

EFFECTOS DE ALTURAS DE UTILIZACION Y RESIDUO EN  
PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICION BOTANICA DE UNA PASTURA  
DE FESTUCA CON TREBOL SUBTERRANEO. IX REGION<sup>1</sup>

Effects of utilization and residue heights on productivity and botanical  
composition in a tall fescue and subclover mixture

Hernán Acuña P.<sup>2</sup>, Oriella Romero Y.<sup>3</sup> y Hernán Elizalde V.<sup>4</sup>

S U M M A R Y

The study was conducted at the Carillanca Experimental Station (INIA, Temuco) during the 1983/84 and 1984/85 seasons, with the objective to obtain practical management recommendations.

A three years old tall fescue (*Festuca arundinaceae* Sch.) cv. K-31 and subclover (*Trifolium subterraneum*) cv. Mount Barker pasture was used. The analysed variables were total dry matter yield, botanical composition and quality. The pasture was seeded in August 1982 and topdressed annually, with 17.5 kg of P/ha and 56 kg of N/ha.

A complete block design, in a factorial arrangement, with four replicates was used; treatments consisted of three utilization heights (15-25-35 cm) combined with three residual heights (2-7-12 cm). Three additional treatments were: 10 cm utilization, with 2 and 7 cm residue, and 45 cm utilization, with 7 cm residue.

Results indicated that total dry matter yield increased as height of utilization increased and height of residue decreased. Maximum yield was with the 35-2 combination. Clover contribution to yield was higher with the 2 cm residue; with a 15 cm utilization height, a better protein level was obtained.

INTRODUCCION

La Región de la Araucanía (IX) se caracteriza por poseer condiciones naturales muy variadas (Rouanet, 1983). La zona de Cautín forma parte de una región natural algo mayor que la propia provincia, que se caracteriza por la coexistencia de condiciones del Chile Mediterráneo central con las de Chile templado de la Región de Los Lagos (X). Este carácter transicional es posible advertirlo desde varios puntos de vista, donde se destacan el climático, el edáfico y el geomorfológico (IREN, 1970).

Según Almeyda y Sáez (1958), durante los tres meses de verano, en Temuco caen 131 mm (promedio de 42 años), lo que equivale a un 10% de la precipitación anual. Rouanet (1983) indica que en el mismo período, la humedad disponible en el suelo es insuficiente, por lo que las especies pratenses mejor adaptadas son las terófitas o hemicriptófitas, capaces de persistir durante este período crítico.

Entre las gramíneas hemicriptófitas, festuca alta (*Festuca arundinacea* Sch.) soporta sequías prolongadas, superiores a cuatro meses (Aguila, 1968), persistiendo en buena forma y entregando una alta producción total (Romero, 1982). Asociada con trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum* L.), ha dado buenos resultados en sistemas de producción de carne (Rojas y otros, 1983). De esta última especie, existen variedades cuyo ciclo de desarrollo coincide con el período sin restricción de humedad.

<sup>1</sup> Recepción de originales: 22 de junio de 1987.

<sup>2</sup> Estación Experimental Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

<sup>3</sup> Estación Experimental Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

<sup>4</sup> Estación Experimental Remehue (INIA), Casilla 24-0, Osorno, Chile.

Esta mezcla es recomendada para la zona, por presentar alta producción sin aplicación de fuertes cantidades de N, cuando se mantiene una buena proporción de la leguminosa en ella (INIA, 1967). Sin embargo, existen algunas dudas sobre el manejo más adecuado, que evite que el agresivo crecimiento de festuca en primavera, tienda a disminuir la proporción de trébol subterráneo.

El presente estudio tiene por objeto determinar el efecto de la combinación de diferentes alturas de utilización y de residuo, sobre la productividad primaria de los dos componentes de la mezcla y deducir normas de manejo, que permitan la mantención de una adecuada proporción de la leguminosa en la mezcla.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio fue realizado en la Estación Experimental Carillanca (INIA) (38° 41' lat. S. y 72° 25' long. W., 200 msnm), comuna de Vilcún, 20 km al noreste de la ciudad de Temuco, Región de la Araucanía, Chile. El ensayo se estableció dentro de una exclusión, que forma parte de un sistema de producción de carne en seco, en una pastura compuesta por festuca K-31 y trébol subterráneo Mount Barker. Esta mezcla fue establecida en mayo de 1982, utilizando una dosis de 16 y de 8 kg/ha, respectivamente.

