

IMPORTANCIA DEL SUELO Y TIPO DE FERTILIZANTE EN LA ACIDIFICACION DE LOS TRUMAOS

"Aún cuando la acidificación de los trumaos es un proceso natural, el agricultor puede manejarlo haciendo un uso adecuado de los fertilizantes según las características químicas de su suelo".

Amelia Peyrelongue C.
Ing. Agr. M. S.



A nivel mundial se reconoce que la acidificación es un proceso natural, que ocurre en forma lenta y progresiva en los suelos. Además, se sabe que entre los principales factores que condicionan este proceso, en cuanto a magnitud e intensidad, se encuentran: la alta pluviometría, las características del suelo, el laboreo de éste y el manejo de la fertilización. En relación a este último aspecto, es fundamental el uso de fertilizantes amoniacales, y con respecto a éstos es decisivo considerar el fertilizante y la dosis utilizada, ya que el poder acidificante varía entre ellos.

Los fertilizantes amoniacales que contienen amonio en su formulación, como son los nitratos de amonio y los fosfatos mono y diamónico, además de la urea, que produce amonio del suelo, liberan amonio hacia la solución del suelo. Este desplaza a los cationes de intercambio (calcio, magnesio, potasio y sodio), favoreciendo su lixiviación y acumulación de cationes ácidos como hidrógeno y aluminio. Estos últimos son los causantes de la disminución del pH y toxicidad de aluminio, con la consiguiente disminución de la productividad de los cultivos y especies forrajeras.

El contenido de bases, en especial calcio es de gran importancia en la velocidad del proceso de acidificación. En una misma condición de suelo y clima, a mayor contenido de calcio el proceso de acidificación será más lento.

En consecuencia, con los antecedentes de investigación existentes a la fecha, resulta muy difícil de predecir este fenómeno, especialmente si se considera que la mayoría de la información en cultivos proviene de experimentos anuales que, normalmente, no se repiten en el mismo sitio.

Por estas razones, el Programa Fertilidad de Suelos INIA-Carillanca, está realizando experimentos permanentes, en los cuales se utiliza una rotación intensiva trigo-avena, de siembra de primavera, en la cual se queman los rastrojos, permaneciendo el suelo sólo con las malezas naturales durante el invierno. La preparación de suelo se realiza por el método convencional durante los meses de junio y julio, por tratamiento, de modo de sembrar durante el mes de agosto. Esta metodología pretende ser lo más semejante a lo que realiza el agricultor que no utiliza mínima o cero labor, pero, además tiene como objetivo acelerar los procesos de lixiviación.

En este artículo se presenta la información de uno de estos experimentos, recopilada en seis temporadas agrícolas (1986 a 1992). Se analizan los resultados obtenidos en un trumao de precordillera de la localidad de Cunco, altamente productivo, en el cual se compara el efecto de superfosfato triple (SFT) y de fosfato diamónico (FDA) aplicados en dosis de 50 y 200 kg/ha de P₂O₅ (dosis baja y alta), lo que equivale a 109 y 435 kg, de los fertilizantes mencionados, respectivamente, puesto que ambos poseen la misma concentración de fósforo. Con el uso de fosfato diamónico, al cabo de seis temporadas, se han aplicado 118 y 470 kg de



nitrógeno amoniacal, con la dosis baja y alta respectivamente. Además de los tratamientos señalados, se aplican anualmente 150 kg/ha de nitrógeno y potasio, tanto en trigo como en avena; en los tratamientos con fosfato diamónico se suplementa el nitrógeno con salitre sódico,

En el establecimiento del ensayo se roturó una pradera natural mejorada. El suelo se caracterizaba por presentar sólo 1,9% de saturación de aluminio, 4,2 meq/100g de calcio de intercambio, 0,99 meq/100 g de magnesio de intercambio, 0,19 meq/100 g de potasio de intercambio y 0,11 meq/100 g de aluminio de intercambio. Durante las temporadas 1986/87, 1988/89 y 1990/91 se sembró trigo, intercalando avena en las temporadas 1987/88, 1989/90 y 1991/92.

