

T. 2025

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA EPOCA DE CORTE SOBRE  
EL VALOR NUTRITIVO DEL HENO DE UNA  
MEZCLA DE AVENA Y TREBOL ROJO

Por

CECILIA de SIERRA LEPORI  
ALVARO CARLOMAGNO Di GENIO

9

TESIS presentada como uno de los  
requisitos para obtener el título  
de Ingeniero Agrónomo.  
(Orientación Agrícola-Ganadera).

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA  
Montevideo  
URUGUAY  
1989

Tesis aprobada por:

Director: Ing. Agr. Milton CARAMBULA  
Nombre completo y firma

Ing. Agr. Andrés GANZABAL  
Nombre completo y firma

Ing. Agr. Fernando RODRIGUEZ  
Nombre completo y firma

Fecha: \_\_\_\_\_

Autores: Cecilia de SIERRA LEPORI  
Nombre completo y firma

Alvaro CARLOMAGNO DI GENIO  
Nombre completo y firma

## AGRADECIMIENTOS.

A la Dirección del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", por permitir la realización de este trabajo de tesis y la utilización de sus instalaciones y por facilitarnos los materiales necesarios.

Al Dr. Pablo Colucci por haber ideado este trabajo de investigación y por su valiosa dirección inicial.

A los Ings. Agrs. Milton Carámbula, María Methol y Andrés Ganzabal por su apreciable orientación y asesoramiento técnico.

A Vilfredo Ibañez por la colaboración en los trabajos estadísticos.

A todo el personal del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger" (La Estanzuela), sin cuya ayuda no hubiera sido posible llevar a cabo este trabajo.

A todo el personal de la Biblioteca de la Facultad de Agronomía por su asesoramiento en la búsqueda de material bibliográfico.

## TABLA DE CONTENIDO.

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
I. <u>INTRODUCCION</u> .....	1
II. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....	3
A. EFECTO DEL ESTADO DE CRECIMIENTO SOBRE LA COMPOSI- CION QUIMICA Y EL RENDIMIENTO DEL FORRAJE.....	3
1. <u>Trébol rojo</u> .....	9
2. <u>Avena</u> .....	13
B. EFECTO DE LA EPOCA DE CORTE SOBRE LA CANTIDAD Y LA CALIDAD DEL HENO.....	16
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u> .....	24
A. MUESTREO Y ENFARDADO.....	25
B. ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE CAMPO.....	25
1. <u>Materia Seca y Ceniza</u> .....	26
2. <u>Nitrógeno y Proteína Cruda</u> .....	26
3. <u>Digestibilidad "in vitro"</u> .....	26
C. ANALISIS DE LOS FARDOS.....	27
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u> .....	28
A. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA.....	29
1. <u>Kg de Materia Seca de la mezcla</u> .....	29
2. <u>Kg de Materia Seca del Trébol Rojo y Kg. de Ma-             teria Seca de Avena</u> .....	29
B. CALIDAD DE LA MATERIA SECA AL MOMENTO DEL CORTE....	34
1. <u>Digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica</u>	34

	Página
a. Digestibilidad "in vitro" del Trébol rojo y Digestibilidad "in vitro" de la Avena.....	34
b. Digestibilidad de la mezcla.....	37
2. <u>Proteína Cruda</u> .....	39
a. Proteína Cruda del Trébol rojo y de la Avena.....	39
b. Proteína Cruda de la Mezcla.....	41
c. Proteína Cruda por Hectárea (Calculada)....	43
C. PRODUCCION TOTAL DE MATERIA SECA DIGESTIBLE AL MOMENTO DEL CORTE (CALCULADA).....	44
D. CALIDAD DE LA MATERIA SECA DE LOS FARDOS.....	49
1. <u>Digestibilidad "in vitro" de la Materia Orgánica de los Fardos</u> .....	49
2. <u>Proteína Cruda de los Fardos</u> .....	51
3. <u>Factores que provocaron la pérdida de calidad</u> .....	52
4. <u>Manejo y conservación posterior de los fardos</u> .....	55
V. <u>CONCLUSIONES</u> .....	56
VI. <u>RESUMEN</u> .....	58
VII. <u>SUMMARY</u> .....	60
VIII. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	62
IX. <u>APENDICE</u> .....	66

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.

Cuadro N <sup>o</sup>		Página
1	Porcentaje de Proteína Cruda, Fibra Cruda y Ceniza de la materia seca de <i>Phleum pratense</i> durante su crecimiento.....	5
2	Composición de la Materia seca de trébol rojo a diferentes estados de crecimiento (%).....	9
3	Composición química del trébol rojo cosechado a diferentes estados de madurez (% de materia seca)..	12
4	Composición del forraje de avena a diferentes estados de crecimiento (% de la Materia Seca).....	14
5	Proteína Cruda, Equivalente-Almidón y Equivalente-Proteína de un heno tradicional y de un heno temprano (% de materia seca).....	17
6	Composición y Digestibilidad in vivo de la Materia Seca del material fresco y del heno en dos épocas de corte (%), (citado por Watson y Nash, 1960).....	18
7	Composición química del heno de <i>Setaria nervosum</i> cortado en dos fechas diferentes. (% de la Materia Seca).....	19
8	Composición de la materia seca del heno y sus digestibilidades en diferentes fechas de corte.....	22
9	Contenido de Nutrientes Digestibles y rendimiento de materia seca y nutrientes por hectárea de un heno de pradera (85 por ciento materia seca) cortado a diferentes estados de madurez.....	23

