

100 Preguntas y Respuestas en el
Encalado de los Suelos.

P R E F A C I O

La preparación del material para este boletín fué tomado de los departamentos de agronomía y suelos de: Maryland, New Jersey, New York (Cornell) y las de Ohio y Pennsylvania, Estaciones Experimentales Agrícolas. Se imprimió por la --generosa colaboración de la Asociación Nacional de la Cal de Washington, D. C.

El objetivo de este boletín es proporcionar respuestas a las distintas preguntas que se suscitan en la mente del agricultor en cuanto al encalado de los suelos. Cada pregunta fué contestada con la aprobación del grupo después de haberse revisado toda la información disponible.

Además de preparar el material para este boletín, los que intervinieron en su elaboración llevaron a cabo programas de investigación individual en los estados mencionados. Los resultados de estos estudios se presentaron en una edición especial de la revista Soil Saens (Ciencias Suelos) publicada en enero de 1952.

Firman E. Bear.

86

Estaciones Experimentales Representativas

Maryland: John Axley, Royle P. Thomas, John Hoyert, Edward Strickling

New Jersey: Firman E. Bear, Stephen J. Toth, John L. Malcolm, David Ririe

New York: Richard Bradfield, Michael Peech, Don C. Nearpass, Wellard R. Schmehl

Ohio: Garth W. Volk, Chester E. Evans, Theodore A. Meyer, Raymond H. Webster

Pennsylvania: Fred G. Merkle, Robert L. Beacher, Donald E. Longnecker.

100 Preguntas y Respuestas en el
Encalado de los Suelos

1. ¿Cuáles son las áreas de suelos ácidos en los Estados Unidos?

Excepto por aquellos suelos que se formaron de roca calcarea desintegrada por efecto de los glaciales, los suelos al este del meridiano 100, en una línea al norte y sur del centro de los Estados de Minnesota, Nebraska, Kansas, Oklahoma y Texas son suelos ácidos. También la parte oeste de Washington, Oregon y California del Norte son suelos ácidos.

2. ¿Cuáles son los suelos alcalinos de los Estados Unidos?

Los suelos alcalinos de los Estados Unidos están principalmente al oeste del meridiano 100. Pero hay algunas áreas al este de este meridiano en las cuales -- los suelos son ligeramente alcalinos especialmente en zonas superficiales. Por ejemplo, algunos de los suelos de origen glacial que se formaron principalmente de piedra caliza o calcarea producen cultivos de plantas que necesitan cal sin necesidad de proporcionarles de forma exterior ésta.

3. ¿Porqué hay suelos ácidos, neutrales y alcalinos?

La cantidad de lluvias determina si los suelos serán ácidos, neutros o alcalinos. En regiones donde la precipitación es alta, los carbonatos son lentamente acarreados por el agua de drenaje y los elementos alcalinos del suelo son reemplazados por los iones hidrógeno del agua. Esto convierte a los suelos en ácidos. En regiones de poca precipitación, los carbonatos permanecen en o cerca de la superficie del suelo, esto produce suelos alcalinos o neutros. En las áreas de suelos negros de la parte sur de Dakota, se encuentran depósitos de carbonato de calcio en el subsuelo. En los estados de las praderas, que quedan entre las áreas muy ácidas y altamente alcalinas, el suelo puede ser virtualmente neutro.

4. ¿Con qué ácidos se forman los suelos ácidos?

Los ácidos de los suelos ácidos son derivados complejos e insolubles del humus y arcillas ácidas. El suelo ácido también contiene pequeñas cantidades de ácidos solubles, tales como carbónico, nítrico, sulfúrico y fosfórico.

5. ¿Cuáles son las características de las bases en los suelos alcalinos?

Una alcalinidad ligera en los suelos, es debida generalmente a la presencia de calcio libre y carbonato de magnesio. Alcalinidades mayores se presentan

cuando carbonatos de potasio y sodio están presentes. Estos pueden desarrollarse en forma natural en los suelos o pueden acumularse a través del uso de aguas de riego con contenidos altos de sodio y de sales de potasio.

6. ¿En qué términos se expresa la acidez o alcalinidad de los suelos?

La acidez y la alcalinidad se definen usando como base la concentración de iones hidrógeno encontrados en el agua pura. Si la solución de suelo tiene la misma concentración de iones hidrógeno que el agua pura es neutra; si contiene más iones hidrógeno que el agua, es ácida y si contiene menos es alcalina. La concentración de iones hidrógeno se expresa en términos de valores de pH.

7. ¿Qué significa el término pH?

El término pH se usa para expresar el grado de acidez o alcalinidad de la solución. El valor pH del agua pura es 7. Todos los valores de pH menores de 7 son ácidos y los mayores de 7 son alcalinos. Los valores de pH en los suelos fluctúan entre 3 y 10. El cambio de una unidad de pH representa un aumento o disminución de diez veces la concentración de iones hidrógeno. Así un suelo con valor de pH de 6 contiene 10 veces más iones hidrógeno que un suelo neutro (de pH 7). Similarmente en suelo con pH de 8, que es alcalino, contiene solamente un décimo del número de iones hidrógeno del suelo neutro. Mientras más bajo es el pH más ácido es el suelo; y mientras más alto es el valor del pH será más alcalino.

8. ¿Cómo se mide el valor pH del suelo?

Los valores del pH del suelo pueden determinarse alrededor de 0.2 unidades por medio del color, los colores cambian según los cambios del pH. Nota del traductor: papel tornasol. Si se necesita mayor precisión, el valor pH se determina en una mezcla de suelo y agua usando el potenciómetro. Hay medidores calibrados para medir el pH directamente.

9. ¿Qué parte de la acidez del suelo mide un medidor de pH?

El medidor de pH mide la concentración solamente de aquellos iones hidrógeno que están en solución en la mezcla suelo-agua. Constituyen por lo tanto la acidez activa y esta es solamente una parte de la acidez total. La acidez activa es la que determina el efecto que tendrá sobre los seres vivientes contenidos o que crecen en el suelo.

10. ¿Cómo se relaciona el valor pH con las necesidades de Cal de los suelos?

El valor pH de suelo es la medida de la concentración de iones hidrógeno que están en la mezcla suelo-agua cuando la medida se hace. Un suelo contiene también acidez de reserva o latente, la que no es medida por el potenciómetro. Esta acidez latente debe ser neutralizada también, antes de que el valor del pH -

del suelo se eleva al nivel deseado. Los suelos con alto contenido de arcilla o materia orgánica frecuentemente contienen cantidades elevadas de acidez latente, lo que no ocurre con suelos arenosos. La acidez latente o de reserva se --- puede terminar tratando una serie de muestras de suelo (de pesos iguales) con --- cantidades recientes de lechada y metiendo los valores del pH que resulten. --- Después de mucha experiencia de laboratorio, se puede elaborar una tabla de --- factores para los distintos tipos de suelo y por medio de ella saber las necesidades de cal con el simple dato del potenciómetro.

11. ¿Qué cantidad de bases están contenidas en los suelos ácidos?

La mayor parte de los suelos cultivados contienen grandes cantidades de bases, pero algunos no. En una área de 10,000 m² (1 hectárea) el análisis de la cantidad de bases a una profundidad aproximada a la del arado en el suelo lamoso de una zona de Washington, se encontró que contenía 95,000 kilos de potasio, 82,000 kilos de calcio, 19,000 kilos de magnesio. La misma cantidad de arena de la zona de Lakewood contenía solamente 780 kilos de potasio, 557 kilos de calcio y 77 kilos de magnesio. Los valores para la mayor parte de los demás suelos estarán entre estos dos extremos. El subsuelo contiene normalmente mayor contenido de bases que los suelos superficiales.

12. ¿En qué forma se encuentran estas bases en el suelo?

