

Estudio del estado nutritivo en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) variedades Moapa y Ligüen¹

César González O.², Alberto Valdés F.³, Walterio Astudillo V.⁴ y Manuel Madrid A.⁵

INTRODUCCION

El cultivo de la alfalfa en Chile ha estado destinado preferentemente a la obtención de heno (Aguila C. H., 1963) y solamente en estos últimos años se ha dado énfasis a la producción de semilla certificada. Es así como en este rubro ahora no sólo se cubren las necesidades del país, sino que se exporta semilla de excelente calidad (Elgueta, L., 1970, comunicación personal).

Aunque la zona de cultivo de la alfalfa se extiende desde Tarapacá a Malleco, la más importante se encuentra desde la provincia de Curicó hacia el norte, siendo la de Santiago la que más volumen produce (Elgueta, A., 1969) (Elgueta, L., 1970, comunicación personal).

Hasta hace algunos años, las variedades más sembradas en el país eran la chilena, la peruana y algunas de procedencia europea, especialmente francesas. Posteriormente se introdujeron la variedad Moapa (1957) procedente de los EE. UU. de N. A., que se adapta a las condiciones de riego del llano central y valles transversales y que tiene valiosas características agronómicas y de longevidad (5-7 años de cultivo), y la variedad Ligüen originada de un material introducido en Chile desde Israel que aunque presenta las mismas características que Moapa, tiene un período de rotación menor, especialmente en terrenos de alta infestación de nematodos (2-3 años).

Los trabajos realizados en nuestro país sobre este cultivo abarcan preferentemente aspectos relacionados con control fitosanitario, fertilización y manejo, pero no existen antecedentes sobre estudios nutricionales.

Por este motivo y dado que para la obtención de altos rendimientos el estado nutricional es uno de los aspectos más importantes, esta investigación se ha orientado a obtener la información básica necesaria.

La experiencia se ha diseñado para obtener información sobre los tejidos más representativos del estado nutricional, las fechas más adecuadas para recolectar las muestras, los nutrientes de mayor significación en el rendimiento y su evolución estacional.

Este trabajo se ha realizado en el terreno, en una de las zonas de mayor producción. Se estudió la evolución estacional de macro y micronutrientes en sectores de rendimientos diferentes (altos, medios y bajos), en dos tipos de tejidos y en dos variedades (Moapa y Ligüen).

Como este es el primer trabajo de esta naturaleza que se hace en alfalfa en nuestro país, los valores obtenidos para el estado nutricional óptimo aquí determinados son de carácter tentativo y deberían ser verificados con nuevas experiencias.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron dos variedades de alfalfa: Ligüen y Moapa, de 1 a 5 años de edad, respectivamente.

Se seleccionaron, de acuerdo al rendimiento en la producción de semillas⁶, seis parcelas de cada variedad (12 en total) de 144 m² aproximadamente cada una.

Las parcelas de la variedad Moapa se sometieron a riego y desmalezamiento periódico, mientras que las parcelas de la variedad Ligüen son de secano y no se desmalezaron.

Se estudiaron los suelos en las parcelas de diferentes rendimientos en las dos variedades.

Las experiencias se realizaron en el fundo Los Rulos ubicado a 9 Km al Sur-Este de

¹Recepción originales: 30 de noviembre de 1971.

²Dr. Ciencias Químicas. Profesor de Química Analítica. Sección Química Vegetal Dpto. de Química Inorgánica y Analítica de la Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Chile. Casilla 233, Santiago, Chile.

³Ing. Agr., M. S., Profesor de Suelos. Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

⁴Licenciado en Química y Farmacia. Universidad de Chile.

⁵Licenciado en Química y Farmacia. Universidad de Chile.

⁶Considerando la producción de años anteriores, se seleccionaron parcelas de rendimiento bueno, regular y bajo.

Curacaví de la provincia y departamento de Santiago, comuna de Curacaví (latitud Sur 33°25'; longitud Oeste 71°08'; 167 m sobre el nivel del mar).

Las condiciones climáticas de la zona se caracterizan por un verano seco y caluroso y un invierno frío y moderadamente lluvioso. El promedio normal de agua caída es de 368 mm y durante 1970 fue de 323,4 mm. (Oficina Meteorológica de Chile, 1969).