Cuadro No.		Página
10	Prueba t para producción de Materia Seca de la Mezcla en cada fecha de corte (kg/ha).....	28
11	Prueba t para producción de Materia Seca de Trébol rojo en cada fecha de corte (kg/ha).....	29
12	Prueba t para producción de Materia Seca de Avena en cada fecha de corte (kg/ha).....	30
13	Prueba t para Digestibilidad "in vitro" de la Materia orgánica del Trébol rojo(%).....	34
14	Prueba t para Digestibilidad "in vitro" de la Materia orgánica de la Avena (%).....	35
15	Prueba t para Digestibilidad "in vitro" de la Materia Orgánica de la Mezcla (%).....	37
16	Prueba t para Proteína cruda del Trébol rojo(%)...	39
17	Prueba t para Proteína Cruda de la Avena (%).....	40
18	Prueba t para Proteína Cruda de la Mezcla (%).....	41
19	Rendimiento de Materia Seca y Proteína cruda (kg/ha), y porcentaje de proteína cruda de avena cortada a estado lechoso y a grano maduro. (Watson y Nash, 1960).....	43
20	Cantidad total de proteína cruda (kg/ha) (Calculada).....	43
21	Prueba t para Digestibilidad "in vitro" de la Materia Orgánica de los fardos y para Digestibilidad "in vitro" de la Materia Orgánica al momento del corte (%).....	49
22	Diferencia entre la Digestibilidad al momento del corte y la Digestibilidad de los fardos a los tres meses de realizado el último corte, para las tres fechas de corte (%). (Calculada).....	50

Cuadro No.		Página
23	Prueba t para Proteína cruda de los fardos (%)...	51

## Figura No.

1	Curva de crecimiento de las fracciones botánicas de trébol rojo (primer corte).....	11
2	Rendimiento de Materia Seca por hectárea de la Mezcla, del trébol rojo y de la avena en cada fecha de corte.....	31
3	Comparación de los rendimientos de Materia Seca de la Mezcla, del Trébol rojo y de la Avena en cada fecha de corte.....	32
4	Comparación de las Digestibilidades de la Materia Orgánica de la Mezcla, del trébol rojo y de la avena en cada fecha de corte.....	38
5	Rendimiento de Materia Seca Digestibles (MSD) de la Mezcla, Avena y Trébol rojo, rendimiento de la Materia Seca (MS) de la Mezcla en las tres fechas de corte; (kg/ha). (Calculado).....	45
6	Comparación de los rendimientos de la Materia seca (MS) y de la Mezcla y las Materias Secas Digestibles (MSD) de la Mezcla, del Trébol rojo y de la Avena en cada Fecha de corte, (kg/ha).....	47

## I. INTRODUCCION.

Las condiciones climáticas imperantes en el Uruguay determinan una producción de forraje marcadamente estacional. La escasez de alimento en ciertas épocas del año y la abundancia en otras, junto con la variabilidad de los requerimientos alimenticios a lo largo del año, constituyen uno de los principales problemas de la producción animal.

La necesidad de la utilización posterior del forraje excedente, lleva a estudiar las posibles formas de conservación.

Uno de los métodos más sencillos y económicos de conservación de forraje es la henificación; ésta consiste en reducir el contenido de humedad del forraje a menos del 25 por ciento para así disminuir al mínimo el crecimiento de hongos y bacterias.

El valor nutritivo de cualquier producto conservado depende en gran medida del valor del forraje original, por lo tanto un heno con alta digestibilidad solo puede ser obtenido a partir de un forraje de igual o mayor digestibilidad.

En cortes tempranos se obtiene un material de alta calidad pero bajos rendimientos de materia seca, en cambio a medida que avanza la estación los rendimientos aumentan pero la calidad nutritiva se va deteriorando.

En el país se comienza a conservar forraje en forma de heno a partir de mediados de octubre; obteniéndose, en función de la época de corte muy diferentes rendimientos y calidades de producto.

Resulta muy importante conocer el efecto de distintas épocas de corte sobre la calidad y cantidad del heno obtenido, con el fin de encontrar el momento en el cual ambos factores, se equilibran, brindando la relación más favorable a cada destino final.

En el presente trabajo se estudiarán distintas épocas de corte para obtener heno de avena y trébol rojo con las características deseadas.

## II. REVISION BIBLIOGRAFICA.

### A. EFECTO DEL ESTADO DE CRECIMIENTO SOBRE LA COMPOSICION QUIMICA Y EL RENDIMIENTO DEL FORRAJE

Un gran volumen de información existe sobre la composición química de diferentes cultivos y en muchos casos los valores muestran una variación sorprendente, debida al análisis de muestras en diferentes estados de crecimiento.

Ya en 1891, Sutton y Voelcker escribieron, "Cuanto más temprano se corte una pradera, mayor y mejor será el forraje producido a lo largo del año; cuanto más tarde se corte, el producto será menor y de peor calidad".

Cinco años antes, Wilson estudió varias gramíneas en diferentes estados de crecimiento y a partir de este trabajo surgió un importante descubrimiento. Las propias palabras del autor fueron: "Comparadas con las diferencias de composición a diferentes estados de crecimiento, las diferencias entre la composición de varios pastos cortados en el mismo estado son pequeñas". "A medida que avanza la madurez del forraje, el porcentaje de agua en el forraje verde disminuye. En la materia seca disminuye el porcentaje de albuminoides y la ceniza, aunque ésta en menor grado; mientras que la fibra cruda y el extracto libre de nitrógeno aumentan". También se encontró que los tréboles son más ricos en proteínas que las gramíneas, y que ellos muestran el mismo descenso de la proteína junto con un aumento de la fibra a medida que avanza su estado de desarrollo. Estos primeros análisis representan los primeros da

tos que se registraron sobre la composición química en los diferentes estados de crecimiento y sus conclusiones fueron confirmadas por todos los trabajos posteriores.

Ellet y Carrier (1915) en los Estados Unidos hicieron estudios sobre el rendimiento de una pastura permanente cortada a intervalos de siete hasta 30 días; se encontró un aumento en el rendimiento con el aumento de los intervalos entre cortes, pero un descenso en el contenido de proteína.

