

# ACIDEZ Y ENCALAMIENTO DE LOS SUELOS

Segunda Revisión

POR



AUTOR

DIEGO H. LONDOÑO P.

ITAGUI  
Septiembre  
2000

Impreso por ICOL & CIA. Calle 56 No. 49-68  
Teléfonos: 231 29 93 - 513 55 74 - Fax: 251 67 18  
Medellín - Colombia



## TABLA DE CONTENIDO PRESENTACIÓN

**PROMICAL®.** Como el principal productor de CAL DOLOMÍTICA en el país, y buscando contribuir al incremento de la productividad en los cultivos de nuestras diferentes regiones agrícolas, entrega a los técnicos y agricultores este folleto, producto de la investigación del departamento técnico de la empresa, sobre las necesidades, razones y ventajas del encalado de suelos.

3.1.	ELEMENTOS INDISPENSABLES	5
3.2.	ELEMENTOS PRIMARIOS	6
3.3.	ELEMENTOS SECUNDARIOS	6
3.4.	ELEMENTOS MENORES	8
4.	VALORES QUE SE DETERMINAN EN UN ANÁLISIS DE SUELOS	9
5.	PH O GRADO DE ACIDEZ	10
5.1.	ALUMINIO INTERCAMBIABLE	11
5.2.	PRINCIPALES COMPONENTES DE LA ACIDEZ	12
5.3.	FACTORES QUE PRODUCEN LA ACIDEZ	12
6.	EL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL PH	13
7.	PROBLEMAS A BAJO PH	14
8.	EL PH Y LOS CULTIVOS	14
9.	SOLUCIONES AL PROBLEMA DE LA ACIDEZ DE EL SUELO	15
10.	CLASES DE CAL	15
10.1.	CAL AGRÍCOLA	15
10.2.	CAL VIVA DOLOMÍTICA	15
10.3.	CAL APAGADA DOLOMÍTICA	15
10.4.	ESCORIAS THOMAS	16
10.5.	CAL DOLOMÍTICA	16
11.	CALES DOLOMÍTICAS PRODUCIDAS POR PROMICAL	16



## PRESENTACIÓN

PROMICAL. Como el principal productor de CAL DOLOMÍTICA en el país, y buscando contribuir al incremento de la productividad en los cultivos de nuestras diferentes regiones agrícolas, entrega a los técnicos y agricultores este folleto producto de la investigación del departamento técnico de la empresa, sobre las necesidades, razones y ventajas del encalado de suelos.

## TABLA DE CONTENIDO

### PRESENTACIÓN

1.	DEFINICIÓN DE SUELO	5
2.	NUTRIENTES	5
3.	ELEMENTOS ESENCIALES	5
3.1.	ELEMENTOS INDISPENSABLES	5
3.2.	ELEMENTOS PRIMARIOS	6
3.3.	ELEMENTOS SECUNDARIOS	6
3.4.	ELEMENTOS MENORES	8
4.	VALORES QUE SE DETERMINAN EN UN ANÁLISIS DE SUELOS	9
5.	PH O GRADO DE ACIDEZ	10
5.1.	ALUMINIO INTERCAMBIABLE	11
5.2.	PRINCIPALES COMPONENTES DE LA ACIDEZ	12
5.3.	FACTORES QUE PRODUCEN LA ACIDEZ	12
6.	EL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL PH	13
7.	PROBLEMAS A BAJO PH	14
8.	EL PH Y LOS CULTIVOS	14
9.	SOLUCIONES AL PROBLEMA DE LA ACIDEZ DE EL SUELO	15
10.	CLASES DE CAL	15
10.1.	CAL AGRÍCOLA	15
10.2.	CAL VIVA DOLOMÍTICA	15
10.3.	CAL APAGADA DOLOMÍTICA	15
10.4.	ESCORIAS THOMAS	16
10.5.	CAL DOLOMÍTICA	16
11.	CALES DOLOMÍTICAS PRODUCIDAS POR PROMICAL	16



11.1. COMPOSICIÓN GARANTIZADA	16
11.2. GRANULOMETRIA CONVENCIONAL	17
12. CALIDAD DE LOS MATERIALES DE ENCALADO	18
13. OTROS MATERIALES CORRECTORES DE ACIDEZ	19
14. TOXICIDAD DEL ALUMINIO	19
15. CANTIDADES DE CAL QUE SE DEBEN APLICAR AL SUELO	20
16. RECOMENDACIONES PARA LA APLICACIÓN DE CAL	21
17. CADA CUANTO HAY QUE ENCALAR	24
18. ENCALAMIENTO EN SUELOS DE CLIMA FRÍO	24
19. ENCALAMIENTO EN ZONA HÚMEDA TROPICAL	25
20. ENCALAMIENTO EN PRADOS Y JARDINES URBANOS	25
21. VENTAJAS AL ENCALAR	25
22. EXCEPCIONES PARA EL ENCALADO	27
23. TIERRA DE CAPOTE ARTIFICIAL O COMPOST	27
24. CONCLUSIONES MÁS IMPORTANTES SACADAS DE LA ENCUESTA REALIZADA EN EL ORIENTE Y NORDESTE ANTIOQUEÑO ACERCA DEL USO DE LA CAL DOLOMÍTICA	28
25. ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE UN SUELO Y RECOMENDACIONES (Ejemplos)	29
26. ANEXOS	30
26.1. EQUIVALENCIAS	30
26.2. FORMULA PARA CALCULAR EQ	31
26.3. REACCIONES EN EL SUELO	31
26.4. CÁLCULOS DE ENCALADO Y PESOS MOLECULARES	32
BIBLIOGRAFÍA	34

## 1. DEFINICIÓN DE SUELO

Suelo es la capa de materiales orgánicos y minerales que cubren la corteza terrestre y es donde las plantas desarrollan sus raíces y toman las sustancias esenciales para su crecimiento.

## 2. NUTRIENTES

Para poder vivir y desarrollarse, las plantas convierten las sustancias minerales que toman del suelo en compuestos orgánicos. Los elementos que componen estas sustancias se les conoce como nutrientes.

## 3. ELEMENTOS ESENCIALES

Son aquellos elementos minerales que las plantas absorben del suelo y que resultan esenciales o necesarios para que la planta se pueda desarrollar. La deficiencia de uno cualquiera de estos, aún cuando todos los demás se encuentren en cantidades adecuadas limita el rendimiento de una cosecha.

Los elementos esenciales son 16 y se dividen en 4 grupos. Estos grupos son:

### 3.1. Elementos indispensables

Constituidos por:

EL OXÍGENO ( $O_2$ ), EL CARBONO (C), Y EL HIDRÓGENO (H). Estos tres elementos forman el 93% de los tejidos vegetales y su presencia es indispensable en todas las células. El Oxígeno y el Hidrógeno los toman las plantas del aire y del agua del suelo; y el Carbono del  $CO_2$  del aire, por el proceso de fotosíntesis en que interviene la energía solar. Todos estos elementos abundan en la naturaleza y no causan al agricultor ningún problema de suministro.





### 3.2. Elementos primarios

Se les denomina elementos primarios o principales, porque son los que más se agotan en la cosecha.