Las bases en los suelos generalmente existen en forma de silicatos minerales de los cuales se liberan lentamente para quedar disponibles para las plantas. - Pequeñas cantidades son retenidas en la superficie de las partículas de suelo - en forma intercambiable. Estas porciones intercambiables y aquellas disueltas - en el agua del suelo constituyen la fuente inmediata de nutrición para las plantas

13. ¿Cómo son extraídas las bases intercambiables?

Las bases intercambiables y las disueltas en la humedad del suelo se extraen lavando (lixiviando) el suelo con una sal neutra o con una solución de ácido -- diluido. Esto da como resultado la reposición de las bases intercambiables del suelo por los iones básicos de la sal o por los iones hidrógeno del ácido.

14. ¿Qué porcentaje del total de bases en el suelo son intercambiables?

Tanto como un 25% del calcio total en los suelos ácidos puede ser intercambiable. Solo una pequeña parte del magnesio total y una parte aún más pequeña - del potasio total y del sodio total puede ser extraído de tales suelos.

15. ¿Cómo difieren la extracción en el laboratorio y la extracción que realizan las raíces de las plantas?

El procedimiento común en el laboratorio es reemplazar las bases intercambiables con iones amonio o hidrógeno. Las plantas operan en forma similar, a -- través de sus raíces. Ellas excretan dióxido de carbono, el que en presencia de agua, forma ácido carbónico. El hidrógeno de este ácido repone las bases intercambiables del complejo del suelo, las que entonces pueden entrar a la planta.- Algunas plantas tienen mayor capacidad de intercambio que otras.

16. ¿Qué cambios toman lugar en el suelo que se está acidulando?

El principal cambio que se realiza cuando un suelo se acidula es el reemplazo de bases intercambiables por hidrógeno. Estas bases reemplazadas pueden ser entonces absorbidas por las plantas o lavarse (lixivarse) del suelo en forma de sales solubles. Como resultado, la acidez del suelo se incrementa, el hierro, el aluminio y el manganeso se hacen más solubles. El fósforo disponible del -- suelo, se combina con estos elementos y forma compuestos insolubles. (Nota del traductor, forma fosfatos de hierro y aluminio que no son asimilables por las - plantas). Las bacterias que descomponen la materia orgánica del suelo, aquellas que producen nitrato y las que fijan el nitrógeno atmosférico se vuelven menos-activas. La relación del número de hongos en el suelo y al número de bacterias- en el suelo se incrementa. Las cualidades para trabajar el suelo tienden a de--teriorarse, con efectos adversos a la aereación y al drenaje.

17. ¿Qué acidez puede tener un suelo en forma natural?

En condiciones naturales, en regiones húmedas la acidez de los suelos puede llegar a valores tan bajos como pH 3. En casos raros puede ser más baja. La mayor parte de los suelos ácidos llegan al equilibrio con valores de pH entre 4 y 5.

18. ¿Qué tan alcalino puede ser un suelo en forma natural?

En regiones áridas, llega a haber suelos con valor de pH de 10. Estos valores tan altos, debidos a la presencia de carbonato de sodio, se encuentran en áreas altamente alcalinas (Black Alkali). El suelo que se usa para cultivo en regiones áridas irrigadas.

19. ¿A qué valores de pH crecen mejor los cultivos?

La mayoría de los cultivos que se desarrollan en regiones húmedas crecen mejor en valores de pH cercanos al neutro, pero hay excepciones. La relación general entre los valores del pH, reacción del suelo, saturación de bases y desarrollo del cultivo se muestran en la tabla #1.

20. ¿Porqué los suelos originados por piedras calizas son generalmente altos -- productores?

Muchos suelos originados de piedra caliza tienen una capa subyacente de piedra caliza y muchas plantas con raíces profundas tienen la capacidad de alcanzar esta capa que les proporciona cal o calcio. Debido a que las calizas por lo general se asentaron en agua marina y estuvieron asociadas con vida marina, la que absorbió y concentró los elementos químicos que requieren los seres vivientes, contienen mayores fuentes de abastecimiento de los minerales nutrientes menos abundantes que otros materiales formadores de suelos. Un drenaje de buena calidad y una estructura de subsuelo adecuada así como un entibiamiento apropiado en la primavera son explicaciones adicionales de la buena productividad en los suelos calizos.

TABLA # 1

Relación entre pH, saturación de bases y crecimiento de los cultivos.

pH	Reacción del suelo	Saturación de bases %	Relación a los cultivos
3	Extremadamente ácido	Menos de 10	Demasiado ácido para casi todos
4	Fuertemente ácido	10	Demasiado ácido para la mayoría
5	Moderadamente ácido	30	Demasiado ácido para algunos
6	Ligeramente ácido	80	Buen desarrollo para todos los cultivos comunes
7	Neutro	100	La mayoría de los cultivos - buen desarrollo
8	Ligeramente alcalino	CaCO ₃ Libre	Buen desarrollo para muchos
9	Moderadamente alcalino	Algo Na ₂ CO ₃	Demasiado alcalino para la mayoría
10	Fuertemente alcalino	Na ₂ CO ₃ alto	Demasiado alcalino para todos los cultivos.

21. ¿Cuáles son los correctores comunes para los suelos ácidos?

El correctivo más común es caliza pulverizada, óxido de calcio o Cal y Cal - Hidratada. Ciertos tipos de desperdicios o escorias de altos hornos y otros sub productos industriales que tengan su origen en piedra caliza pueden usarse también como correctores de la acidez de los suelos. Marmol o polvo de conchas marinas se usan comunmente. Cenizas de madera y algunos de los fertilizantes comunes tales como las escorias básicas, cianamidas, polvo de hueso y nitrato de sodio tienen efectos alcalinos en el suelo.

22. ¿Qué bases contienen los materiales que se usan comunmente para encalar?

Los materiales que se usan para encalar contienen carbonatos de calcio, de magnesio o en forma de óxidos o hidratados, ya que contienen elementos neutralizadores de la acidez. Las calcitas y sus productos pueden contener cantidades mínimas de magnesio. Una dolomita pura contiene calcio y magnesio en una proporción aproximada de 20 : 13.

23. ¿Cuál es el valor de neutralización de la acidez de los materiales comunes para encalar?

A la calcita, que es un carbonato de calcio puro se le ha asignado un valor relativo de neutralización de 100. El carbonato de magnesio neutralizará 1.19 veces la cantidad de ácido que neutraliza el mismo peso de carbonato de calcio. La dolomita que contiene 54% de carbonato de calcio y 46% de carbonato de magnesio, tiene un valor relativo de neutralización de 108. Estos valores de neutralización pueden elevarse quemando la piedra eliminando el bióxido de carbono. Si los óxidos así formados se hidratan, su valor neutralizante baja en cierto grado, pero de todas maneras es considerablemente mayor que el de los carbonatos. El valor neutralizador relativo de los carbonatos de calcio y de magnesio y de sus óxidos e hidratos así como los de la dolomita y sus hidratos, se enlistan en la tabla #2.

24. ¿Qué otros agentes neutralizadores pueden usarse?

El amoniac que se produce durante la descomposición de la materia orgánica y que además puede aplicarse en forma líquida como fertilizante, también es un agente neutralizador, pero en un suelo bien encalado las bacterias nitrificantes lo oxidan rápidamente convirtiéndolo en ácido nítrico. El uso de amoniac líquido aún cuando produce una alcalinidad temporal, acaba por incrementar la acidez y asu vez la necesidad de encalados.

TABLA # 2

Valores relativos de neutralización de materiales puros para encalar.

Material de encalado	Valor relativo de neutralización	Kilos de material equivalente a una tonelada.	
		Carbonato de Calcio	Oxido de Calcio
Carbonato de calcio	100	1,000	1,785
Carbonato de Magnesio	119	840	1,500
Oxido de calcio	178	560	1,000
Oxido de magnesio	250	400	715
Hidróxido de calcio	135	740	1,320
Hidróxido de magnesio	172	580	1,035
Dolomita	108	925	1,665
Dolomita hidratada	175	522	1,020

25. ¿Qué efectos tienen los carbonatos de potasio y sodio en los suelos?