Woodman y sus colaboradores (1926) publicaron una serie de trabajos con datos sobre la composición química de una pastura a diferentes estados de madurez, complementados con un estudio sobre la digestibilidad del forraje, permitiendo así hacer una completa evaluación del valor nutritivo. Este estudio enfatiza el alto valor alimenticio de un forraje joven y frondoso.

van Itallie (1937) en los Países Bajos estudió el efecto del estado de crecimiento sobre las pasturas. El autor demostró que el estado de desarrollo y la composición botánica tienen un mayor efecto que los fertilizantes y el suelo sobre la composición química de los componentes de la pastura.

Waite y Sastry (1949) trabajaron con muestras de *Phleum pratense* cortadas en determinadas fechas, después de un período de crecimiento ininterrumpido. El Cuadro N° 1 muestra que a medida que la planta madura, el contenido de proteína cae y con él, aunque no tan marcadamente la ceniza; mientras que la fibra aumenta en forma constante. La hoja y el tallo siguen la misma tendencia, pero presentando la hoja mayor contenido de proteína y menor de fibra. Datos similares fueron publicados por Hvidsten y Pedersen (1949)

en Noruega, en un estudio sobre el contenido de proteína de *Phleum pratense* y aquí también la hoja fue una fuente más rica en proteína que el tallo, conteniendo casi tres veces más que éste.

Cuadro N° 1. Porcentajes de Proteína Cruda, Fibra Cruda y Ceniza de la materia seca de *Phleum pratense* durante su crecimiento.

Fecha	Proteína Cruda			Fibra Cruda			Ceniza		
	Planta entera	Hoja	Tallo	Planta entera	Hoja	Tallo	Planta entera	Hoja	Tallo
May 20	18.4	21.7	14.1	20.3	19.1	23.5	8.00	7.09	9.95
26	18.8	21.5	14.1	23.2	22.0	25.9	8.50	8.06	9.45
Jun 2	14.2	17.2	11.4	26.3	23.8	29.7	7.15	6.51	7.95
10	10.6	15.2	7.4	28.7	24.9	30.7	7.72	9.55	7.37
16	9.2	18.5	7.6	30.8	26.1	32.6	6.86	8.01	6.65
23	7.1	13.7	4.8	32.6	27.1	34.9	6.50	8.02	5.91
30	6.3	12.3	4.4	30.4	26.9	31.7	5.98	8.76	5.01
Jul 7	6.8	11.6	3.4	31.2	27.9	31.9	6.12	9.05	5.59
14	5.5	11.1	3.4	32.1	30.6	32.4	5.62	8.96	4.96
21	4.2	10.7	1.9	32.3	30.2	32.7	5.32	8.90	4.76
Ago 11	3.9	8.7	2.2	35.1	31.8	35.7	5.19	9.31	4.35
Set 3	2.5	6.1	2.3	34.7	33.8	34.9	4.41	9.03	3.60
25	1.9	5.9	1.8	39.6	35.9	40.2	6.01	9.59	4.71

Homb (1952) llevó la investigación más lejos y estudió la composición del forraje así también como su digestibilidad.

Los datos sobre la composición siguieron el patrón normal pero se encontró una correlación altamente significativa entre el estado de crecimiento y los coeficientes de digestibilidad.

tión. La digestibilidad no cae tan marcadamente hasta un estado relativamente tardío de crecimiento.

Dijkstra (1957) realizó estudios sobre la composición y el valor nutritivo de diferentes especies registrando nuevamente que a medida que la planta envejece ocurre un descenso en el contenido de proteína acompañado por un aumento en el contenido de fibra cruda. Una estrecha correlación fue encontrada entre la proteína cruda del forraje y su contenido de proteína cruda digestible. Y una relación similar fue demostrada entre el contenido de fibra y el valor equivalente de almidón del forraje.

Durante 1966-67, Davis y Bowden hicieron estudios para medir el rendimiento y el valor nutritivo de la planta entera, hoja, vaina y espiga de un híbrido de *Zea mays* (Pioneer 383).

Observaron que tanto el porcentaje de proteína cruda digestible y el contenido de proteína cruda tiende a disminuir con la madurez; confirmando así la estrecha relación entre ambos factores encontrada por Dijkstra; mientras que el rendimiento de materia seca de la planta entera aumenta.

Kim, Lee y Han (1968) estudiaron el efecto del crecimiento, del rendimiento y de las variaciones estacionales sobre la composición química de 19 especies vegetales, incluyendo 11 gramíneas, siete leguminosas y *Artemisia asiática*. Los porcentajes de materia seca y los contenidos de fibra cruda fueron generalmente bajos en el crecimiento temprano y altos hacia la madurez. Inversamente los contenidos de proteína cruda fueron altos durante el crecimiento temprano, reduciéndose gradualmente con el tiempo.

Okamoto e Hirose (1972) trabajaron con *Medicago sativa* y observaron que a medida que la especie madura el contenido de fibra cruda, los constituyentes de la pared celular, la Fibra Detergente Acida, la celulosa y la hemicelulosa aumentan pero el contenido de proteína cruda disminuye. Demostraron también que tanto la digestibilidad in vitro como la producción total de ácidos grasos volátiles disminuye con la madurez del forraje.

Ese mismo año pero trabajando con gramíneas, Bose y Moraes, midieron los contenidos de fibra cruda, lignina y celulosa a diferentes estados de crecimiento; además estudiaron la digestibilidad de la celulosa. Los resultados coinciden con experiencias similares, los tres componentes y el rendimiento de materia seca aumentan a medida que el forraje envejece y la digestibilidad va decreciendo progresivamente.

Joshi (1973) realizó un estudio más profundo analizando los contenidos de proteína cruda, ceniza, fibra cruda, Fibra Detergente Acida y lignina y cada una de sus digestibilidades.

Trabajó con *Phleum pratense* y cortó a cinco estados diferentes:

- a. una semana después del comienzo de la etapa reproductiva
- b. en el momento de la antesis
- c. una semana después de la antesis
- d. tres semanas después de la antesis
- e. cuatro semanas después de la antesis.