La fertilización al establecimiento fue de 22 kg de P, 30 kg de N, 21 kg de K y 80 kg de S/ha, en forma de fosfato de amonio y de sulfato de potasio, y se hizo un control de malezas con MCPA, en agosto de 1982, con la dosis de 1 lt/ha. La fertilización anual de mantención fue de 17,5 kg de P y 24 kg de N/ha, en mayo y 32 de N/ha, en agosto.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones en parcelas de 6 x 2,5 m. Al combinar tres alturas de utilización (15, 25 y 35 cm) con tres alturas de residuo (2, 7 y 12 cm), en un arreglo factorial completo, se obtuvo nueve tratamientos (Cochran y Cox, 1980; Ostle, 1979), a los cuales se agregó dos tratamientos con altura de utilización de 10 cm (2 y 7 cm de residuo) y uno con altura de utilización a 45 cm (7 cm de residuo).

El estudio se mantuvo durante dos temporadas de crecimiento (1984/85 y 1985/86). En el Cuadro 1 se indican los valores de algunos factores climáticos registrados en dichas temporadas. Las mediciones realizadas fueron las siguientes:

1. Descripción inicial y final de la pastura: en cada temporada, se tomaron notas del número de plantas de malezas/m<sup>2</sup>, número de semillas de trébol/m<sup>2</sup>; plantas de trébol existentes, porcentaje de suelo descubierto y número de macollas de festuca/m<sup>2</sup>.

**CUADRO 1. Balance hídrico y temperaturas medias mensuales de superficie, para el período de evaluación**  
TABLE 1. Monthly hydric balance and surface temperature during the two periods (1984–1986)

Variables	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1984												
T° C	18,0	15,6	15,4	10,6	7,9	5,1	6,2	6,8	10,5	10,2	12,6	15,5
P (mm)	37,9	94,6	31,7	51,4	458,2	218,2	246,8	72,9	98,8	233,7	44,3	27,2
E (mm)	201,5	142,9	118,4	69,0	30,9	16,7	15,6	29,4	63,3	74,2	124,4	138,8
BH* (mm)	-163,6	-48,3	-86,7	-17,6	427,3	201,3	231,2	43,5	35,5	159,5	-80,1	-111,6
1985												
T° C	16,4	16,4	14,3	10,1	9,3	9,5	6,3	8,0	9,2	11,1	14,3	15,2
P (mm)	59,1	18,7	49,4	161,4	357,7	163,6	117,8	95,8	149,4	83,5	71,9	1,5
E (mm)	181,1	161,1	118,0	40,6	29,7	20,0	23,5	35,5	60,5	98,8	140,3	185,5
BH (mm)	-122,0	-142,3	-68,6	120,8	328,0	143,6	94,3	60,3	88,9	-15,3	-68,4	-184,0
1986												
T° C	16,1	16,4	12,8	11,6	9,0	6,6	7,8	8,3	9,2	12,9	11,8	14,1
P (mm)	20,5	119,8	87,7	182,2	232,2	254,3	111,5	224,6	53,3	67,7	187,4	10,2
E (mm)	206,3	138,7	98,5	44,9	26,7	20,5	19,2	32,8	57,5	98,5	119,2	172,7
BH (mm)	-185,8	-18,9	-10,8	137,3	205,5	233,8	92,3	191,8	-4,2	-30,8	68,2	-162,5

\* En el cálculo del balance hídrico se asume una capacidad de retención de humedad por parte del suelo igual a 100 mm.  
T: temperatura; P: precipitación; E: evaporación; BH: balance hídrico.

2. Productividad de la pastura y composición botánica: se midió la m.s. por corte (barra segadora) y por especie, según tratamiento. En cada muestreo, se determinó la composición botánica, por medio del método del doble metro (Daget y Poissonet, 1971).
3. Calidad del forraje cosechado: se midieron tres variables, digestibilidad *in vitro* de la m.s. (Tilley y Terry, 1963), porcentaje de proteína (Kjeldahl; AOAC, 1975) y porcentaje de cenizas de la m.s. Esto se realizó para cada corte, en una muestra compuesta de las cuatro repeticiones de cada tratamiento.

