

# EFECTO DEL USO SUCESIVO DE NITROGENO NITRICO Y AMONIAICAL EN LA ACIDIFICACION DE SUELOS TRUMAOS.

Hernán Pinilla Q. (\*).

Los suelos derivados de cenizas volcánicas ocupan en Chile un área aproximada a los 4 millones de hectáreas, de las cuales una superficie cercana al millón son arables. Estos suelos presentan características físicas muy deseables para el establecimiento de una gran variedad de cultivos anuales y perennes. Sin embargo, la productividad puede ser afectada por algunas características químicas, como la acidez potencial, baja suma de bases, altos niveles de aluminio de intercambio y el alto poder de fijación de fósforo.

La magnitud con la cual estos factores limitantes pueden interferir en la productividad, va a estar fuertemente influenciada por el manejo que ha sido sometido el suelo en los últimos años. Como

una línea de investigación en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Frontera cuyo principal objetivo fue determinar **que fertilizante elegir** en suelos que están sometidos a un proceso progresivo de acidificación. Con tal propósito se diseñó un trabajo en un suelo trumao, en la Estación Experimental Maipo, tendiente a determinar el efecto del uso sucesivo de nitrógeno amoniacal y nítrico, en diferentes dosis, sometido a una rotación intensiva basada principalmente, en cereales (Cuadro 1).

### EFECTO SOBRE EL pH.

Las mediciones se realizaron durante siete años en forma ininterrumpida y los resultados, presentados en el Cuadro 2,

muestran claramente que el nitrógeno nítrico y amoniacal producen un cambio en el pH del suelo el cual se acentúa con el uso continuado de estas diferentes fuentes de nitrogenadas y que la magnitud va a depender de la frecuencia de uso del fertilizante.

Las diferencias promedio de pH entre salitre sódico y urea fueron de 0,33

unidades de pH durante los dos primeros años y aumentó a 0,47 unidades de pH en los años 3 y 4, para llegar a una diferencia entre ambos fertilizantes de 0,67 unidades de pH durante los años 5, 6 y 7.

Durante los primeros años la disminución del pH del suelo fue leve y se produjo, además, una rápida recuperación del pH del suelo. En los años sucesivos se presentó un mayor grado de acidificación del suelo y el



Ensayos en Estación Experimental Maipo Universidad de La Frontera

consecuencia de las condiciones naturales de la región, del uso intensivo de los suelos y de fertilizaciones inadecuadas, una gran parte de los suelos volcánicos de la región sur del país presentan pH moderadamente ácidos a fuertemente ácidos.

Esta situación dió origen, el año 1985, a

(\*). Ingeniero Agrónomo M.Sc. Profesor de Fertilidad de Suelos Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de La Frontera.

CUADRO 1. Rotaciones de cultivos utilizadas en el estudio comparativo de salitre sódico y urea. Estación Experimental Maipo, Universidad de la Frontera.

-TEMPORADA AGRICOLA						
ROTACION	85-86	86-87	87-88	88-88	89-90	90-91
A	TRIGO	AVENA	TRIGO	AVENA	CEBADA	RAPS
B	AVENA	TRIGO	AVENA	TRIGO	RAPS	CEBADA

CUADRO 2. Diferencias de pH en el suelo producidas por salitre sódico y urea aplicada a la siembra (1). Estación Experimental Maipo, Universidad de la Frontera.

DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA					
AÑOS	FUENTE DE NITROGENO	30	60	90	120
1 Y 2	SALITRE	6,03	6,13	6,20	6,25
	UREA	5,55	5,90	5,88	5,96
	DIFERENCIA	0,48	0,23	0,32	0,29
3 Y 4	SALITRE	5,78	5,86	5,74	5,93
	UREA	5,36	5,29	5,32	5,45
	DIFERENCIA	0,42	0,57	0,42	0,48
5,6 Y 7	SALITRE	6,10	6,09	6,21	6,26
	UREA	5,37	5,44	5,54	5,62
	DIFERENCIA	0,73	0,65	0,67	0,64

(1) Valores promedios de diferentes años y dosis.

período de estrés fue más prolongado, afectando por lo tanto, el rendimiento de los cultivos. Este efecto producto del uso sucesivo de salitre sódico o de urea, se observa en la figura 1.

Estos resultados no permiten predecir que siempre el pH del suelo va a disminuir en la misma magnitud. El grado de acidificación que pueda provocar un fertilizante amoniacal va a depender del pH inicial del suelo, de la dosis aplicada, de la época de aplicación, y en un grado muy importante de la suma de bases

del suelo.

En suelos trumaos de la serie Santa Bárbara, sector Collipulli, con un pH inicial de 5,6 se han registrado disminuciones de 0,7 unidades de pH, 45 días después de haber aplicado 135 unidades de nitrógeno amoniacal, lo que originó, que el porcentaje de saturación de aluminio se elevara en siete veces respecto a su valor inicial.