El carbonato de potasio, en forma de cenizas de madera, se usa frecuentemente como una fuente de potasio para las plantas. Si se usarán ya sea carbonato de sodio o de potasio como neutralizadores en cantidades suficientes para neutralizar un suelo fuertemente ácido, disolverían el humus y dispersarían las arcillas, haciendo al suelo impropio para la agricultura. Grandes áreas de suelos altamente alcalinos (Black Alkali) en el oeste de los Estados Unidos están en estas condiciones.

26. ¿Qué efectos tiene el encalado en los microorganismos del suelo?

Bajo condiciones de suelo ácido, muchos de los cambios de la materia orgánica son provocados por hongos y actinomicetos. Con valores más altos de pH, las bacterias son más activas. Las bacterias productoras de nitratos y las bacterias fijadoras de nitrógeno requieren de un suelo casi neutro para su mejor desarrollo. Desafortunadamente la roña de la papa y la pústula del camote también son favorecidos por los valores altos del pH, por lo tanto, la naturaleza del cultivo y de los microorganismos asociados con él, tendrán que ser tomados en consideración al recomendar los encalados.

27. ¿Cómo afecta el encalado a las propiedades físicas del suelo?

El encalado de los suelos ácidos favorece la formación de grumos de los suelos mejorando su estructura. Esto incrementa el desarrollo de la planta y la cosecha, dando como resultado que una mayor cantidad de raíces y otros residuos del cultivo enriquecen los suelos. El humus que se forma por la descom

posición de estos residuos sirve como agente aglutinador en el proceso de granulación en el suelo. La cal tiene un efecto especialmente importante en las leguminosas especialmente en la alfalfa y trebol dulce. El sistema radicular-profundo de estas plantas y la materia orgánica con que contribuyen mejoran - notablemente las condiciones estructurales de los suelos.

28. ¿Incrementa el encalado las reservas de los nutrimentos disponibles?

El encalado de un suelo ácido incrementa las reservas de calcio y magnesio. Además las actividades microbiológicas se aceleran con el encalado, dando como resultado el aumento en la velocidad de liberación de los elementos nutrimentales provenientes de la descomposición de la materia orgánica del suelo.- Además, la fijación del nitrógeno por las bacterias nodulares en las raíces - de las leguminosas y la producción de nitratos son incrementadas. La disponibilidad del fósforo y del molibdeno del suelo también se incrementan notablemente. En general, el encalar un suelo ácido hasta alcanzar un valor de pH de 6.5 es deseable para mantener un alto grado de disponibilidad de la mayoría - de los nutrimentos requeridos por las plantas. Ya que el nivel de fertilidad - se eleva con el encalado, será necesario mayor cantidad de ácido fosfórico y potasa que se requerirán para cubrir las necesidades de una mayor cosecha, -- que el encalado ha hecho posible. Los fertilizantes son más efectivos cuando se encala.

29. ¿Qué efectos tiene el encalado de suelos ácidos en el volúmen de la cosecha?

La mayoría de las leguminosas y vegetales crecen mucho mejor en suelos --- bien encalados que en suelos ácidos. Esto es notablemente cierto en la alfalfa y cultivos tales como espinacas y coles. En muchos casos el encalar los -- suelos significa la diferencia entre el éxito y el fracaso. En la mayoría de las condiciones se hace posible el levantar una buena cosecha en vez de una - mala, con el resultado potencial de mayores utilidades. Son pocos los culti-- vos que no se benefician con el encalado y un exceso en el encalado puede reducir la producción especialmente cuando existen condiciones de déficit de -- ciertos elementos secundarios.

30. ¿Se extiende a los hombres y a los animales el beneficio del éncalado - de los suelos?

Los materiales para encalado proporcionan calcio y magnesio facilmente --- asimilables. Con su uso se incrementa la disponibilidad de nitrógeno y fósforo del suelo. Como resultado, las plantas en suelos encalados tienden a ser - más ricas en estos elementos, todos los cuales son esenciales a los animales y al hombre. El encalado activa el desarrollo de las leguminosas que tienden a ser más ricas en proteínas, en calcio y fósforo y en elementos secundarios-- que son esenciales para los animales.

31. ¿Con qué objeto absorben calcio las plantas?

El calcio aparece como un pectato insoluble necesario para las paredes de las células en las plantas. Esto posibilita un crecimiento recto, tanto como lo hace el fosfato de calcio en los huesos de los animales. Junto con el magnesio y el potasio, el calcio neutraliza los ácidos orgánicos que se forman - en las plantas. Cuando hay ausencia de calcio en el suelo, las plantas detienen su crecimiento, una vez que han agotado las reservas de calcio contenidas en la semilla que les dió origen.

32. ¿Qué cantidad de calcio contienen las plantas?

Su contenido varia mucho dependiendo de la naturaleza de la planta y las-- condiciones de crecimiento. Algunos valores bajos y altos se describen en la-- tabla #3.

33. ¿Cuáles son los síntomas de deficiencia de calcio en las plantas?

El síntoma principal de una deficiencia de calcio es enanismo en la planta. Primero se presenta en las hojas y raíces nuevas. Si la deficiencia persiste-- la planta colapsa y acama. En casos extremos, las hojas del renuevo terminal-- se arrollan, se tornan verde claro y eventualmente mueren, las puntas y los - margenes de las hojas decoloran primero. Como el crecimiento se retarda, los--

tallos y frecuentemente las hojas inferiores se hacen más gruesos y tienden a tener un color verde oscuro. Las raíces mal formadas con las puntas romas y de color oscuro. Nota del traductor: En el caso de las plantas de maíz además de presentar los síntomas del sistema radicular descrito, las hojas, empezando por los renuevos, secretan una especie de gelatina o goma que une las puntas de las hojas superiores con las inferiores. Este síntoma solo aparece en laboratorio por ausencia total de calcio.

TABLA # 3

Ejemplos de plantas con alto y bajo contenido de calcio.

Base seca

Alto % de Calcio			Bajo % de Calcio		
Planta	Parte	%	Planta	Parte	%
Girasol	Hojas	7.64	Avena	Paja	0.15
Chicharo	Follaje	6.53	Trigo	Paja	0.08
Tabaco	Hojas	6.07	Fleo	Heno	0.04
Alfalfa	Hojas	6.00	Maíz	Grano	0.01
Nabo	Parte Sup.	1.80	Papas	Tubérculo	0.04

TABLA # 4

Absorción de calcio en la cosecha de una hectárea

Cultivo	Cosecha por Hectárea	Kilos de calcio
Heno de alfalfa	8.92 Tons.	111
Cabezas de col	22.31 Tons.	11
Granos de maíz	8.65 M ³	1.1
Rostrojo de maíz	5.58 Tons.	33
Avena, grano	4.32 M ³	2.2
Bulbos de cebolla	34.6 M ³	11
Papas, tuberculos	34.6 M ³	2.2
Frijol soya, granos	2.16 M ³	5.6
Trigo, grano	3.03 M ³	1.1
Fleo Heno	6.69 Tons.	16.7

34. ¿Cuánto calcio absorben los cultivos?

La cantidad de calcio absorbido del suelo por buenos cultivos está anotada en la tabla #4.

35. ¿El uso continuado de Cal de alta calidad puede causar problemas?

El uso continuado de piedra caliza muy pura o sus productos hidratados o calcinados en suelos que contengan bajos contenidos de magnesio, pueden llevar al suelo a una marcada deficiencia de este elemento. Esta observación --- aplica también a las conchas de moluscos, que tienen bajo contenido de magnesio.

36. ¿Cuál es la función del magnesio en las plantas?

El magnesio es un constituyente esencial de la clorofila y de otros componentes de las células y de las semillas de las plantas. Además se cree que -- tiene un valor en la síntesis de carbohidratos, grasas y proteínas.

