

FERTILIZACION DEL CULTIVO DE LA ALFALFA

Hernán Acuña P.*

INTRODUCCION

La productividad de la alfalfa en la zona centro sur del país es alta. Es normal que el agricultor obtenga entre 15 y 20 ton/ha de m.s. al año, tanto en conservación de forraje como en pastoreo. Ello implica una alta extracción de nutrientes del suelo, que para tener una producción sostenida, sin deteriorar la fertilidad, deben ser devueltos mediante la aplicación de fertilizantes químicos. Esta necesidad cobra mayor importancia cuando se trata de un alfalfar dedicado a la producción de forraje conservado, o es utilizado como soiling, y el costo de la devolución de nutrientes al suelo pasa a ser el componente principal en la economía del cultivo.

La fertilización de la alfalfa no solo nos preocupa desde el punto de vista de su productividad, sino que también en las condiciones de los suelos trumaos de la zona, resulta imprescindible considerarla para el buen establecimiento de esta especie. Así, sin elevar el contenido de fósforo del suelo y el pH de éste en la estrata superficial, mediante la aplicación de fertilizantes fosfatados altamente solubles y cal, no es posible establecer alfalfa. Las plántulas con un incipiente desarrollo radicular, necesitan un ambiente muy favorable para su desarrollo inicial y para el establecimiento temprano del mecanismo simbiótico que asegure una eficaz fijación biológica de nitrógeno. Esta última permite satisfacer los requerimientos de este elemento por la planta, y en ella radican una buena parte de las ventajas de esta especie con respecto a otras forrajeras.

*: Ingeniero Agrónomo, Ph.D., Estación Experimental Quilamapu, INIA.

Los suelos utilizados con alfalfa en la zona, mayoritariamente son profundos con texturas medias o levemente arenosos, y sin problemas de drenaje o nivel freático alto. Del mismo modo, en su gran mayoría, son derivados de cenizas volcánicas con un pH levemente ácido, con bajos niveles de fósforo disponible, con alta capacidad de retención de este elemento, y niveles relativamente altos de aluminio intercambiable.

Lo anterior indica que en la fertilización de la alfalfa se debe considerar en primer lugar corregir el pH, y prevenir los posibles efectos negativos del aluminio, elevar el fósforo disponible al establecimiento y satisfacer los requerimientos de fósforo, potasio y azufre, principalmente, en un alfalfar en producción. En relación a elementos menores, solo se ha observado deficiencias de boro en nuestras condiciones.

FERTILIZACION DE ESTABLECIMIENTO

En los últimos diez años, en la Estación Experimental Quilamapu se ha desarrollado un sistema de establecimiento de alfalfa que ha demostrado ser eficaz en la mayoría de los suelos de la zona. Para ello se ha utilizado fundamentalmente estudios anteriores realizados en el país, relacionados con los requerimientos nutritivos de la alfalfa y su respuesta a la fertilización (González et al, 1973; Correa, Zemelman y Longeri, 1981; Murphy, Romero y Barker, 1983; Soto y Acuña, 1985). Lo anterior y las nuevas variedades aparecidas en el mercado a comienzos de los años 80, de buena adaptación a las condiciones de suelo, clima y fitosanitarias de la zona, hicieron que el cultivo se extendiera notablemente en la VIII Región en los últimos años.

La aplicación, previo a la siembra, de 2000 kg/ha de carbonato de calcio incorporados en los primeros 10 cm del suelo, ha sido determinada como una práctica necesaria en todas las siembras de alfalfa en suelos trumaos. El pH de estos fluctúa entre 5,5 y 6. En algunos casos

una ton/ha de carbonato de calcio, da los mismos resultados, pero aplicaciones de cantidades bajas (100, 200 ó 300 kg/ha) en la línea de siembra, han sido insuficientes para lograr un buen establecimiento (Del Canto y Soto, 1985). Sin embargo, es recomendable agregar cantidades bajas de carbonato de calcio en la línea junto al fertilizante fosfatado, además de la aplicación inicial de 2000 kg/ha.

