a menos que primero se deje secar. La marga no es usada tan ampliamente como la piedra caliza y los depositos de ella son mucho menos extensos, se encuentra en muchas ocasiones bajo una capa delgada del suelo.

La Creta, es una roca blanca de carbonato de calcio adecuada para el encalado. Este material se utiliza mucho en Inglaterra y los Estados Unidos, existen depositos en pocas localidades. La creta debe ser molida antes de utilizarse, éste es un material que se rompe fácilmente.

5.- ESCORIAS:

Las escorias de los altos hornos son subproductos de la industria del acero que se emplea -- como materiales para encalado en algunas zonas cercanas a donde operan esos hornos. Este material difiere en forma radical de -- otros que se utilizan para encalado, ya que en las escorias el -- contenido de calcio y magnesio se encuentra en forma de silica -- tos y no de carbonatos u óxidos como en la roca caliza o cal -- viva, las escorias de los altos hornos se comparan favorablemen -- te con muchas rocas calizas en su equivalente al carbonato de -- calcio. Algunas personas las consideran tan efectivas para el -- encalado como la piedra caliza.

Las escorias de los hornos se usan en el encalado en dos -- formas: La llamada tipo de aire enfriado, la cual necesita ser -- molida antes de su uso, y la otra es la apagada con agua o de -- tipo granulado. Generalmente se considera que está última forma -- actua más rápidamente en el suelo, que la del tipo de aire en -- friado. Como en el caso de la roca dolomítica cálcica, la esco -- ria de los altos hornos contiene magnesio que es util a las --- plantas.

La escoria básica es también un subproducto de la indus --- tria del fierro y del acero, es usada principalmente -- por su contenido de fosforo como nutrientes de las plantas, --- pero además tiene valor como material para encalado.

La escoria de silicato de calcio es un subproducto de la -- fabricación de fósforo. Este material se ha usado recientemente -- para encalado, pues contiene pequeñas cantidades de magnesio y -- también de fosforo, este se produce en forma de granulado y su -- acción en el suelo es muy similar a la de las escorias de los -- altos hornos.

6.- CONCHAS Y OTROS MATERIALES PARA ENCALADO:

Las conchas de ostión y otras conchas marinas contienen gran cantidad de carbonato de calcio, cuando estos -- materiales se muelen en forma apropiada son efectivos para el -- encalado.

Algunas plantas industriales son fuente de desperdicios o de subproductos de cal, los cuales son a menudo mezclas de -- cal hidratada carbonatos de calcio y agua juntamente con impurezas, son el resultado de los procesos industriales en lo que -- se utilizarón aquellos elementos.

Las cales productos de desechos de las fabricas de papel, tenerías, plantas potabilizadoras de agua y generadores de acetileno así como el polvo proveniente del flujo de los hornos de cemento, son algunos ejemplos que pueden citarse.

Generalmente las impurezas no son perjudiciales, pero -- es aconsejable consultar a expertos agrícolas antes de usar un subproducto de calcio de desperdicio..

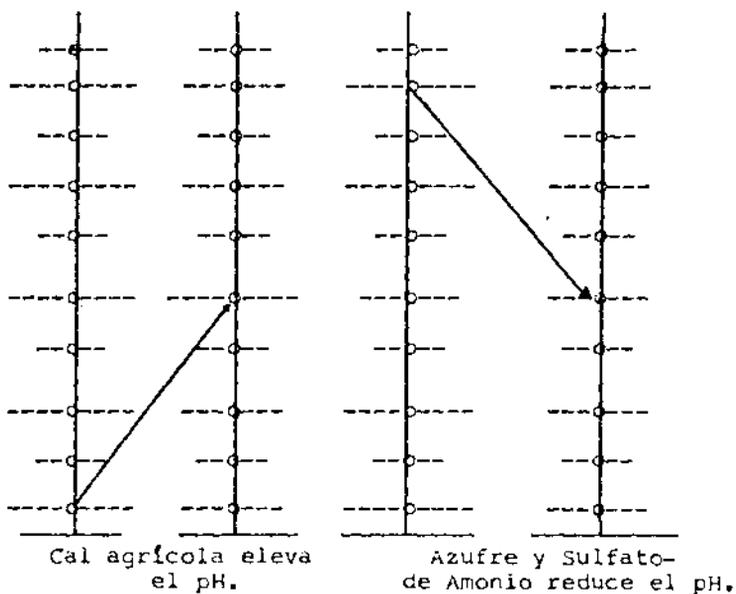
CUADRO No. 3. VALORES RELATIVOS A LA NEUTRALIZACION PARA LOS MATERIALES DE ENCALADO MAS COMUNES

MATERIAL PARA ENCALADO	VALOR RELATIVO A LA-NEUTRALIZACION.
CARBONATO DE CALCIO	100
CAL POLVORITICA	95-108
CAL CALCITICA	90-110
CONCHAS Y OTROS	85-100
GREDA	50-90
CAL VIVA	150-175
CONCHAS Y OTROS CALCINADOS	80-90
CAL HILATADA	120-135
ESCORIAS BASICAS	50-70
YESO	Ninguno
SUB PRODUCTOS	Variable

(FAR) Fundación para reservaciones Agronómicas, 1988.

LA ACIDEZ DEL SUELO SE PUEDE REDUCIR A TRAVES-
DE APLICACIONES DE CAL AGRICOLA.

GRAFICA No. 2.



AGRICULTURA Y GANADERIA

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO:

El Municipio de Totatiche se localiza en la Región-Norte del Estado de Jalisco a 212 Km de la carretera Federal Guadalajara-Zacatecas, limitando al Norte con Colotlán, Al Sur con Chimaltitán, al Oriente con Colotlán y al Poniente con Villa Guerrero, este Municipio cuenta con una extensión geografica de 542,980 Km².

