

NIVEL DE FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA IX REGION Y SU RELACION CON LA ACIDIFICACION.

María de la Luz Mora G. (*)

El suelo es un sistema dinámico, en el que ocurren simultáneamente un conjunto de procesos químicos, físicos y biológicos, que en definitiva determinan sus propiedades. Todos estos procesos se encuentran fuertemente influenciados por las condiciones climáticas. Es así, como la alta pluviometría que se presenta en la IX Región, que fluctúa entre 800 a 2500 mm cada año, unido a las bajas temperaturas de los meses de Abril a Septiembre, hacen que la actividad biológica en estos suelos se vea fuertemente deprimida. Por esta razón, se acumula materia orgánica, que si bien mejora la estructura de estos suelos, presenta un bajo grado de mineralización, lo que determina que el aporte de nutrientes, como nitrógeno y fósforo sea bajo. Por otra parte, el exceso de agua, provoca pérdidas importantes en algunos nutrientes, generando un empobrecimiento en el suelo, que trae como consecuencia un proceso lento pero progresivo de acidificación.

Los índices de fertilidad de los suelos destinados a la producción agropecuaria de la IX Región, se encuentran fuertemente condicionados por el proceso de acidificación. Ahora bien, hablar de acidificación en suelos derivados de cenizas volcánicas, es sinónimo de bajos pH (bajo 5.6) y altos niveles de aluminio de intercambio, elemento que es tóxico para las plantas y que por lo tanto es un factor limitante para la producción.

El objetivo de este artículo es entregar al agricultor, un conjunto de antecedentes sobre las características químicas de los suelos de la IX Región, que indican su estado de fertilidad. Esta información se ha generado del

análisis de las muestras procesadas en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de La Frontera.

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELO

La creación del Laboratorio de Análisis de Suelos en el Instituto de Agroindustrias, surgió como una necesidad de vincular las líneas de investigación, relacionadas con el estudio de las ciencias del suelo, con la problemática real del sector agrícola regional. Es así como a través de proyectos de investigación, se ha logrado un importante desarrollo tanto de recursos humanos, como de equipamiento, que permiten en la actualidad, ofrecer un servicio eficiente y de calidad al agricultor.

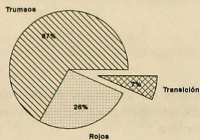
Este Laboratorio inició sus servicios en Abril de 1992 y hasta la fecha ha procesado más de 1500 muestras de suelos de agricultores, y otras tantas provenientes de los programas de investigación. El éxito de este Laboratorio, se debe sin duda, a que hoy en día existe clara conciencia por parte del agricultor, que el análisis de suelos es una herramienta indispensable para una adecuada toma de decisión.

El Laboratorio de Análisis de Suelo, mantiene Convenios con las siguientes empresas: PROMOSOL, ANAGRA, IANSA y SOQUIMICH, y colaboran en la recepción y envío de muestras empresas de agroquímicos regionales, como son Agrícola Herco (Traiguén), Diagro (Victoria), Abonoquímica (Lautaro y Gorbea), Agrys Ltda. (Temuco) y Sociedad El Tattersal (Victoria y Temuco).

(*) Dra. Química de Suelos. Instituto de Agroindustrias, Facultad de Ingeniería, Universidad de La Frontera.

ACIDIFICACION

Figura 1. Tipos de Suelos (%)



Laboratorio Análisis de Suelos-UFRO
Mora y Venegas 1993

Del total de muestras procesadas hasta la fecha, el mayor porcentaje corresponde a suelos trumaos (67%), seguido por los suelos rojo arcillosos (26.5%) (Figura 1).

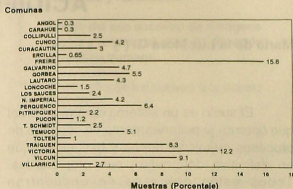
En la Figura 2 se muestra la distribución de las muestras recibidas por comunas, destacándose Freire con el 16% y Victoria con el 13%.

Los antecedentes obtenidos, han hecho posible construir una importante base de datos, sobre la fertilidad de los suelos de las distintas localidades de esta Región. Información que esta siendo transferida al sector productivo, por distintos canales, y que en este artículo se analizará detalladamente.

ACIDIFICACION DE LOS SUELOS

Hoy en día existe consenso entre los investigadores que estudian los temas relacionados con la producción agropecuaria de la zona sur, que la principal limitante en los rendimientos, es la acidificación de los suelos. Este proceso se viene produciendo como resultado de una disminución de las bases de intercambio (Potasio, Magnesio, Calcio y Sodio) en la solución del suelo, provocado por la alta pluviosidad, alta extracción realizada por los cultivos y por la pérdida de materia orgánica producto de la erosión por lluvias.