Las dosis mínimas de fósforo necesarias para el buen establecimiento de la alfalfa fluctúan entre 120 y 150 kg/ha de P_2O_5 dependiendo del nivel inicial de fósforo disponible en el suelo. Se recomienda aplicar este elemento en líneas bajo la semilla, como superfosfato normal, que contiene cal y azufre, además de fósforo. Para favorecer la buena nodulación de las plantas se recomienda no usar nitrógeno.

El fertilizante potásico, necesario en suelos con contenido medio a bajo, se recomienda aplicarlo uno o dos meses después de la siembra (septiembre-octubre).

En la gran mayoría de los casos, los suelos tienen niveles bajos a muy bajos de fósforo disponible, por lo cual no se puede obviar la aplicación de este elemento en dosis altas. Lo más deseable es incorporar el máximo posible de fósforo al suelo al momento de la siembra, ya que en los años siguientes, éste sólo puede ser distribuido en superficie. Esto último restringe su utilización por las plantas dada la escasa movilidad del fósforo en el suelo.

Las investigaciones realizadas en las Estaciones Experimentales Carillanca y Remehue han contribuido a que en la IX y X Regiones también se esté introduciendo el cultivo de la alfalfa. La aplicación de cal, la inoculación y peletizado (con cal) de la semilla así como la fertilización fosfatada, son fundamentales para establecer esta especie. Los trabajos de los programas Praderas, Fertilidad de Suelos y Transferencia de Tecnología, en dichas Estaciones Experimentales, así como la acción de las empresas abastecedoras de semillas, han logrado que la superficie de alfalfa en estas regiones esté creciendo considerablemente.

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DE UN ALFALFAR EN PRODUCCION

Como ya se indicó, el componente más importante en los costos de producción de un alfalfar establecido es la fertilización anual. Ella debe considerar en primer lugar la fertilización fosfatada, dada la alta extracción de este elemento por esta forrajera y los bajos niveles en la mayoría de los suelos de la zona y el país.

Del mismo modo, las plantas extraen potasio en gran cantidad, y especialmente en el caso de la alfalfa dedicada a cosecha de forraje, es necesario retornar al suelo este elemento a la forma de fertilizante químico para asegurar una producción sostenida.

En tercer lugar está el azufre, que aunque las cantidades extraídas no son muy elevadas, se ha detectado respuesta en ensayos realizados en la zona. Igualmente, se han corregido deficiencias de boro con aplicaciones de este elemento en alfalfares en producción.

No se ha estudiado en la región el efecto de magnesio, molibdeno, cobre u otros elementos.

La extracción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, fue medida en un ensayo realizado en la Subestación Experimental Humán, en Los Angeles, durante las temporadas 1986/1987 a 1988/1989. Valores promedios de extracción se pueden observar en el Cuadro 1 junto con el rendimiento promedio de materia seca.

CUADRO 1- EXTRACCION ANUAL (kg/ha) DE N, P, K, Ca Y Mg DE ALFALFA HUINCA EN HUMAN, LOS ANGELES. PROMEDIOS DEL 3°, 4° Y 5° AÑO (1986/1987 - 1988/1989).

	S/P	C/150 kg/ha SFT	S/K	C/200 kg/ha KCl
N	570	629	610	643
P	40	45	47	48
K	306	304	297	301
Ca	245	246	242	260
Mg	40	40	42	44
Rendimiento m.s. (ton/ ha/año)	16,5	18,0	18,5	19,3

Se puede observar que las cantidades de elementos nutritivos extraídos por las plantas son altos. A excepción de nitrógeno, los demás provienen en su totalidad del suelo y los fertilizantes aplicados.

En el caso de fósforo, experimentos realizados en la zona indican que el contenido disponible en el suelo (0-10 cm), en un alfalfar en producción baja de 7 a 3 ppm, en un período de 4 años, cuando no se fertiliza con este elemento y que este valor se mantiene cuando se aplica 150 kg/ha al año de superfosfato triple. Al aplicar dosis mayores, 300 y 600 kg/ha, el fósforo subió a 12 y 29 ppm, respectivamente. Sin embargo, en los estratos inferiores del suelo, más allá de 10 cm de profundidad, el fósforo se incrementó muy levemente, incluso al aplicar dosis altas. Ello indica que este elemento, al aplicarlo en superficie, no se moviliza en profundidad (Figura 1).