A medida que el desarrollo avanza la proteína cruda y la ceniza bajan; la fibra cruda, la Fibra Detergente Acida

y la lignina aumentan. La digestibilidad de todos los factores decae con el avance de la madurez; los valores de la digestibilidad de la materia orgánica para cada corte fueron respectivamente: 72,8, 69,6, 65,3, 61,0 y 59,9 por ciento.

En un estudio similar, Silveira, Faría y Tosi (1973) hicieron cortes de Napier grass a partir de los 45 días después de la siembra hasta los 225 días de crecimiento, a intervalos de 30 días entre cortes. Se encontró que los niveles de Fibra Detergente Acida, hemicelulosa, celulosa y lignina aumentaron en los cortes sucesivos. Las digestibilidades de la materia seca y de la celulosa in vitro bajaron de 71,6 y 76,0 por ciento a los 45 días después de la siembra, a 47,4 y 42,3 por ciento respectivamente a los 225 días de crecimiento.

Estudiando la digestibilidad de la materia seca de algunas especies de valor forrajero como Festuca, Bromus, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* y Lotus a diferentes estados de desarrollo, Savitskaya (1972) observó que la digestibilidad decrece con el avance de la madurez y muy especialmente a partir del comienzo del estado reproductivo en las gramíneas y a partir de la aparición de los botones florales en las leguminosas.

Toda esta serie de trabajos sustentan muy claramente lo escrito por Raymond, Shepperson y Waltham (1977) "...a medida que se retrasa la fecha de corte de un cultivo de terminado se disminuye el valor alimenticio del forraje resultante. Ello es debido a que el forraje va haciéndose menos digestible a medida que madura".

1. Trébol rojo.

Kellner (1915) realizó trabajos a fin de obtener datos sobre la composición del trébol rojo a diferentes estados de crecimiento. Cuadro N° 2, el estado crítico parece ser justo después del comienzo de la floración. Entre este estado y el de floración completa hay una marcada depresión, particularmente en el valor de la digestibilidad.

Cuadro N° 2. Composición de la Materia seca de trébol rojo a diferentes estados de crecimiento (%).

	Muy joven		Con pimpollo		Comienzo de Floración		Floración Completa	
	Cruda	Diges.	Cruda	Diges.	Cruda	Diges.	Cruda	Diges.
Fibra	18.2	12.4	23.9	14.5	27.5	15.9	28.1	12.4
P. Cruda	25.3	20.0	20.7	15.1	18.0	13.2	16.2	10.5
Ceniza	10.6		8.8		8.5		7.6	
Equi. Almidón	58.8		55.3		54.0		46.2	
M. Seca	16.8		15.9		19.0		21.0	

Unos cuantos años después, Rvidsten y Pedersen (1949) midieron valores del contenido de proteína cruda del trébol rojo durante un período de cinco años. Observaron que existe una caída regular en el contenido de proteína cruda con el envejecimiento de la planta. Los valores promedios obtenidos fueron 24.3 por ciento de proteína cruda en la materia seca, tres semanas antes de la salida de los botones florales; 16.9 por ciento al comienzo de la

salida de los botones florales y 13.8 por ciento al co mienzo de la floración. Como se ve los valores son muy similares a los citados por Kellner.

Homb (1952) encontró exactamente la misma tendencia en los contenidos de proteína y ceniza. Mientras que la fibra cruda y la lignina aumentaron continuamente con la madurez de la planta. El mismo autor investigó la digestibilidad de mezclas de trébol rojo y gramíneas y encontró una correlación entre la digestibilidad del forraje y su edad, la digestibilidad decrece con el avance de la madurez. Nomnik (1955) también registró la caída de la proteína durante el crecimiento.

En Suecia, Aman y Erik Nordkvist (1983) estudiaron la composición química del trébol rojo en diferentes estados de madurez. En la Figura N° 1 se presentan el rendimiento de materia seca y la composición botánica del trébol rojo cosechado en seis estados diferentes de desarrollo.

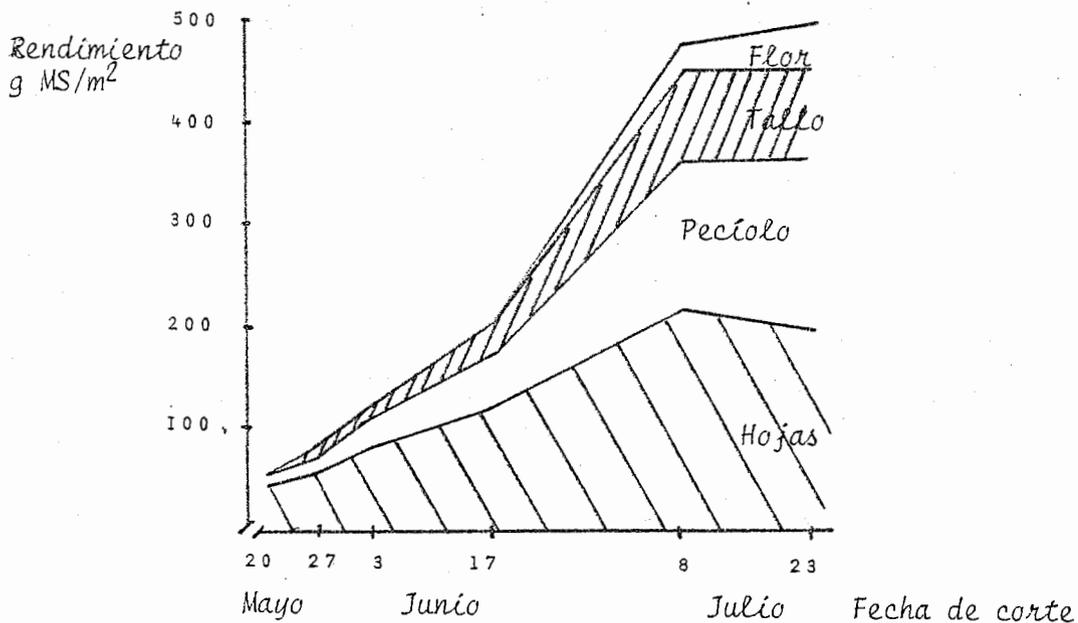


Figura N° 1. Curva de crecimiento de las fracciones botánicas de trébol rojo (primer corte).