**NITRÓGENO(N):** Nutriente fundamental que determina el crecimiento vigoroso y la producción de las plantas. Cuando falta en el suelo, las plantas son raquílicas, amarillentas y las hojas se secan por las puntas. Forma parte de las proteínas y la clorofila.

**FÓSFORO (P):** Forma parte del núcleo celular y del protoplasma, actúa en el intercambio energético del metabolismo y al favorecer la división celular determina el crecimiento de los vegetales. Cuando en el suelo falta el Fósforo, las plantas presentan raíces de poco desarrollo, hojas de color violáceo, fecundación imperfecta, maduración tardía de los frutos y cosechas de bajos rendimientos.

**POTASIO (K) :** Tiene importancia de primer orden en la nutrición vegetal. Interviene en la formación de almidones y azúcares, desarrollo general de las plantas y rendimientos de las cosechas. Su deficiencia en el suelo se manifiesta con frecuencia por los bordes amarillentos de las hojas, que después se convierten en secamiento marginal.

### 3.3. Elementos secundarios

Escasean con menos frecuencia que los primarios. También reciben el nombre de "macronutrientes".

**EL CALCIO (Ca):** Es un elemento imprescindible en todos los períodos de la vida de la planta. Entra en la formación de la membrana celular y tanto en los organismos como en el suelo balancea el aprovechamiento de otros elementos. Cuando su cantidad es deficiente, las raíces se quedan cortas, hay deformación de frutos y semillas, el color de las hojas se torna verde pálido, y hay muerte de las puntas terminales de crecimiento (poco follaje), así mismo las personas y animales que tienen deficiencias en el consumo de este elemento son raquílicos y enfermizos. La especie más apropiada como indicadora de la deficiencia de Calcio es la alfalfa.

Para solucionar la falta de Calcio debe practicarse un encalado racional, que consulte el análisis de fertilidad del suelo.

### Conversión de miliequivalentes (meq) de Calcio:

1.0 meq de Ca/ 100 grs de suelo equivale a:

400 kg de Calcio/hectárea.

560 kg de Óxido de Calcio/hectárea.

1000 kg de Carbonato de Calcio/hectárea.

**EL MAGNESIO (Mg):** Es el elemento secundario más importante y del cual hay gran deficiencia en nuestros suelos. Forma parte estructural de la CLOROFILA, pigmento que da el color verde a las hojas. Además, este nutriente participa en la fotosíntesis como activador de la respiración, en el balance electrolítico y en otros procesos metabólicos.

Molécula de clorofila:  $\frac{N}{N-Mg-N}$

Este elemento mantiene el nivel energético en las plantas y es indispensable en la formación de azúcares, aceites y grasas.

Ayuda a la absorción del FÓSFORO, POTASIO Y CALCIO. Cuando el MAGNESIO no se encuentra en el suelo en cantidades suficientes, hay trastornos interiores a nivel celular, los tallos son débiles, hay pérdidas de color verde, caída de hojas y frutos. Son buenas indicadores de la deficiencia del magnesio en el suelo, la coliflor, la papa, el maíz y el pepino.

Por lo general, la deficiencia de Mg se presenta en suelos con problemas de acidez y bajo contenido de Ca. Por esta razón, el uso de cal en estos suelos es una práctica necesaria. LA CAL DOLOMITICA es la alternativa más eficaz en suelos ácidos ya que además de corregir la acidez del suelo, también suple Ca y Mg al cultivo.



Por ser una enmienda que reacciona lentamente en el suelo, la DOLOMITA mantiene un efecto residual prolongado, al contrario de los fertilizantes que son más solubles y susceptibles de perderse por lixiviación.

La carencia de Magnesio se suple encalando con CAL CULTIVO<sup>®</sup> o DOLOMITA PROMICAL<sup>®</sup> productos que contienen un alto contenido de este nutriente.

### Conversión de miliequivalentes (meq) de Magnesio.

1.0 meq de Mg/100 grs de suelo equivale a:

240 kg de Magnesio/hectárea.

400 kg de Óxido de Magnesio/hectárea.

840 kg de Carbonato de Magnesio/hectárea.

**AZUFRE (S):** Es indispensable para la formación de proteínas, junto con el Nitrógeno; interviene en el crecimiento de las raíces, dando verdor y vigor general de las plantas. Su insuficiencia en el suelo origina síntomas semejantes a la deficiencia de Nitrógeno.

### 3.4. Elementos menores

Los consume la planta en pequeñas cantidades, por lo tanto se les denomina "micronutrientes". Si están en exceso son tóxicos; pero si están en defecto bajan el rendimiento y ocasionan debilidad a la planta.

Estos son: Boro(B), Cobre(Cu), Cloro(Cl), Hierro(Fe), Manganeso(Mn), Molibdeno(Mo), Zinc(Zn).

La cantidad, su potencial de aprovechamiento y la forma en que se encuentran estos elementos en el suelo se determinan mediante un Análisis de Suelos.

## 4. VALORES QUE SE DETERMINAN EN UN ANÁLISIS DE SUELOS

La agricultura moderna ha llegado a ser un trabajo de precisión que exige cada vez más una correcta determinación de las características físicas, químicas y biológicas de los suelos. Para conseguir dicha información se realizan los ANÁLISIS DE SUELOS.

Los tipos de análisis que más le interesan a los agricultores Colombianos son los denominados ANÁLISIS DE FERTILIDAD Y CARACTERIZACIÓN. Estos análisis se utilizan para hacer las recomendaciones que el suelo necesita de FERTILIZANTES Y CAL. Adicionalmente se utilizan en el avalúo de fincas.

### En un ANÁLISIS DE FERTILIDAD Y CARACTERIZACIÓN se determina:

PH (O grado de acidez), Materia Orgánica, Fósforo(P), Potasio (K), Aluminio (Al) en muestras con PH menor de 5.5, Calcio(Ca), Magnesio(Mg), Sodio(Na), Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C), y Textura al Tacto.

Gracias a los resultados de estos análisis en las diferentes regiones del país, se ha determinado que la ACIDEZ es el principal problema para la mayoría de los agricultores.

Casi todas las plantas crecen y se desarrollan mejor en suelos con un PH entre 5.5 y 7.3. El PH tiene mucha importancia en la capacidad que tienen las plantas de aprovechar los nutrientes y en la incidencia de enfermedades en las mismas. Un PH inadecuado en un suelo en particular se convierte en un factor limitante para obtener buenos rendimientos en cosechas y pastos.

En un ANÁLISIS DE SUELOS, una de las etapas más importante es la TOMA DE LA MUESTRA a analizar. La mala toma de la muestra se traduce en una pérdida de dinero y tiempo para el agricultor. Esto se debe a que trabajar con información equivocada o imprecisa respecto a las características del suelo conduce a utilizar fertilizantes inadecuados o innecesarios. Para tomar una buena muestra del suelo siga las instrucciones dadas por un Ingeniero Agrónomo o por un Técnico Agrícola Capacitado.