Por otro lado, la disminución del contenido de fósforo, más allá de 20 cm de profundidad, es también muy baja en relación a la extracción, como se puede apreciar en el Cuadro 2.

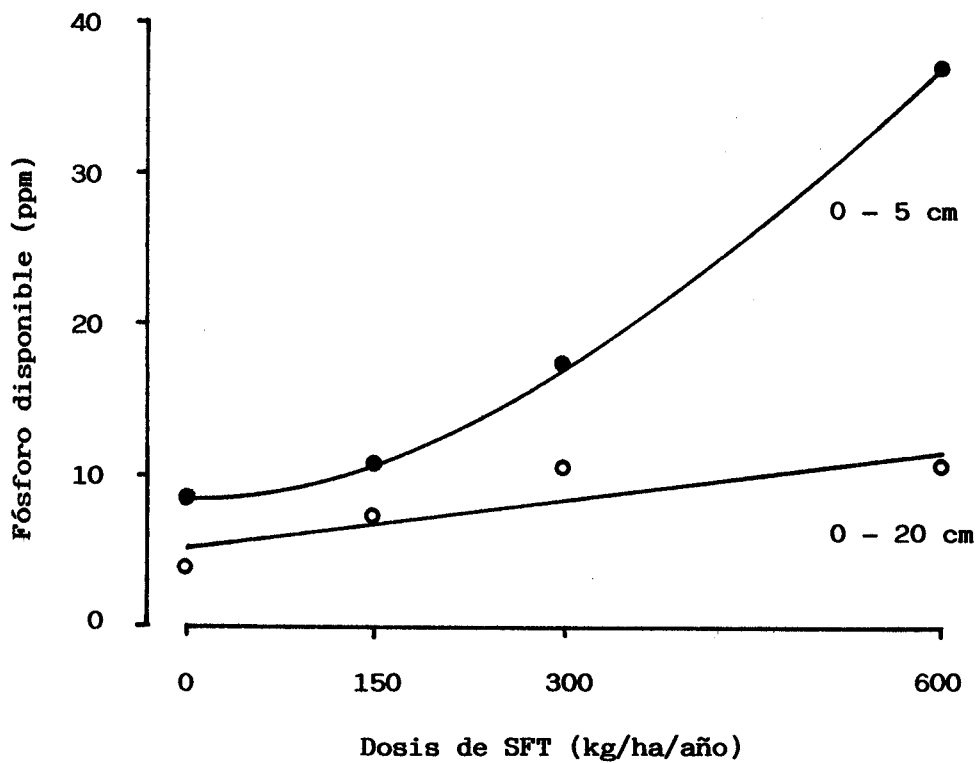


FIGURA 1- EFECTO DE LA DOSIS ANUAL DE SUPERFOSFATO TRIPLE (DESPUES DE CUATRO AÑOS) EN EL CONTENIDO DE FOSFORO DISPONIBLE DEL SUELO A DOS PROFUNDIDADES.

CUADRO 2- FOSFORO DISPONIBLE (ppm) EN EL SUELO EN DIFERENTES ESTRATOS, DESPUES DE CUATRO AÑOS DE PRODUCCION DE ALFALFA, CON DIFERENTES DOSIS ANUALES DE SUPERFOSFATO TRIPLE.

Estrato (cm profundidad)	Dosis de superfosfato triple (kg/ha/año)			
	0	150	300	600
0 - 20	3,5	7,8	9,5	10,3
20 - 40	2,8	3,3	5,0	4,0
40 - 60	3,3	2,8	3,8	3,0
60 - 80	3,0	4,0	2,8	2,0

El balance de fósforo presentado en el Cuadro 3, indica que el suelo aún con bajos niveles de fósforo disponible, es capaz de suministrar este elemento en gran cantidad, y que las aplicaciones altas no elevan proporcionalmente el nivel disponible en suelos con alto poder de retención.

CUADRO 3- BALANCE DE FOSFORO (kg/ha), DURANTE 4 AÑOS (1985-1989) DE PRODUCCION DE ALFALFA, BAJO DIFERENTES DOSIS DE SUPERFOSFATO TRIPLE.