Como era de esperarse se observa un aumento del rendimiento a medida que avanza la estación de crecimiento. Las primeras flores se cosecharon en el corte del 17 de junio. En relación a los componentes químicos, se encontró que en todas las fechas de corte, el trébol rojo presentó gran cantidad de extractos solubles en 80 por ciento etanol y cloroformo (31 - 41 por ciento) y cantidades variables de almidón (0.9 - 4.9 por ciento). El contenido de proteína cruda decreció (22 - 16 por ciento) mientras que el contenido de polisacáridos (sin almidón) (23 - 37 por ciento) y la lignina (5 - 10 por ciento) aumentaron durante la maduración como se esperaba. La digestibilidad "in vitro" de la materia seca se mantuvo constante cerca de 76 por ciento, durante las cuatro primeras fechas de corte, y luego decre

ció, Cuadro N° 3.

Cuadro N° 3. Composición química del trébol rojo cosechado a diferentes estados de madurez (% de materia seca).

Componentes	Fechas					
	20/5	27/5	3/6	17/6	8/7	23/7
Extractos solubles	37.9	36.9	41.0	39.3	38.0	30.7
P. cruda	22.3	21.7	20.9	18.1	17.6	16.2
Almidón	3.0	4.5	1.9	4.9	1.3	0.9
Polisaca. (no almidón)	22.9	24.6	25.2	26.6	32.4	36.7
Lignina	5.6	5.0	5.6	5.9	7.5	9.9

Kadziulis y Petrauskas (1971) registraron el máximo valor de proteína cruda digestible para el primer corte del trébol rojo en el estado de botón floral tardío. Anikienko (1973) por su parte registró que el mayor contenido nutritivo del trébol rojo se da en el estado de floración temprana.

Plancquaert y Raphalen (1973) trabajando con una mezcla de trébol rojo y alfalfa observaron que la materia seca por hectárea aumentó regularmente con la edad de la planta; pero la digestibilidad, el contenido de nitrógeno y el valor nutritivo del forraje aumentó solamente hasta la aparición de los botones florales.

Zubal (1978) trabajando con esta misma mezcla concluyó que la digestibilidad tiende a disminuir con el aumento de

edad del forraje y es afectada por el estado de desarrollo y las condiciones climáticas.

Parecería entonces que los mejores resultados en mezclas con una alta proporción de trébol rojo se obtendrían cortando el forraje antes de la floración completa, Watson y Nash (1960).

Coincidiendo con ellos, Fergus y Hollowell (1960) citados por Carámbula (1977) opinan que el momento apropiado para henificar es cuando el cultivo presenta de media a completa floración y antes de que sus flores tomen color amarronado. Si el corte se realiza con anterioridad, en la época de iniciación de la floración, si bien los rendimientos serán menores se alcanza un alimento de alta calidad equivalente en proteínas al heno de alfalfa.

## 2. Avena.

El contenido de proteína cruda de los cereales es extremadamente bajo comparado con el que presentan las leguminosas, aún cuando ellos sean cosechados a un estado temprano de desarrollo, (Watson y Nash, 1960).

Spafford (1930) estudió la composición química de la avena a diferentes estados de crecimiento, Cuadro N° 4, los datos muestran claramente la caída de los valores, especialmente la proteína cruda y el equivalente almidón, al ir envejeciendo la planta.

FACULTAD DE AGRONOMIA



DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

Cuadro N° 4. Composición del forraje de avena a diferentes estados de crecimiento (% de la Materia Seca).

	Antes de la etapa reproductiva		En flor		Madura	
	Cruda	Digestible	Cruda	Diges.	Cruda	Diges.
Humedad	10.0	---	10.0	---	10.0	---
Ext. etéreo	2.8	2.0	2.3	1.6	2.3	1.5
Fibra	21.2	12.7	33.0	18.2	36.1	15.9
Proteína	12.9	9.7	7.4	5.3	6.6	4.5
Ext. libre de nitrógeno	44.7	28.2	40.3	25.4	39.6	24.2
Ceniza	8.4		7.0		5.4	
Eq. almidón	41.5		32.7		26.2	

Nicholson (1957) realizando estudios similares en contró que entre el estado lechoso y el estado maduro del grano, el porcentaje de proteína cruda es ya muy bajo, mientras que la fibra tiende a caer a medida que el grano madura.

Brundage y Klebesabel (1970) observaron también ésta leve caída de la fibra en el forraje de avena. Estos autores realizaron estudios con una mezcla de avena y guisantes, que fue cortada a intervalos semanales desde finales de julio a principios de octubre. La proteína cruda declinó continuamente, de un 20 por ciento al estado joven a un 15 por ciento en la madurez. Los constituyentes de la pared celular y la Fibra Detergente Acida aumentaron a un máximo (65 y 40 por ciento respectivamente) al estado maduro-lechoso y luego bajaron. Mientras que la digestibilidad aparente de la materia seca bajó de un 75 por ciento al

estado joven a un 60 por ciento al estado lechoso y luego aumentó a un 65 por ciento en la madurez.

En Nueva Zelanda, Eegles, Lewis, Holand y Haslemore (1979) realizaron un estudio muy completo sobre la calidad y la cantidad de forraje producido por diferentes variedades de avena.