Los Análisis de Suelos los realizan entidades como el Instituto Colombiano Agrícola (ICA), Centros Tecnológicos Agropecuarios y en las Universidades que cuentan con laboratorio de suelos.

Lo realmente importante para el agricultor no es el conocimiento de las cantidades de nutrientes que tiene su suelo, sino las conclusiones prácticas que puedan deducirse de dicha información. Por lo tanto, espera encontrar en su informe de análisis una orientación profesional que le comente las implicaciones de dichas cifras y que lo orienten a seguir un programa de abonado o tratamiento de suelo adecuado a su caso en particular, al igual que la receta que redacta el médico después de examinar al enfermo.

## 5. PH O GRADO DE ACIDEZ

La acidez es una medida de la concentración iones de Hidrógeno  $[H^+]$  presentes en la fase líquida de una mezcla "Suelo - Agua" denominada acidez activa; además del aluminio intercambiable. Las relaciones suelo agua más utilizadas en la determinación de PH son 1:1 y 1:2.5.

La cantidad de iones de Hidrógeno se expresa en valores de PH según convención científica establecida y aceptada universalmente.

La medida de la concentración de  $[H^+]$  indica que hay presencia de ácidos en el suelo tales como: Acido Nítrico ( $HNO_3$ ), Acido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), Acido Carbónico ( $H_2CO_3$ ), Acido Fosfórico ( $H_3PO_4$ ), entre otros.

**El PH se mide en el laboratorio por medio de un potenciómetro, el cual maneja la siguiente escala:**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Acido      Neutro      Alcalino

La escala de PH cubre un rango que va de 0 a 14. Un valor de 7.0 es neutro (igual numero de iones  $H^+$  y de iones  $OH^-$  en la solución). Mientras que los valores menores de 7.0 son ácidos y los valores mayores que 7.0 son básicos.

De acuerdo a los valores de PH, se dan los nombres a la reacción del suelo.

## PH REACCIÓN DEL SUELO

Más de 8.0	Muy alcalino.
7.4 a 8.0	Alcalino.
6.6 a 7.3	Neutro o casi neutro.
6.0 a 6.5	Ligeramente ácido.
5.5 a 5.9	Moderadamente ácido.
5.0 a 5.4	Fuertemente ácido.
4.3 a 4.9	Muy fuertemente ácido.
Menos de 4.3	Extremadamente ácido.

Los suelos ÁCIDOS se encuentra básicamente donde el clima se caracteriza por lluvias fuertes y frecuentes (suelos lavados). También en las tierras cálidas y bajas (llanos), Cordilleras y valles.

La cantidad de lluvia determina casi siempre si un suelo es Acido, Neutro o Alcalino. En las regiones donde llueve mucho, los carbonatos metálicos se disuelven lentamente en el agua y los elementos alcalinos que existen en el suelo como el Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio en formas químicas complejas, son reemplazados por los iones hidrógeno generándose la ACIDEZ del suelo.

En Colombia las 3/4 partes de sus suelos tienen características ácidas. PH entre 3.0 - 5.0. En Antioquía el PH en promedio es menor de 5.5.

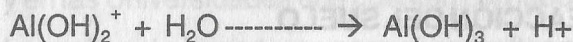
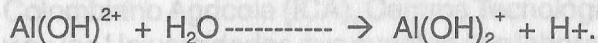
Como orientación para el agricultor puede decirse que por lo general en tierras ácidas predomina una vegetación de musgos, helechos, chites, envidia, cola de caballo, cortaderas y junquillos.

### 5.1. Aluminio intercambiable

Es reconocido ampliamente que uno de los principales factores en el desarrollo de la acidez del suelo es la presencia de aluminio ( $Al^{3+}$ ) en la solución del suelo. Esta acidez es conocida como acidez intercambiable.

Los iones  $Al^{3+}$  desplazados de los minerales arcillosos por otros cationes, reaccionan con el agua formando complejos de aluminio.





Cada una de estas reacciones libera  $\text{H}^+$  y contribuye a la acidez del suelo. Este incremento en acidez promueve la presencia de más  $\text{Al}^{3+}$  listo para reaccionar nuevamente.

La única manera de neutralizar o controlar la toxicidad de este elemento en el suelo es ENCALAR para aumentar el PH del suelo por encima de 5.5.

## 5.2. Principales componentes de la acidez

5.2.1. En un suelo ácido el ALUMINIO Y EL MANGANESO están a sus anchas debido a que se encuentran solubles, produciendo un efecto tóxico sobre la planta.

5.2.2. En los suelos ácidos hay una buena cantidad de elementos menores. Tales como: Hierro, Molibdeno, Zinc y Boro; pero la presencia de Aluminio y Manganese los hacen insolubles e inactivos.

5.2.3. El Aluminio insolubiliza al Fósforo.

5.2.4. El Manganese compite con el Hierro de la siguiente manera:

$\text{Mn}^{2+}$  (Alto potencial redox)

$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$  inactivo (el Hierro se hace insoluble) quedando la planta con problemas a nivel celular y de un color amarillento.

5.2.5. Los suelos ácidos albergan poblaciones altas de microorganismos patógenos. De aquí su tendencia a mantener cultivos que presentan diferentes enfermedades.

## 5.3. Factores que producen la acidez

5.3.1. Uso desmedido de fertilizantes que dejan residuos ácidos; o sea que muchos compuestos fertilizantes de uso común vuelven ácidos los suelos.

5.3.2. Los fertilizantes nitrogenados (sulfato de amonio -urea-nitrato de amonio) los cuales contienen o forman amonio( $\text{NH}_4^+$ ), dejan ácidos los suelos; debido al proceso "nitrificación" en el suelo. Donde el amonio en presencia del oxígeno( $\text{O}_2$ ), se transforma en nitratos( $\text{NO}_3^-$ ), pero además se produce un exceso de  $\text{H}^+$  en el suelo.

5.3.3. Descomposición de la materia orgánica y mineral, produciéndose ácido carbónico entre otros.

5.3.4. Lavado continuo del suelo, por medio del agua. Fenómeno conocido como LIXIVIACIÓN. Normalmente ocurre en las zonas donde llueve en forma fuerte y con mucha frecuencia.

5.3.5. El suelo gradualmente se torna ácido, debido a ciertas reacciones de la raíz de la planta con el suelo. Por ejemplo la producción de ácido carbónico debido a la respiración raizal de la planta.

5.3.6. La acidificación del suelo debido a que la planta al absorber por medio de su raíz cationes como: Calcio-Magnesio-Sodio- Potasio libera  $\text{H}^+$  para mantener el equilibrio en su interior, lo cual contribuye a la reducción del PH.

## 6. EL EFECTO DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL PH

La materia orgánica al descomponerse baja el PH, dejando los suelos ácidos. Este material a medida que se descompone produce  $\text{CO}_2$  (Bióxido de carbono). El  $\text{CO}_2$  en combinación con el agua del suelo produce ácido carbónico, el cual es un ácido débil. Además la materia orgánica del suelo contiene grupos Carboxílicos y Fenólicos activos que se disocian liberando iones  $\text{H}^+$  a la solución del suelo.