	Dosis de superfosfato triple (kg/ha/año)			
	0	150	300	600
P agregado	0	132	264	528
P extraído	146,7	164,8	173,3	184,5
Balance	-146,7	-32,8	+90,7	+343,5

La respuesta a fósforo en producción de materia seca, se presenta en el Cuadro 4. Se puede observar que se obtiene solo alrededor de un 10% más de producción por la aplicación de fósforo y que la máxima diferencia se da entre 0 y 150 kg/ha de superfosfato triple, a pesar que la tendencia es a un incremento lineal (constante) entre 0 y 600 kg/ha. Ello se puede observar mejor en la Figura 2, cuando la dosis de potasio fue 200 kg/ha de cloruro de potasio. Cuando la dosis de potasio fue menor (100 kg/ha), la curva alcanzó un máximo con 150 kg/ha de SFT.

CUADRO 4- PRODUCCION DE M.S. DE ALFALFA HUINCA CON DISTINTAS DOSIS ANUALES DE SUPERFOSFATO TRIPLE Y 200 KG/HA DE CLORURO DE POTASIO.

Temporada	Dosis de superfosfato triple (kg/ha/año)			
	0	150	300	600
1985 - 1986*	12,8	12,5	13,1	13,6
1986 - 1987	16,8	19,2	17,7	19,5
1987 - 1988	17,6	18,9	19,2	20,3
1988 - 1989	20,1	20,1	21,2	21,4
1989 - 1990**	15,8	17,8	18,4	18,6
Media	16,6	17,7	17,9	18,7

*: Se perdió un corte.