Figura 2. Distribución de las muestras de suelos por comunas.



Laboratorio Análisis de Suelos-UFRO
Mora y Venegas 1993

La mayor parte de los suelos del sur de Chile, se han formado a partir de materiales volcánicos, que han dado origen a minerales secundarios, principalmente arcillas y óxidos, que conjuntamente con la materia orgánica, proveniente de la descomposición de residuos vegetales, constituyen lo que conocemos como la capa arable del suelo. Estos componentes del suelo, al estar en contacto con el agua, producen reacciones que pueden calificarse como ácidas o básicas. Si liberan iones hidrógeno a la solución del suelo, la reacción será ácida y el pH del suelo será menor que 7. Si por el contrario consumen iones hidrógeno, la reacción será básica y el pH será mayor que 7.

La acidez natural que presentan los suelos de la IX Región, los categoriza como suelos ácidos. Sin embargo, el grado de acidez en que se encuentran, varía en un rango de pH de 4.7 a 6.5, encontrándose la media cercana a 5.5. (Figura 3). No obstante, lo preocupante es que el pH promedio de los suelos de la IX Región hace 10 años era alrededor de 6.0, y hoy día el 50% de estos suelos se encuentra bajo pH 5.6. En otras palabras, el nivel de acidez, expresado como concentración de iones hidrógeno ha aumentado cerca de 500 veces.

La causa principal del incremento acelerado de la acidez de estos suelos, se debe sin duda, a que en los últimos años se ha

hecho un importante uso de fertilizantes acidificantes. Sumado a esto, las altas tasas de extracción de nutrientes provocadas por el aumento en los rendimientos, han determinado una disminución de la fertilidad de los suelos. Esta situación se ha agravado por empleo de formulas de fertilización que no han contemplado una adecuada reposición de bases.

ACIDIFICACION Y FERTILIDAD DEL SUELO

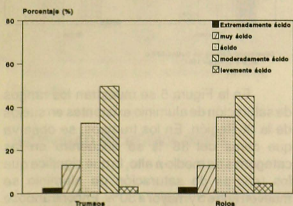
Para entender el porqué la acidificación afecta la fertilidad del suelo, se debe analizar en primer lugar, cuales son los centros de reacción y cuales son los tipos de reacción que ocurren en el suelo.

Los centros de reacción se ubican en la superficie de las partículas de la fracción fina del suelo (coloides), y se comportan como verdaderos laboratorios, donde se llevan a cabo innumerables reacciones químicas.

Los tipos de reacción que ocurren en estos coloides, para efectos de la acidificación, son principalmente de intercambio, entre los iones hidrógeno y aluminio con las bases calcio, potasio y magnesio.

El conjunto de coloides activos, se conoce como complejo de intercambio, y tiene la responsabilidad de proporcionar, los

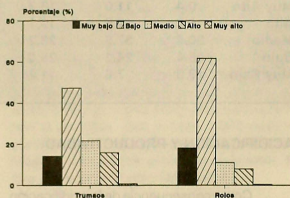
Figura 3. pH de Suelos de la IX Región.



Laboratorio de Análisis de Suelos-UFRO
Mora y Venegas 1993

nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas. Ahora bien, para que este complejo sea eficiente, debe poseer una alta capacidad de intercambio de iones positivos (cationes), lo que se conoce normalmente, como CIC. Estos cationes, son las bases de intercambio a las que nos hemos estado refiriendo. Sin embargo, un aumento excesivo de iones hidrógeno en la solución del suelo (aumento de acidez), rompe la capacidad que posee este complejo de regular el pH (capacidad tampón), y por lo tanto éste disminuye, y con ello, la capacidad de retener las bases. De esta forma se favorece la pérdida de bases por lixiviación.

Figura 4. Porcentaje de Saturación de Aluminio en Suelos de la IX Región.



Laboratorio de Análisis de Suelos-UFRO
Mora y Venegas 1993

En la Figura 4 se muestran los rangos en que se presenta la suma de bases (SB) de los suelos de la IX Región, analizados en este Laboratorio. Esta Figura indica, que en los suelos trumaos, cerca del 72 % se encuentra en las categorías de bajo y muy bajo. Por el contrario, en los suelos rojo arcillosos sólo el 25 % pertenecen a estas categorías.