## 7. PROBLEMAS ABAJO PH

La ausencia del microelemento Molibdeno (presente a un PH = 7.0) causa acumulación de Nitratos a niveles tóxicos y disminuye la síntesis de aminoácidos y proteínas (indispensables en la coliflor y otras leguminosas.)

## 8. EL PHYLOS CULTIVOS

8.1. La Piña, Papa, Fique, Yuca.

y los Pastos : Gordura, Puntero e Imperial.

Toleran un medio fuertemente ácido, PH ENTRE 4.8 - 5.5.

8.2. El maíz, soya, arroz, zanahoria, arracacha, Frijol, Manzano, Maní, Cítricos, Mango, Algodón, Trigo, Cebada, Lechuga, Repollo, Avena, Remolacha, Tomate, Tabaco, Guayaba.

Y los Pastos: Brachiarias, carimagua, pangola, Orchoro, Rainas, Kikuyo, estrella, climacuna, guinea, centrosema spp, calopo y maní forrajero.

Son moderadamente tolerantes a la acidez, PH ENTRE 5.6 - 6.4.

Responden bien al encalado (no encalar excesivamente).

8.3. La alfalfa, aguacate, coliflor, cacao, trébol, vid, maracuyá, caña de azúcar, banano, arveja, zanahoria, plátano, habas, frutales rosáceas, arveja y cebolla.

Y los pastos: Angleton, pará, alemán, kudzu y solla forrajera.

Toleran poco la acidez, PH ENTRE 6.5 - 7.3. (se recomienda encalar muy bien.)

8.4. EL CAFÉ: Se cultiva en un PH DE 4.9- 5.6

Materia orgánica de 11.4 - 12.6.

Aluminio intercambiable: Menor a 1.1 meq/100 gr.

Textura franco arcillosa a franco arenosa.

Calcio como CaO entre 1.6 - 2.6 meq/100 gr de suelo.

Magnesio como MgO entre 0.5 - 0.9 meq/100gr suelo.

En los cultivos de Café, debe haber buena presencia de MAGNESIO.

## 9. SOLUCIONES AL PROBLEMA DE LA ACIDEZ DE EL SUELO

Para neutralizar la ACIDEZ del suelo, o en otras palabras elevar el PH se utiliza CAL.

## 10. CLASES DE CAL

Los tipos de cal más utilizados son:

### 10.1. Cal agrícola

Es el producto formado principalmente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) con un contenido mínimo del 70 por ciento del mismo. En la forma natural se encuentra como piedra caliza o piedra de cal.

### 10.2. Cal viva Dolomítica

Compuesta por una mezcla de Óxido de Calcio ( $\text{CaO}$ ) y Óxido de Magnesio ( $\text{MgO}$ ).

Cuando se desean resultados rápidos, se aplica cal viva Dolomítica. Por ser una mezcla natural de óxidos, reaccionan inmediatamente al ponerse en contacto con el agua del suelo, provocando una fuerte reacción exotérmica que libera  $\text{OH}^-$ , elevando el PH.

La cal viva Dolomítica es un material muy difícil de manejar, sumamente cáustica y puede producir serias quemaduras químicas al usuario incauto. Para manejar esta sustancia se debe de proteger muy bien la piel.

### 10.3. Cal apagada Dolomítica

Es la misma cal viva después de haberla apagado con agua. Es un polvo blanco, menos fuerte que la cal viva. También recibe técnicamente el nombre de Hidróxidos de Calcio - Magnesio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$  -  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) o de cal hidratada.



Este material lo mismo que la cal viva reaccionan inmediatamente y se deben incorporar rápidamente asegurando una buena mezcla, para evitar que se endurezcan formando carbonatos en la superficie del suelo.

Los Hidróxidos de Calcio- Magnesio son también cáusticos, y deben tratarse con el debido cuidado.

#### 10.4. Escorias thomas

Las escorias thomas son un sub - producto de la industria del acero, que posee un contenido relativamente alto en Fósforo ( $P_2O_5$ ), aproximadamente 14 por ciento. Se aplica a los suelos ácidos deficientes en Fósforo y no como material de encalamiento.

#### 10.5. Cal Dolomítica

Es una mezcla de Carbonatos de Calcio y de Magnesio en proporciones distintas.

Las CALES DOLOMITICAS son las más recomendadas para solucionar el problema de la acidez en el suelo; además son una excelente fuente de Magnesio en suelos ácidos que frecuentemente tienen deficiencia de este nutriente.

### 11. CALES DOLOMITICAS PRODUCIDAS POR PROMICAL

#### 11.1. Composición garantizada

Promical tiene disponible en el mercado los siguientes productos:

##### La CAL CULTIVO® PROMICAL®

70% Carbonato de Calcio ( $CaCO_3$ )  
25% Carbonato de Magnesio ( $MgCO_3$ )  
LICENCIA ICA No 913

##### La DOLOMITA-PROMICAL®

57% Carbonato de Calcio  
38% Carbonato de Magnesio  
LICENCIA ICA No 2655

Estos productos elaborados por PROMICAL® resultan de triturar y moler LAS ROCAS DOLOMITICAS NATURALES localizadas en el municipio de Amalfi, nordeste Antioqueño, en variadas dosificaciones.

En el comercio actual existe el mercadeo de Cales Magnesianas que resultan de mezclar mecánicamente el Carbonato de Calcio de la piedra caliza y el Carbonato de Magnesio de la piedra Magnesita o los Silicatos de Magnesio de las piedras Serpentinicas y Antigoritas. Estas cales DE NINGUNA MANERA PUEDEN SER LLAMADAS DOLOMITICAS y de la misma manera no alcanzan en el suelo la efectividad lograda por una CAL DOLOMITICA cuyo origen y mezcla del Calcio y el Magnesio es NATURAL.

##### CALIZA:

$CaCO_3$ . Es la forma más común del Calcio.

##### DOLOMITA:

$CaCO_3$   $MgCO_3$  Carbonato doble de Calcio y Magnesio natural.

##### MAGNESITA:

$MgCO_3$ . Carbonato de Magnesio.

#### 11.2. Granulometría convencional

##### CAL CULTIVO® PROMICAL®:

Retenido malla 20 (850 micras o 0.85 mm) -----	0.00%
Retenido malla 100 (150 micras o 0.15 mm) ----	50.00%
Material que pasa malla 100 (polvo) -----	50.00%

**Nota:** 1 mm. Equivale a 1000 micras.

El material entre las MALLAS 20 y 100 es de tamaño MEDIO y de lenta asimilación por el suelo. Reacciona gradualmente proporcionando muy buen efecto residual básico por el transcurso de un año y medio.

El material que pasa la malla 100 es muy fino. Reacciona en un período de 1-3 meses. Cuando es aplicado al suelo inmediatamente comienza a producir los beneficios esperados.



Por lo general los materiales muy finos o pulverulentos hay que aplicarlos más frecuentemente. Su solubilidad es más rápida y los resultados en el suelo son en corto plazo; pero al mismo tiempo son más caros y difíciles de aplicar.

Cuando el tamaño del material es mayor que la malla 20 (tamaño grueso) prácticamente no obra en el suelo.