3.1.1.- Situación Geografica

La zona donde se realizo el encalado se localiza en las coordenadas geográficas de 21° 54 y 21° 49 de Latitud Norte y los Meridianos 103°33 y 103°25 al Oeste de Greenwich y a una altura de 1,700 metros sobre el Nivel del Mar Los predios de Agua Zarca y Acatepulco se localizan a 12 Km. de la cabecera Municipal.

3.1.2.- Situación Fisiografica

Topografía: Las geoformas que ocupan los terrenos son de lomerios con un relieve ligeramente ondulado con pendientes entre 1-2% de inclinación generalmente orientadas de Norte a Oriente.

Geología: Forma parte de la provincia geologica de la sierra madre occidental, con superficies de rocas igneas extrusivas del terciario y areas sedimentareas aluviales del cuaternario.

Hidrología: En general esta zona está dentro de la región-hidrologica Lerma-Chapala- Santiago; perteneciente a la cuenca del Río Bolaños y a su vez esta dentro de la subcuenca del arroyo Atoilinga, Zacatecas.

3.1.3.- C l i m a

Conforme a reportes de las estaciones climatológicas que operan dentro de la Región y de acuerdo al sistema de clasificación de "Koppen" es el siguiente. Se presenta un clima Semiseco con Otoño, Invierno y Primavera Secos, Semicálidos con invierno seco, sin estación invernal definida.

Temperatura. La temperatura máxima es de 35.5°C, mínima de -10°C con temperatura media anual de 18°C.

Presipitación. Las presipitaciones tanto media, máxima y mínima son en promedio dependientes de diversos periodos de observación de veinte años a la fecha y el registro es de 900 mm en promedio anual.

Heladas. Se presentan prematuras, frecuentes y tardías que van desde el mes de septiembre a abril.

3.1.4.- S u e l o

Las características físicas generales de los suelos son la textura que presentan es media o sea francos, con pocas piedras superficiales, la pendiente casi plana menor al 2%, la profundidad del suelo es media con un rango de 0.50 a 1.0 mts. Los tipos de suelos que predominan en la región son: Luvisol Ferrico, Cambiosol Ferrico, Fhaeozem Halpico y Regosol-Eutrico. En estudio de acuerdo al sistema de clasificación FAO/UNESCO.

3.1.5.- Tipos de Suelos Predominantes de la Región

1.- Luvisol Vertico y Ferrico (del Lat. Luvi: Lava).

Són suelos de zonas templadas o tropicales lluviosas- aunque en ocasiones se pueden encontrar en climas algo secos. Su vegetación es de bosque o selva pueden tener enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, son rojos o claros de -- tonos pardos o grices. Sus usos son en cultivos de frutales, -- pastizales y forestales, son altamente susceptibles a la ero--- sión.

Vertico (del Lat, Verto: Voltear). Presentan cuando - están secos grietas en el subsuelo y su ferti- lidad es moderada.

Ferrico (del Lat, Ferrum: Hierro). Presentan manchas- rojas de hierro en el subsuelo son bastante - ácidos e infértiles.

2.- Phaeozem (del Rúso Zemlja: Tierra)

Suelos de zonas semi-áridas o de transición - hacia climas lluviosos en condiciones natura- les la vegetación es pastizal con áreas de ma- torral muchos Feozem son profundos y situados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego y de temporal.

presentan una capa superior pardo rojiza rica en M.O. y nutrientes, acumulan caliche suelto o ligeramente-- cementado en el subsuelo. Sus usos son para la Agri-- cultura, Ganadería y Hortalizas son suelos que tienen fertilidad natural y son susceptibles a la erosión.

F. Ferrico. Las mismas características que los suelos ferricos del orden de "Cambiosol".

3.- Cambisol Eutríco y Ferríco (del Lat. Cambiare: que - cambia).

Son suelos jóvenes poco desarrollados se presentan en cualquier clima, menos en zonas áridas, pueden tener cualquier tipo de vegetación ya que se encuentran condicionados por el clima y no por el suelo. Pueden presentar acumulaciones de algunos materiales como Arcillas, Carbonatos de Calcio, Hierro y Manganeso etc. son muy abundantes.

Eutríco (del Gr. EU: Bueno). Se caracterizan por presentar solamente lo indicado para la unidad de Cambisol, la vegetación natural que presentan sus usos y su productividad es muy variada.

Ferríco (del símbolo Fe y Al). Presentan en el subsuelo manchas rojas y amarillas muy notables, baja capacidad de retener nutrientes , su vegetación es bosque de pino principalmente.