Toma de muestras y métodos analíticos

Para la toma de muestras se seleccionaron, de acuerdo al criterio de Stephen W. P. (Comunicación epistolar, 1970), las dos hojas ubicadas inmediatamente bajo el botón floral. La muestra de tallo correspondió al tercio medio de ellos.

Las recolecciones de muestras de hojas se iniciaron una semana después del corte de rezago¹ (primeros días de octubre) hasta la pérdida de individualización del tejido por defoliación (últimos días de diciembre). Se muestreó con una frecuencia que fluctuó entre 20 y 25 días. De este tejido se efectuaron cinco tomas de muestras para la variedad Moapa y tres para la variedad Ligüen.

Las muestras de tallos se recolectaron alrededor de los 30 días después del rezago hasta una semana antes de la cosecha (marzo) con una frecuencia de 20 a 30 días, obteniendo siete muestras para variedad Moapa y seis para la variedad Ligüen.

Se utilizaron las mismas técnicas que en trabajos anteriores para tratamientos de muestras (Lachica, G., 1965). Se determinaron: N, por nitrómetro (USA Operating Directions for the Coleman Model 29 A., 1966); P, por reactivo sulfomolibdico (Jackson, M. L., 1964); K, por fotometría de llama, y Ca, Mg, Zn, Cu, Mn, y Fe, por absorción atómica (Berry, W. L. y Johnson, C. M., 1966) (Perkin E., 1968).

SUELOS

Origen y modo de formación. Sedimentos aluviales del estero Puangue. Se caracteriza por un alto contenido de cuarzo y mica, producto de la meteorización de las rocas graníticas y granodioríticas de la cordillera de la Costa.

Posición fisiográfica. Terraza aluvial del Puangue.

Vegetación natural. Estepa de espinos (*Acacia cavendishii*).

¹Corte al que se somete la planta al comenzar el período de crecimiento para aumentar su vigor. Generalmente se acompaña con un desmalezamiento.

Drenaje. Externo bueno, interno moderado.

Erosión. No hay.

Pendiente. Plano (0-1%).

Caracterización general: Suelo de origen sedimentario; profundo, estratificado, de color pardo oscuro en la superficie y textura media; en profundidad el color se hace más claro y son comunes las estratas arenosas. De buena permeabilidad y drenaje moderado. El perfil presenta las evidencias de salinización (manchas y eflorescencias). Hay mica y cuarzo abundantes.

En atención a sus limitaciones se clasifica en Clase IIIs de Capacidad de Uso y 2ª Categoría de Riego.

La composición y características de los suelos de las diferentes parcelas en las cuales se realizó la experiencia, se encuentran en el Cuadro I.

Los métodos y conceptos utilizados en este trabajo para interpretar los resultados analíticos son aquéllos que han dado los mejores resultados para otros cultivos, como olivos, manzanos, durazneros, viñedos, etc. Estos son:

- Niveles críticos de Chapman (1945) y Ulrich (1948), que permiten interpretar a través de una correlación entre el rendimiento y contenido foliar de cada elemento o niveles observados, las posibles deficiencias o excesos existentes.
- La Alimentación Global e Intensidad de Nutrición, que dan cuenta de la capacidad de asimilación de un vegetal.
- Método de las Coordenadas Nutritivas de Recalde (1965). Para hacer un equilibrio nutritivo del cultivo en estudio, se ha utilizado el criterio planteado por Recalde, el cual consiste en la obtención de una proporción múltiple en la que quedan involucrados todos los elementos mayores considerados a través de razones binarias óptimas. Este procedimiento se aplicó a aquellas fechas que correlacionan como las más significativas y se han utilizado las siguientes razones binarias: N/P, N/K, N/Ca, N/Mg, P/K, P/Ca, P/Mg, K/Ca, K/Mg, y Ca/Mg.