Las CALES DOLOMITICAS DE PROMICAL® garantizan una molienda donde el material fino constituye la mitad del producto y el material de tamaño medio la otra mitad. Las ventajas de contar con esta granulometría son las de un fácil manejo y aplicación, la de mantener un buen efecto residual básico, o sea; se evita el estar aplicando cal frecuentemente. Además mejora las cualidades y estructura físicas del suelo. En suelos arcillosos los vuelve más sueltos; mientras que en suelos arenosos los hace retener humedad. Se obtienen magníficos resultados en la aireación y drenaje del suelo.

## 12. CALIDAD DE LOS MATERIALES DE ENCALADO.

Uno de los aspectos más importantes al considerar la eficiencia agronómica es la calidad de los materiales de encalado. La calidad se fundamenta en los siguientes factores: Pureza del material, forma química y tamaño de las partículas.

**PUREZA QUÍMICA:** La capacidad de neutralizar la acidez del suelo depende de la composición química y de la pureza del material. Para determinar la pureza se utiliza el criterio del equivalente químico (EQ) que es la medida del poder de neutralización de una cal en particular: El EQ se define como la capacidad del material para neutralizar la acidez comparado con el poder de neutralización de  $\text{CaCO}_3$  químicamente puro, al cual se le asigna un valor de 100%.

A continuación aparecen los equivalentes químicos y composición química de materiales de encalado puros.

Material	Equivalente Químico	Fórmula
Carbonato de Calcio	100	$\text{CaCO}_3$ .
Dolomita	108	$\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$ .
Oxido de Calcio	179	$\text{CaO}$ .
Hidróxido de Calcio	138	$\text{Ca(OH)}_2$ .
Hidróxido de Magnesio	172	$\text{Mg(OH)}_2$ .
Carbonato de Magnesio	119	$\text{MgCO}_3$ .
Oxido de Magnesio	248	$\text{MgO}$ .

Los óxidos e hidróxidos tienen mayor capacidad para neutralizar la acidez que el Carbonato de Calcio.

Los materiales de encalado que contienen Magnesio, son más efectivos que aquellos que contienen Calcio.

Los materiales con menos de 80% de EQ, son de baja calidad.

La manera como se puede calcular el EQ aparece en los anexos de este folleto.

## 13. OTROS MATERIALES CORRECTORES DE ACIDEZ

EL AMONIACO ( $\text{NH}_3$ ) líquido o gaseoso. Inicialmente tiene un efecto alcalino, pero las bacterias que fijan el Nitrógeno lo convierten en Ácido Nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

Lo mismo ocurre con la UREA.

## 14. TOXICIDAD DEL ALUMINIO

El mayor efecto benéfico del encalado de suelos ácidos es la reducción de la solubilidad del Aluminio y el Manganeseo.

Estos dos elementos, aún cuando estén presentes en bajas concentraciones, son tóxicos para la mayoría de los cultivos.



El exceso de Al interfiere la división celular en las raíces de la planta y ésta es la razón por la cual el sistema radicular de plantas creciendo en suelos ácidos es atrofiado y pobremente desarrollado.

La presencia de altas concentraciones de Al en la solución del suelo inhiben también la absorción de Ca y Mg por las plantas. Cuando se añade CAL DOLOMITA al suelo, el incremento de PH induce la precipitación del Al y Mn como compuestos insolubles removiéndolos de esta forma de la solución del suelo.

## 15. CANTIDADES DE CAL QUE SE DEBEN APLICAR AL SUELO.

15.1. Los suelos ácidos son los que más se benefician con el encalado.

15.2. El PH por si solo no decide la productividad del cultivo. Un factor muy importante asociado a un bajo PH en los suelos es la presencia del ALUMINIO SOLUBLE. Este elemento es el principal componente TÓXICO de la acidez que afecta la mayoría de las especies vegetales.

En 1960 las dosificaciones de cal se basaban, normalmente, en la cantidad de esta que se necesitaba para elevar el PH de un valor dado hasta 7.0.

Para subir el PH de 4.7 a 6.0 en un suelo con mucha materia orgánica y solo después de 90 días de encalado, se necesitaban por hectárea aproximadamente 20 toneladas de cal.

Resultaba entonces antieconómico; por aplicación, tiempo, transporte, y precio del producto.

Más adelante se encontró que en suelos ácidos, el Aluminio era el elemento a controlar y además que los cultivos crecen y producen mejor en suelos con un PH entre 5.5 y 7.3 (no necesariamente igual a 7.0) dependiendo del tipo de cultivo. Es por eso que en la actualidad lo que se busca al encalar es neutralizar el aluminio disuelto presente en los suelos ácidos. Esto se logra cuando se hidrolizan los iones carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) de la CAL DOLOMITICA produciendo iones  $\text{OH}^-$ . Estos iones  $\text{OH}^-$  reaccionan con el aluminio del suelo formándose un producto inerte e inactivo, no tóxico para las plantas, llamado Hidróxido de Aluminio.

15.3. En general a PH menor de 5.5, un porcentaje inferior al 10% de materia orgánica y una relación Calcio - Magnesio mayor de cuatro a uno(4/1). SE RECOMIENDA APLICAR 1.5 TONELADAS / HECTÁREA DE CAL DOLOMITICA POR CADA 1 MILIEQUIVALENTE DE ALUMINIO INTERCAMBIABLE. DATO QUE SE OBTIENE DEL ANÁLISIS DE SUELOS.

**NOTA:** Si se duplica la cantidad de cal, NO QUIERE DECIR QUE LA ACIDEZ SE REDUZCA PROPORCIONALMENTE.

## 16. RECOMENDACIONES PARA LA APLICACIÓN DE CAL

16.1. En siembras nuevas, La CAL DOLOMITICA debe aplicarse mínimo 30 días antes de que el cultivo sea sembrado o trasplantado, para que la cal pueda reaccionar y mejorar la acidez del suelo.

16.2. Para que la cal sea efectiva es necesario mezclar completamente el material en los primeros 15-20 Cm. de suelo, utilizando el arado, rastra o cualquier otro implemento.

16.3. La cal aumenta el PH, evita la fijación del Fósforo y neutraliza el Aluminio.

Una vez corregido el PH se pueden aplicar los fertilizantes (mínimo 30 días después de haber encalado; o sea en el momento de la siembra.)

16.4. Aplicar la cal sobre el pasto esparciéndolo por encima de éste con la mano. Abonar después de cada dos cortes.

16.5. Una vez que el cultivo esta establecido. Aplicar la cal a la superficie. En el caso del cafeto banano y palma aceitera por ejemplo, debe hacerse en la banda o zona de fertilización.

16.6. En cultivos perennes con distancias de siembra amplias, la cal debe distribuirse en el área de gotera o rodaja, que es donde se concentran las raíces.

16.7. En cultivos perennes resulta práctico incorporar cal en el hoyo de siembra antes de poner la planta.



16.8. Si la cal va a ser incorporada con arado, ésta debe distribuirse en forma uniforme en todo el terreno. Si la aplicación no es uniforme solamente se controla la acidez en los lugares donde cae la cal y el cultivo al crecer presenta también un aspecto poco uniforme, con plantas grandes y pequeñas distribuidas en el lote.