Se realizó análisis de variancia, para las variables productividad de m.s. y proteína, considerando un modelo factorial 3 x 3. Esto se complementó con análisis de regresión, para incluir los valores de los tratamientos adicionales y obtener funciones matemáticas, que ayudaran a interpretar los efectos de los factores estudiados. En todos estos análisis, se utilizó el cuadrado medio del error del ANDEVA, que consideró los 12 tratamientos del ensayo, para realizar la prueba de FISHER.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Efecto de las alturas de utilización y de residuo en el rendimiento de forraje

En el Cuadro 2, se presenta los rendimientos promedios totales y de festuca (kg m.s./ha) y el número de cortes en cada tratamiento.

Se observa un menor número de cortes durante la segunda temporada de estudio. Este período (abril 85—abril 86) fue caracterizado por una primavera muy seca, presentando un balance hídrico negativo un mes antes que la temporada anterior (Cuadro 1). Esto afectó la recuperación de las plantas, requiriéndose un mayor tiempo para realizar cada corte, especialmente en los tratamientos con menor residuo (2 cm).

Cuando se combinó una altura de utilización de 10 cm con una altura de residuo de 7 cm, se alcanzó el mayor número de cortes, situación que se observa en ambas temporadas. A medida que aumenta la altura de utilización, disminuyó el número de cortes, hasta el punto que la pastura llegó sólo una vez a los 45 cm de altura.

**CUADRO 2. Rendimientos promedios total y de festuca (kg m.s./ha), y número de cortes, por tratamiento y temporada en festuca—trébol subterráneo. Carillanca 1984/85 y 1985/86**

TABLE 2. Mean yields, total and fescue (kg D.M./ha), and cutting numbers by treatment in fescue—subterranean clover during 1984/85 and 1985/86. Carillanca Exp. Sta. (Temuco)

Tratamientos		1984/85			1985/86		
Altura de utilización	Altura de residuo	Rendimiento (kg m.s./ha)		Nº de cortes	Rendimiento (kg m.s./ha)		Nº de cortes
		Total	Festuca		Total	Festuca	
10	2	3.456 de	2.613 cd	7	4.605 bc	2.831 bcd	5
	7	2.111 e	1.894 d	9	2.378 e	1.734 d	6
15	2	3.201 de	2.667 cd	6	4.641 bc	2.853 bcd	3
	7	2.665 e	2.406 d	6	3.319 cde	2.574 bcd	4
	12	2.216 e	2.129 d	8	2.584 e	2.339 cd	6
25	2	6.401 ab	6.048 ab	4	5.194 ab	3.865 abc	2
	7	3.615 de	3.241 cd	4	2.896 de	2.159 cd	2
	12	2.869 e	2.578 cd	4	2.863 de	2.586 bcd	3
35	2	7.874 a	7.478 a	3	6.191 a	5.362 a	1
	7	4.695 bcd	4.373 bc	3	4.152 bcd	2.833 bcd	1
	12	3.398 de	3.989 cd	2	2.909 de	2.644 bcd	2
45	7	6.082 bc	5.739 ab	2	5.001 ab	4.295 ab	1

En cada columna, cifras con diferentes letras indican diferencias estadísticas, Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

En la Figura 1, se puede observar que en ambas temporadas, al aumentar la altura de utilización y disminuir la altura de residuo, se incrementó el rendimiento. Esto se describe en la mayoría de los trabajos hechos anteriormente, como los de Bryant y Blaser (1961) y Hoveland y Evans (1970). Una baja altura de utilización determina menores períodos de rezago y tasas de crecimiento promedio, entre dos cortes sucesivos. Secundariamente, puede esperarse que las reservas acumuladas en el residuo sean también menores, en los tratamientos con cortes más frecuentes, lo cual tiene efecto en el rebrote posterior, que depende del área foliar remanente y del nivel de dichas reservas (Ward y Blaser, 1961; Carambula, 1977).