37. ¿Cuánto magnesio contienen las plantas?

El contenido de magnesio varía con la especie, la variedad y las partes de las plantas analizadas. Los extremos se registran en la tabla #5.

38. ¿Cuáles son los síntomas de deficiencia de magnesio en las plantas?

El síntoma principal de la deficiencia de magnesio es una reducción en el contenido de clorofila de las hojas más viejas de la planta, que decoloran de verde pálido a amarillo. La clorosis se presenta en las áreas intervenales de

TABLA # 5

Ejemplos de plantas con bajo y alto porcentaje de magnesio.
Base Seca

Alto contejido de magnesio			Bajo contenido de magnesio		
Planta	Parte Analizada	%	Planta	Parte Analizada	%
Girasol	Hojas	3.15	Centeno	Paja	0.036
Tabaco	Hojas	2.74	Caña de Azuc.	Tallos	0.020
Espinacas	Hojas	1.24	Manzanas	Fruta	0.018
Alforfón	Tallos	1.22	Remolacha	Maíz	0.013

las hojas inferiores. Conforme la planta deficiente de magnesio se envejece, el color de las áreas entre las venas varia de blanquecimo en las hojas inferiores hasta amarillo en la parte media de la planta y un verde normal en la parte superior. En el algodón, frijol lima, mora y algunos otros cultivos las porciones intervenales pueden tomar un color rojo, pero las venas permanecen verde obscuro. Nota del Traductor: El magnesio es translocable, es decir, que cuando falta en el suelo, los renuevos de la planta absorben el magnesio de las hojas viejas donde aparece la deficiencia por limitaciones de la fotosíntesis. La coloración rojiza en algunas plantas se debe a que falta la acción enzimática del magnesio en la formación de carbohidratos y se forma la acetociamina que le dá a las hojas la coloración rojiza o violacea. En el caso del maíz las hojas inferiores se verán rayadas de la punta hacia la base y se detiene el desarrollo normal de la planta, tomando aspecto de planta ornamental.

39. ¿Cuánto magnesio absorben los cultivos por hectárea?

La absorción de magnesio por un cultivo por hectárea se demuestra en la -- tabla #6.

TABLA # 6

Remoción de magnesio por los cultivos

Cultivo	Cosecha Hectárea	Magnesio en kilos
Heno de alfalfa	8.92 Tons.	55.5
Cabezas de col	22.31 Tons.	4.4
Maíz grano	8.65 M ³	11.1
Maíz paja	5.58 Tons.	7.7
Avena grano	4.32 M ³	2.2
Papas tuberculos	34.6 M ³	22.2
Cebollas bulbos	34.6 M ³	5.5
Frijol soya	2.16 M ³	5.5
Trigo grano	3.03 M ³	3.3
Fleo Heno	6.69 Tons.	11.1

40. ¿El uso continuo de cal dolomítica causa perjuicios?

Experimentos a largo plazo que involucraron aplicaciones repetidas de materiales para encalar con alto contenido de magnesio no demostraron efectos de enfermedades en las plantas. Se comprobó la tendencia de los suelos a no acumular magnesio en cantidades tóxicas.

41. ¿Cuál es la relación Calcio-Magnesio en las plantas?

Las cantidades relativas de calcio y magnesio varían notablemente con la especie y variedad, la parte de la planta analizada y la disponibilidad de --

TABLA # 7

Relación calcio - magnesio en algunas plantas.

Planta	Parte	Relación *
Alfalfa	Heno	2.0
Col	Cabezas	2.5
Maíz	Grano	0.1
Maíz	Rastrojo	4.3
Avena	Grano	1.0
Cebolla	Bulbos	2.0
Papas	Tuberculo	0.1
Papas	Follaje	2.1
Frijol soya	Grano	1.0
Tabaco	Hojas	2.5
Trigo	Grano	0.3
Trigo	Paja	1.4

*Por ejemplo el heno de alfalfa tiene el doble de calcio que de magnesio.

calcio y magnesio en el suelo. Algunos promedios se registran en la tabla 7.

42. ¿Cuál es la mejor relación en el suelo entre el calcio y el magnesio?

La relación de calcio intercambiable, a magnesio intercambiable en el suelo, es frecuentemente tanto como 10 ó 15 a 1. La relación de calcio total a magnesio total en las plantas rara vez excede 2 : 1. De los análisis de suelos se infiere que la relación calcio-magnesio puede variar notablemente sin que haya efectos en el buen desarrollo de los cultivos. El contenido de Calcio y -- Magnesio en la planta puede variar en función del contenido de los suelos, -- pero no en forma directa a la relación de contenido del suelo.

43. ¿Que tan extendidas están las deficiencias de calcio y magnesio?

Las deficiencias de calcio son muy rara vez detectadas a nivel de campo. - Esto ha llevado a la conclusión de que la mayoría de los suelos contienen suficientes cantidades de calcio para proveer a la planta de sus necesidades -- nutrimentales. Algunos cultivos notablemente el cacahuate responden a aplicaciones de sulfato de calcio y producen mejores rendimientos en suelos que son altos en calcio soluble. En contraste, las deficiencias de magnesio están muy

extendidas en las costas del Atlántico. La deficiencia se ha detectado en los cultivos de papa, algodón, tabaco, maíz, moras, manzanas y en nortalizas.

44. ¿Cómo afecta el potasio la absorción de calcio y magnesio?

Si hay grandes niveles de potasio asimilable en los suelos disponibles para la planta, la absorción de calcio y magnesio puede reducirse significativamente. Donde los niveles de calcio y magnesio son bajos, cuando se hacen aplicaciones fuertes de potasio puede dar como resultado la deficiencia de estos elementos principalmente magnesio. En general el calcio intercambiable y el magnesio del suelo deben mantenerse altos cuando el contenido de potasio en el suelo es alto.

45. ¿Cuando se encala con dolomita, se induce a más absorción de fósforo?

Ambos elementos magnesio y fósforo tienden a concentrarse en las semillas. Algunos experimentos indican que la absorción de fósforo en las plantas se incrementa cuando se aplican dosis extras de magnesio al suelo, pero esto no puede considerarse como regla general. Donde la falta de magnesio limita el desarrollo de la planta la absorción de nutrimentos en general incluyendo el magnesio se incrementará si se aplica al suelo un encalado con cal dolomítica.

46. ¿Las plantas cambian su capacidad de desarrollo cuando crecen en suelos ácidos?

Las plantas varían mucho en cuanto a su capacidad de crecimiento en suelos ácidos. Algunos como la mora y la azalea, se desarrollan mejor en suelos ácidos que en suelos encalados. Otras como el maíz, avena y alfalfa son tolerantes a una leve acidez pero se desarrollarán más satisfactoriamente en suelos moderadamente alcalinos. El lino, los chicharos, nabos y trebol rojo, son menos tolerantes a la acidez. Plantas como cebada, alfalfa, trebol dulce, coliflor y la mayoría de los vegetales requieren suelos que se aproximan al punto neutro.

47. ¿Porqué algunas plantas crecen mejor en suelos ácidos?

El medio donde esas plantas se desarrollaron en suelos ácidos deficientes en calcio, desarrollaron una capacidad de crecer sin él. Estas plantas contienen relativamente cantidades elevadas de aluminio y manganeso que suplen las necesidades de calcio. Las micorrizas generalmente juegan un papel importante en las raíces de dichas plantas. En algunos casos, como en el de la papa, los mejores resultados se obtienen en suelos ácidos que bajan su susceptibilidad a la roña en esas condiciones.

TABLA # 8

Contenido de calcio en cultivos tolerantes y sensibles a la acidez.