Para el análisis, los datos se agruparon en forma independiente por variedad y tejido, y se correlacionaron con el rendimiento de cada parcela.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan en los anexos I-II-III-IV en que se indican los promedios de contenido de los distintos elementos en hojas

Cuadro 1 — Composición y características de los suelos de las parcelas en que se realizó el ensayo

Suelo de la Parcela	1		3		6		9		8		12	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Estrata												
Profundidad (cm)	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
ANALISIS GRANULOMETRICO												
Arena (%)	34,61	31,22	49,17	37,18	85,55	82,35	33,26	36,31	32,77	31,23	21,30	30,59
Limo (%)	49,44	56,90	36,97	50,69	10,72	14,04	47,16	43,59	51,27	60,19	75,94	67,93
Arcilla (%)	15,95	11,88	13,86	12,13	3,76	3,62	19,58	20,10	5,96	17,68	2,75	1,48
Textura*	F.1	F.1	F.1	F.1	A.f	A.f	F.	F.	F.1	F.1	F.1	F.1
ANALISIS FISICOQUIMICO												
Densidad aparente g/cc	1,33	1,44	1,47	1,61	1,79	—	1,61	1,61	1,59	1,53	1,41	1,43
pF 2,5	25	19	20	18	7	7	28	27	26	28	33	28
4,2	14	11	11	11	5	5	17	16	14	16	20	12
Humedad aprovechable (%)	9	8	9	7	2	2	11	11	12	12	13	16
Conductividad (mmho/cm 25°)	0,8	0,6	0,8	1,1	0,7	1,1	6	3,8	1,2	8,7	5,1	9,1
Materia orgánica (%)	3,3	1,3	3	2,6	1,3	0,9	3,6	2,4	3,6	3,1	3,8	2,1
pHs H ₂ O	7,6	8,0	7,9	7,7	8,0	7,8	7,7	7,7	7,8	7,8	7,6	7,7
pHs KCl	6,4	6,4	6,7	6,5	7,1	7,0	7,0	6,9	6,8	6,9	6,8	6,8
ANALISIS QUIMICO												
Ca (mEq)	13,61	10,76	14,21	33,94	6,96	5,92	23,15	29,32	23,32	20,82	29,66	12,65
Mg (mEq) **	1,88	1,76	2,04	8,43	0,90	0,81	4,32	1,81	4	5,30	6,89	2,22
K (mEq)	0,92	1,33	1,80	0,99	0,78	0,96	1,89	0,55	2,34	1,32	1,68	2,54
Na (mEq)	10,90	4,27	3,57	36,35	1,24	1,14	13,01	34,92	3,13	7,64	22,34	3,47
C. I.C.	27,31	18,12	21,62	79,71	9,88	8,3	42,37	66,60	32,79	35,08	60,57	20,88
	20,5	12,5	15,0	14,5	5,0	4,0	23,0	24,0	20,5	23,0	29,0	27,0

*F.1.: Franco limoso.
A.f.: Areno francoso.
F.: Franco
**mEq/100 g.

y tallos de las dos variedades de alfalfa, durante los días después del rezago en que se tomaron las muestras.

Debido a que no se encuentran en la literatura disponible estudios sobre contenidos nutricionales para estas variedades de alfalfa y sólo existen valores aislados sobre otras variedades que se destinan preferentemente a heno, no precisándose fechas de toma de muestras ni tejidos utilizados, se ha prescindido en este trabajo de la comparación de valores.

Del análisis de los resultados obtenidos para los distintos elementos en los tres tipos de parcelas, según su producción, se puede concluir que en las dos variedades la evolución de los contenidos presenta características sig-

nificativamente iguales en tallos y que sus niveles tienden a descender a medida que se acerca la cosecha, excepto para el cobre que mantiene un nivel más bien estable a través del desarrollo. En cambio, en hojas es semejante la evolución de P, K, Mg, Fe, Cu y Zn; la de N, Ca y Mn tiene forma distinta según sea la producción de la parcela. En cuanto a la tendencia de los niveles, se observó que también difieren bastante y es así como el Ca, Mn y Fe, tienden a subir hacia la cosecha; P, K, Mg y Zn tienden a descender, en cambio el nivel de N es periódico a través del desarrollo.

El nivel del cobre en este tejido, no tiene grandes variaciones.