** : Se aplicó 800 kg/ha de cloruro de potasio.

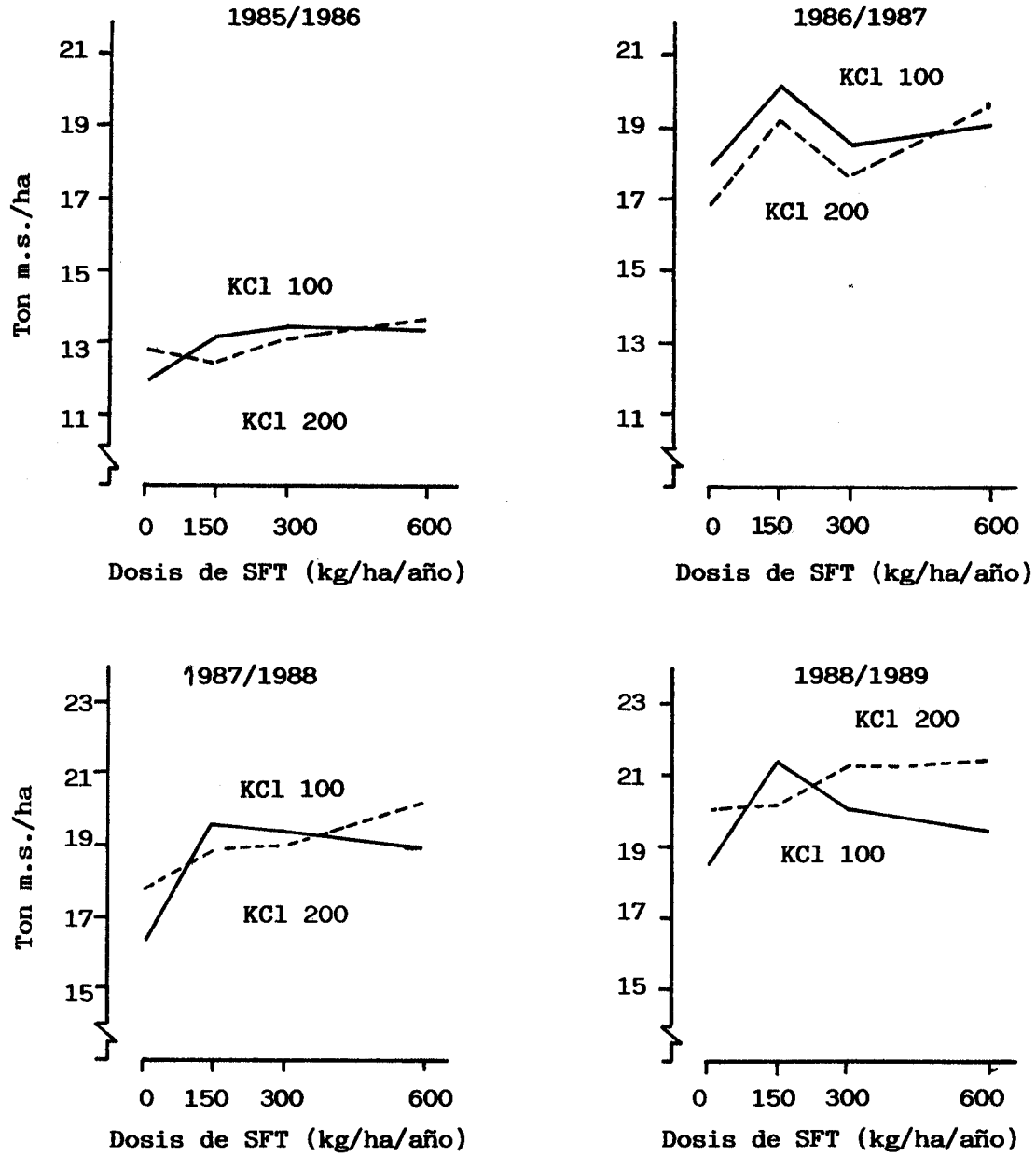


FIGURA 2- RESPUESTA DE ALFALFA EN PRODUCCION DE M.S. A LA FERTILIZACION CON SUPERFOSFATO TRIPLE A DOS NIVELES DE POTASIO.

Esta ausencia de un quiebre de la curva de respuesta, a pesar de tener aplicaciones tan altas como 3 toneladas de superfosfato triple en 5 años, estaría relacionada con la acumulación del fósforo en los primeros 5 cm del suelo, y con el sistema radicular de esta especie, que en las condiciones de este experimento alcanzó más de 120 cm de profundidad. La planta obtendría una proporción mayoritaria del fósforo total que extrae, más allá de la estrata en que se concentra el fósforo aplicado en superficie. Por lo tanto, las plantas aumentarían su extracción de fósforo, debido a un aumento de la fertilización, solo en el estrato superficial del suelo, manteniendo un mismo nivel de extracción en las capas más profundas. En la temporada 1987/1988, del experimento mencionado, la extracción de fósforo en el tratamiento sin fertilizar fue 37,3 kg/ha y la de los tratamientos con 150, 300 y 600 kg/ha de superfosfato triple fue 43,5; 46,0 y 50,7, respectivamente. Por lo tanto, estos últimos aumentaron su extracción solo en 6,2; 8,7; 13,4 kg/ha.

En el caso de potasio, los contenidos del suelo (0-10 cm) bajaron de 350 a 26 ppm, después de cuatro años de producción, cuando no se aplicó potasio de mantención. También mostraron una fuerte baja cuando se aplicó este elemento, como se puede ver en el Cuadro 5. Sin embargo, los rendimientos no decrecieron proporcionalmente, como puede deducirse del balance de potasio que se presenta en el Cuadro 6.

CUADRO 5- EFECTO DE LA APLICACION DE CLORURO DE POTASIO EN EL CONTENIDO DE POTASIO (ppm) DISPONIBLE EN UN SUELO CON ALFALFA EN PRODUCCION.

Fecha	Dosis de Cloruro de potasio (kg/ha/año)			
	0	100	200	400
Abril 1985			351	
Agosto 1986	137	187	156	207
Mayo 1988	86	86	78	136
Abril 1989	26	26	26	54
Abril 1990*	59	70	199	487

* : Se aplicó las dosis indicadas después de cada uno de los cuatro cortes del año.

CUADRO 6- BALANCE DE POTASIO (kg/ha), DURANTE 4 AÑOS (1985-1989) DE PRODUCCION DE ALFALFA BAJO DIFERENTES DOSIS DE CLORURO DE POTASIO.

	Dosis de Cloruro de potasio (kg/ha/año)			
	0	100	200	400
K agregado	0	168	336	672
K extraído	1.122	1.167	1.152	1.465
Balance	-1.122	-999	-816	-793

Este balance indica que las cantidades de potasio extraídas son muy altas. El suelo fue capaz de aportar este elemento, durante cuatro años, aun sin recibir fertilizantes y no se afectó la producción.