La participación de la festuca en la segunda temporada disminuyó en los tratamientos más intensivos, con alturas de utilización de 10 y 15 cm y residuos de 2 cm. Por su parte, las malezas aumentaron en la segunda temporada (Cuadro 3) y fueron reemplazando a la festuca, en dichos tratamientos. La maleza predominante en los tratamientos con residuos bajos fue *Hypochoeris radicata* y en los tratamientos con 7 cm de residuo, la compuesta *Chrysanthemum leucanthemum*.

En la Figura 2, se presenta el efecto de las alturas de utilización y de residuo sobre la producción de trébol subterráneo, en la temporada 1985/86, que sigue la misma tendencia que la producción total de m.s. (Figura 1).

#### Caracterización inicial y final de la pastura

Al iniciar el estudio, en febrero de 1984, la pastura presentaba en promedio 1.075 macollas verdes de festuca/m<sup>2</sup> y 211 semillas de trébol subterráneo/m<sup>2</sup> y, en cuanto al número de malezas, este fue de 55 plantas/m<sup>2</sup>.

En el Cuadro 4, se indica el efecto de la altura de utilización y del residuo sobre el macollaje, al término del ensayo. En él se observa que existe una tendencia a mayor número de macollas en los tratamientos con menor altura de utilización (10–15 cm), especialmente cuando se combinan con residuos mayores ( $P \leq 0,05$ ). Sin embargo, no se observa una tendencia clara del efecto del residuo.

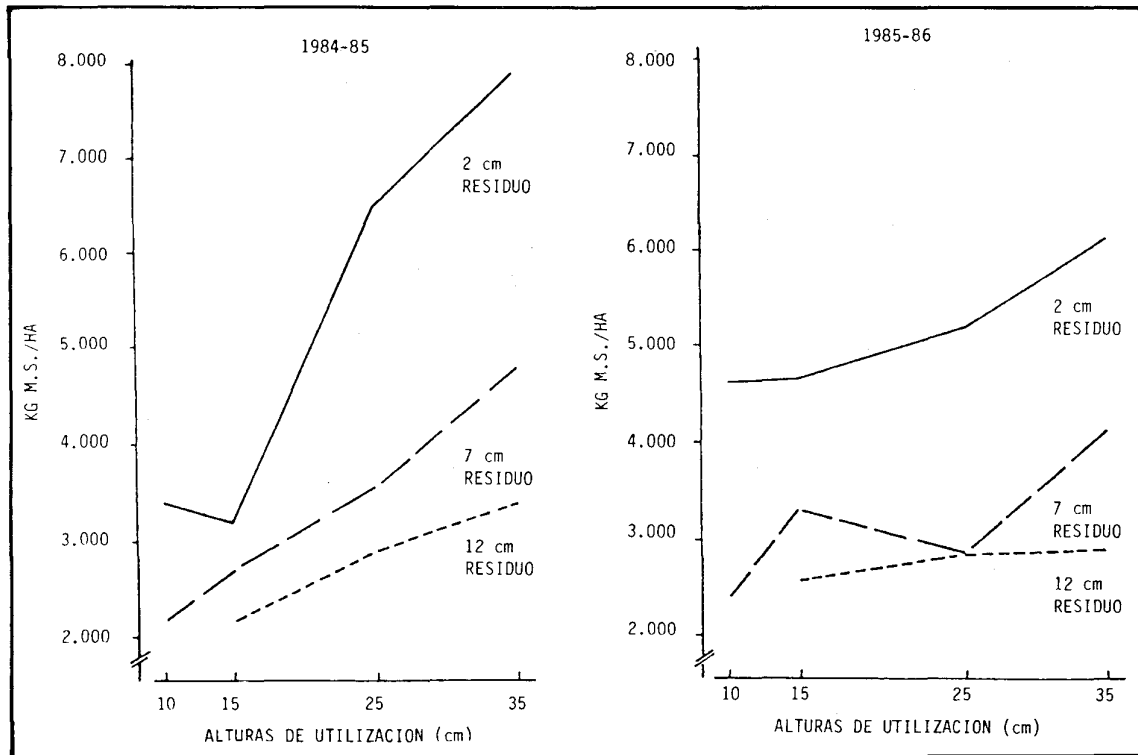


FIGURA 1. Efecto de las alturas de utilización y de residuo sobre el rendimiento de m.s. total (kg/ha) de festuca-t. subterráneo. Est. Exp. Carillanca, Temuco.