Con respecto a los niveles de estos nutrientes, aquéllos de la variedad Moapa son superiores a la variedad Ligüen, excepto el nivel de Mg que es inferior, y los niveles de Cu y P son semejantes en las dos variedades.

A su vez los niveles encontrados en las hojas de las dos variedades son superiores a los de los tallos con la sola excepción de K en que la situación es a la inversa.

Para seguir el curso de la evolución de los nutrientes en este tipo de cultivo, es recomendable muestrear en tallos y no hojas, ya que este tejido pierde su individualización alrededor de los 80 días después del rezago, por lo cual no pueden recolectarse muestras durante todo su período de desarrollo y, por ende, no es posible observar el período en que los nutrientes se estabilizan. En cambio, en tallos es posible determinarlo alrededor de los 100-115 días después del rezago.

Para seleccionar el tejido y las fechas de recolección de muestras que entreguen la información más completa del estado nutricional de la planta, se ha aplicado un procedimiento diferente al clásico. La forma clásica utiliza las curvas de evolución de los elementos en forma separada y elige, generalmente, como mejor fecha aquélla en que el nutriente mantiene un nivel constante, con lo cual automáticamente deja de lado las interacciones entre elementos. Se estima que está demostrado que existen interacciones entre la mayoría de los elementos, lo que hace necesario buscar las correlaciones más significativas entre el rendimiento del cultivo y estas relaciones.

En este procedimiento, los elementos individualmente se han correlacionado con el rendimiento en cada una de las fechas en que se recolectaron muestras.

De los resultados obtenidos en la aplicación de los diversos criterios de interpretación, se puede establecer que no existe una fecha en la cual se pueda obtener toda la información acerca del estado nutricional, al menos para este cultivo.

Con este procedimiento se puede, mediante una experiencia como la diseñada, determinar las fechas adecuadas en que los nutrientes y los rendimientos tengan una buena correlación. Así, por ejemplo, en hojas de la variedad Moapa a los 50 días después del rezago, se encuentra el mayor número de correlaciones significativas (Anexo v), aunque también se presentan a los 60 días después del rezago.

En cambio para tallos de la variedad Moapa, la fecha más adecuada para correlacionar macronutrientes con rendimiento es a los 140 días después del rezago. En este tejido también se encuentra una fecha adecuada para correlacionar micronutrientes con el rendimiento, la que corresponde a los 50 días des-

pués de rezagar. Para las hojas de la variedad Ligüen, 25 días después del rezago parece ser la fecha más aconsejable para la toma de muestras.

En tallos de la variedad Ligüen, es recomendable la recolección de muestras a los 100 días después del rezago, porque da un índice más aproximado del estado nutricional de la planta. Aún así existe otra fecha que sirve para interpretar los datos en base a otros criterios y es así como a los 60 días es posible efectuar un estudio de las interacciones de macronutrientes.

Se ha realizado, además de las anteriores la interpretación planteada por Recalde (1965) que busca un equilibrio nutricional óptimo entre los macronutrientes. Los valores obtenidos a través de este criterio son válidos, pues reflejan el estado nutricional del cultivo de alfalfa para las fechas escogidas.

De acuerdo a los resultados obtenidos de análisis anterior, se postulan tentativamente los siguientes valores óptimos para Niveles Alimentación global, Equilibrio nutritivo y Coordenadas nutritivas de Recalde en las fechas más adecuadas para la recolección de las muestras (a partir del rezago) para los diferentes tejidos y variedades:

Niveles		
		Recolección de muestras (días a partir del rezago)
<i>Nitrógeno</i>		
Hojas Moapa	5,00-5,50%	50
Hojas Ligüen	5,00-5,10%	25
Tallos Moapa	0,80-1,13%	140
Tallos Ligüen	0,48-0,95%	100
<i>Fósforo</i>		
Hojas Moapa	0,56-0,61%	10
Hojas Ligüen	0,63-0,64%	25
Tallos Moapa	0,08-0,16%	140
Tallos Ligüen	0,09-0,15%	100
<i>Potasio</i>		
Hojas Moapa	1,10-1,30%	50
Hojas Ligüen	1,94-2,04%	25
Tallos Moapa	1,39-1,59%	50
Tallos Ligüen	1,84-2,10%	35
<i>Calcio</i>		
Hojas Moapa	1,68-1,75%	50
Hojas Ligüen	1,22-1,43%	25
Tallos Moapa	0,46-0,49%	140
Tallos Ligüen	1,13-1,23%	100

Niveles (cont.)