EFFECTO DE LAS FUENTES DE FOSFORO EN RENDIMIENTO DE TRIGO Y AVENA

En ambos cultivos, independiente de la fuente y dosis de fósforo, se ha constatado una caída en los rendimientos en el transcurso de las seis

temporadas agrícolas. Esto podría ser producto de una sucesión circunscrita sólo a dos cultivos, situación que no es la recomendada en un sistema de producción, y solamente se tomó como medio de forzar el proceso de acidificación.

En las figuras 1 y 2 se presentan los rendimientos obtenidos por cultivo, con superfosfato triple y fosfato diamónico. Cuando se comparan las fuentes de fósforo, en cada temporada y dosis de P₂O₅, resulta evidente que la avena presentó rendimientos similares, tanto en superfosfato triple como con fosfato diamónico. (figura 1).

En el caso de avena, con aplicaciones de 50 kg/ha de P₂O₅, el promedio de temporadas fue de 59 qqm/ha con el uso de superfosfato triple y de 61 qqm/ha al utilizar fosfato diamónico. Al subir la dosis a 200 kg/ha, este promedio aumento a 77 qqm/ha y 74 qqm/ha con superfosfato triple y fosfato diamónico, respectivamente. Estos resultados señalan un incremento promedio de 16 qqm/ha por efecto de la aplicación de fósforo.

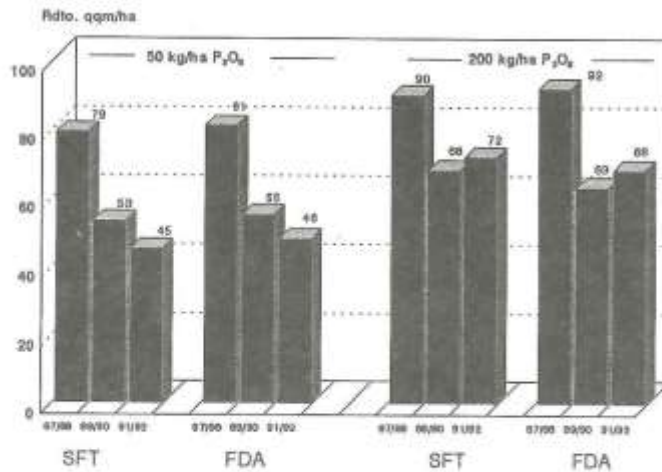


Figura 1. Efecto de las fuentes y dosis de P, en el tiempo, en el rendimiento de avena Trumao localidad Cusco.

Por el contrario, como se observa en la figura 2, el trigo muestra el mismo comportamiento, en todas las temporadas agrícolas, con superfosfato triple y fosfato diamónico sólo cuando estos fertilizantes se aplicaron en dosis baja (50 kg/ha de P₂O₅). Para esta dosis, el rendimiento promedio, que se obtuvo, considerando ambas fuentes de fósforo, fue de 95, 55 y 46 qqm/ha para las temporadas 86/87, 88/89 y 90/91, respectivamente.

En las mismas temporadas, al aumentar la dosis a 200 kg/ha de P₂O₅, la aplicación de superfosfato triple produjo rendimientos de trigo muy superiores a los obtenidos con fosfato diamónico, fertilizante que deprimió en forma marcada la producción. Con esta dosis de fósforo, el promedio de las temporadas fue de 92 qqm/ha con superfosfato triple y sólo de 58 qqm/ha con fosfato diamónico. El aumento de la dosis de fósforo aplicado como superfosfato triple produjo un incremento en el rendimiento del trigo de alrededor de 40% en las tres temporadas. Por el contrario, el incremento de la

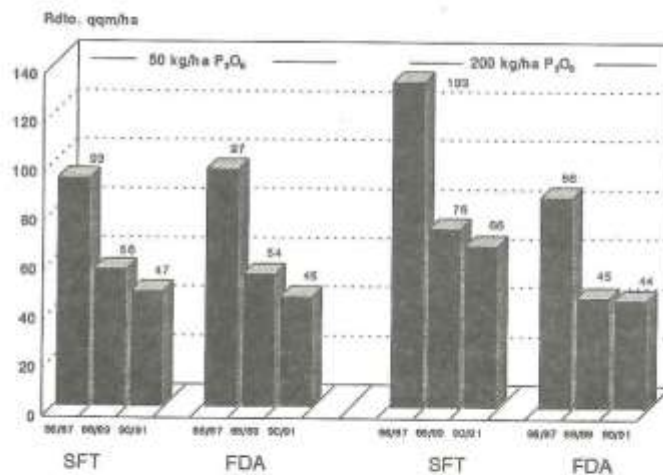


Figura 2. Efecto de las fuentes y dosis de P, en el tiempo, en el rendimiento de trigo. Trumao localidad Cusco.

dosis de fósforo aplicado como fosfato diamónico disminuyó el rendimiento de este cultivo.