Base Seca

Plantas Tolerantes		Plantas Sensibles	
Planta	% de calcio	Planta	% de calcio
Maíz grano y follaje	0.25	Heno de alfalfa	2.2
Avena grano y paja	0.35	Heno de trebol	1.5
Heno de agrotis	0.42	Hojas de tabaco	6.0
Centeno todo	0.22	Espinacas hojas	1.2
Lino todo	0.28	Apio follaje	2.4
Heno de mijo	0.96	Remolacha toda	1.4
Fleo heno	0.39	Nabo todo	3.1

48. ¿Las plantas en suelos ácidos tienen menos contenido de calcio?

Las plantas que crecen en suelos ácidos generalmente tienen un bajo contenido de calcio. Las plantas tolerantes a suelos ácidos y que también se desarrollan bien en suelos neutros pueden contener cantidades mayores de calcio.- Esto se demuestra en la tabla #8. Se comparan plantas tolerantes a la acidez y plantas sensibles a la acidez.

49. ¿Cuáles son las posibilidades de cultivos sin Cal?.

Un considerable número de cultivos pueden hacerse a valores bajos de pH. - Las papas, el camote crecen bien en suelos ácidos. El maíz, el centeno y el algodón son tolerantes a los suelos ácidos. Pueden obtenerse buenas cosechas de cacahuete, soya y trebol pueden crecer en suelos ácidos. De manera que --- hasta se pueden establecer rotaciones en suelos ácidos. Con excepción de la papa, en todos estos cultivos se pueden obtener mejores cosechas con el uso de la Cal en los suelos.

50. ¿Puede la Cal mezclarse con los fertilizantes?

Solo relativamente pequeñas cantidades de las formas calcinadas pueden --- mezclarse con los fertilizantes pues tienden a liberar el amoniaco contenido en los fertilizantes. También producen una tendencia a reducir la solubilidad del fósforo. Los fabricantes de fertilizantes agregan de 8 a 11 kilos de Cal-

hidratada a cada tonelada de sus mezclas como un medio para eliminar los ---- ácidos libres. Piedra dolomítica en cantidades hasta de 90 kilos por tonelada para neutralizar la acidez excesiva y proporcionar magnesio a la fórmula. En la mayoría de los casos el encalado y la fertilización deberán ser aplicados separadamente. En general también la Cal deberá ser aplicada primero y mezclada con el suelo. Esto tiende a mantener los elementos del fertilizante en una forma más libre en el suelo.

51. ¿Sirve el estiercol para corregir la acidez del suelo?

El amoniaco que se libera del estiercol por su descomposición en el suelo puede temporalmente reducir la acidez del mismo. En suelos bien drenados el amoniaco es rápidamente convertido en ácido nítrico por las bacterias nitrificadoras. Ya que el estiercol descompuesto, también libera bases tiene muy poco efecto permanente en la reacción del suelo.

52. ¿Puede un fertilizante usarse en vez de Cal?

En primer lugar es un procedimiento muy raro. La mayoría de las bases contenidas en los fertilizantes están combinadas con ácidos fuertes y tienen muy poco efecto en la reacción del suelo. Pero algunos fertilizantes básicos como las escorias y la cianamida, contienen calcio libre y pueden ser usados con ventaja en suelos ácidos. El fósforo soluble puede usarse para desactivar un exceso de hierro y aluminio en suelos ácidos y controlar los efectos tóxicos del exceso de estos elementos.

53. ¿Qué efectos tiene la materia orgánica en los valores del pH del suelo?

La materia orgánica en descomposición, libera bióxido de carbono. Este, --- más agua, forma ácido carbónico debil. Conforme el agua que contiene ácido carbónico se mueve en el suelo, tiende a disolver las bases dejando hidrógenos - libres. La materia orgánica también produce ácido nítrico cuando se descompone, pero puede liberar suficientes bases para neutralizar el ácido. El humus que se deriva de la materia orgánica tiene un marcado efecto amortiguador en el suelo, esto es ayuda para evitar cambios significativos en los valores del pH. La arcilla tiene los mismos efectos pero no tan efectivos como los de la materia orgánica.

54. ¿Sirve el yeso como sustituto para la Cal?

El yeso es una buena fuente de calcio soluble, pero no reduce la acidez -- del suelo. También es una buena fuente de azufre en los suelos donde hay deficiencia de este elemento. Grandes cantidades de yeso se emplean para reha-- bilitar suelos alcalinos, para este propósito el yeso es más efectivo que la --

Cal. También tiene valor como mejorador del drenaje de suelos mejorados en regiones húmedas bajo las cuales los subsuelos tienen buen drenaje.

55. ¿Los suelos originados por piedra caliza necesitan del encalado?

Los suelos de origen de piedra caliza generalmente necesitan encalado cuando la precipitación anual es mayor de 625 mm. Las necesidades de encalado aparecen poco tiempo después de que los suelos se han abierto al cultivo. El ácido carbónico liberado por la materia orgánica en descomposición y la respiración del sistema radicular lo hacen especialmente efectivo para la disolución de la piedra caliza, que es arrastrada o lixiviada por las aguas de la lluvia en el drenaje. Capas subyacentes de caliza tienen gran valor notablemente para leguminosas de raíces profundas como la alfalfa.

56. ¿Qué efectos tiene el superfosfato en los valores del pH?

El superfosfato tiene un efecto permanente muy limitado en la reacción del suelo, algo de los excesos de hierro, aluminio y manganeso pueden ser desactivados y así, el superfosfato puede ser un sustituto temporal del encalado. Pero la disponibilidad del fósforo aplicado se reduce notablemente bajo dichas condiciones.

57. ¿Las sales de potasio tienen algún efecto en el valor pH del suelo?

Ni el cloruro ni el sulfato de potasio tienen efectos permanentes en los valores del pH de los suelos. Aplicaciones de niveles altos de sales de potasio pueden disminuir temporalmente el valor pH del suelo, pero una vez que se ha lixiviado, el pH original recuperará su valor.

58. ¿Porqué algunos fertilizantes nitrogenados tienen efectos acidulantes en los suelos?

Los fertilizantes que contienen nitrógeno pero no base metálica tienden a desarrollar condiciones ácidas cuando se aplican al suelo. Esto es especialmente cierto para el sulfato de amonio. Cuando este material se aplica al suelo, los microorganismos oxidan el amoniaco y lo transforman en ácido nítrico-- así como también liberan ácido sulfúrico. Para neutralizar la acidez desarrollada por un peso dado de sulfato de amonio, es necesario un peso igual de piedra caliza o su equivalente en Cal. No obstante, menores cantidades de ácido resultan cuando se aplican cantidades equivalentes de urea o de nitrato de amonio. En contraste nitratos de sodio o de calcio y la cianamida tienen efectos alcalinizantes en el suelo.

59. ¿Algunas de las sustancias que se esparcen tienen efectos acidulantes en el suelo?

Los fungicidas que contienen azufre son agentes acidulantes muy activos -- porque el azufre que contienen se oxida a ácido sulfúrico en el suelo. Por cada kilogramo de azufre elemental aplicado deben aplicarse 1.4 kilogramos de piedra caliza o su equivalente, se requiere para neutralizar el ácido producido.

60. ¿Afectan los polvos y humos industriales el pH de los suelos?

Algunas plantas industriales, tales como las que producen cal y cemento ex pelen polvos alcalinos que generalmente benefician a los suelos de los alrededores. Los gases y el polvo de muchas otras industrias tienen poco efecto en la reacción del suelo. El bioxido de azufre que es liberado de hornos antiguos y de fundiciones de minerales sulfurados pueden incrementar en forma notable la acidez del suelo.

61. ¿Qué valores de pH son preferidos para los cultivos en regiones de -- suelos ácidos?

Muchos de los cultivos comunes en regiones húmedas se desarrollan bien en suelos con valores de pH de 5.5 y 6.0 pero generalmente se desarrollan mucho mejor en valores de pH más altos. La alfalfa y el trebol dulce son favorecidos por suelos muy cercanos al neutro. Cuando se consideran todos los cultivos y las distintas condiciones ambientales, un rango de pH entre 6.0 y 6.5 es el generalmente más favorable en una región de suelos ácidos.