Debido a los bajos niveles en el suelo, en la temporada siguiente se cuadruplicó las dosis anuales de potasio, con lo cual se logró elevar los contenidos de este elemento, pero no hubo respuesta en rendimiento como se puede ver en el Cuadro 7.

CUADRO 7- PRODUCCION DE M. S. (ton/ha) DE ALFALFA HUINCA CON DISTINTAS DOSIS ANUALES DE POTASIO Y 300 KG/HA DE SUPERFOSFATO TRIPLE.

Temporada	Dosis de Cloruro de potasio (kg/ha/año)			
	0	100	200	400
1985 - 1986*	12,2	12,3	13,1	13,0
1986 - 1987	16,3	17,1	17,7	18,9
1987 - 1988	19,5	18,3	19,2	20,2
1988 - 1989	19,7	19,8	21,2	20,5
1989 - 1990**	18,0	18,4	18,4	17,8
Media	17,1	17,2	17,9	18,1

*: Se perdió un corte.

** : Se aplicó las dosis indicadas después de cada corte (4).

Esta baja respuesta, al igual que en el caso de fósforo, estaría relacionada con la profundidad de arraigamiento de esta planta ya que no se observa relación entre ella y los contenidos de potasio del suelo en la estrata superficial.

La situación en relación con azufre se puede ver en el Cuadro 8. Este elemento no afectó la producción de materia seca en las cuatro primeras temporadas. Solo al 5° año se puede observar un rendimiento menor donde no se aplicó azufre. No se tiene información de los contenidos de azufre en el suelo, pero en la temporada 1989-1990 se realizó análisis de planta.

QUADRO 8- PRODUCCION DE M.S. (ton/ha) DE ALFALFA HUINCA CON DISTINTAS DOSIS ANUALES DE AZUFRE Y CON 150 KG/HA DE SUPERFOSFATO TRIPLE Y 200 KG/HA DE CLORURO DE POTASIO.

Temporada	Dosis de azufre (kg/ha/año)			
	0	30	60	120
1985 - 1986	14,0	12,9	13,1	12,8
1986 - 1987	18,0	16,8	17,7	17,1
1987 - 1988	19,8	20,2	19,2	20,1
1988 - 1989	19,9	20,2	21,2	20,5
1989 - 1990	17,1	18,7	18,4	19,4
Media	17,8	17,8	17,9	18,0

Las hojas de alfalfa, obtenidas de la parte central del tallo, presentaron una concentración de azufre total inferior en los tratamientos sin azufre y con 30 kg/ha al año (0,457%) que en los tratamientos con 60 y 120 kg/ha/año (0,554%).

La concentración de P, K, Ca y Mg en tallos de alfalfa (parte central) no fue afectada por las dosis de azufre y presentó valores medios de 0,134; 1,477; 0,619 y 0,202%, respectivamente.

El calcio y el magnesio son incorporados al suelo con el carbonato de calcio aplicado al establecimiento. Dos toneladas/ha equivalen a 620 kg de calcio y 24 kg de magnesio, por lo tanto, la aplicación inicial estaría aportando calcio para 2 a 3 años y el magnesio no alcanza a devolver la extracción de un año. Sin embargo, en un ensayo realizado en suelos trumaos, en que se aplicó carbonato de calcio anualmente durante 6 años, no se ha observado respuesta y la producción media anual de m.s. ha sido 16,6 ton/ha. El total de carbonato de calcio aplicado en los 6 años fue 0, 1800, 3600 y 7200 kg/ha.

No se ha realizado aplicaciones de fertilizantes con mayores contenido de magnesio, pero la concentración de magnesio en plantas, medida en los trabajos antes mencionados, fluctúa alrededor de 0,20% y la literatura informa que solo se puede obtener respuesta con valores bajo 0,1% (Douglas, 1986).

Una fuerte depresión en la concentración de magnesio de las plantas fue observada en la temporada en que se cuadruplicó las dosis anuales de potasio (Cuadro 7). Cuando se aplicó 400 kg/ha de cloruro de potasio después de cada corte, la concentración de magnesio en los tallos de alfalfa bajó notoriamente, como se puede ver en el Cuadro 9.