Este efecto de acidificación se produce debido al proceso de nitrificación de la urea en

# ACIDIFICACION

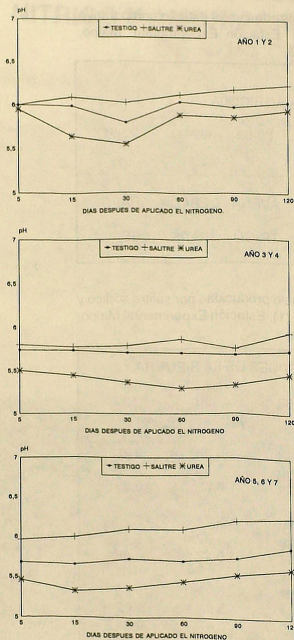


Figura 1. Efecto del salitre sódico y urea aplicados a la siembra sobre el pH del suelo. Estación Experimental Maipo. Universidad de La Frontera. 1985-1991.

el suelo. Una reacción igual presenta la fracción de nitrógeno amoniacal contenida en el fosfato diamónico, fosfato monoamónico o cualquier otro fertilizante que contenga esta forma de nitrógeno. El salitre sódico, en cambio, es un nitrato de sodio que no requiere de mayores transformaciones en el suelo. La disolución de este fertilizante y la posterior absorción del

nitrito va a producir un aumento del pH del suelo. Este efecto va a ser similar para todos los nitratos, tales como nitrato de calcio, nitrato de potasio, y mezclas fertilizantes que contengan todo su nitrógeno a la forma nítrica.

## EFFECTO SOBRE LA SUMA DE BASES.

Los antecedentes presentados en la figura 2 y referidos a la evolución registrada para la suma de bases en una rotación intensiva, demuestra que en los suelos ácidos el aumento en la concentración de iones  $H^+$  se traduce en un desplazamiento de las bases de intercambio, situación que favorece su posterior lixiviación a capas profundas del suelo. En seis años la suma de bases disminuyó de 14,2 meq/100 g a valores de 9,2 meq/100 g para la rotación que no fue fertilizada con nitrógeno; a 10,4 meq/100 g para la rotación fertilizada con nitrógeno nítrico y a 8,1 meq/100 g cuando se utilizó nitrógeno amoniacal.

Es importante destacar que durante los tres primeros años de la rotación los rastrojos fueron retirados del suelo, situación que aceleró la pérdida de bases.

Una alternativa que permitiría reducir la pérdida de bases desde el suelo sería la incorporación de los rastrojos y una fertilización que considere la aplicación de calcio, potasio y magnesio.

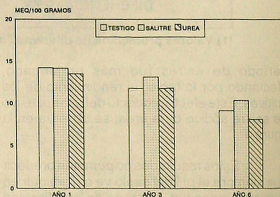


Fig.2 Efecto del uso de nitrógeno nítrico y amoniacal en la suma de bases del suelo. Estación Experimental Maipo.

## FUENTES NITROGENADAS Y RENDIMIENTO.

Existen antecedentes que confirman que en suelos ácidos se incrementa el nivel de aluminio de intercambio, lo que provoca un aumento en el porcentaje de saturación de aluminio. Por lo tanto, el efecto del uso de fertilizantes de reacción ácida va a estar fuertemente influenciado por las características químicas del suelo, y la sensibilidad de los cultivos a la presencia de aluminio.

En el cuadro 3 se presentan los resultados de rendimiento de grano obtenidos en una rotación de cultivos de primavera con diferentes dosis de nitrógeno aplicado todo a la siembra. El efecto producido en los rendimientos no resulta extrapolable a todos los suelos, ya que, este aspecto va a estar estrechamente ligado al grado de acidez de cada suelo.

Durante los dos primeros años de la rotación, los rendimientos no se afectaron por las diferentes fuentes nitrogenadas en estudio. Resultados similares se han encontrado en otras investigaciones cuando el pH del suelo varía entre 5,8 y 6,0.

Diferente es el efecto de los fertilizantes nitrogenados sobre el rendimiento a medida que disminuye el pH del suelo y aumenta, en consecuencia, el contenido de aluminio intercambiable. Trabajos publicados en literatura nacional señalan que en el suelo de Nueva Braunau de pH inicial 5,1 el efecto

acidificante de la urea provocó una disminución de un 25 % en el rendimiento de trigo en relación a la misma aplicación de nitrógeno utilizando salitre sódico.

Los resultados comentados referentes a los primeros años de la investigación registran una variación importante a medida que avanzó la rotación. En el año 3-4 y 5-6 se produjeron diferencias significativas en favor del tratamiento fertilizado con nitrógeno nítrico. De acuerdo con los resultados obtenidos en los años 3 y 4, las diferencias de rendimiento en favor del salitre sódico, en relación al de la urea, fueron de 6,3 qqm/há para trigo y de 10 qqm/há para avena. Durante los años 5 y 6 las diferencias promedio de rendimiento fueron de 10,7 qqm/há en cebada y de 4,4 qqm/há en raps.