62. ¿Qué pasa en los suelos ácidos cuando se elevan los valores del pH?

A medida que los valores del pH se aproximan a la neutralidad desde el lado ácido de la escala, los hongos van dejando su lugar a las bacterias. El nivel de producción de nitratos, de fijación del nitrógeno y de la producción y descomposición de la materia orgánica se incrementan. Ciertas plagas herbáceas como Rumex acetosella y Andropogon virginicus son menos abundantes. Los tréboles rojo y dulce y la alfalfa crecen mucho mejor. Los suelos pesados mejoran su proceso de agregación, con resultados de mejor aereación y drenaje. En cualquier exceso de hierro soluble, aluminio y manganeso es inactivado y produce menos problemas. Se incrementa la disponibilidad de fósforo y molibdeno y por el contrario se hacen menos solubles el boro, zinc, manganeso y -- cobre y por lo tanto disminuye su disponibilidad para las plantas.

63. ¿En qué tipo de suelos los encalados muy fuertes provocan problemas?

Los altos valores de pH producidos por exceso de encalado en suelo arenoso en climas húmedos crean problemas. Tales suelos tienen baja capacidad de amortiguación (Vease la pregunta #53) y sus valores de pH son rápidamente elevados a un nivel relativamente alto con encalados muy pequeños. Estos suelos -- tienen un bajo contenido de elementos secundarios esenciales y la disponibilidad de estas pequeñas cantidades se reduce conforme suben los valores de -- pH. Esto es especialmente cierto para manganeso, zinc y cobre.

64. ¿Es aconsejable el encalar hasta la neutralidad y aplicar correctivos?

Para la mayoría de los cultivos, el procedimiento más económicamente productivo es aplicar Cal a los suelos ácidos para elevar los valores de pH a 6.5. A este valor la mayoría de los elementos secundarios, que a valores de pH más altos tienen que ser aplicados como correctivos están presentes en forma disponible y en las cantidades suficientes requeridas por el cultivo. El encalado hasta la neutralidad o mayor, significa dos costos adicionales, el valor de la Cal aplicada y los correctivos para contrarrestar el exceso.

65. ¿Cómo se explica la productividad de los suelos con altos valores de pH en los suelos del Oeste?

El valor del pH de suelo de las regiones ácidas irrigado frecuentemente es más alto que el neutro. Buenas cosechas se obtienen en estos suelos con valores de pH de 8 o más. Este suelo no ha estado expuesto por muchos siglos a la acción lixiviadora de las precipitaciones fuertes. Como resultado, el suelo contiene mucho mayor cantidad de los nutrimentos necesarios que los suelos ácidos de las regiones húmedas. A pesar de esto, se presentan deficiencias de ciertos elementos secundarios, siendo notables las de hierro y zinc que se presentan en áreas bastante amplias. En este caso, el azufre puede ser usado como correctivo por su acción acidulante en el suelo.

66. ¿Qué formas de cal se usan más comunmente?

La piedra caliza pulverizada es con mucho, el mayor tonelaje de cualquiera de los materiales que se usan en el encalado en los Estados Unidos. En algunas áreas, la Cal hidratada es bastante usada. En otras áreas el polvo de mar mol, polvo de concha de ostiones o escorias de hornos de fundición. En algunas áreas se utilizan formas calcinadas o hidratadas.

67. ¿Qué tan efectivas son las escorias de hornos de fundición como material para encalado?

La mayoría del calcio y del magnesio en las escorias de fundición se presentan como silicatos, que se disuelven más lentamente que los otros materiales para encalar. Si son finamente pulverizados corrigen la acidez del suelo casi tan rápidamente como los otros materiales. Su valor neutralizante es de 1/2 por unidad de peso de caliza molida y por lo tanto exige mayores dosis de aplicación.

68. ¿Tiene el óxido de calcio ventajas especiales?

El óxido de calcio tiene efectos mas rápidos que la caliza molida. Muchos agricultores la prefieren para desarrollo rápido de hortalizas de alto valor. Muchas veces sale más barata por unidad de encalado, ya que otros materiales a veces tienen que transportarse desde largas distancias. Así 510 kilos de calcita o 440 kilos de Cal dolomítica tienen el mismo valor como neutralizadores que 900 kilos de polvo de calcita molida. Por lo tanto la Cal hidratada tendrá la mitad de costo de manejo y transporte.

69. ¿Bajo que condiciones es preferible usar cal hidratada?

La cal hidratada está más finamente dividida que la piedra caliza pulverizada, es más soluble y actúa más rápidamente. Se usa de preferencia a cualquier otra forma de material para encalar, en los cultivos de desarrollo rápido y de alto valor. Es un producto más concentrado, 672 kilos de cal hidratada fabricada de calcitas puras o 520 kilos derivados de dolomitas de cal hidratada equivalen a 900 kilos de polvo de calcita molida. Otro motivo para preferir la cal hidratada es que siempre puede adquirirse ya sea en la localidad o en alguna tienda de materiales de construcción, envasada en sacos comprada por tonelada.

70. ¿Cuáles son las ventajas de usar piedra caliza pulverizada?

La piedra caliza pulverizada es el menos costoso de todos los materiales para encalar tomando en cuenta el costo por tonelada. Es muy popular por la razón anterior, por la facilidad con lo que puede ser esparcida y que además no es caústica para la piel. Considerando los cultivos extensos continuará siendo preferida no para cultivos más intensivos y de mayor valor de cosecha, se preferirá Cal Viva o la Cal hidratada. También las áreas de aplicación pueden estar alejados de las fuentes de producción del material y la unidad neutralizadora puede ser más barata usando Cal hidratada que polvo de piedra caliza.

71. ¿A qué finura debe ser pulverizada la piedra caliza?

Para ser efectiva la piedra caliza debe reaccionar con el suelo ácido. El grado de reacción depende de la superficie del área de las partículas del polvo. Cuanto más fino el gránulo mayor superficie expuesta a la solución de suelo. Para obtener un buen contacto el polvo de piedra caliza debe pasar por malla 100. Tal producto podrá reaccionar con el suelo en pocos meses después de la aplicación. Las partículas de la piedra caliza que pasa por la criba de 20 mallas y que es retenida en la criba de 100 mallas se disolverá y será disponible en más o menos un año. Las partículas más grandes tienen poco efecto en los suelos.

72. ¿Bajo qué circunstancias puede la piedra caliza ser usada?

Las partículas de piedra caliza más gruesas que 20 mallas pueden ser usadas en suelos muy arenosos que tienen muy baja capacidad de intercambio de bases. Estas partículas grandes sirven para tener una fuente constante de carbonato de calcio disponible. Así puede hacerse una aplicación pesada de este tipo de material grueso para efectos a largo plazo y hacer aplicaciones pequeñas en la preparación de cada uno de los cultivos que se sucedan. La importancia de este procedimiento necesita evaluarse.

73. ¿Porqué la finura del material es importante cuando se aplica dolomita para encalar?

La dolomita es generalmente más lenta para solubilizarse que la calcita, - Por esta razón es de especial importancia que sea finamente pulverizada. Esta pulverización fina hace que haya mayor superficie de contacto a la acción solvente de los ácidos del suelo.

74. ¿Hay alguna ventaja en el uso de los residuos del material que queda en las cribas?

Estas partículas más grandes duran mucho tiempo en disolverse. Por lo que permanecen en el suelo en forma semi-aprovechable. La razón de hacer la aplicación es neutralizar la acidez y esto solo se puede lograr aplicando un producto que se disuelva rápidamente. Las partículas grandes o gruesas pueden -- permanecer en el suelo por 25 o más años. Esto quiere decir que los compradores no tendrán el beneficio de su inversión sino hasta pasados muchos años.

75. ¿Qué factores deben considerarse para el uso de desperdicios de Cal?