FIGURE 1. Effects of utilization and residue heights on total dry matter yield (kg D.M./ha) of fescue-subclover. Carillanca Exp. Sta., Temuco.

**CUADRO 3. Contribución específica de contacto (0/o) para festuca, trébol subterráneo y otras especies. Abril, 1986****TABLE 3. Specific contribution (0/o) for fescue, subterranean clover and weeds. April, 1986**

Tratamientos		1984/85			1985/86		
Altura de utilización	Altura de residuo	Festuca	Trébol subt.	Maleza	Festuca	Trébol subt.	Malezas
10	2	70	23	7*	52	26	22
10	7	91	5	4	79	13	8
15	2	70	12	18	58	15	26
15	7	84	7	9*	89	3	8
15	12	93	2	5	89	7	4
25	2	84	1	15	75	4	21
25	7	82	0	18	82	2	16
25	12	89	0	11	94	2	4
35	2	88	1	11	74	10	16
35	7	83	2	15	74	4	22
35	12	94	2	4	89	4	7
45	7	89	1	10	93	2	5

\* Maleza predominante: con 2 cm de residuo, *Hypochoeris radicata* (hierba del chanco); con 7 cm de residuo, *Chrysanthemum leucanthem* (margarita)

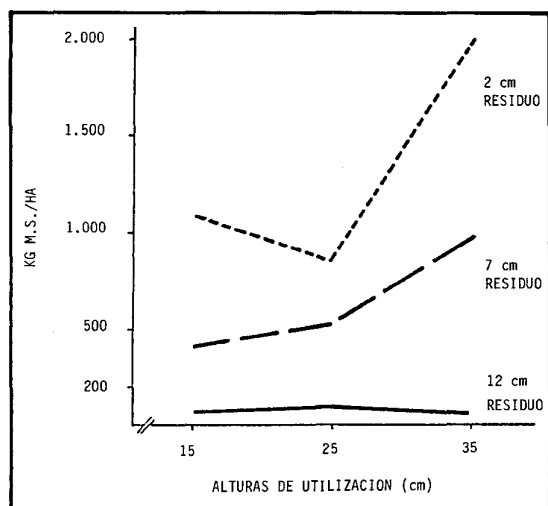


FIGURA 2. Efecto de las alturas de utilización y de residuo sobre la producción de trébol subterráneo (kg m.s./ha), en festuca-t. subterráneo.

FIGURE 2. Effect of utilization and residue heights on the subterranean clover yield (kg D.M./ha), in fescue-subclover.

#### Efecto de las alturas de utilización y de residuo sobre la proteína y digestibilidad del forraje

En el Cuadro 5, se presenta la variación del contenido de proteína al variar la altura de utilización y de residuo. El contenido de proteína fue similar para alturas de utilización de 10 y 15 cm, produciéndose una disminución al aumentar dicha altura a 25 y 35 cm. La altura de residuo no afectó el contenido de proteína.

**CUADRO 4. Efecto de la altura de utilización y altura de residuo sobre el número de macollas (macollas/m<sup>2</sup>) (Abril, 1986)****TABLE 4. Effects of utilization and residue heights on fescue tillering. (Tillers/m<sup>2</sup>) (April, 1986)**

tratamientos		Recuento final de macollas, abril 1986. 1000/m <sup>2</sup>
Altura de utilización	Altura de residuo	
10	2	6,55 ab
10	7	6,84 a
15	2	5,16 ab
15	7	5,88 ab
15	12	6,98 a
25	2	4,10 bc
25	7	4,74 abc
25	12	4,71 abc
35	2	4,99 abc
35	7	5,01 ab
35	12	3,72 c
45	7	3,32 c

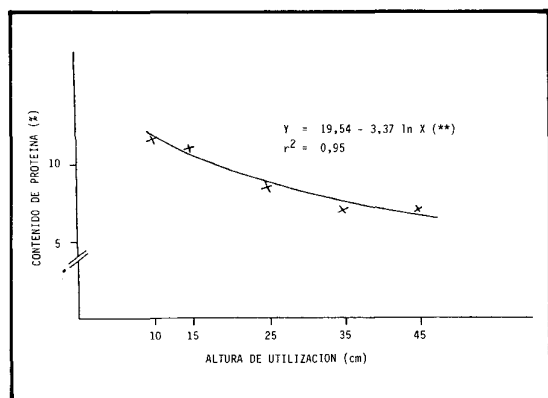
\* Cifras con diferentes letras indican diferencia estadística significativa (Duncan,  $P \leq 0,05$ ).