Magnesio

Hojas Moapa	0,17-0,22%	50
Hojas Ligüen	0,26-0,31%	25
Tallos Moapa	0,10-0,20%	140
Tallos Ligüen	0,15-0,20%	100

Zinc

Hojas Moapa	30-31 ppm	50
Hojas Ligüen	38-42 ppm	25
Tallos Moapa	19-21 ppm	50
Tallos Ligüen	10-11 ppm	100

Manganeso

Hojas Moapa	45-53 ppm	50
Hojas Ligüen	35-36 ppm	25
Tallos Moapa	17-23 ppm	50
Tallos Ligüen	14-15 ppm	60

Hierro

Hojas Moapa	111-116 ppm	60
Hojas Ligüen	90-96 ppm	25
Tallos Moapa	67-129 ppm	50
Tallos Ligüen	21-24 ppm	100

Cobre

Hojas Moapa	12-14 ppm	50
Hojas Ligüen	13-14 ppm	25
Tallos Moapa	11-12 ppm	50
Tallos Ligüen	7-8 ppm	25

Alimentación Global

		Recolección de muestras (días a partir del rezago)
Hojas Moapa	331-366 Meq	60
Hojas Ligüen	429-435 Meq	25
Tallos Moapa	93-123 Meq	140
Tallos Ligüen	94-120 Meq	100

Equilibrio Nutritivo

	% N	% P	% K	
Hojas Moapa	89,6	4,1	6,4	50
Hojas Ligüen	84,0	4,0	12,0	25
Tallos Moapa	73,3	4,5	22,2	115
Tallos Ligüen	60,4	4,3	25,3	60

Coordenadas Nutritivas de Recalde

Hojas Moapa						
%	N	P	K	Ca	Mg	R. M ¹
	80,0	3,2	6,4	8,8	1,6	50

Hojas Ligüen

%	N	P	K	Cu	Mg	R. M ¹
	76,8	3,6	10,7	6,7	2,2	25

Tallos Moapa

%	N	P	K	Cu	Mg	R. M ¹
	57,3	2,6	26,5	8,6	5,0	140

Tallos Ligüen

%	N	P	K	Cu	Mg	R. M ¹
	59,5	2,8	22,0	10,8	4,9	100

¹R.M.: Recolección muestras; días a partir del rezago.

SUELOS

El análisis de los valores en las determinaciones de suelos expuestos en el Cuadro 1, nos permite afirmar que una conductividad de hasta 12 mmhos/cm no afecta negativamente a la producción de semillas, hecho que es significativo, pues si bien se sabe que la alfalfa es un cultivo resistente a la salinidad no se conocía un límite específico para este tipo de cultivo. Es importante señalar que la capacidad de retención de humedad entre los límites texturales, arena - franco limosa, tiene importancia decisiva en la producción de semillas. Cuando la humedad aprovechable (pF 2,5 - pF 4,2) es inferior al 5,0%, habría una limitación en el crecimiento si la alfalfa se cultiva de secano, mientras que sobre un 8% no habría influencia para estas condiciones; sin embargo, se estima que bajo un régimen de riego esta diferente capacidad para retener humedad debiera tener importancia sobre crecimiento y desarrollo de este vegetal. Por otra parte si se comparan los resultados con los valores de densidad aparente obtenidos, no se observan diferencias significativas para este cultivo, salvo en el suelo arenoso, en donde además de tener la densidad aparente mayor, hay otros factores negativos de mayor importancia que este parámetro.

De los valores de capacidad de intercambio catiónico (cic), se puede deducir que hay correlación entre los suelos de las parcelas de la variedad Moapa y el rendimiento, lo que no ocurre con los suelos de la variedad Ligüen.