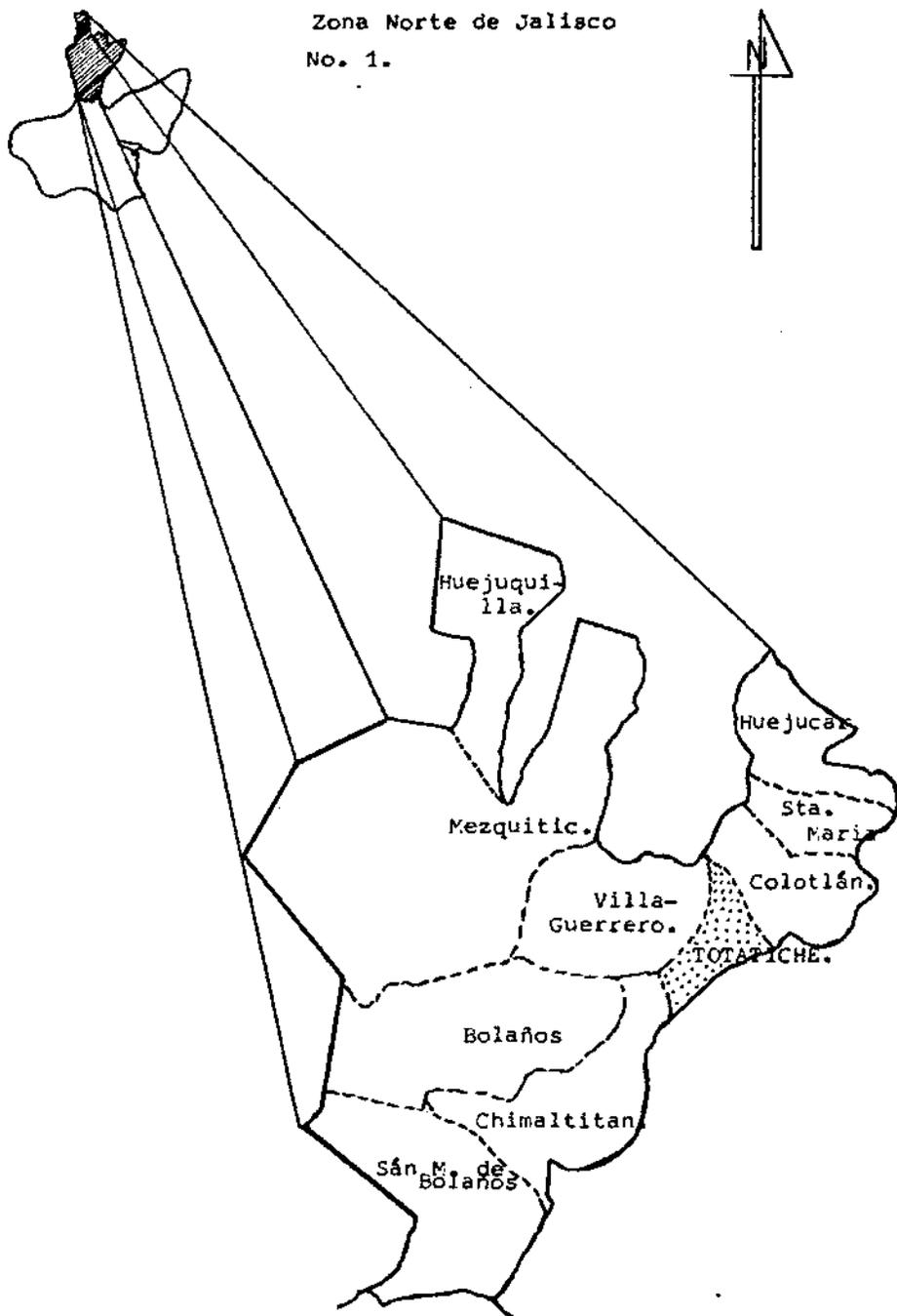
4.- Regosol Ferríco (del Gr. Rhegas: Manto, Cobiija capa de material suelto que cubre a la roca).

Son suelos que se pueden encontrar en distintos climas y con diversos tipos de vegetación, se caracterizan por no presentar capas distintas son claros y se parecen a la roca que los subyace cuando no son profundos. Se encuentran en las playas, dunas y en mayor o menor grado en laderas de todas las sierras mexicanas. Su fertilidad es variable y su uso agrícola está condicionado a la profundidad.

L O C A L I Z A C I O N

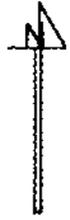
Zona Norte de Jalisco

No. 1.



MUNICIPIO DE "TOTATICHE"

No. 2.



EDO. DE
ZACATECAS

MUNICIPIO DE
COLOTLAN

Tierra Arada

MUNICIPIO DE
VILLA
GUERRERO.

Temastian

TOTATICHE

Romita

Sta. Rita

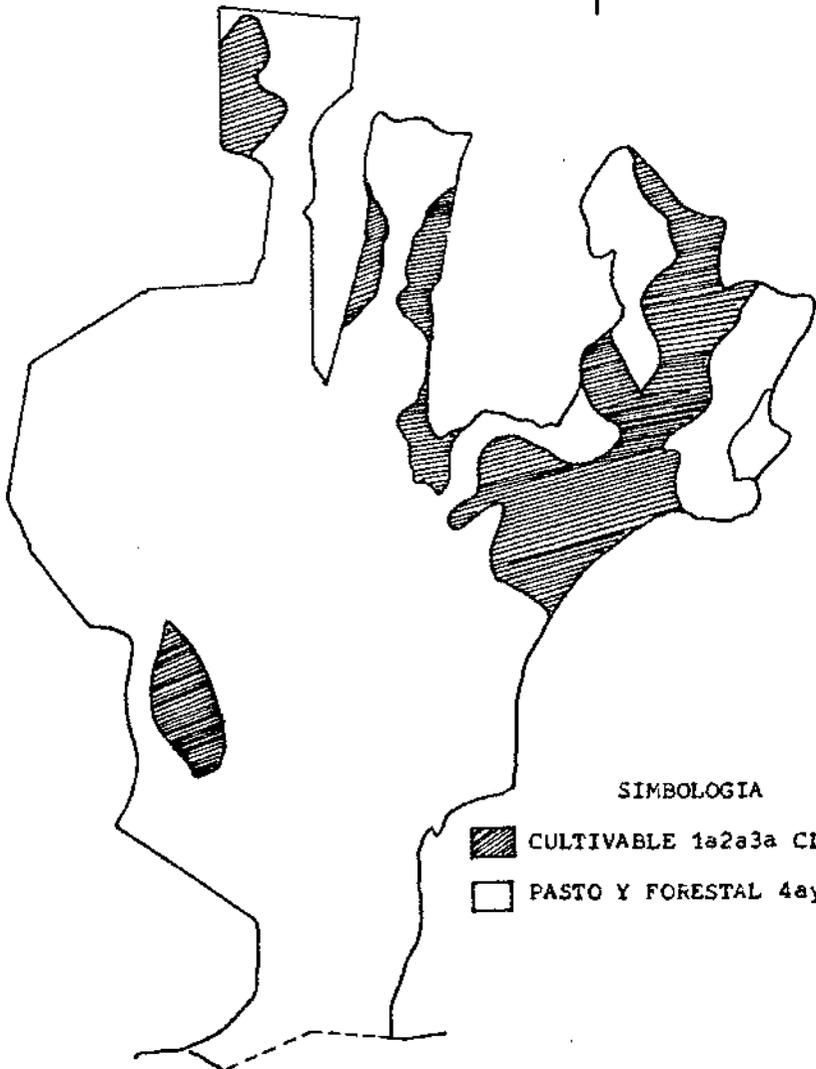
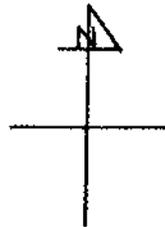
Agua-Zarca

EDO. DE
ZACATECAS..