16.9. En suelos lavados aplicar más frecuentemente; Pero en menor cantidad.

16.10. En algunos suelos Colombianos el Calcio es mucho mayor que el Magnesio. Al aplicar CAL AGRÍCOLA se agrava el problema; por ello es muy importante que las aplicaciones SEAN DE CAL-DOLOMÍTICA. La relación ideal Calcio/ Magnesio totales es normalmente alrededor de 2 a 1 (2/1).

16.11. La deficiencia de Calcio aparentemente nunca ocurre en el campo; significa esto que siempre el contenido Cálcico del suelo es suficiente para satisfacer las necesidades de la planta. Por el contrario, son comunes las deficiencias de Magnesio y son notorias en las cosechas de papa, algodón, rábano, cítricos, maíz, mortinos, manzanas y legumbres.

16.12. La semilla LEGUMINOSA, se mete en cal en el momento que la bacteria nutricional lo requiera; especialmente en la germinación de la planta. Así ha sido posible con pequeñas cantidades mínimas de cal (hasta 1 kg/ha) lograr excelentes resultados. En este caso no es la planta que requiere cal, sino la bacteria.

16.13. Aplique LA CAL CULTIVO o DOLOMITA-PROMICAL sobre el suelo húmedo (en el invierno) o riegue el suelo después de la aplicación (en verano).

16.14. No existen limitaciones en cuanto a la época de aplicación de la cal; siempre y cuando haya humedad en el suelo y no coincida con un ciclo de fertilización al suelo.

16.15. ENCALAMIENTO DE GRAMINEAS FORRAJERAS. Se aplica CAL DOLOMÍTICA con el fin de suministrar una nutrición balanceada de Ca y Mg. También para mejorar la calidad del forraje para los animales. Dosis recomendada hasta 500 kg/hectárea.

16.16. Es mejor aplicar CAL VIVA O APAGADA DOLOMÍTICA en suelos arenosos; debido que los materiales cáusticos como el Oxido o Hidróxido de Calcio y Magnesio, lo atacan con mayor intensidad que los Carbonatos de Calcio y Magnesio.

16.17. La reducción de la acidez no es permanente, porque el encalado NO ELIMINA las condiciones naturales que originan la acidez. Es por eso que los tratamientos con cal deben ser periódicos.

16.18. Cuando se aplica CAL VIVA en lugar de CAL DOLOMÍTICA se reducen las dosificaciones a la mitad.

Cuando se emplea CAL APAGADA en reemplazo de la CAL DOLOMÍTICA se reducen las dosificaciones a las tres cuartas partes.

#### **Recordemos :**

La CAL DOLOMÍTICA son Carbonatos de Calcio y Magnesio.

La CAL VIVA son Óxidos de Calcio y Magnesio.

La CAL APAGADA son Hidróxidos de Calcio y Magnesio.

Son tres CALES químicamente diferentes y su capacidad correctora de acidez depende de sus contenidos elementales de Calcio y Magnesio.

16.19. Ejemplo de preparación de un abono con CAL DOLOMITICA:

1 KILO DE CAL DOLOMITICA.

10 KILOS DE BOÑIGA, GALLINAZA, ESTIÉRCOLO RESIDUOS VEGETALES.

Mezclar y dejar durante 2 - 4 semanas para acelerar su descomposición. De esta mezcla resulta un abono rico en Calcio, Magnesio y materia orgánica.



## 17. CADA CUANTO HAY QUE ENCALAR

No existe una regla específica para determinar la duración del efecto de la cal en el suelo, esto varía según:

- EL SUELO.
- CLASE DE CULTIVO.
- LA EROSIÓN.
- PRECIPITACIÓN DE LA ZONA.
- CALIDAD DE LA CAL UTILIZADA.
- LAVADO A QUE ESTÁ EXPUESTO EL SUELO.
- CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO. (C.I.C).

En suelos arenosos por LIXIVIACIÓN, la cal se hace soluble penetrando mucho más abajo de la raíz (Esto es donde llueve con frecuencia). Lo anterior indica que se debe de aplicar una menor cantidad de cal en un suelo arenoso que en un suelo arcilloso; esto se debe a que la cal permanece menos tiempo en la tierra. POR ESO LA MEJOR MANERA DE SABER CADA CUANTO HAY QUE ENCALAR ES ANALIZAR EL SUELO.

## 18. ENCALAMIENTO EN SUELOS DE CLIMA FRÍO

Estos suelos tienen reacción ácida.

Su PH se encuentra generalmente entre 4.6-5.6

Poseen un alto porcentaje de materia orgánica, normalmente entre 7 y 12%

Su fertilidad por lo general es baja.

Son suelos deficientes en Fósforo.

Los cultivos más comunes son papa, trigo, cebada, hortalizas, pastos y forrajes.

## 19. ENCALAMIENTO EN ZONA HÚMEDA TROPICAL

Son suelos muy pobres nutritivamente debido a las condiciones climáticas. Por lo general necesitan cantidades altas de CAL DOLOMÍTICA.

## 20. ENCALAMIENTO EN PRADOS Y JARDINES URBANOS

Cuando se utilicen semillas se debe agregar siempre CAL pulverizada con ellas. De tiempo en tiempo se deben hacer pequeñas adiciones superficiales de cal. La mejor época para sembrar y encalar es después de un prolongado verano (Octubre y Noviembre en Colombia). Se debe mezclar CAL con el suelo húmedo por lo menos 10 días antes de agregar cualquier otro abono.

## 21. VENTAJAS AL ENCALAR

21.1. El encalado mejora la respuesta a la aplicación de fertilizantes en suelos ácidos. Esto se debe fundamentalmente a las mejores condiciones físicas y químicas que el suelo adquiere después de la aplicación de la cal, produciendo un mejor ambiente para el desarrollo radicular. Una mejor exploración del suelo permite que la planta absorba los nutrientes de los fertilizantes aplicados al suelo incrementando los rendimientos del cultivo y la eficiencia de los fertilizantes.

21.2. La cal Neutraliza el Aluminio pasándolo de tóxico a no tóxico.



De esta manera se aprovecha el Hierro y el Fósforo que hay en el suelo; el cual es indispensable y costoso.

21.3. A un PH entre 6.5 - 7.5 están disponibles el Potasio, Calcio, Magnesio, Nitrógeno, Azufre y el Fósforo.

21.4. A un PH alrededor de 6.0 no hay mucha presencia de Aluminio, ni Manganese.



21.5. LA CAL CULTIVO® y DOLOMITA: Aportan iones de Calcio y Magnesio al suelo.

21.6. La acción residual ácida de los fertilizantes nitrogenados amoniacales puede ser prevenida con la aplicación oportuna de CAL DOLOMITICA.

21.7. Acelera la descomposición de la materia orgánica.

21.8. Cuando un suelo posee un PH inferior de 6.0, se restringe la absorción de Nitrógeno y hay graves perturbaciones fisiológicas a los cultivos.