En cuanto a contenido de elementos menores, ambos suelos son deficitarios en Zn y son normales en Mn y Cu, lo cual está de acuerdo con estudios anteriores realizados en suelos del mismo predio.

RESUMEN

Se estudió el contenido de los nutrientes en hojas y tallos de alfalfa (*Medicago sativa*) en las variedades de riego Moapa y Ligüen de secano. Se analizó el suelo para estudiar su influencia sobre el cultivo. Las muestras se tomaron cada 20 a 25 días, a partir del rezago hasta días antes de la cosecha.

Se determinaron los niveles de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn.

Se puso especial atención a la evolución estacional de macro y micronutrientes. De lo anterior se proponen fechas aproximadas para obtener muestras de tejidos que correlacionen con la producción de semillas.

SUMMARY

The nutrient content of leaves and stalks of two alfalfa varieties *Medicago sativa* vars. Moapa (irrigated) and Ligüen (not irrigated) fields were studied. The soil was analyzed in order to study its influence on the crop.

The samples were taken at 20-25 days interval, starting from the time the field was left to seed up to a few days before harvest. The levels of N, P, K, Ca, Mg, Mn, Zn and Cu were determined.

Special emphasis was given to the seasonal variations of macro and micronutrients. From the foregoing, approximate dates are proposed in order to obtain suitable tissue samples that will correlate with seed production.

LITERATURA CITADA

- AGUILA, C. H. 1963. Pastos y empastadas. Ed. Universitaria. Santiago, Chile, pp. 253-267.
- BERRY, W. L. and JOHNSON, C. M. 1966. Determination of calcium and magnesium in plant material and culture solutions, using atomic absorption spectroscopy. Appl. Spectry. 20: 209-211.
- CHAPMAN, H. D. 1945. Mineral nutrition of plants. Am. Rev. Biochem. 14: 709-732.
- ELGUETA, ALEJANDRO. 1969. Determinación de altura óptima de corte en distintas variedades de alfalfa. Santiago, Chile. Universidad Católica de Chile. 60 p. (Tesis Ing. Agr.).
- JACKSON, M. L. 1964. Análisis químico de suelos. Ed. Omega S. A. Barcelona, p. 199.
- LACHICA, G. M. 1965. Técnica de análisis foliar. Estación Experimental del Zaidín. Anales de Edafología y Agrobiología xxiv, Nº 9-10, Madrid, pp. 499-610.
- OFICINA METEOROLÓGICA DE CHILE. 1969. Pluviometría de Chile. 3ª Parte, Fascículo 3º, 54 p.
- PERKIN, ELMER. 1968. Analytical methods for atomic absorption spectroscopy. Norwalk, Connecticut. USA. 175 p.
- RECALDE, L. 1965. Comunicación al Coloquio. "Aportación de las investigaciones ecológicas y agrícolas a la lucha del mundo contra el hambre". Madrid, 20-25.
- ULRICH, ALBERT. 1948. Diagnostic techniques for soils and crops. Chap. 6, 157-198. (H. B. Kitchen, Ed. The American Potash Institute, Washington 6, D. C.).
- U.S.A. OPERATING DIRECTIONS FOR THE COLEMAN MODEL 29 A. 1966. Nitrogen Analyzer in Coleman Instruments Corp. Maywood, Illinois. 34 p.

ANEXO I

HOJAS MOAPA (PARCELAS 1 A 6)

	Días a partir del rezago					Días a partir del rezago				
	10	30	50	60	80	10	30	50	60	80
Nitrógeno (%)										
\bar{x}	5,42	3,70	5,24	4,37	4,53	2,36	2,02	1,69	1,65	1,37
S	1,16	1,02	0,41	0,29	0,46	0,21	0,35	1,66	0,17	0,18
Fósforo (%)										
\bar{x}	0,54	0,41	0,45	0,39	0,37	1,80	1,82	1,62	2,13	2,61
S	0,05	0,07	0,07	0,04	0,09	0,38	0,25	0,10	0,20	0,29
Potasio (%)										
\bar{x}										
S										
Calcio (%)										
\bar{x}										
S										