Estos resultados indican que, ya a partir de la primera temporada de ensayo se obtuvo diferencia en el rendimiento de trigo al usar una fuente de fósforo amoniacal y una no amoniacal, cuando la dosis de fósforo aplicada fue alta (200 Kg/ha de P₂O₅).

Los resultados de rendimiento obtenidos en trigo y avena, durante seis temporadas agrícolas, ponen de manifiesto que pueden surgir interpretaciones erróneas, producto de una sola temporada agrícola, una sola dosis de fertilización o un solo cultivo.

La diferencia de rendimiento determinada en trigo, en el transcurso del tiempo, para fuentes y dosis de fósforo, ya está indicando que el suelo ha sufrido un proceso de acidificación, producto del manejo de la fertilización. Este, se explica en forma más correcta por los contenidos de calcio de intercambio, aluminio de intercambio, capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) y saturación de aluminio; parámetros que se midieron a lo largo del experimento.

EFFECTO DE LAS FUENTES DE FOSFORO EN LA ACIDIFICACION DEL SUELO

Al tercer año, luego de la segunda cosecha de trigo (Cuadro 1) sin aplicación de fertilizante fosfatado, el suelo mantenía características muy similares a las determinadas al inicio del experimento. Con el uso de superfosfato triple, en dosis de 50 y 200 Kg/ha de P₂O₅, el contenido de calcio de intercambio disminuyó a 3 meq/ 100 g, aumentando el aluminio de intercambio; como

consecuencia de esto la saturación de aluminio lo llegó a valores cercanos a 5% con ambas dosis de fertilización. Por el contrario, con la aplicación de fosfato diamónico, en dosis de 200 Kg/h de P₂O₅ se llegó a una disminución sustancial en el contenido de calcio de intercambio y aumento del aluminio de intercambio, con una suma de bases muy baja; esto determinó que el porcentaje de saturación de aluminio llegará a un 10%.

En el sexto año, luego de la cosecha de avena (Cuadro 2), la situación es más clara aún, ya que incluso sin aplicación de fertilizante fosfatado el calcio disminuyó a 3,1 meq/100 g aumentando el porcentaje de saturación de aluminio a 3,3%. Esto puede atribuirse al laboreo del suelo lixiviación de bases en forma natural, puesto que no se había aplicado ningún fertilizante amoniacal, y los rendimientos de trigo y avena, sin aplicación de fósforo, fueron cercanos a 40 qqm/ha en las seis temporadas agrícolas.

CUADRO 1. Contenido de calcio, aluminio, capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) y saturación de aluminio, luego de la cosecha del tercer año. 1988-1989.

P ₂ O ₅ Kg/ha	Fuente P	Ca	Al	CICE	Saturación Aluminio
		-	meq/100 g	—	%
50	SFT	3,0	0,2	4,0	4,5
	FDA	2,3	0,2	3,2	5,7
200	SFT	3,0	0,2	4,1	5,1
	FDA	1,8	0,3	2,7	10,0
Sin Fósforo		4,3	0,1	6,2	1,7

CICE = Calcio + Magnesio + Potasio + Sodio + Aluminio.

CUADRO 2. Contenido de calcio, aluminio, capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) y saturación de aluminio, luego de la cosecha del sexto año. 1991-1992.

P ₂ O ₅ kg/ha	Fuente P	Ca —	Al meq/100 g	CICE —	Saturación Aluminio %
50	SFT	2,6	0,2	3,7	4,9
	FDA	1,7	0,2	3,5	5,9
200	SFT	2,5	0,2	3,0	6,0
	FDA	0,9	0,4	1,8	22,9
Sin Fósforo		3,1	0,1	4,2	3,3

CICE = Calcio + Magnesio + Potasio + Sodio + Aluminio

El uso continuado de fosfato diamónico, en dosis de 50 kg/ha de P₂O₅, elevó la saturación de aluminio a 5,9%, y con dosis de 200 kg/ha de P₂O₅ por año el porcentaje de saturación de aluminio llegó a un 22,9%, lo que afectó en forma clara el rendimiento del trigo, pero no el rendimiento de avena.