21.9. La cal no reemplaza los fertilizantes; si no que hace que sean mejor aprovechados por la planta, disminuyendo de paso su consumo.

21.10. Reduce la actividad de sustancias tóxicas.

21.11. Mejora las cualidades y estructura físicas del suelo.

21.12. Protege y aumenta la actividad y población de las lombrices, produciendo un efecto significativo en la estructura del suelo, incrementando los macroporos debido a su acción barrenadora. Cuando se encala aumenta el porcentaje de materia orgánica, el cual es su alimento. Los suelos ácidos le son altamente perjudicial.

21.13. Se presenta una excelente acción bacterial. Se reduce considerablemente la población de hongos; los cuales son reemplazados por bacterias beneficiosas que descomponen la materia orgánica del suelo, producen nitratos y fijan el nitrógeno del aire. Un ejemplo de esto lo constituyen las especies de Rhizobium en las leguminosas las cuales reducen su actividad en suelos ácidos.

21.14. Disminuyen las malezas y helechos.

21.15. Cuando se encala se neutralizan todos los ÁCIDOS que hay presentes en el suelo.

21.16. La cal permite el desarrollo normal de los cultivos.

21.17. La cal aumenta el crecimiento de las plantas.

21.18. La cal aumenta el follaje.

21.19. La cal produce pastos con más poder nutritivo y mejor follaje.

21.20. Siempre que se "encala" se obtiene una mejor cosecha no importa cuales sean las condiciones ambientales. Son muy pocos los productos que no se benefician del "encalamiento".

## 22. EXCEPCIONES PARA EL ENCALADO

22.1. El hongo que ataca la papa, encuentra vida óptima en los suelos básicos. La acidez le es altamente perjudicial. (PH de la papa entre 4.8 - 5.5).

22.2. La pudrición de la raíz del tabaco se da a un PH mayor de 6.0. Cuando el PH esta por debajo de este valor raramente se presenta.

## 23. TIERRA DE CAPOTE ARTIFICIAL O COMPOST

EL COMPOST es un abono orgánico - mineral, donde los carbohidratos y proteínas son transformados en materia orgánica descompuesta o humus después de tres a cinco meses. Enriquecida a su vez con el Calcio y el Magnesio de la CAL DOLOMITICA.

Se fabrica a partir de la mezcla de residuos vegetales, basuras, residuos animales y CAL DOLOMITICA (activa la descomposición de la materia orgánica), humedecidos y tapados con una pequeña capa de tierra. Se deben dejar varios huecos por donde pueda airearse la masa.

### La masa esta compuesta por:

Una capa de residuos vegetales o basuras de 20 a 25 centímetros de gruesa.



Una capa de residuos animales de 5 a 10 centímetros de grosor.  
Una capa de CAL DOLOMÍTICA, más o menos de 1 a 5 milímetros.

Toda la masa debe voltearse a las tres a seis semanas o cuando se empiecen a sentir malos olores.

Los residuos vegetales son: Tamos, residuos y rastrojos de cosecha, hojas, hierbas, cañas, etc.

Las basuras o residuos industriales orgánicos son: carnes desecadas, sangre, pedazos de cuero animal, viruta, aserrín, bagazos, cereza de café, etc.

La cal Dolomítica además de aportar Calcio y Magnesio al abono, ayuda a neutralizar la acidez que se origina al transformarse el material, la cual tiene efectos perjudiciales para las bacterias.

## 24. CONCLUSIONES MÁS IMPORTANTES SACADAS DE LA ENCUESTA REALIZADA EN EL ORIENTE Y NORDESTE ANTIOQUEÑO ACERCA DEL USO DE LA CAL DOLOMÍTICA.

24.1. En los consumidores de CAL DOLOMÍTICA se diferencian dos clases potenciales:

**CLASE UNO:** Buscan una CAL barata. Sin importarles su procedencia, ni la calidad de la misma.

**CLASE DOS:** Le practican análisis de fertilidad al suelo, y luego se asesoran de un Agrónomo para que les recomienden la CAL que por composición, pureza, potencia neutralizadora les va hacer mas provecho a su tierra.

24.2. Los campesinos no saben que es Calcio, ni Magnesio. Pero si saben que hay que ENCALAR para que no se le pierdan LOS ABONOS y la productividad sea mayor.

24.3. Los Agrónomos recomiendan en líneas generales corregir la acidez con cantidades que van desde 0.5 - 2.5 toneladas de CAL DOLOMÍTICA por hectárea cada año.

## 25. ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE UN SUELO Y RECOMENDACIONES (Ejemplos).

25.1. MUNICIPIO	Yarumal (Ant)
RELIEVE	Ondulado
ÁREA	6.6 Ha.
PROFUNDIDAD	0-3 m.
ALTURA	m.s.n.m. 2600
TEMPERATURA	12 C
DRENAJE NATURAL	Normal.
PRECIPITACIÓN	2537 mm
CULTIVO ACTUAL	Pastos
CULTIVO ANTERIOR	Poa y Andadora.
FERTILIZACIÓN ANTERIOR	Ninguna.
TEXTURA	Arena 72% ARCILLA 16% Limo 12% (Franco - Arenosa.)
PH	5.0
MATERIA ORGÁNICA	10.70%
FÓSFORO	5.0 ppm
C.I.C.	3.6 meq/100 gr de suelo.
ALUMINIO	2.9 " "
CALCIO	0.4 " "
MAGNESIO	0.2 " "
POTASIO	0.1 " "

**RECOMENDACIONES:** Alta presencia de Aluminio intercambiable. Luego de un buen despaste, y por el sistema de boleo. Aplicar 1 Ton/Ha de CAL DOLOMÍTICA (hacerlo una vez al año, por espacio de 4 - 5 años). 2 semanas después de encalar, aplicar 2 bultos /Ha. de Urea al boleo preferiblemente con el suelo húmedo, para evitar quemazón y un aprovechamiento rápido por parte del pasto.

25.2. MUNICIPIO	Montebello (Cerro matoso)
PH	4.4 - 5.3
CALCIO	1.8
MAGNESIO	0.80
ALUMINIO	0.7 - 1.4 - 1.1 - 2.5
USO	Pastoreo

**RECOMENDACIÓN :** 1 Ton/Ha. de CAL DOLOMÍTICA y después de 10 días aplicar 200 kg. de abono 10- 20 -20 y 50 kgm de urea.



## 26. ANEXOS

### 26.1. Equivalencias

NUESTROS PRODUCTOS AL ESTAR COMPUESTOS POR CARBONATO DE CALCIO Y CARBONATO DE MAGNESIO TAMBIÉN TIENEN LAS SIGUIENTES EQUIVALENCIAS.