	Días a partir del rezago					Días a partir del rezago					
	10	30	50	60	80	10	30	50	60	80	
<i>Magnesio (%)</i>						<i>Zinc (ppm)</i>					
\bar{x}	0,23	0,20	0,18	0,20	0,23	44,6	30,7	30,3	28,1	22,4	
S	0,04	0,03	0,03	0,04	0,07	4,6	3,1	1,8	2,0	2,7	
<i>Hierro (ppm)</i>						<i>Manganeso (ppm)</i>					
\bar{x}	119,8	135,6	131,9	134,2	138,1	79,6	76,2	56,3	69,6	89,5	
S	21,5	49,1	41,0	39,0	57,8	31,9	44,0	12,3	28,4	48,3	
<i>Cobre (ppm)</i>											
\bar{x}	18,7	13,6	12,8	12,6	14,1						
S	2,7	1,4	1,1	0,7	1,3						

ANEXO II

TALLOS MOAPA (PARCELAS 1 A 6)

	Días a partir del rezago							Días a partir del rezago							
	30	50	60	80	115	140	155	30	50	60	80	115	140	155	
<i>Nitrógeno (%)</i>								<i>Hierro (ppm)</i>							
\bar{x}	1,36	2,22	1,55	1,29	0,95	0,86	0,88	96,1	108,3	76,8	45,5	49,6	38,7	45,1	
S	0,12	0,44	0,24	0,24	0,15	0,20	0,18	43,8	34,5	20,1	10,8	11,6	22,2	15,9	
<i>Fósforo (%)</i>								<i>Cobre (ppm)</i>							
\bar{x}	0,28	0,30	0,25	0,23	0,15	0,10	0,08	11,4	12,2	8,1	9,3	8,0	7,5	6,8	
S	0,04	0,07	0,05	0,05	0,03	0,02	0,03	1,1	1,3	3,5	0,7	2,5	1,3	1,0	
<i>Potasio (%)</i>								<i>Zinc (ppm)</i>							
\bar{x}	2,61	1,94	2,17	1,72	1,38	1,27	1,24	21,1	23,0	14,0	13,9	10,2	9,2	7,4	
S	0,46	0,76	0,92	0,20	0,38	0,31	0,48	3,6	4,4	3,6	2,9	2,1	2,3	2,2	
<i>Calcio (%)</i>								<i>Manganeso (ppm)</i>							
\bar{x}	0,93	1,43	1,05	0,76	0,76	0,58	0,78	20,8	33,1	21,0	16,7	17,7	17,6	18,5	
S	0,09	0,31	0,23	0,21	0,23	0,18	0,27	10,7	18,5	9,2	6,9	12,0	14,6	14,7	
<i>Magnesio (%)</i>															
\bar{x}	0,16	0,24	0,14	0,12	0,12	0,10	0,16								
S	0,03	0,08	0,03	0,05	0,03	0,05	0,08								

ANEXO III

HOJAS LIGÜEN (PARCELAS 7 A 12)

	Días a partir del rezago			Días a partir del rezago		
	25	35	60	25	35	60
<i>Nitrógeno (%)</i>			<i>Potasio (%)</i>			
\bar{x}	4,80	4,26	4,15	1,85	1,37	1,00
S	0,38	0,66	0,40	0,20	0,22	0,08
<i>Fósforo (%)</i>			<i>Calcio (%)</i>			
\bar{x}	0,55	0,42	0,39	1,41	1,83	2,84
S	0,09	0,07	0,02	0,10	0,22	0,19

	Días a partir del rezago				Días a partir del rezago		
	25	35	60		25	35	60
<i>Magnesio (%)</i>				<i>Zinc (ppm)</i>			
\bar{x}	0,30	0,29	0,39	\bar{x}	40,6	30,0	24,7
S	0,03	0,07	0,07	S	11,5	2,5	1,9
<i>Hierro (ppm)</i>				<i>Manganeso (ppm)</i>			
\bar{x}	97,9	84,7	94,9	\bar{x}	36,4	38,5	47,4
S	5,8	4,0	4,7	S	2,4	5,6	6,7
<i>Cobre (ppm)</i>							
\bar{x}	13,9	12,7	15,6				
S	0,8	0,8	2,8				