CUADRO 9- EFECTO DE LA APLICACION DE POTASIO EN LA CONCENTRACION DE MAGNESIO EN TALLOS DE ALFALFA EN UN SUELO BAJO EN POTASIO.

	Dosis de Cloruro de potasio (kg/ha después del corte)			
	0	100	200	400
% Mg b.m.s.	0,273	0,220	0,225	0,168

Por último, en algunos alfalfares de la zona se ha observado deficiencias visuales de boro. Estas se han corregido con aplicaciones de Borax o Boronatrocalcita de alrededor de 10 kg/ha.

Otra experiencia, realizada en Santa Rosa, Chillán, trató de conocer el efecto de los fertilizantes en un alfalfar de 3^{er} año sembrado en un suelo con problemas de profundidad, altura del nivel freático y fertilidad.

Se definieron 3 condiciones de suelo: alta, media y baja. En el Cuadro 10, se presentan los resultados del 2º año de aplicación de los tratamientos de fertilización. Se puede ver que en las condiciones alta y media, calcio y magnesio aparecen como responsables de un aumento de la producción y en la condición baja, donde la principal limitante era la altura del nivel freático, hubo efecto positivo de nitrógeno.

CUADRO 10- RESPUESTA A LA APLICACION DE FERTILIZANTES EN ALFALFA EN TRES CONDICIONES DE SUELO (ton/ha/año m.s.).

Fertilización	Condición suelo		
	Alta	Media	Baja
Sin fertilizar	12,4	5,3	4,3
N, P, K, S, Ca, Mg	18,2	11,9	11,0
P, K, S, Ca, Mg	17,1	12,4	8,7
P, K, S	12,8	7,5	5,6
P, S	14,4	6,1	4,7
P	13,9	3,0	4,2

Los datos anteriores fueron obtenidos de alfalfa manejada bajo corte. La situación es diferente cuando la alfalfa se usa en pastoreo, en que el animal devuelve, según la información de Nueva Zelandia, el 80% de lo extraído por las plantas.

RECOMENDACION DE FERTILIZACION DE MANTENCION

Considerando lo anteriormente expuesto, y la conveniencia de hacer un manejo que conserve la fertilidad del suelo, especialmente cuando el 100% de los nutrientes extraídos por la planta son sacados del potrero, se puede recomendar lo siguiente:

Fósforo

Se estima que la aplicación del equivalente a 150 kg/ha de superfosfato triple anuales (75 kg/ha de P_2O_5 o 33 kg/ha de P) es suficiente para que un suelo con un contenido entre 5 y 10 ppm en el estrato superficial, pueda mantener una producción sostenida y un nivel de fósforo constante. La literatura extranjera (Douglas, 1986) y algunas observaciones realizadas en el país, indican que dosis demasiado altas, pueden inducir un fuerte desarrollo de malezas, y en algunos casos trébol blanco, lo que afecta la producción de alfalfa. Por ello, la dosis mencionada es el límite máximo, y habría que disminuirla o no aplicar cuando los niveles en el suelo son medios o altos (10 a 20 ppm).

En cuanto a la época más indicada para hacer la aplicación de fósforo, la recomendación para praderas en general, es a fines de otoño-invierno. Esto ha dado buenos resultados en alfalfares en suelos trumaos, ya que con ello se consigue que el fósforo esté al alcance de las raíces superficiales en la época de mayor intensidad de crecimiento. Sin embargo, en el extranjero, en algunas situaciones, se recomienda aplicarlo en el período de más activo crecimiento, para evitar que el fósforo favorezca a las malezas que pueden crecer cuando la alfalfa está en latencia. Esto es necesario tenerlo en cuenta en la zona centro sur y sur de Chile, puesto que se trabaja con variedades con latencia de invierno y el crecimiento empieza tarde en primavera.

El superfosfato triple aparece como el fertilizante más conveniente de usar; sin embargo, se debe tener en cuenta que el superfosfato normal contiene además azufre y cal. No se debe usar fosfato diamónico por que no es necesario aplicar nitrógeno. No se ha estudiado la factibilidad de usar rocas fosfóricas, que actualmente se están ofreciendo en el mercado, pero por la lenta entrega del fósforo sería más adecuado incorporarlas al suelo antes del establecimiento.