En contraste con lo anterior, con el uso de superfosfato triple los porcentajes de saturación de aluminio son muy inferiores con ambas dosis de fertilización. Con dosis de 200 kg de P₂O₅/ha/año, este parámetro fue muy similar al valor determinado con aplicaciones de 50 kg/ha/año como fosfato diamónico. Así, el leve aumento en la saturación de aluminio, producida en el tiempo, con el uso de este fertilizante puede considerarse una consecuencia del laboreo del suelo, proceso natural de lixiviación, y de los altos rendimientos obtenidos, en especial en las primeras temporadas agrícolas; rendimientos que se obtuvieron sin reposición de bases al suelo.

En el Cuadro 3 se comparan los valores de pH, medidos en agua y en cloruro de calcio (CaCl₂), y la saturación de aluminio, determinados luego de la cosecha del tercer y sexto año del experimento.

El pH en agua, aún cuando muestra una relación con la saturación de aluminio dentro de una misma temporada agrícola, varió entre temporadas, mostrando valores más elevados cuando las saturaciones de aluminio eran mayores (sexta temporada). Esto, se explica por la variabilidad que presenta el pH medido al agua según las condiciones de temperatura y humedad en el momento de la toma de la muestra de suelo, lo que indica claramente que esta medición no es confiable para comparar entre temporadas agrícolas.

CUADRO 3. Efecto de superfosfato triple y fosfato diamónico aplicado en dosis de 50 y 200 kg/ha/año de P₂O₅, en el pH y saturación de aluminio.

P ₂ O ₅ kg/ha	Fuente P	pH agua		pH CaCl ₂		Saturación Al, %	
		3º Año	6º Año	3º Año	6º Año	3º Año	6º Año
50	SFT	5,2	5,5	5,1	5,0	4,5	4,9
	FDA	5,1	5,4	4,9	4,9	5,7	5,9
200	SFT	5,1	5,5	5,0	4,8	5,1	6,0
	FDA	5,0	5,2	4,8	4,7	10,0	22,9
Sin fósforo		5,4	5,9	5,1	5,0	1,7	3,3

El pH medido en cloruro de calcio fue siempre inferior al pH medido al agua, y más estable en el tiempo. Este refleja en forma relativamente adecuada los porcentajes de saturación de aluminio, cuando su valor fluctúa entre 4,5 y 6,0%, pero, no discrimina en forma clara en los niveles bajos y altos de saturación de aluminio (Cuadros 1 y 2). Así, por ejemplo, con saturaciones de aluminio de 10,0 y 22,9%, correspondientes al tercer y sexto año, se obtuvo valores de pH al cloruro de calcio de 4,8 y 4,7, respectivamente. Estos valores son muy similares considerando la gran diferencia de saturación de aluminio entre los años señalados. En consecuencia, se hace necesario continuar estudiando la relación real que existe entre métodos de medición de pH y acidez del suelo, en términos de porcentaje de saturación de aluminio.

Los resultados obtenidos demuestran que:

- El laboreo del suelo y una agricultura intensiva producen, en primer término, una acidificación natural que es independiente del manejo de la fer-

tilización. En forma paralela se suma este efecto al del fertilizante amoniacal, llegándose a una situación que limitará el desarrollo de cualquier especie cuando el uso de este fertilizante se realice en forma indiscriminada.

- Además queda cuantificado que, a diferencia del fosfato diamónico, el superfosfato triple no acidifica el suelo, y resulta evidente la diferencia de sensibilidad a la acidez y toxicidad de aluminio que existe entre avena y trigo.

Finalmente, es importante destacar que cuando se habla de acidificación, producto del uso de fertilizantes amoniacales, resulta fundamental considerar el poder acidificante de cada uno de ellos en particular, el que se expresa a través de la acidez equivalente. Así, por cada kilo de nitrógeno amoniacal aplicado como fosfato diamónico se requieren 3,89 kilos de cal para neutralizar su efecto, en cambio, por cada kilo de nitrógeno aplicado como urea se requiere sólo de 1,80 kilos de cal para el mismo propósito.