En la Figura 3, siendo constante la altura de residuo (7 cm), se aprecia que el contenido de proteína es inversamente proporcional a la altura de utilización. El porcentaje de proteína varía significativamente en forma logarítmica, desde 11,50/o, con altura de utilización de 10 cm, hasta 7,10/o, con 45 cm.

**CUADRO 5. Variación del contenido de proteína (0/o), al cambiar 2 alturas de residuo y 4 alturas de utilización, en festuca-trébol subterráneo. Primavera, 1984**

**TABLE 5. Protein contents 0/o with two heights of residue and four heights of cut in tall fescue and subterranean clover. Spring, 1984**

Altura de residuo (cm)	Alturas de Utilización (cm)				Promedio
	10	15	25	35	
2	14,2	14,9	12,1	9,9	12,7
7	14,0	13,9	11,0	9,3	12,0
Promedio	14,1	14,3	11,4	9,6	—



**FIGURA 3. Contenido de proteína (0/o) de la pastura (festuca-t. subterráneo) utilizada a diferentes alturas con un residuo de 7 cm.**

**FIGURE 3. Protein content (0/o) at different heights of utilization in a pasture (fescue-subclover) left with a residue of 7 cm.**

Este efecto en el porcentaje de proteína, ya fue observado en trabajos revisados por Mason y Lachance (1983), quienes relacionaron la disminución de la proteína a medida que avanza el estado fenológico de las plantas, lo que iría en concordancia con una mayor altura de utilización.

En el Cuadro 6, se presenta los cambios ocurridos en la digestibilidad de la m.s., al aplicar los diferentes tratamientos en las distintas épocas del año.

En otoño, se observó una menor digestibilidad en los tratamientos con menor altura de utilización, con valores de 56 y 630/o, para 10 y 15 cm de altura de utilización. Cabe agregar que los diferentes residuos no influyeron sobre la digestibilidad.

En primavera, la digestibilidad del forraje presentó los valores más altos, llegando a un promedio de 740/o en los tratamientos con 35 cm de altura de utilización. Sin embargo, los valores más bajos de digestibilidad se obtuvieron con un residuo de 2 cm y alturas de utilización de 10 y 35 cm.

En verano, al aumentar la altura de utilización, se observó un incremento en la digestibilidad, con valores promedios de 580/o, para 10 cm, y 700/o, para 35 cm. El residuo pareció no influir en la digestibilidad durante esta época del año.

### CONCLUSIONES

Se observa un aumento de la productividad al aumentar la altura de utilización y disminuir la altura de residuo, alcanzándose los máximos rendimientos con 2 cm de residuo y con 35 cm de altura de utilización.

**CUADRO 6. Efecto de los diferentes tratamientos sobre la digestibilidad del forraje cosechado (festuca-trébol subterráneo) en diferentes épocas**

**TABLE 6. Effect of the different treatments on the digestibility of the forage (tall fescue-subclover) in different seasons**

Tratamientos		Épocas		
Altura de utilización (cm)	Altura de residuo (cm)	Otoño (0/o)	Primavera (0/o)	Verano (0/o)
10	2	56	66	59
10	7	56	73	57
15	2	63	74	61
15	7	64	75	61
15	12	62	72	61
25	2	—	76	71
25	7	—	75	65
25	12	—	72	67
35	2	—	68	71
35	7	—	77	73
35	12	—	77	68
45	7	—	73	73

Al observar las variaciones en la calidad del forraje, se observa que al aumentar la altura de utilización, el contenido de proteína disminuye. Además, se observa que en alturas de utilización entre 15 y 25 cm, se encuentran los mayores valores de digestibilidad.

Las malezas se ven favorecidas por una baja altura de residuo, en desmedro de la festuca.