MUNICIPIO DE
CHIMALTITAN .

CLASIFICACION AGRICOLA DEL SUELO

No. 3.



SIMBOLOGIA

-  CULTIVABLE 1a2a3a CLASE.
-  PASTO Y FORESTAL 4ay5aC.

3.2.- DESCRIPCION DEL TRABAJO DE LABORATORIO

3.2.1.- Analisis de Laboratorio

Interpretación de los resultados: se realizó -- un muestreo selectivo de suelos en las areas -- representativas de la región de Agua Zarca y Acatepulco, a una profundidad de 0 - 40 cm. La cual fupe analizada en el labora-- torio de suelos de apoyo Técnico de la Secretaria de Agricultu-- ra y Recursos Hidraulicos, realizandose las siguientes determi-- naciones: Materia Organica, Nutrientes y pH. Siendo los resul-- tados que acontinuación se describen; en relación a M.O., resul-- to muy pobre en su contenido ya que fué menor al 1%, en rela-- ción a nutrientes de acuerdo al método cualitativo de Morgan re-- sultó muy bajo en el contenido de Calcio, bueno en Potasio y -- bajo en Magnesio, Manganeso, Fosforo, Nitrogeno Nitrico y Nitro-- geno Amoniacal, finalmente el pH por el método de potenciometro se considero ácido ya que sus valores van desde 5 - 5.4 para -- esta región.

3.2.2.- Consideraciones sobre estos suelos:

De acuerdo a las características Físicas y Químicas, estos suelos son suelos minerales con escaso contenido de Materia Orgánica y muy bajos nutrientes contando además con un pH ácido, por lo que independientemente de los trabajos de encalado se recomienda que los productores inicien trabajos de mejoramiento de suelos considerando la incorporación de M.O. y la introducción de cultivos mejoradores (leguminosas) para mejorar el contenido de nitrógeno.

-Se Describen resultados.

CUADRO
No. 4.

DETERMINACION	METODO UTILIZADO	RESULTADOS
Materia Orgánica	Walkley Black	0.13%
Textura	Al tacto	Media
Calcio	Morgan	Muy Bajo ppm
Potasio	"	Rico "
Magnesio	"	Bajo "
Manganeso	"	Bajo "
Fosforo	"	Bajo "
Nitrogeno Nitrico	"	Bajo "
Nitrogeno Amoniacal	"	Bajo "
pH 1:2	Potenciómetro	5.4

3.3.- DESCRIPCION DEL TRABAJO DE CAMPO

El presente trabajo se realizó en forma --- práctica y muy sencilla a solicitud de los productores de está zona y tomando en cuenta el factor principal que es el de encalar.

Dentro de éste programa a encalar sólo se considerarán -- ciertos predios para que de alguna manera con ésta técnica el suelo pudiera mejorarse y el productor saliera beneficiado --- llevando a cabo éste programa a la práctica.

La tecnica utilizada en la realización del presente trabajo es la misma que se utiliza en las parcelas demostrativas -- las cuales como su nombre lo indica tienen la finalidad de --- demostrar y evaluar las tecnicas agronomicas.

CUADRO: REGISTRO DE PARTICIPANTES A ESTE PROGRAMA DE ---
No. 5. ENCALADO AGRICOLA

NOMBRE DEL PRODUCTOR	LOCALIDAD	SUPERF SOLICITADA	FECHA DE APLICACION
J. GPE PEREZ SANCHEZ	ACATEPULCO	14 Ha.	06/VI-92
J. ASCENCION PEREZ S	ACATEPULCO R. DE C.	11	05/VI-92
JOSE ARTEAGA ARELLANO	AGUA-ZARCA	10	2/VII-92
LORENZO ARTEAGA A	AGUA-ZARCA SAN RAFAEL	9	16/VII-92
JOSE ARTEAGA SANCHEZ	AGUA-ZARCA	6	9/VII-92

+ Nota.- Se dejarón 2 hectareas sin encalar como testigo.

La Evaluación se llevo a cabo de la siguiente forma:

Las parcelas demostrativas se evaluarón desde dos puntos de vista; el primero relativo a la producción y -- productividad originada por la tecnología utilizada y el segun do referente al uso de la parcela como método de promoción y - divulgación agrícola.

a) Evaluación de la productividad. Está se realizó mediante dos tipos de actividades; un analisis economico y una-- estimación de la producción.

- Analisis económico de la producción: En esté se contemplarón los costos del cultivo desde la prepara-- ción del terreno hasta la cosecha, como-- se muestra en el cuadro No. ().

- Estimación de la producción: Está se efectuo bajo un sistema de muestreo por tratamientos, tomando en cuenta principalmente rendimientos de --- grano por hectarea.

b) Evaluación de la parcela como un método de pro-- moción y divulgación:

Los resultados obtenidos de la producción y pro-- ductividad de la parcela fuerón aceptados por los agricultores por lo que el método utilizado realmente cumplio con los obje-- tivos previamente señalados.