Concluyeron que la cantidad de forraje producido a una fecha dada de corte es dependiente de la variedad y de la temperatura precedente a la fecha de cosecha. El rendimiento de materia seca promedio para todas las variedades y años fue de 2.68 t/ha en invierno y 16.3 t/ha en primavera. La interacción entre variedad y año no fue importante. La calidad de todas las variedades, en términos de digestibilidad y de contenido de nitrógeno, fue razonablemente satisfactoria para la producción animal hasta la emergencia de la hoja bandera en agosto o setiembre. Después de ello la digestibilidad declinó rápidamente de un 80 a un 50 por ciento. Mientras que el contenido de nitrógeno declinó constantemente durante el invierno de 4.5 por ciento a cerca de uno por ciento.

Burgess, Grant y Nicholson (1972) sembraron avena a mediados de mayo en Canadá. La cosecharon en cuatro fechas diferentes: Julio 5 - hoja bandera, Agosto 1 - estado lechoso, Agosto 15 - estado pastoso y Agosto 28 - grano duro. Observaron que los rendimientos aumentan hasta el estado lechoso y luego permanecen estables. La digestibilidad de la materia seca y de la proteína cruda "in vitro" declinó rápidamente con el avance de la madurez. Concluyeron que el forraje de avena debe ser cosechado en el estado lechoso para obtener el máximo rendimiento de materia seca digestible y al mismo tiempo mantener niveles aceptables de consumo voluntario. Thurman y Staten (1955) observaron exacta

mente los mismo, el rendimiento aumenta desde el estado previo a la emergencia hasta el estado de grano lechoso, donde alcanza niveles máximos. Luego el rendimiento comienza a declinar.

Trabajando con forraje conservado, Watson y Nash (1977) indican que la fecha óptima para un corte destinado a heno parecería estar entre el estado lechoso tardío y el estado pastoso del grano. Cortes muy tempranos no serían buenos por los bajos rendimientos.

#### B. EFECTO DE LA EPOCA DE CORTE SOBRE LA CANTIDAD Y LA CALIDAD DEL HENO.

El estado de crecimiento en la fecha de corte afectará el valor nutritivo del heno, independientemente de su composición botánica, y en gran medida será el responsable de las grandes diferencias en composición química y digestibilidad del producto final.

Watson y Nash (1960) compararon un heno, mezcla de leguminosas y gramíneas, cosechado en la época tradicional con otro cosechado tres semanas antes. En el Cuadro N<sup>o</sup> 5 se pueden ver claramente las ventajas, desde el punto de vista de la composición química, de este último.

Cuadro N° 5. Proteína Cruda, Equivalente-Almidón y Equivalente - Proteína de un heno tradicional y de un heno temprano (% de materia seca).

	Proteína Cruda	Equivalente-Almidón	Equivalente-Proteína
Heno tradicional	7.26	38.30	3.03
Heno temprano	12.77	47.90	6.78

Los rendimientos promedios del heno tradicional y del heno temprano fueron 3841 y 2729 kg/ha de materia seca respectivamente. La producción de equivalente-almidón del heno tradicional excedió la del temprano por 279 kg/ha; mientras que éste presentó mayor contenido de equivalente-proteína, 53 kg/ha más. A partir de estos datos es obvio que el rendimiento de materia seca es mayor cortando en la fecha tradicional. Sin embargo el heno cortado temprano no presenta mejor calidad nutritiva.

El Cuadro N° 6 presenta datos de un ensayo citado por Watson y Nash (1960), en él se presentan los valores analíticos y los coeficientes de digestibilidad de la materia seca de la pastura fresca y del heno obtenido a partir de ella. Se realizaron dos cortes, uno temprano y otro tardío; no se aclaran las especies usadas.

Cuadro N° 6. *Composición y Digestibilidad in vivo de la Materia Seca del material fresco y del heno en dos épocas de corte (%)*, (citado por Watson y Nash, 1960).

	Pastura fresca		Fardos	
	Comp.	Dig.	Comp.	Dig.
<i>Corte temprano</i>				
Extracto etéreo	2.36	56.1	2.21	49.1
Fibra	24.95	77.8	28.29	76.0
Proteína cruda	11.75	66.9	12.61	54.7
E. libre de N	52.98	79.1	48.63	70.6
Ceniza	7.96	----	8.26	----
Materia seca	24.60	74.8	84.70	67.7
<i>Corte tardío</i>				
Extracto etéreo	2.31	53.8	1.93	40.9
Fibra	28.32	63.8	29.63	66.9
Proteína cruda	8.15	54.8	8.04	46.8
E. libre de N	53.95	72.5	52.99	67.0
Ceniza	7.27	----	7.41	----
Materia seca	30.80	66.5	86.50	63.2

El punto más notorio es la reducción en digestibilidad de casi todos los constituyentes, siendo esto más marcado en el heno cortado temprano que en el tardío. Esto comprueba que a medida que se atrasa la fecha de corte se reducen las pérdidas, debido a la menor disponibilidad de material digestible.

Staples, Jordan, Gastler, Nelson y Franzke (1951) trabajaron con heno de pradera. Los resultados demostraron

que la época de corte afectó significativamente el contenido y la digestibilidad de la proteína. El heno cosechado tarde presentó entre un 30 a un 50 por ciento menos proteína, y menor digestibilidad que el cosechado más temprano.

Singh (1967) estudió la composición química y el valor nutritivo de un heno de *Setaria nervosum*. Se hicieron dos cortes, el primero a finales de octubre y el segundo a finales de noviembre. Luego se compararon los henos provenientes de cada fecha de corte, los datos se presentan en el Cuadro N° 7.

Cuadro N° 7. Composición química del heno de *Setaria nervosum* cortado en dos fechas diferentes. (% de la Materia Seca).