El principal componente de la suma de bases en estos suelos, es el calcio, llegando a ocupar cerca del 80 % del contenido de bases de intercambio. Consecuentemente, el nivel de calcio en el suelo, adquiere gran incidencia en el valor de la suma de bases.

En el Cuadro 1, se muestra el desglose

ACIDIFICACION

de las principales bases y los rangos por categoría existente, en los suelos trumaos. Los valores indican que cerca del 30 % de estos suelos presentan deficiencias severas en potasio, el 62 % en calcio y el 32 % en magnesio. Porcentajes que corresponden a las categorías de bajo y muy bajo. Estos valores, explican por sí solos, el grado de deterioro de la fertilidad de estos suelos, originado fundamentalmente por el aumento de acidez.

CUADRO 1. Distribución de los suelos (%) por categorías según los contenidos de bases de intercambio.

CATEGORIA	Calcio	Magnesio	Potasio
Muy Alto	0.4	11.0	18.3
Alto	6.9	19.6	19.1
Medio	30.4	37.6	23.2
Bajo	48.4	24.1	28.3
Muy Bajo	13.9	7.6	11.2

ACIDIFICACION Y PRODUCTIVIDAD

Como consecuencia de la acidificación, en la actualidad, se estima que la productividad de estos suelos, ha descendido en cifras cercanas al 20 %. De continuar esta misma tendencia, en un plazo de 4 a 5 años, es posible que se dupliquen estos índices.

Las causas que originan esta pérdida de productividad, radican principalmente en los siguientes tres factores: aumento del nivel de aluminio de intercambio, menor actividad microbiológica y menor disponibilidad de fósfor

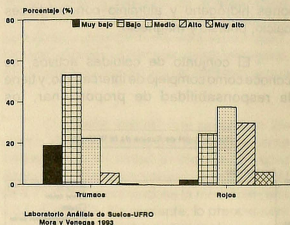
-ALUMINIO

El aluminio es liberado por el complejo de intercambio, debido a la disminución de las bases, y al aumento de iones hidrógeno. El suelo, como todo sistema natural, tiende a buscar el equilibrio, en este caso particular, entre los coloides y la solución del suelo. Es

así, como el aluminio pasa a formar parte de las bases, y sumado al calcio, potasio, magnesio y sodio, constituye lo que llamamos capacidad de intercambio efectiva (CICE). Sin embargo, el índice de saturación de aluminio (% Sat. Al) es más ilustrativo para dimensionar el problema, porque da cuenta del espacio que este elemento ocupa en la CICE.

Ahora bien, mientras más alto sea este índice, existe mayor probabilidad que la planta absorba aluminio, y disminuya la absorción de nutrientes, que son indispensables para su desarrollo. Cuando el % de saturación de aluminio es mayor a 10, se espera que se produzcan síntomas de toxicidad. Este se manifiesta por un pobre desarrollo radical, que impide que las raicillas y pelos radicales, puedan explorar un mayor volumen de suelo. Por esta razón, en situaciones críticas, como sequías estivales y/o patógenos de la raíz, su efecto será más dañino. Hecho que limitará aún más el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos.

Figura 5. Suma de Bases en Suelos de la IX Región.



En la Figura 5 se muestran los rangos de saturación de aluminio existentes en suelos de la IX Región. En los trumaos, se observa que cerca del 38 % se encuentra en las categorías de medio a alto, lo que significa que los tenores de saturación de aluminio se mueven entre 5 y mayor a 30 %. Encontrándose el 18 % de estos suelos, con niveles de saturación, que los califica de limitantes para

la producción.

En los rojos, como era de esperar, por el mayor contenido de bases de intercambio, el porcentaje de suelos que se encuentran en las categorías de medio a alto, es el 18 %. Pero sólo el 9 % de ellos presentan tenores de saturación que afectarán los rendimientos.

En aquellos suelos, que se encuentran en la categoría medio, no es usual que se manifiesten síntomas de toxicidad, sin embargo, califican como de riesgo potencial, y por esta razón, la elección de los fertilizantes debe ser cuidadosa, para evitar que continúen acidificándose.

Una de las fuentes externas al suelo, que aporta iones hidrógeno, son los fertilizantes amoniacales, como resultado del proceso de nitrificación, que experimenta el ion amonio (NH_4), al pasar a nitrato (NO_3). Consecuentemente, si el suelo se encuentra acidificado, el pH disminuirá rápidamente. En el Cuadro 2, se ilustra este efecto.

CUADRO 2. Efecto de la nitrificación de la urea, sobre el pH de un suelo acidificado*

Días después de aplicación	UREA		pH (CaCl ₂)
	N-NH ₄ ppm	N-NO ₃ ppm	
0	-	-	5.0
1	305	0	6.0
3	286	18	5.9
7	216	51	5.2
22	137	132	4.5

* Suelo Volcánico, con praderas, Nueva Zelandia.

-ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA

El pH y los niveles de aluminio, hacen que la actividad de los microorganismos en el suelo disminuya, y por lo tanto, el aporte

(mineralización) de nitrógeno, azufre y fósforo, es muy bajo, porque permanece acumulado en la materia orgánica, en formas que no son absorbidas por las plantas.

-FIJACION DE FOSFORO

Para todos es conocido, que los bajos índices de fósforo disponible en los suelos de la IX Región, se deben a la alta capacidad de retención que presentan éstos. La fuerte reacción que se produce entre los coloides del suelo y los iones fosfatos, hacen que el fósforo sea un elemento limitante para el desarrollo de las plantas. Por esta razón, es necesario agregar grandes cantidades de fertilizantes fosforados.

Cuando el pH disminuye en el suelo (aumenta la acidez), la capacidad del suelo de retener fosfato es fuertemente incrementada. Esto se debe a la presencia de los iones hidrógeno y de aluminio en la solución del suelo. El fosfato forma compuestos insolubles con el aluminio, que si bien disminuyen el aluminio intercambiable, lo que es beneficioso, también disminuyen el fósforo disponible, lo que es perjudicial para las plantas.

DIAGNOSTICO DE ACIDIFICACION

Los resultados de las muestras procesadas en el Laboratorio, sugieren que para establecer un diagnóstico adecuado del grado de acidificación de un suelo, se debe analizar en forma conjunta los siguientes tres parámetros: pH, Suma de Bases y porcentaje de saturación de aluminio.

Las diferencias en la composición de los suelos (tipos de arcillas y óxidos), hace que la respuesta de un suelo, a determinado valor de pH, sea también distinta. Por lo general, la tendencia es que a menor pH, mayor será el contenido de aluminio de intercambio. Sin embargo, el grado de resistencia del suelo a liberar aluminio, dependerá también de la

ACIDIFICACION

capacidad que posee la materia orgánica para fijarlo. De esta forma no se detectará en el análisis, pero tampoco será tóxico para la planta. Por esta razón, no existe un valor único de aluminio asociado a cada pH, aunque sea para un mismo tipo de suelo (trumao, rojo, etc.).

El valor de la Suma de Bases, dependerá también de cuan intensivo ha sido el uso del suelo y sólo nos indicará cual es el grado de resistencia al cambio de pH que posee el suelo, ante un determinado valor de acidez. Por supuesto, que su principal rol, desde el punto de vista de la fertilidad, es darnos cuenta de la disponibilidad de nutrientes.

Por último, el porcentaje de saturación de aluminio, indicará cual es la real importancia que este elemento adquiere en la disponibilidad de nutrientes (bases) para las plantas. Para explicar este concepto recurriremos al siguiente ejemplo :

Suelo A

Al (intercambio) =	0.5 meq/100 g
Suma de Bases =	7.4 meq/100 g
% Sat. Al =	6

Suelo B

Al (intercambio) =	0.5 meq/100 g
Suma de Bases =	1.9 meq/100 g
% Sat. Al =	21

Ambos suelos presentan la misma concentración de aluminio, sin embargo, el suelo B se encuentra en la categoría de suelo altamente acidificado y el A sólo levemente.

MANEJO DE LA ACIDIFICACION DEL SUELO

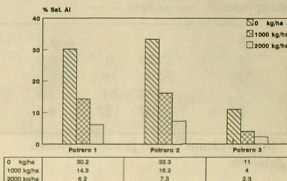
Si el diagnóstico indica que el suelo se encuentra acidificado, con un valor de

Saturación de aluminio igual o superior a 10%, la alternativa es mejorar el suelo, con enmiendas calcáreas, con el objeto de subir el pH, disminuir el contenido de aluminio en solución y evitar la pérdida de bases. Desde el punto de vista de la producción, esta práctica debe ser complementada, con la elección de una variedad que sea tolerante a las condiciones de acidez.

Las preguntas que surgen a continuación son ¿Cuánto, Cómo y Qué tipo de cal emplear?.