Potasio

Como ya se discutió, la extracción es muy alta; por lo tanto, en alfalfa utilizada en cortes es necesario aplicar dosis anuales equivalentes a 200 a 400 kg/ha de sulfato de potasio (100 a 200 kg de K_2O o 42 a 84 kg/ha de K) con lo cual se mantendría el nivel de potasio en la estrata superficial del suelo. Esto no suple la extracción, pero la planta usa las reservas de potasio del suelo en capas más profundas. Los requerimientos de mantención de potasio en alfalfa bajo pastoreo deberían ser muy bajos, y a menos que el análisis del suelo mostrara una disminución del contenido de este elemento se debería aplicar dosis de 100 a 200 kg/ha de sulfato de potasio.

Se recomienda aplicar el potasio en primavera (septiembre-noviembre). Cuando la dosis a aplicar sea más alta que 200 kg/ha de sulfato de potasio se deberá dividir en dos partes y aplicar la segunda mitad en diciembre-enero, después del corte.

El sulfato de potasio aparece como el fertilizante más adecuado de utilizar por su aporte en azufre, pero puede usarse sin problemas y con ventajas económicas el cloruro de potasio (Muriato). El sulfato doble de potasio y magnesio es otra alternativa pues se agrega, además, azufre y magnesio.

Azufre

Los resultados presentados anteriormente, indican que en los suelos trumaos, en que se ha trabajado con este elemento, no existe respuesta. Considerando, además, que la literatura extranjera afirma que la alfalfa puede obtener este elemento de estratos profundos del suelo, se considera que si se agregan pequeñas cantidades de este elemento como superfosfato normal, sulfato de potasio o sulfato doble de potasio y magnesio, no es necesario hacer aplicaciones adicionales de mantención.

Magnesio

No se ha detectado niveles deficientes de magnesio en suelos y plantas, ni respuesta a aplicaciones de este elemento. Pero está claro que solo si la concentración en la planta es menor a 0,1% se puede esperar respuesta a las aplicaciones. Al mismo tiempo, hay que tener en cuenta que la concentración de magnesio en la planta puede bajar por altas aplicaciones de potasio. Para obviar un problema de magnesio, la aplicación de sulfato doble de potasio y magnesio o superfosfato magnésico podría ser adecuada.

Boro

Se han detectado deficiencias de boro en algunos alfalfares de la zona, que se han corregido con aplicaciones de Boronatrocalcita. En la literatura internacional hay plena coincidencia en que un nivel deficiente es 15 ppm o menos de Boro total en la planta, y que entre 15 y 20 ppm es un nivel crítico. Entre 20 y 40 ppm serían niveles adecuados (Martin y Luchkart, 1971). Para corregir esta deficiencia la recomendación es aplicar 1.0 kg/ha de boro (10 kg/ha de Boronatrocalcita) cuando la deficiencia aparezca.

BIBLIOGRAFIA

- CORREA, M., ZEMELMAN, R. Y LONGERI, L. 1981. Influencia de la fertilización fosfórica en el crecimiento y en el contenido de nitrógeno de cuatro especies de leguminosas forrajeras inoculadas con Rhizobium. Agricultura Técnica (Chile) 41(2):79-82.
- DOUGLAS, J. A. 1986. The production and utilization of lucerne in New Zealand. Grass and Forage Science Vol 41:81-128.
- GONZALEZ, C.; VALDES, F.; ASTUDILLO, W. Y MADRID, M. 1973. Estudio del estado nutritivo en cultivos de alfalfa (Medicago sativa) variedades Moapa y Liguén. Agricultura Técnica (Chile) 23(4):165-173.
- MARTIN, W. E. AND LUCKHART, R. L. 1971. How to predict fertilizer needs of alfalfa. California Alfalfa Production Symposium. Fresno, California. Diciembre 7-8. pp. 16-18.
- MURPHY, W. M.; ROMERO, O. Y BARKER, L. E. 1983. Alfalfa yield on an andosol in southern Chile: Effects of timing and rate of liming and lime-pelleting of seed. Turrialba Vol 33(4):393-397.
- SOTO, P. Y ACUÑA, H. 1985. Establecimiento y productividad de alfalfa en un suelo trumao de la provincia de Linares. Agricultura Técnica (Chile) 45(4):287-292.