	Heno de octubre	Heno de noviembre
Proteína cruda	4.18	1.72
Extracto etéreo	1.31	1.56
Fibra cruda	22.12	25.00
Extracto libre de nitrógeno	59.95	60.41
Ceniza	12.44	11.31

El heno temprano presentó mejor calidad y mayor digestibilidad, aunque se obtuvo un menor rendimiento. En un estudio similar Brune et col (1977) observaron también que el valor alimenticio del heno cortado temprano es mayor, presentando éste mayor contenido de proteína y de minerales.

Joshi (1972) midió el valor energético de un heno compuesto por *Phleum pratense*, *Festuca arundinacea* y

*Trifolium repens*, (38, 5 y 10 por ciento respectivamente), realizó dos cortes, uno temprano (18/6) y otro más tarde (6/7). Los valores de energía para un gramo de materia seca de heno fueron para cada corte respectivamente: Energía Bruta 4.6 y 4.6 kcal y Energía Digestible 3.0 y 2.6 kcal. Además este autor midió los nutrientes digestibles totales, 666 y 574 g/kg de materia seca para el corte temprano y el tardío. Este descenso de los nutrientes digestibles totales (NDT) también fue registrado por Takano, Suzuki y Yamashita (1970), quienes encontraron que existe una correlación negativa entre la época de corte y el contenido de proteína cruda digestible y los NDT del heno. Finalmente, Jeannin, Damour, Garreau y Lafon (1973) en un estudio en Francia; observaron que cortando la pastura a mediados de mayo o tarde en junio se obtienen rendimientos similares, pero el contenido de NDT del heno resultante es menor cortando en junio.

Ransson (1931) trabajó con un heno de pradera cortado en tres estados de crecimiento diferentes: al comienzo de la floración, en floración completa y al comienzo de la semillazón. El corte más temprano rindió entre 45 a 50 unidades de forraje por 100 kg de heno, mientras que en el segundo y en el tercer corte, los rendimientos fueron 40 y 36 unidades por 100 kg de heno respectivamente. Los porcentajes de proteína digestible en los tres henos fueron: seis a siete por ciento en el forraje cortado al comienzo de la floración; 4 a 4.5 por ciento en el cortado en floración completa y 3.5 a 4 por ciento en el material más maduro.

Musgrave (1944) llevó a cabo investigaciones sobre la calidad del heno de *Phleum pratense*, cortado a diferentes estados de crecimiento y encontró que los rendimientos

de materia seca al comienzo del estado reproductivo, en floración completa y en semillazón fueron en ese orden; 4047, 4588 y 4996 kg/ha. El rendimiento aumentó cerca de un 10 por ciento entre cortes, sin embargo el mayor contenido de proteína se encontró en el heno cortado al comienzo de la etapa reproductiva.

Esta serie de trabajos exponen las ventajas, desde el punto de vista del valor nutritivo, que presentan los cortes tempranos. Pero el optar por una mejor calidad o un mayor rendimiento dependerá de las necesidades del establecimiento. Un forraje de alto valor nutritivo es deseable si el heno va a ser usado para la producción y no sólo para el mantenimiento de los animales. Pero lo más importante, por eso se cita el siguiente trabajo, es encontrar la época óptima donde se logre coincidir una buena calidad con un alto rendimiento.

Bruene et col (1932, 1935) realizaron en Alemania, un estudio muy exhaustivo sobre el rendimiento, la composición química y la digestibilidad del heno de un forraje enfardado en diferentes estados de crecimiento. Se observa (Cuadro N° 8) un descenso de la proteína cruda con el avance de la madurez, coincidiendo con un incremento constante del contenido de fibra.

Ocurre también un descenso en el contenido de extracto etéreo, mientras que el extracto libre de nitrógeno presenta una caída muy leve a medida que avanza el desarrollo del forraje.

Los coeficientes de digestibilidad son particularmente interesantes, hay una progresiva disminución de la digestibilidad a partir del primer corte. La caída más importante comienza durante la segunda semana de junio, y se ve muy claramente en los coeficientes de digestibilidad de la

proteína verdadera y de la fibra cruda.

Cuadro N° 8. Composición de la materia seca del heno y sus digestibilidades en diferentes fechas de corte.

	Materia orgánica	Proteína cruda	Proteína verdadera	Ext. etéreo	Fibra	Ext. libre-N
<i>Composición - Porcentaje de Materia Seca</i>						
May 29	92.65	15.85	11.25	2.60	27.70	46.50
Jun 7	92.45	14.30	11.40	1.90	30.20	46.05
16	93.55	12.80	11.00	2.30	36.75	41.70
25	93.70	11.45	9.00	1.55	39.15	40.85
Jul 4	93.50	11.40	8.65	1.95	35.25	44.90
13	93.65	10.40	8.00	1.55	37.90	43.80
22	93.60	10.15	8.10	1.90	37.00	44.55
<i>Digestibilidad - Porcentajes</i>						
May 29	72.0	65.7	54.5	24.4	70.0	75.0
Jun 7	68.4	62.0	53.7	14.4	66.3	74.0
16	59.7	52.5	48.5	23.8	64.4	60.0
25	51.6	47.2	35.0	---	51.5	54.0
Jul 4	55.0	53.8	41.0	30.6	47.7	62.0
13	45.5	43.9	27.9	---	43.0	49.8
22	45.2	41.1	27.1	---	43.0	49.9

Los valores de equivalente-almidón y de equivalente-proteína (Cuadro N° 9) siguieron la misma tendencia que los más importantes constituyentes crudos, decreciendo en la madurez tardía. Los rendimientos de materia seca mostraron un incremento constante hasta los primeros días de julio, donde se encuentran los mayores valores de cada com

ponente.

Cuadro N<sup>o</sup> 9. Contenido de Nutrientes Digestibles y rendimiento de materia seca y nutrientes por hectárea de un heno de pradera (85 por ciento materia seca) cortado a diferentes estados de madurez.