COSTO ESTIMADO EN EL CULTIVO DEL MAIZ

CUADRO No. 6.		COSTO/Ha.
- PREPARACION DEL SUELO	Barbecho (1)	\$ 160,000
	Rastreo (2)	80,000
- SIEMBRA	Semilla criolla	115,000
	Siembra	120,000
- FERTILIZACION	Fertilizante	373,000
	Aplicación	50,000
	Trasporte	10,000
- LABORES CULTURALES	Escarda (2)	120,000
- CONTROL DE PLAGAS	Insecticida	110,000
	Aplicación	30,000
- CONTROL DE MALEZAS	Herbicida	70,000
	Aplicación	30,000
- COSECHA	Tumba, Amonado, Pizca y Desgrane	460,000
Costo Total \$		1'728,000

3.3.1.- Aplicación de la Cal y Costo.

La aplicación de la cal se realizó en dos periodos bien definidos la primera fué el 5 y 6 de junio de 1992 y la segunda aplicación fué el 2 y 3 de julio de este mismo año. Teniendose un retraso en la segunda - aplicación por cuestiones de traslado en flete de la ciudad de Guadalajara a la zona donde se requería.

La cal se distribuyo sobre el terreno realizandose está-- aplicación en forma mecanica con tractor y una sembradora dispersandola sobre los diferentes predios, así se cubrio la cantidad estimada de 1 Ton/Ha. posteriormente se incorporo al --- suelo dandole un paso de rastra.

Días despues se surco con tractor los diferentes predios-- a una separación de 80 cm, entre surco y surco quedando listo-- el terreno para su siembra.

El costo estimado de la tonelada de cal fué de \$ 129,000-- pesos, lo cual fué costeado por este programa. Por lo tanto -- cabe señalar que sólo el productor pago el flete por tonelada-- para gastos de traslado y logicamente su gasto de aplicación - al suelo.

3.3.2.- Siembra y Labores Culturales

- Preparación del suelo: Antes de barbechar se aplico la cal agrícola en proporción de -- 1 Ton/Ha. Y posteriormente se -- realizarón dos pasos de rastra.

- Siembra: Se realizó el día 9 de julio en adelante, efectuándose en forma manual y mecánica, aplicando se 20 Kgs. de semilla/Ha. con una distancia -- entre planta y planta de 25-30cm. y entre surco y surco de 80 cm, con una densidad aproximada de población de 50,000 plantas por hectárea.

- Fertilización: Se aplico el tratamiento de fertilización propuesto para la región que es de ---- 120-60-00. Aplicando la mitad de nitrogeno y todo el fosforo en la siembra y el resto del - nitrogeno en la segunda escarda.

- Labores culturales: La primera escarda se realizo a los 20 días despues de haber germinado la planta, - la segunda escarda se realizo a otros 20 días posteriores.

- Control de plagas: Se realizó oportunamente el barbecho para lograr un control biológico efectivo, en caso de no resultar aplicar un control químico. Las plagas rizofagas que se presentaron fueron. Gallina ciega Phyllophaga sp. (Coleoptera: Scarabaeidae). La larva ataca a la raíz, Gusano de alambre Elasmopalpus lignosellus. La larva barrena los tallos. Los productos utilizados para su combate fueron Furadan y Oftanol al 5% en proporción de 25 Kgs. por Ha. Aplicandose al momento de la siembra.

Las plagas del follaje se previnieron en caso de que existieran. Gusano cogollero Spodoptera (Laphygma) Frujiperda o Gusano soldado. Se previnieron con el siguiente producto Lorsban 480 1 Lt/Ha, cuando se observaron los primeros ataques de estas plagas.

- Control de Malezas: Para el control de malezas se utilizaron los siguientes herbicidas 2 Lts de primagrán + 2 Lts de Gesaprin combi por hectarea, en la preemergencia. Y 1 Lt de Esteron 47 por hectarea, en disolución de 200 Lts de agua en la potemergencia.

- Cosecha: Esta se efectuó cuando el grano alcanzó su madurez fisiológica óptima.

3.3.3.- Muestreo y Toma de Datos

Tomando como base la parcela demostrativa de mayor extensión durante el desarrollo de éste trabajo se tomaron los siguientes datos:

- Siembra. Está se efectuo el día 11 de julio de 1992.- la semilla que se sembró fué maíz criollo de la región.

- Germinación. Ocurrio a los 8 días despues de la siembra en donde el porcentaje de germinación -- estimado fué de un 85-90%.

- Escarda y Fertilización. A los 20 días despues de la siembra se efectuo la 1er escarda y 1ra fertilización (30 de julio) aplicandose 150 Kgs de Urea/Ha y 150 Kgs/Ha de triple.

El fertilizante se aplico mecanicamente, la segunda fertilización se dio con Sulfato de Amonio aplicando 200 Kg/Ha (14 de agosto).

- Cosecha. Se efectuo en forma manual donde se obtuvo - un rendimiento en promedio de 3.200 kilogramos por hectarea.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.- Del Trabajo de Campo.

En ésta prueba los resultados que se presentarán son datos similares indicando entre ellos que se obtuvo una diferencia estadística significativa en relación al rendimiento ya que se muestreo una hectarea de las cincuenta que contempla este programa.

El método utilizado tiene sus raíces en el Plán Puebla o Papaluapán este método es muy práctico y sencillo sólo hay que ajustarlo a las condiciones donde nos encontremos.