Los únicos tratamientos que permitieron una participación de trébol subterráneo superior a 10%, fueron aquellos con residuos de 2 cm y alturas de utilización de 10 a 15 cm. A medida que aumentaron las alturas de residuo y de utilización, disminuyó notablemente la contribución de trébol.

## RESUMEN

Durante dos temporadas (1983/84 y 1984/85) se evaluó una pastura de dos años, formada por trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum* L.) con festuca (*Festuca arundinacea* Sch.), con el objeto de deducir normas de manejo que permitan la productividad y balance de las especies.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron la combinación de tres alturas de utilización (15, 25 y 35 cm) con tres alturas de residuo (2, 7 y 12 cm), en un arreglo factorial completo, a los cuales se agregó dos tratamientos con altura de utilización de 10 cm (2 y 7 cm de residuo) y uno con altura de utilización a 45 cm (7 cm de residuo).

Las variables analizadas fueron: producción de materia seca, composición botánica, proteína y digestibilidad del forraje.

Los resultados indican que la producción total de materia seca aumenta al aumentar la altura de utilización y al disminuir la altura de residuo. El rendimiento de m.s. más alto fue la combinación de 35 con 2 cm. La mayor contribución del trébol fue cuando se utilizó un residuo de 2 cm combinado con alturas de utilización de 10–15 cm. Con la altura de utilización de 15 cm, se obtuvo el mejor nivel de proteína y éste fue disminuyendo a medida que aumentaba la altura de utilización.

## LITERATURA CITADA

- AGUILA C., HUGO. 1968. Pastos y Empastadas. (3a. Ed.) Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- ALMEYDA, ELIAS y SAEZ, FERNANDO. 1958. Recopilación de Datos Climáticos de Chile y Mapas Sinópticos Respectivos. Santiago, Chile.
- AOAC—Association of Official Analytical Chemists. 1975. Official Methods of Analysis (12th Ed.), Washington, D.C.
- BRYANT, H.Z. and BLASER, R.E. 1961. Yields and stands of orchardgrass compared under clipping and grazing intensities. *Agronomy Journal* 53: 9–11.
- CARAMBULA, M. 1977. Producción y Manejo de Pasturas Sembradas. Montevideo, Uruguay. Ed. Don Orione.
- COCHRAN, W. and COX, G. 1980. Diseños Experimentales. México. Ed. Trillas. Capítulo 5.
- DAGET, Ph. et POISSONNET, J. 1971. Une Methode d'analyse phytologique des prairies. *Ann. Agron.* 22 (1): 5–41.
- HOVELAND, C.S. and EVANS, E.M. 1970. Cool season perennial grass and grass-clover management. *Agric. Exp. St. Auburn Univ, Auburn, Alabama. Circular* 175.
- INIA—Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1967. Memoria Anual INIA (1966–67).
- IREN—Instituto de Recursos Naturales—CORFO. 1970. Estudio integrado de los recursos naturales. Provincia de Cautín. Informe 29. Tomo 2. Descripciones de Suelos. Santiago, Chile.
- MASON, W. and LACHANCE, L. 1983. Effects of initial harvest date on dry matter yield, *in vitro* dry matter digestibility and protein in timothy, tall fescue, reed canarygrass and Kentucky bluegrass. *Can. J. Plant. Sci.* 63: 675–685.
- OSTLE, B. 1979. Estadística Aplicada. México, Editorial Limusa. Capítulo 11, p.: 351.
- ROJAS G., CLAUDIO, BUTENDIECK B., NORBERTO, CAMPILLO R., RICARDO, CATRILEO S., ADRIAN, HARGREAVES B., ANTONIO y QUIROGA T., GUILLERMO. 1983. Día del productor bovino. Temuco, Chile, INIA—Carillanca. Miscelánea N° 15.
- ROMERO Y., ORIELLA. 1982. Comportamiento de dos especies gramíneas en secano: pasto ovillo y festuca. *Investigación y Progreso Agropecuario CARILLANCA*, Año 1 (2): 14–17.
- ROUANET M., JUAN L. 1983. Calsificación agroclimática de la IX Región. *Investigación y Progreso Agropecuario CARILLANCA*, Año 2 (2): 23–26.
- TILLEY, J. M. and TERRY, R. A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. British Grassland Soc.* 18: 104–111.