-Para responder el **¿Cuánto?**, debemos conocer la magnitud del cambio de pH por tonelada de cal y la disminución de aluminio. En la Figura 6, se muestra la variación del porcentaje de saturación de aluminio, por efecto de la dosis de cal empleada, que corresponde a parte de un estudio realizado en nuestros laboratorios, en un predio de la IX Región. El efecto de la cal fue, naturalmente, dependiente de la concentración inicial de aluminio. Así, mientras que para el potrero 3, una tonelada por hectárea parece adecuada, para los potreros 1 y 2, aún con 2 toneladas, el suelo permanece en una condición de acidez media. El pH varió entre 0.12 a 0.14 unidades

Figure 6. Efecto de la dosis de cal, en el % de Sat. de aluminio. Suelo Trumao.



Mora y Demantel 1993

por cada tonelada de cal incorporada. Queremos destacar entonces, que desde el punto de vista técnico, existen las herramientas que permiten conocer las necesidades de cal.

RIZOSFERA Y ACIDIFICACION

- Para responder el **¿Cómo?**, es necesario aclarar que parte de la eficiencia de la cal, se debe a la tasa de solubilización del producto. La cal necesita entrar en contacto con la solución del suelo, para aumentar el grado de solubilidad. Por esta razón, en lo posible, debe ser incorporada en los primeros centímetros (2.5-7.5 cm), a lo menos con 30 días de anticipación de la siembra.

-Para responder el **¿Qué tipo de producto usar?**, desde el punto de vista técnico, se recomienda, que el tamaño de partículas de la cal sea inferior a 1.16 mm, y que a lo menos el 35 % de éstas, presente un tamaño de 0.16 mm. Otra de las características físicas deseable en el producto, es que el porcentaje de humedad sea bajo, de lo contrario, se deberá aplicar una dosis más alta, para cumplir con los requerimientos. Por otra parte, el índice de neutralización, expresado en unidades de carbonato de calcio (CaCO_3), que es el que nos indica la capacidad de elevar el pH del suelo, debe ser superior al 70 %. En general, todos los productos que en este momento se están comercializando, cumplen con estos requisitos.

La práctica del encalado presenta una limitante, cual es, que al usar altas dosis de cal, por una vez, o dosis menores cada año, se corre el riesgo, de aumentar excesivamente el contenido de calcio, en relación al de magnesio y potasio. Por esta razón, es necesario, incorporar estas bases al suelo, para mantener el adecuado equilibrio.

A continuación se presenta un ejemplo en base a un cálculo teórico, de los aportes de calcio y su relación con el resto de las bases, para un suelo tipo:

Aporte de calcio de la cal

500 kg/ha	= 0.63 meq/100 g
1000 kg/ha	= 1.26 meq/100 g
2000 kg/ha	= 2.52 meq/100 g

Supongamos un suelo con las siguientes características:

3.0 meq/100g de Ca
0.5 meq/100g de Mg
0.35 meq/100g de K

Calculemos los cambios en el suelo, para una dosis de 2000 kg/ha de cal, suponiendo, que el único aporte es el calcio y que el resto de las bases permanece constante.

Total Ca	= 5.52 meq/100g
Total Suma de Bases	= 6.37 meq/100g

Relación inicial entre las bases de intercambio:

Ca/Mg	= 6
Ca/K	= 8.6

Relación final entre las bases después de la encaladura

Ca/Mg	= 11
Ca/K	= 16

Este ejemplo sugiere, que el manejo de la acidificación en el suelo, debe resguardar los equilibrios, para no generar situaciones limitantes para la producción. La absorción de las bases por la planta, está también un factor de probabilidad. Así, si en la solución del suelo existe un aumento exagerado de iones calcio, la posibilidad, de mantener una nutrición adecuada de potasio y magnesio, disminuye.

Los antecedentes que se han entregado en este artículo, sugieren que el manejo de la fertilidad, hoy por hoy es una decisión compleja. Sin embargo, el agricultor cuenta en la actualidad, con mayores herramientas, para tomar la decisión correcta. El análisis de suelo, le permitirá seleccionar el tipo de fertilizante que puede usar en sus cultivos, y prevenir los problemas de acidificación.

Es necesario dejar claro, que

fertilizantes amoniacales, como la urea, pueden ser usados sin problemas, en aquellos suelos, que no presentan síntomas de acidificación. Es recomendable, sin embargo, mantener un control adecuado, por medio de análisis, para observar los cambios en el suelo.

Por último, es importante destacar, que la receta, para que nuestros suelos recuperen o mantengan niveles adecuados de fertilidad, es mantener una "Fertilización Balanceada".

APOYAMOS A LOS HOMBRES DE TRABAJO



SUMAGEN JCC

GOODYEAR

SERVITECA



MESA

EMPRESA SIMBOLO DEL PROGRESO REGIONAL
TEMUCO - ANGOL - LOS ANGELES - VALDIVIA