ANEXO IV

TALLOS LIGÜEN (PARCELAS 7 A 12)

	Días a partir del rezago							Días a partir del rezago										
	25	35	60	100	130	145		25	35	60	100	130	145					
<i>Nitrógeno (%)</i>													<i>Hierro (ppm)</i>					
\bar{x}	1,78	1,67	1,38	0,95	0,80	0,92	\bar{x}	53,8	57,5	30,2	24,5	24,2	31,2					
S	0,74	0,35	0,32	0,15	0,12	0,07	S	7,7	22,9	4,0	4,1	4,4	4,3					
<i>Fósforo (%)</i>													<i>Cobre (ppm)</i>					
\bar{x}	0,34	0,25	0,22	0,14	0,09	0,09	\bar{x}	12,7	11,0	10,3	7,7	7,7	8,0					
S	0,09	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	S	1,8	0,1	0,9	0,4	1,3	0,5					
<i>Potasio (%)</i>													<i>Zinc (ppm)</i>					
\bar{x}	2,58	1,75	1,44	0,91	0,65	0,73	\bar{x}	24,0	20,2	17,0	9,6	9,5	10,5					
S	0,57	0,43	0,36	0,21	0,19	0,12	S	3,8	3,3	2,1	1,3	1,1	0,9					
<i>Calcio (%)</i>													<i>Manganeso (ppm)</i>					
\bar{x}	1,05	0,94	0,91	0,59	0,48	0,53	\bar{x}	17,1	13,3	13,2	10,7	10,2	10,5					
S	0,13	0,15	0,18	0,14	0,07	0,15	S	2,5	1,7	1,3	1,0	0,7	1,4					
<i>Magnesio (%)</i>																		
\bar{x}	0,29	0,25	0,24	0,17	0,17	0,18												
S	0,07	0,03	0,06	0,03	0,08	0,04												

ANEXO V

CORRELACIONES SIGNIFICATIVAS CON RENDIMIENTO

Días	Elemento	Indice de correlación	NIVELES	
			140	K, Ca
			115	Mn
			155	Ca, Mn
				0,76 (K), -0,88 (Ca)
				-0,87
				-0,83 (Ca), 0,80 (Mn)
Hojas Moapa				
10	P	0,79		
50	K	0,86		
60	K, Fe	0,78 (K), 0,80 (Fe)		
Tallos Moapa				
50	K, Mn, Cu, Zn	-0,84 (K), 0,90 (Mn), -0,79 (Cu), -0,73 (Zn)		
60	K	-0,74		
Hojas Ligüen				
25	K	0,77		
60	Ca	0,73		
Tallos Ligüen				
25	Ca	0,78		
35	K	0,83		
60	Mn	0,93		
145	Mn	0,77		

RELACIONES BINARIAS

<i>Días</i>	<i>Relación binaria</i>	<i>Índice de correlación</i>
Hojas Moapa		
30	P/K	0,81
50	K/Ca, K/Mg	-0,86 (K/Ca), -0,77 (K/Mg)
Tallos Moapa		
50	K/Mg	-0,80
60	N/P	-0,74
80	N/P	-0,79
140	N/Ca, K/Ca	0,78 (N/Ca), 0,91 (K/Ca)
Hojas Ligüen		
25	P/Ca	0,76
60	N/Ca, K/Ca	0,76 (N/Ca), 0,86 (K/Ca)
Tallos Ligüen		
60	K/Ca, P/K	0,89 (K/Ca), -0,91 (P/K)
100	P/K	0,79

EQUILIBRIO K-Ca-Mg

<i>Días</i>	<i>Índice de correlación</i>
Hojas Moapa	
50	-0,90
60	0,85
Tallos Moapa	
50	0,74
Tallos Ligüen	
100	0,84
EQUILIBRIO NUTRITIVO (N-P-K)	
<i>Días</i>	<i>Índice de correlación</i>
Tallos Moapa	
115	0,83
Tallos Ligüen	
60	0,85
ALIMENTACION GLOBAL	
<i>Días</i>	<i>Índice de correlación</i>
Hojas Moapa	-0,78