Si bien las diferencias de rendimiento son importantes, a medida que avanza la rotación, producto del efecto acumulativo de los fertilizantes de reacción ácida, resulta aún de mayor interés el visualizar que los fertilizantes pueden producir cambios en las características químicas del suelo que favorecer o afectar los rendimientos de la mayoría de los cultivos anuales.

## ALTERNATIVAS PARA ENFRENTAR EL PROBLEMA.

Existen diferentes posibilidades para corregir el problema de productividad que presentan los suelos acidificados y con riesgo de acidificación.

CUADRO 3. Influencia del nitrógeno nítrico y amoniacal sobre el rendimiento de algunos cultivos de la rotación (qqm/há). Estación Experimental Maipo, Universidad de la Frontera

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO PROMEDIO SEGUN CULTIVO					
	AÑO 1 Y 2		AÑO 3 Y 4		AÑO 5 Y 6	
	TRIGO	AVENA	TRIGO	AVENA	CEBADA	RAPS
SALITRE	63,5	70,2	44,3	47,6	56,2	26,0
UREA	64,8	71,0	38,0	37,6	45,5	21,6

# ACIDIFICACION

1.- **Rotaciones de cultivos.** Resulta recomendable intercalar cultivos de baja exigencia de nitrógeno tales como lupino, praderas mixtas de rotación corta, avena-vicia y otros cultivos que eviten seguir con rotaciones intensivas.

2.- **Elección de cultivares de mayor resistencia a al toxicación por aluminio.** La Universidad de la Frontera cuenta con métodos rápidos de laboratorio que permiten diagnosticar el grado de resistencia de los diferentes cultivares al aluminio.

3.- **Elección correcta de los fertilizantes.** El uso sucesivo de los fertilizantes amoniacales es la principal razón que ha acelerado los problemas de acidez de los suelos en los últimos años en la región sur del país. Por lo tanto, la solución más obvia es utilizar fertilizantes de reacción alcalina, neutros o de bajo poder acidificante. El concepto de «rotar los fertilizantes» es factible de aplicar dentro de un mismo año o en los diferentes años de rotación. Al respecto, en el Cuadro 4 se señala la reacción de algunos fertilizantes de uso común.

4.- **Fertilización balanceada.** Tradicionalmente la fertilización de los cultivos se ha realizado en base a nitrógeno y fósforo. A pesar que la desición en muchos de los casos ha sido correcta, se hace necesario en la actualidad incluir otros nutrientes como potasio, magnesio, calcio, sodio, con el propósito de mantener una buena suma de bases y conservar de esta forma la productividad de los suelos durante un mayor tiempo.

5.- **Encalado.** El encalado de corrección es una buena posibilidad para subir el pH del suelo, incrementar el contenido de calcio y disminuir el contenido de aluminio de intercambio. Existen antecedentes que señalan que dosis, de aproximadamente 1000 kilos de carbonato de calcio, son capaces de elevar el pH del suelo en 0,1 unidad de pH. Para hacer un encalado de corrección se debería conocer previamente el pH del suelo, la suma de bases, el contenido de aluminio de intercambio, como la disponibilidad de otros nutrientes como

Cuadro 4. Reacción en el suelo de algunos fertilizantes.

FERTILIZANTE	REACCION EN EL SUELO
Salitre sódico	Alcalina
Salitre potásico	Alcalina
Salitre magnésico	Alcalina
Nitrocal	Alcalina
Nitrato de potasio	Alcalina
Mezclas con 100 % N. Nítrico	Alcalina
Super fosfato triple	Neutra
Super fosfato normal	Neutra
Cloruro de potasio	Neutra
Sulfato de potasio	Neutra
Nitromag	Moderadamente ácida
Nitram calcio	Moderadamente ácida
Urea	Acida
Fosfato diamónico	Acida
Fosfato monoamónico	Acida

magnesio, boro y zinc con el objeto de no producir desequilibrios nutricionales que puedan afectar los rendimientos. Considerando el alto costo de la cal, resulta conveniente aprovechar al máximo el efecto corrector que produce a través del tiempo, lo cual se puede lograr si se reduce el uso de fertilizantes de reacción ácida.

6.- **Análisis químico de suelos.** El primer paso en la desición de siembra de todo empresario debiera ser el análisis químico del suelo. Esta herramienta de diagnóstico es fundamental para enfrentar el problema de la acidez de los suelos, situación que se ha convertido en el principal problema que deben enfrentar y resolver los agricultores de la zona sur del país. La mayor ventaja de un análisis de suelo es el poder diseñar una estrategia de fertilización de acuerdo a las particulares características de cada suelo. Está absolutamente claro que en suelos acidificados la elección de los fertilizantes deben ser extremadamente cuidadosa, ya que, influyen marcadamente en los rendimientos de los cultivos y en la productividad del suelo a través del tiempo.