El calculo para determinar el rendimiento en la parcela muestreada consiste en determinar la cantidad estimada de la producción a obtener en 1 Ha (10 000 M²), se tomo la superficie muestreada en este caso fueron 20 M² más el total del peso de las mazorcas cosechada 12.7Kgs, aplicando una regla de tres.

en 20M² se tienen 12.7 Kg de mazorcas en 10 000M² cuanto se tiene.

$$x = \frac{12.7 \times 10\ 000}{20} = \frac{127\ 000}{20} = 6,350.0 \text{ Kilogramos.}$$

Para obtener el peso del grano con el % de olote, más humedad de campo y el % de humedad comercial se procede a lo siguiente:

$$\begin{aligned} (.40 + .25 - 14) (6,350.0) &= (.65 - .14)(6,350.0) \\ &= (.51) (6,350.0) = a \\ &3238.5 \text{ Kilogramos.} \end{aligned}$$

Con lo anterior estimamos finalmente el rendimiento para ese predio en 1/Ha.

Por lo tanto el rendimiento de la mazorca menos el rendimiento con el % de olote y humedad es igual a :

$$6,350.0 - 3,238.5 = 3,111.5 \text{ Kgs/Ha.}$$

CUADRO: RESULTADOS FINALES OBTENIDOS EN LOS PREDIOS--
No. 7. CON ENCALADO

No. DE PREDIO	SUPERF. EN Ha.	RENDIMIENTO PRO-- MEDIO Kgs/Ha.
	TESTIGO (2)	2.400
ACATEPULCO	12	3.100
A.R DE CONCHAS	11	3.200
AGUA-ZARCA ACATEPULCO	10	3.200
A-Z SAN RAFAEL	9	3.100
AGUA-ZARCA	6	3.200

Nota: La \bar{X} en rendimiento es de 3.200 Kilogramos.
en general para las 50 Hectareas.

4.2.- Del Analisis de Laboratorio

De los resultados del laboratorio de suelos de apoyo técnico de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos, en un tercer analisis final -- realizado el día 29 de Octubre de 1992, se arrojaron los siguientes resultados. En lo referente al nivel de encalado de 1 Ton/Ha. la variación fue muy poca aumentando el pH a 5.8 permaneciendo casi estable.

Se puede deducir que el nivel de encalado de 1 Ton/Ha. tiende a aumentar poco a poco en relación al tiempo (hasta los 75 días) ya que en un principio permanece estable, despues aumenta y posteriormente se estabiliza a los 90 (días).

Resumiendo lo anterior podemos deducir que el pH aumento en decimas que fué de (5.8) en su fase final y la determinación de la Materia Organica por el método de Walkley Black también aumento a (1.03).

Concluyendo finalmente que conforme aumentan los niveles de encalado el contenido de calcio sube hasta alcanzar un nivel mayor. Es importante señalar que los datos obtenidos de este analisis fueron recopilados del muestreo final de pH en el suelo de los predios con encalado.

CUADRO
No.8.

RESULTADOS FINALES DEL ANALISIS DE SUELO CON ENCALADO
APLICACION 1 Ton/Ha.

pH Testigo	1er Muestreo	2do Muestreo	3er Muestreo
(Sin encalar)	5.4		
CON ENCALADO- A LOS 75 DIAS		5.4	
CON ENCALADO- A LOS 90 DIAS			5.8

Lab. (S.A.R.H.) 1992

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el -- presente trabajo titulado "Programa de encalado de suelos para la corrección del pH., en agricultura de --- temporal en la localidad de Agua Zarca del Municipio de Totatiche, Jalisco"., se concluye lo siguiente:

- 1.- Estadísticamente el tratamiento de 1 Ton/Ha. de cal en -- las cincuenta hectareas que se trataron resultaron no --- tener diferencia significativa con respecto a la aplicación. Aunque económicamente los gastos fuerón similares.
- 2.- El tratamiento sin encalar (testigo) resulto tener el más bajo rendimiento en cuanto a su producción y pH, indicando con esto que es necesario encalar paulatinamente para-aumentar el calcio intercambiable en el suelo y con este-elevar el pH en años posteriores.
- 3.- Es necesario aumentar el contenido de cal al suelo para -- que de está forma aumente también el contenido de calcio-asimilable.
- 4.- El Aluminio intercambiable es la principal causa de la -- ácidaez en los suelos. Esto es debido probablemente a que-el material de origen es bajo en el contenido de bases y-la capacidad de intercambio catiónico es escasa, ya que -la poca cantidad de arcillas existentes en los suelos, -- son de tipo caolinitico.

- 5.- Debido a ésta ácida ocasionada por el Aluminio, la disponibilidad de nutrientes se reduce, ya que ocupan lugar alrededor de las raíces de las plantas impidiendo la absorción y traslado de estos como en el caso del fosforo, calcio y magnesio.
- 6.- Aparentemente en el analisis estadístico resulta ser poco significativa la influencia de pH con el rendimiento, en cambio el aluminio si tiene mayor influencia en él. Con una probabilidad del 90% podemos decir que el aluminio -- afecta al rendimiento en Maíz ya que los nutrientes se -- encuentran menos disponibles.
- 7.- Según algunos autores el Maíz es considerado como resistente a las concentraciones de aluminio intercambiable, -- tal vez sea ésta la razón por la cual no es muy visible -- el daño causado por él.
- 8.- Por lo anteriormente expuesto es necesario realizar nuevas investigaciones que nos indiquen la tendencia del pH en el suelo al cabo de algunos años y al mismo tiempo, -- que cantidad de cal es necesaria aplicar despues de la -- adición inicial con la finalidad de mantener el pH. en su óptimo de producción.

RECOMENDACIONES:

Debemos evitar la aplicación de fertilizantes de reacción ácida e intensificar la introducción de calcio al suelo.

La aplicación de calcio al suelo debe de contrarrestar--- el efecto del aluminio, por lo tanto deberá aplicarse de 2-3 - Toneladas de cal comercial para contrarrestar el efecto del -- aluminio

Según las recomendaciones el encalado debe ser de acuerdo a la cantidad de aluminio intercambiable en la capa arable del suelo por 1.5. El resultado será el calcio necesario por aplicar en forma de cal según su presentación. Con éste método se neutraliza de un 85-90% el aluminio intercambiable en suelos - que contengan de 2 a 7% de Materia Organica.