Los desperdicios de materiales alcalinos de varias industrias son susceptibles de ser usados en los suelos. Entre estos pueden ennumerarse cenizas de - madera y los desperdicios de cal de los ingenios azucareros, fábricas de gas, de papel y de acetileno. Las cenizas de madera pueden contener hasta el 50% - de carbonato de calcio y el 5% de potasa en forma de carbonato. Muchos sub--- productos de distintas fábricas pueden ser alcalinos, pero tienen alto contenido de humedad, lo que los hace difíciles de esparcir y además hay que usarlos con cuidado porque pueden contener impurezas tóxicas y convertirse en --- contaminantes.

76. ¿Con qué rapidez la Cal aplicada en la superficie alcanzará el sub--- suelo?

La profundidad y velocidad de penetración de los materiales de encalado -- de las aplicaciones superficiales, dependen de la cantidad y la calidad aplicada, la lluvia, la humedad de suelo y tipo de suelo. En Connecticut, en suelo de migajón arenoso fino, pasaron 10 años antes de que una aplicación superficial de 4,500 kilos de piedra caliza pulverizada por hectárea elevarán el - pH en forma uniforme en los 18 cms. superficiales del suelo. En West Virginia una aplicación de 1.5 toneladas de cal hidratada en una pradera permanente -- elevó el pH en 4 cms., de 5.2 a 7.0 después de 13 años, mientras que los valo res del pH de 12 a 18 cms. de profundidad se incrementó de 5.0 a 5.6. Estos y otros datos demuestran que los materiales aplicados en la superficie se mue-- ven muy lentamente hacia abajo en el suelo.

77. ¿Es deseable el incorporar con el arado profundamente el material de encalado?

Si. Si el subsuelo es ácido y se quiere cultivar plantas con raíces profun das y ávidas de cal, se deberá mezclar la mitad de la cal y esparcir con una-

rastra el resto en la superficie, esto ayudará a neutralizar la parte superior del suelo y la parte más elevada del subsuelo y puede ser que esto mejore los resultados. Para propósito de mantenimiento en suelos que están cultivados en lotes y ya tienen un valor apropiado de pH, barbechar con cal y el pasto o la cosecha de cubierta ahorra trabajo y acelera la descomposición de los materiales orgánicos.

78. ¿Si se aplica después de arar, cómo se deberá trabajar el encalado?

Si se aplica el encalado a suelos arados, el suelo debe revolverse con el material de encalado tan pronto y tan profundamente como sea posible. Mientras mejor sea la mezcla mayor será la rapidez con que el valor pH será modificado y serán menores las pérdidas por erosión. Permitiendo al material de encalado desarrollar una corteza en la superficie del terreno antes de la incorporación reduce su efectividad inmediata.

79. ¿Qué es lo que se gana cuando se encala el subsuelo?

Cuando el valor del cultivo lo permite y se justifica la inversión, el encalar el subsuelo es deseable. Los cultivos con raíces profundas pueden usar los nutrientes y la humedad del subsuelo si las condiciones son favorables --

para su desarrollo. Los subsuelos ácidos inhiben el desarrollo de las raíces - de las plantas ávidas de calcio. Así para la alfalfa y las espárragos el enca- lado del subsuelo además de la aplicación superficial han sido benéficos.

80. ¿Es valiosa la aplicación localizada de Cal?

En suelos ligeramente ácidos, pequeñas aplicaciones de piedra caliza fina- mente molida en contacto con la semilla de las plantas ávidas de calcio pueden asegurar una más satisfactoria germinación. Para el desarrollo total del culti- vo serán mejores las aplicaciones generales.

81. ¿Cuánto de la Cal se llevan las lluvias?

En Illinois y Wisconsin, con lisímetros que permiten el drenaje superficial muy poca agua se cuela más allá de una profundidad de 1,200 metros y muy poca- lixiviación de Cal ocurre en la zona radicular. En Pennsylvania cerca de 1,800 kilos de óxido de calcio se lixiviaron de la profundidad del suelo arable. De- 16 tons., de óxido de calcio aplicados durante los anteriores 40 años. Esto -- indica una pérdida de 110 kg. hectárea de óxido de calcio anualmente. Como el- pH de estos suelos se mantuvo sobre 7 las pérdidas fueron más altas de las --- normales que hubieran sido en las condiciones de cultivo en un clima similar.- Las pérdidas netas por filtración en los estados del sur puede ser 50% mayor - que en los estados del norte.

82. ¿En qué grado la erosión es un factor de pérdida de Cal?

La erosión se lleva con el suelo toda la cal que éste contiene. Aún en ca- sos de un grado bajo de erosión seguida a una aplicación superficial, puede -- llevarse la mayor parte del encalado aplicado. Donde la sal se aplica enterrán- dola con arado profundamente en el suelo, las pérdidas serán proporcionales a- las del mismo suelo perdido de la capa superficial.

83. ¿Sube la Cal a la superficie de depósitos subterráneos?

Muy poca cal se mueve desde las partes profundas a la superficie. Las plan- tas con raíces profundas elevan una parte desde las capas inferiores donde es- té depositada. Cuando un suelo se abre al cultivo, aunque se origine de piedra caliza se va volviendo ácido. La cantidad de calcio removido por la lluvia, -- por el cultivo, la erosión, etc., es más rápido que el que puede producir la - roca madre y ascender de los niveles inferiores.

84. ¿Cada cuánto tiempo deben darse las aplicaciones de mantenimiento?

Las necesidades para renovar el contenido de Cal en el suelo dependen del - tipo de suelo, el clima y el sistema de cultivo empleado. En general las apli- caciones de mantenimiento deben realizarse cada 4 - 6 años. Para suelos areno-

Los suelos más pesados. Mientras mayor la precipitación y mayores las cantidades de agua que pasan a través del suelo, más frecuente será la aplicación de cal y más grande la cantidad requerida. Mientras más intensa la actividad agrícola y más continua y abundante la aplicación de fertilizante mayor es la necesidad de encalar. Lo más seguro para determinar la necesidad de encalado es hacer con frecuencia la determinación del valor del pH.

85. ¿Qué constituye una buena práctica de encalado en una pradera permanente?

Si tanto la superficie como el subsuelo son ácidos y el suelo se ara para preparar la siembra, la mitad de la cal debe ser incorporada con el arado profundamente y el resto mezclado con los discos dentro del suelo arado. Una aplicación superficial de cal, seguida de un mezclado (con discos) profundo o un barbecho profundo es una manera efectiva de encalar pasturas que se resembrarán. En ambos casos, el encalado debe hacerse cada cinco años para mantener el valor pH al nivel apropiado. Si no se pudiera arar, la aplicación superficial de cal es beneficiosa en los pastos.

86. ¿Cómo debe prepararse un suelo ácido para alfalfa?

Un suelo ácido debe encalarse para elevar de 6.5 a 7.0 su pH con el objeto de sembrar alfalfa. Una parte sustancial de la cal debe ser incorporada al --- suelo lo más profundamente posible. Si más de 4.5 ton., por hectárea se van a aplicar, la mitad debe aplicarse al arar profundamente y la otra mitad debe -- mezclarse con los discos dentro del suelo. Aplicaciones superficiales del enca lado para cultivos continuos de alfalfa algunas veces tienen valor en regiones húmedas donde se establece el cultivo por períodos más largos.

87. ¿Cuándo se deberá usar Cal en el manejo general en los ranchos o gran--- jas?

La aplicación debe hacerse bastante antes de la siembra del cultivo que --- tenga mayores necesidades de calcio, pero debe hacerse una aplicación adicio-- nal cuando el suelo aún permanezca ácido. en el momento de la siembra, de legu minosas o de cultivos para henificar. Con este procedimiento las utilidades -- por el uso del encalado se incrementarán. Para cultivos como papas y las más - finas variedades de tabaco, en que por efectos del encalado pueden ser ataca-- das por plagas del suelo, es preferible realizar el encalado después de la co- secha y no antes de plantar. Bajo condiciones ordinarias de cultivo, la aplica

ción debe hacerse cuando se presente la oportunidad si la prueba del pH así lo indica..