Composición CAL CULTIVO®:  $\text{CaCO}_3$  ----- 70.0%  
 $\text{MgCO}_3$  ----- 25.0%

#### Una tonelada de CAL CULTIVO® CONTIENE:

700 kilos de Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ )  
250 kilos de Carbonato de Magnesio ( $\text{MgCO}_3$ )

Esto equivale a tener:

392 kilos de Óxido de Calcio ( $\text{CaO}$ )  
119 kilos de Óxido de Magnesio ( $\text{MgO}$ )

O también a tener

280 kilos de Calcio ( $\text{Ca}$ )  
71.4 kilos de Magnesio ( $\text{Mg}$ )

Composición DOLOMITA PROMICAL®:  $\text{CaCO}_3$  ----- 57.0%  
 $\text{MgCO}_3$  ----- 38.0%

#### Una tonelada de DOLOMITA PROMICAL® contiene:

570 kilos de Carbonato de Calcio ( $\text{CaCO}_3$ )  
380 kilos de Carbonato de Magnesio ( $\text{MgCO}_3$ )

Esto equivale a tener:

319.2 kilos de Óxido de Calcio ( $\text{CaO}$ )  
180.9 kilos de Óxido de Magnesio ( $\text{MgO}$ )

o también a tener:

228 kilos de Calcio ( $\text{Ca}$ )  
108 kilos de Magnesio ( $\text{Mg}$ )

### 26.2. Fórmula para calcular EQ.

El EQ de un material de encalado se puede calcular utilizando las siguientes formulas:

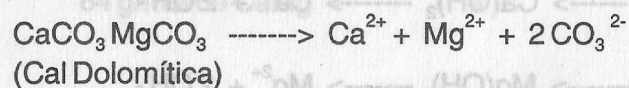
$$\text{EQ } \text{CaCO}_3 = \text{CaO}(\%) \times 1.79 + \text{MgO}(\%) \times 2.48$$

$$\text{EQ } \text{CaCO}_3 = \text{CaCO}_3(\%) \times 1 + \text{MgCO}_3(\%) \times 1.19$$

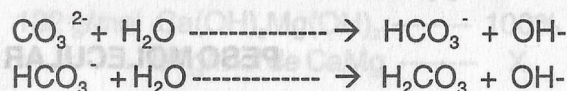
### 26.3. Reacciones en el suelo

Los carbonatos son los materiales de encalado de mayor uso en la agricultura. Las DOLOMITAS NATURALES principal fuente de carbonatos, neutralizan la acidez del suelo de la siguiente manera:

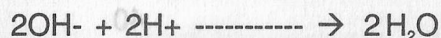
Los ácidos y el agua presentes en el suelo, descomponen la CAL DOLOMÍTICA así:



Una vez disuelta la CAL DOLOMÍTICA en el suelo, continua con la reacción de los iones carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) con el agua (hidrólisis).



Los iones  $\text{OH}^-$  formados neutralizan los iones  $\text{H}^+$ . Reduciendo de paso la acidez (Incrementa el PH del suelo) así:



El Ácido Carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) una parte queda disuelta en el suelo y la otra se disocia en agua y gas carbónico el cual se disipa al ambiente:





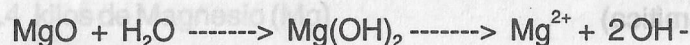
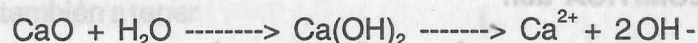
Gracias al Ácido Carbónico las sustancias nutritivas de las plantas son puestas en condiciones de ser asimiladas o aprovechadas. El Ácido Carbónico en el suelo cumple las funciones de los jugos intestinales en el organismo.

Los iones elementales de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  que han quedado disueltos en el suelo sirven como nutrientes a las plantas.

El ALUMINIO disuelto que había inicialmente en el suelo ácido, es neutralizado por los  $\text{OH}^-$  que hay en abundancia en un suelo encalado ASÍ:



Cuando se utiliza cal viva o cal apagada como material de encalado las reacciones en el suelo son:



## 26.4. Cálculos de encalado y pesos moleculares.

### COMPUESTO

### PESO MOLECULAR

$\text{CaCO}_3$ (Carbonato de Calcio)	100 g/mol.
$\text{MgCO}_3$ (Carbonato de Magnesio)	84
$\text{CaO}$ (Oxido de Calcio)	56
$\text{MgO}$ (Oxido de Magnesio)	40
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Hidróxido de Calcio)	74
$\text{Mg}(\text{OH})_2$ (Hidróxido de Magnesio)	58
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (Cal Dolomítica)	184
$\text{CaMg}(\text{OH})_4$ (Cal Hidratada Dolomita)	132

De 1500 kilos de CAL DOLOMITICA se obtendrán 521.74 kilos de Calcio y Magnesio que reaccionan en el suelo; o de 1500 kilos de CAL VIVA DOLOMITICA se obtendrán 1000 kilos de Calcio y Magnesio disponibles; mientras que de 1500 kilos de CAL APAGADA DOLOMITICA se obtienen 727.3 kilos de Calcio y Magnesio.

Estos valores se obtienen mediante simples reglas de 3 de acuerdo con las equivalencias anteriormente indicadas:

$$\begin{array}{rcl} 184 \text{ g/mol de } \text{CaCO}_3\text{MgCO}_3 & \text{-----} & 100\% \\ 64 \text{ g/mol de CaMg} & \text{-----} & X \end{array} \quad X = 34.78\%$$

$$\begin{array}{rcl} 1500 \text{ kilos} & \text{-----} & 100\% \\ X & \text{-----} & 34.78\% \end{array} \quad X = 521.74 \text{ kilos de Calcio y Magnesio}$$

$$\begin{array}{rcl} 96 \text{ g/mol de CaOMgO} & \text{-----} & 100\% \\ 64 \text{ g/mol de CaMg} & \text{-----} & X \end{array} \quad X = 66.66\%$$

$$\begin{array}{rcl} 1500 \text{ kilos} & \text{-----} & 100\% \\ X & \text{-----} & 66.66\% \end{array} \quad X = 1000 \text{ kilos de Calcio y Magnesio.}$$

$$\begin{array}{rcl} 132 \text{ g/mol } \text{Ca}(\text{OH})_2\text{Mg}(\text{OH})_2 & \text{-----} & 100\% \\ 64 \text{ g/mol de CaMg} & \text{-----} & X \end{array} \quad X = 48.48\%$$

$$\begin{array}{rcl} 1500 \text{ kilos} & \text{-----} & 100\% \\ X & \text{-----} & 48.48\% \end{array} \quad X = 727.3 \text{ kilos de Calcio y Magnesio.}$$



## BIBLIOGRAFÍA

ESPINOSA, José y MOLINA, Eloy. Acidez y encalado de los suelos. Instituto de la Potasa y el Fósforo de Canada. 1999.

Estaciones Experimentales Norteamericanas: Mary Land, New Jersey, New York, Ohio and Pennsylvania. Y National Lime Association. 1979.

ICA. Suelos y fertilizantes. 1979.

QUEVEDO, A. Carlos. Principales fundamentos de la producción agrícola. Manual de técnicas agropecuarias. Talleres gráficos de la Caja Popular Cooperativa. Pág. 29-35. 1982.

Para obtener más información, comunicarse con PROMICAL  
Medellín: Teléfono: 255 29 11 - Fax: 255 41 32  
E-mail: [aceledon@supernet.com.co](mailto:aceledon@supernet.com.co)  
[www.promical.com.co](http://www.promical.com.co)