Tener una secuencia en los análisis de suelos para saber hasta donde ha mejorado su fertilidad, su contenido de nutrientes y el pH.

Es necesaria la aplicación de nuevos paquetes tecnológicos disponibles para que de esta manera el productor pueda --- incrementar la producción y productividad en cultivos básicos-- en beneficio de su comunidad y de su bienestar familiar.

Orientar y apoyar a los productores en programas del sector agropecuario y así poder ejecutar y evaluar todas las ---- acciones prioritarias dentro del sector agrícola.

RESUMEN

Siendo el suelo el factor principal en la producción de cualquier cultivo y presentandose bajo variadas potencialidades es muy necesario su estudio y clasificación para que de acuerdo con el medio planear su mejor uso. Logrando esto es necesario-- introducir una serie de estudios o investigaciones prácticas -- que nos lleven a un conocimiento cabal de sus características-- por lo que éste programa inicia recopilando toda la información que fué posible obtener sobre los efectos del encalado al suelo y prácticas que pueden llegar a ser efectivas para mejorar las condiciones de los suelos ácidos tratando de encontrar los niveles optimos de neutralización del suelo para aumentar así el contenido de bases y mantener su equilibrio.

El área de influencia del programa de encalado se localiza en la Zona Norte del Estado de Jalisco., en las coordenadas geográficas de $21^{\circ} 54$ y $21^{\circ} 49$ de Latitud Norte y en los --- meridianos $103^{\circ} 33$ y $103^{\circ} 25$ al Oeste de Greenwich, en los pre--- dios de Agua Zarca y Acatepulco a 20 Km. de la cabecera Municipal de Totatiche, Jalisco.

En esta zona encontramos terrenos de grandes extensiones con problemas derivados por la región cuyas características físicas generales son la textura que presentan siendo francos, con pocas piedras superficiales, con pendientes casi planas menor al 2%, la profundidad del suelo es media con un rango de -- 0.5 a 1.0 mts. y predominando los tipos de suelo Luvisol Ferrico y Cambiosol Ferrico, estos de tendencia ácida de acuerdo al sistema de clasificación de FAO/UNESCO. Ocasionando una baja -- considerable en los cultivos que se establecen en la región.

La finalidad principal de éste programa es mejorar las condiciones del suelo a través de la aplicación de calcio requeridas para elevar el pH. del suelo, mediante la aplicación de--- diferentes niveles utilizando el cultivo del Maíz en condiciones de temporal.

De acuerdo a la participación de los productores de Jalisco al programa de encalado de suelos, implementado el 21 de Febrero de 1992 por parte de la (SARH) Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en el Estado. En la que el productor se compromete a realizar la aplicación de cal en dosis de 1.0 Ton/por hectarea. Y acepta que la misma secretaria supervise dicha aplicación.

En respuesta positiva por parte de los productores de ésta zona se aplico sólo a 50 Has. quedando abiertas dichas solicitudes para quién requiera de ésta aplicación posteriormente.

De acuerdo a todo lo anterior cabe señalar que se debe de llevar un seguimiento para probar distintos niveles que nos determinen la cantidad necesaria que mejore las condiciones de acidez de los suelos.

Según el analisis economico que se realizo en el presente trabajo, nos arrojo resultados medianamente positivos sin embargo es necesario señalar que con la adición al suelo de cal se ésta logrando un futuro propicio al mejoramiento del mismo que se podra redituar más en los cultivos que se establezcan en años posteriores.

Finalmente se requiere tratar el mejoramiento del pH en el suelo y como objetivo principal se cumplio, así también se logro un incremento en el rendimiento del cultivo de Maíz. Por lo tanto se debe de tener en cuenta que es indispensable llevar a cabo otras investigaciones que nos indiquen por un lado el comportamiento del suelo y por otro lado conocer la cantidad de cal necesaria para mantener el pH en su optima de producción conforme transcurra el tiempo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Armando Dominguez Torres., El encalado una necesidad en los suelos ácidos altamente intemperizados. Tesis de --- Licenciatura., Universidad Autonoma de Chapingo, Méx.--- 1989.
- 2.- Artículo Traducción al Español., Del Departamento Of -- Agriculture Of E.U., El encalado en los suelos (auxiliar para un mejor cultivo) 1ra. Ed, Centro Regional de -- Ayuda técnica. México. D.F. 1986.
- 3.- Buckman y Brady. Naturaleza y propiedades de los suelos- Ed. Montaner y Simon S.A. Imp. España, 1977.
- 4.- Buol S.W. Génesis y Clasificación de suelos. Ed. Tri-- llas. Imp. México, 1983.
- 5.- Cajuste, L. J. Química de suelos con un enfoque agrícola colegio de postgraduados, Chapingo, Méx. 1977.
- 6.- Donahue, Miller y Shicklura. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Ed. Prentice/Hall, Inter nacional. Imp. España, 1981.
- 7.- Duchaufour F.H. Edafología I. Edafogénesis y clasificac-- ción. Ed. Masson. Tr. por Tarsy y Modesto Carballos ---- Imp. España, 1984.