88. ¿Qué tan frecuentemente deben encalarse los suelos dedicados a hortalizas?

Para el cultivo intensivo de hortalizas el suelo debe ser ajustado anualmente al valor del pH requerido que generalmente es alrededor de 6.5. Como 1,000 kilogramos hectárea podrán ser la dosis de mantenimiento. Para la col será necesario elevar más el pH para evitar la hernia de la raíz (plasmodiophora). -- Bajo tales condiciones, será necesario agregar a los fertilizantes 50 kilogramos hectárea de sulfato de manganeso anualmente.

89. ¿Qué es un buen encalado para pastos de jardín?

Si la prueba de pH dice que el valor del pH es menor de 6.0 se aplicará suficiente cal para elevar el valor a 6.0 pero no más, para curvas el pH no tendrá que ser tan alto. Cuando una nueva siembra se realice la cual debe aplicarse a la cama de las semillas lo más profundamente posible. Subsecuentemente la aplicación superficial debe ser pequeña, ya que la cal penetra al suelo muy lentamente, puede aplicarse la cal a principios de la primavera cuando el deshielo toma lugar o en el otoño después de un largo período de sequía, cuando el agua penetre rápidamente en el suelo. Hay que dejar que la cal reaccione con el suelo húmedo antes de hacer cualquier aplicación de fertilizantes.

90. ¿Qué materiales se usan para bajar el pH del suelo?

Para bajar el valor pH del suelo pueden usarse los siguientes materiales -- hechos de azufre: azufre, ácido sulfúrico, sulfato de amonio, sulfato de aluminio o turbas ácidas. De todos el azufre es el más efectivo por unidad de peso del material. Alrededor de 450 kgs., por hectárea se requieren para reducir el valor pH de un suelo de migajón en media unidad. En horticultura ornamental se usa el sulfato de aluminio para aplicaciones locales de plantas con alta preferencia a suelos ácidos. Tiene la ventaja de alta solubilidad con efectos rápidos. El sulfato de amonio es un acidulante excelente cuando también se requiere nitrógeno.

91. ¿Bajo qué condiciones se prefiere el azufre como acidulante?

El asufre es generalmente el más barato de todos los acidulantes y por lo tanto el más conveniente para bajar el pH del suelo. Para ser efectivo tiene que transformarse en ácido sulfúrico por efecto de las bacterias del suelo. -- Esta transformación es relativamente rápida en los suelos fértiles, pero es lenta en los suelos con bajo contenido de materia orgánica. Por lo tanto debetenerse mucho cuidado de aplicarlo en suelos en los que la oxidación es lenta pues se pueden provocar concentraciones excesivas de azufre.

92. ¿Se hacen los suelos ácidos con las virutas y el aserrín?

Al descomponerse en el suelo, las virutas y el aserrín producen ácido carbónico y otros ácidos débiles igual que otros materiales orgánicos. Cualquier efecto nocivo que aparezca en las plantas por el uso de estos materiales, puede sin embargo, ser más atribuible a una deficiencia de nitrógeno que a la acidez. Los microorganismos que producen la descomposición de estos materiales necesitan de nitrógeno asimilable y compiten con el cultivo, consumiendo cantidades mayores que el nitrógeno que liberan los materiales. El remedio es hacer aplicaciones extras de fertilizantes nitrogenados.

Nota del traductor: Esta competencia puede presentarse cuando se aplican o entierran residuos de cosechas muy lignificados, como el rastrojo del maíz seco.

93. ¿Cuando se entierran las leguminosas, producen una baja en el pH del suelo?

Las leguminosas son altas en contenido de nitrógeno y cuando se entierran, éste es transformado en ácido nítrico. Por lo tanto el pH del suelo puede bajar cuando se entierran leguminosas. Ya que las leguminosas se desarrollan mejor en suelos bien encalados el ácido nítrico producido en su descomposición se combina normalmente con la cal excedente y superficial que es enterrada junto con las leguminosas.

94. ¿Cuál es un buen procedimiento para preparar suelos ácidos para el cultivo de azaleas?

En la preparación de los suelos para el cultivo de azaleas, rododendros y otras ericáceas, es deseable el hacer surcos y llenarlos con suelos ácidos, turbas o tierra de hojas de roble. Esto deberá provocar la acidez requerida más o menos permanentemente. El sulfato de aluminio es generalmente preferido, pero puede usarse el azufre elemental o el sulfato de amonio como supletorios. Aplicaciones pequeñas y frecuentes de estos materiales son mejores para llegar al pH deseado, que hacer una sola aplicación inicial a dosis alta.

95. ¿El encalado en suelos ácidos incrementa el contenido de materia orgánica?

Si el sistema de rotación incluye pastos comunes o leguminosas, o si una buena parte de la cosecha se devuelve al suelo, como el rastrojo del maíz o la paja del trigo, el encalado de los suelos tiende a mejorar el contenido de materia orgánica en el suelo. Fomenta mayor crecimiento de la planta, mayor desarrollo radicular, esto incrementa a su vez los residuos que permanecen dentro y sobre el suelo. Esto es aplicable a cualquier cultivo en que se entierran los deshechos con el arado.

96. ¿El encalado tiene efecto en la población de lombrices del suelo?

A bajos valores de pH, la población de lombrices en el suelo se reduce y en casos extremos pueden ser totalmente eliminadas. Cuando dichos suelos son encalados, se incrementa la producción y se produce mayor cantidad de materia

orgánica que se deja en y sobre el suelo. Este es el alimento de las lombrices. En contraste cuando el suelo se mantiene a alta fertilidad por encalado e incorporando materia orgánica, la cantidad de lombrices aumenta frecuentemente a más de un millón por hectárea a la profundidad del arado.

97. ¿Reduce el uso de cal la necesidad de fertilizante?

Cuando se tiene un nivel elevado de cal, se consigue un buen crecimiento en la producción de leguminosas y si aparte éstas están incluidas en una rotación de cultivos, se puede conseguir una reducción en la necesidad de fertilizantes nitrogenados. Igualmente si un suelo está bien encalado los cultivos que crecen sobre él absorberán más calcio y magnesio y menor cantidad de potasio del que harían en otras condiciones, el encalado de los suelos ácidos conduce a -- mayores cosechas, que a su vez absorben más fósforo y potasio del suelo pudiendo incrementar la necesidad de estos elementos.

98. ¿Qué cantidad de cal agrícola se usa anualmente en los Estados Unidos?

En los suelos cultivados de los Estados Unidos, 20 a 30 millones de toneladas de productos para encalar, representando óxido de calcio equivalente a la mitad de dichas cantidades, se usan anualmente. Algo de Cal adicional es aplicada como constituyente de fertilizantes mezclados y materiales como la cianamida y las escorias básicas.

99. ¿Cómo se reparte el tonelaje entre las distintas formas de material para encalado?

La Asociación de Materiales para encalado de los Estados Unidos estima que de los 21'088,000 de toneladas usadas en los Estados Unidos en 1953, fueron -- 19'921,700 toneladas de piedra caliza molida, 109,000 toneladas de cal viva -- (quemada), 170,900 de cal hidratada, 456,500 toneladas de marmol y 429,900 de materiales diversos.

100. ¿Cuánta cal se debería usar anualmente?

En 1946 el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, con la colaboración de los agrónomos estatales, estimó que más de 50 millones de toneladas de materiales de encalado podrían ser usados ventajosamente en los Estados Unidos cada año. Si todos los suelos ácidos en cultivo se elevarán a un valor de pH entre 6.0 y 6.5 el tonelaje requerido sería mucho mayor del anotado anteriormente.

NOTA: En proceso de preparación un índice por materia

Los espacios se usarán para gráficas y fotos.