- 8.- Passbender H.W. Química de suelos. Ed. IICA. del ----
(Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas) ---
Imp. Costa Rica, 1978.
- 9.- Fernández Loaiza C. Mejoramiento y Estabilización de -
Suelos. Ed. LIMUSA, S.A. de C.V. Imp. México 1991.
- 10.- Gardner, Gardner. Física de Suelos. Ed. (UTEHA). ----
Unión Tipografica Editorial Hispano-Americana S.A. de --
C.V. Imp. México, 1980.
- 11.- González Eguarte Diego. Acidez y Encalado de Suelos, --
Manual del Curso de Inducción para Asesores Tecnicos --
Agrícolas. Facultad de Agronomía. U de G. 1991.
- 12.- Garavito Neira F. Propiedades Químicas de los suelos. --
Ed. EGSC (Instituto Geográfico "Agustín Codazzi") .--
Imp. Colombia, 1979.
- 13.- Gaucher G. El suelo y sus características agronómicas. -
Tratado de pedagogía agrícola. Ed. Omega. Imp. España --
1971 .
- 14.- I.N.E.G.I., (Instituto de Geografía y Estadística), ---
Análisis Geoeconómico y Guías para la interpretación de-
Castografía y Edafología. Imp. México, 1981.
- 15.- Millan, Turk and Foth. Fundamentos de la ciencia del ---
Suelo. Ed. CECOSA. Imp. México, 1972 .

- 16.- Memoria. Del Segundo Simposium Nacional del Maíz en la Decada de los 90' Secretaria de Agricultura y Recursos-Hidraulicos., Delegación Jalisco. México, 1991.
- 17.- Manual de Fertilidad de los Suelos. Ed. (FAR), Fundación para reservaciones agronomicas U.S.A. Imp. México, 1988.
- 18.- Ortiz Villanueva. Fertilidad de Suelos. Ed. Universidad Autonoma de Chapingo. Imp. México, 1977.
- 19.- Reyes Castañeda P. Diseños de Experimentos Aplicados a la Agronomia. Ed. TRILLAS. Imp. México, 1990.
- 20.- Sierra B. Roberto. La rección del suelo (pH) factor decisivo del exito. Revista de Agro-Cultura. No. 13.,- México, 1991.
- 21.- Teuscher y Adler. El suelo y su fertilidad. Ed. CECOSA. Imp. México, 1984.
- 22.- Tisdale and Nelson. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. UTEHA. Imp. U.S.A., 1982.
- 23.- Varela Cornejo A. Degradación Quimica de los Suelos.,- Tesis de la Fac. de Agricultura de la U de G. 1988.

A P E N D I C E

CALENDARIO DE ACTIVIDADES EN PROGRAMA DE
PARCELAS DEMOSTRATIVAS CICLO P.V.

CUADRO No.1

A C T I V I D A D E S	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. Determinación de Tec- nicas a demostrar	X	X										
2. Aprobación del Comi- te Técnico y Direct.		X	X									
3. Selección de Parcelas			X	X	X							
4. Selección demostrador				X	X	X	X					
5. Establecimiento de -- parcelas.				X	X	X	X					
6. Demostración de tec-- nicas.				X	X	X	X	X	X			
7. Supervisión de parce- las.				X	X	X	X	X	X	X		
8. Demostración de resul- tados.										X	X	X
9. Difusión				X	X	X	X	X	X	X	X	X

INIA, 1990.

ZONA NORTE
ALTITUDES MAXIMAS Y MINIMAS

CUADRO No.2

M U N I C I P I O	A L T I T U D E S (m.s.n.m)	
	M A X I M A	M I N I M A
BOLAÑOS	2, 200.0	900.0
COLOTLAN	2, 500.0	1,500.0
CHIMALTITAN	2, 250.0	1,000.0
HUEJUCAR	2, 730.0	1,850.0
HUEJUQUILLA EL ALTO	2, 200.0	1,450.0
MEZQUITIC	2, 600.0	1,550.0
SAN MARTIN DE BOLAÑOS	2, 500.0	780.0
STA. MA. DE LOS ANGELES	2, 270.0	1,700.0
TOTATICHE	2, 100.0	1,600.0
VILLA GUERRERO	2, 100.0	1,760.0
R E G I O N	2, 730.0	780.0

FUENTE: Plan Jalisco. 1983 - 1988.

Z O N A N O R T E

TEMPERATURAS MEDIA ANUAL, MAXIMA Y
MINIMA DE LOS MUNICIPIOS QUE LA -
INTEGRAN

CUADRO No.3

M U N I C I P I O	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (° C)	TEMPERATURA MAXIMA (° C)	TEMPERATURA MINIMA (° C)
BOLAÑOS	24.0	44.0	1.0
COLOTLAN	19.6	44.0	- 6.5
CHIMALTITAN	24.0	44.0	1.0
HUEJUCAR	19.4	39.0	- 7.0
HUEJUQUILLA EL ALTO	20.6	41.5	- 8.0
MEZQUITIC	19.0	37.3	2.0
SN. MARTIN DE BOLAÑOS	20.5	39.0	2.0
STA. MA. DE LOS ANGELES	19.2	40.0	- 7.0
TOTATICHE	17.9	42.0	6.0
VILLA GUERRERO	20.8	44.0	- 7.0
R E G I O N	20.8	44.0	- 8.0

FUENTE: Plan Municipal de Desarrollo Urbano 1980
+Cartas de Temperaturas I.N.E.G.I, SIP.P.

Z O N A N O R T E

PRECIPITACION MEDIA, MAXIMA Y MINIMA PROMEDIO

ANUAL

CUADRO No.4

M U N I C I P I O	PRESIPITACION ANUAL (EN m.m.)		
	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
BOLAÑOS	631.8	910.3	182.5
COLOTLAN	704.5	1,178.3	0.5
CHIMALTITAN	631.8	910.3	182.5
HUEJUCAR	574.0	801.0	364.0
HUEJUQUILLA EL ALTO	659.5	932.0	415.5
MEZQUITIC	530.6	574.1	391.5
SN. MARTIN DE BOLAÑOS	623.4	910.3	182.5
STA. MA. DE LOS ANGELES	626.8	836.6	362.0
TOTATICHE	750.9	1,019.0	362.0
VILLA GUERRERO	756.9	1,190.0	585.8
R E G I O N	649.02	1,190.0	0.5

FUENTE: SINTESIS GEOGRAFICA DEL ESTADO DE JALISCO, ---
S.P.P. 1980.