	Materia seca	Equivalente - almidón		Equivalente- proteína
Cortes	kg/ha	kg/ha	%	kg/ha
May 29	2080	798	7.03	291
Jun 7	3248	1182	6.37	413
16	4601	1379	5.13	473
25	5085	970	3.64	370
Jul 4	6098	1487	4.12	501
13	4804	745	2.89	278
22	4247	675	2.71	230

Crowther y Ruston (1912) estudiaron cuatro cortes de un heno compuesto por gramíneas y leguminosas, mientras que Tacke (1924, 1931) analizó cuatro cortes de un heno puro de gramíneas, los resultados que obtuvieron fueron idénticos a los encontrados por Bruene et col (1932, 1935).

Estos estudios permiten concluir que a pesar de que cada componente sigue su evolución normal, ya sea aumentando o decreciendo a medida que el forraje se desarrolla, existe una fecha de corte que permite obtener un heno con las características más adecuadas al tipo de producción.

### III. MATERIALES Y METODOS.

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental "La Estanzuela" (C.I.A.A.B.), en la Unidad Experimental de Ovinos, en un suelo sobre basamento Cristalino de la Unidad San Gabriel (pH 6, P. Bray<sub>1</sub> = 20.6, M.O. = 4.3%); desde octubre de 1987 a marzo de 1988.

El ensayo consistió en realizar tres fechas de corte; que en el texto se indicarán como: A, B y C; y en cada una de ellas evaluar cantidad y calidad del forraje obtenido. Las fechas de corte fueron:

- A = 22 de octubre, Avena panojada - Trébol rojo en prefloración;
- B = 12 de noviembre, Avena estado acuoso/lechoso - Trébol rojo 50 por ciento en floración-
- C = 8 de diciembre, Avena estado en masa dura - Trébol rojo 100 por ciento en floración.

El sitio experimental medía aproximadamente una hectárea; la preparación del suelo consistió en una pasada de excéntrica el 8 de enero, una pasada de disquera el 23 de febrero y el 24 de febrero previo a la siembra se pasó una rastra de dientes; las especies sembradas fueron *Trifolium pratense* (var. Kenland a 8 kg/ha) y *Avena byzantina* (var. Estanzuela 1095a a 120 kg/ha).

El trabajo se desarrolló en tres etapas:

- A. Muestreo y Enfardado
- B. Análisis de las muestras de campo
- C. Análisis de los fardos.

## A. MUESTREO Y ENFARDADO.

Se dividió el experimento en nueve fajas de diez metros de ancho cada una; eligiéndose aleatoriamente entre las tres primeras, las tres centrales y las tres últimas una para cada fecha de corte.

Cada una de las tres fajas correspondientes a cada fecha de corte, previo al enfardado, fue muestreada. El muestreo se realizó con cuadrados de 40 por 60 cm y en cada faja se hicieron nueve cortes al azar; tres en la zona alta, tres en la zona media y tres en la zona baja. Se hizo esta subdivisión debido a visibles diferencias en la proporción de las especies sembradas dentro de la faja, con mayor proporción de *Trifolium pratense* en la zona baja.

Inmediatamente después del muestreo se cortó el forraje con una pastera de tambores y se dejó secar en el campo. El tiempo transcurrido entre el corte y el enfardado fue distinto en cada fecha y dependió de las condiciones ambientales y del estado del forraje. En el Apéndice se presentan los datos climáticos de los días de corte. Finalmente se hicieron fardos convencionales que se guardaron bajo techo.

## B. ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE CAMPO.

Se pesaron individualmente todas las muestras, luego dentro de una misma faja las tres correspondientes a cada zona se mezclaron, buscando obtener así una mezcla representativa por zona. De cada zona se extrajeron dos nuevas muestras, una para determinación de materia seca y la otra para análisis botánico (trébol rojo, avena y malezas

más restos secos).

Todas las muestras se colocaron en bandejas, se pesaron y se pusieron en estufa a 60°C por 72 horas. Al sacarlas de la estufa se pesaron nuevamente para así obtener el rendimiento de materia seca.

El siguiente paso fue moler las muestras, con un tamiz de dos mm de diámetro. Las muestras molidas fueron sometidas a los distintos análisis que se detallan a continuación.

### 1. Materia Seca y Ceniza.

Se colocaron en crisoles 2,0 a 2.5 gramos de muestra y se pusieron a secar en estufa a 60°C por 24 horas, tiempo en que se llegó a peso constante. Al sacarlas de la estufa se pesaron y así se obtuvo el porcentaje de materia seca. Las mismas muestras fueron calcinadas a 500°C en muflas durante cuatro horas para obtener el porcentaje de cenizas.

### 2. Nitrógeno y Proteína Cruda.

Usando las técnicas de Kjeldahl se determinó el contenido de nitrógeno de las distintas muestras. Multiplicando el valor de nitrógeno por 6.25 se obtuvo el porcentaje de proteína cruda de cada muestra.

### 3. Digestibilidad "in vitro".

Para determinar el valor nutritivo del forraje se utilizó el método de Tilley y Terry (1963).

Cada una de las determinaciones fueron hechas por duplicado.

### C. ANALISIS DE LOS FARDOS,

En marzo de 1988, de cada fecha de corte, se muestrearon diez fardos al azar.

Las muestras se pesaron, se pusieron en estufa (60°C por 24 horas), se molieron y finalmente se sometieron a los mismos análisis que las muestras de campo.

En el apéndice se presentan los datos climáticos correspondientes al período experimental.

Para el análisis estadístico de las muestras de campo se utilizó un Diseño en Bloques divididos y para los fardos un Diseño en Parcelas al Azar. En ambos casos la comparación de las medias se realizó usando el test LSD (Prueba t de Mínima Diferencia Significativa). En el apéndice se presentan los correspondientes Análisis de Varianza.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

##### A. RENDIMIENTO DE MATERIA SECA.

Se midieron y compararon los kilogramos de materia seca de la mezcla (avena + trébol rojo + malezas + restos secos) para cada fecha de corte; y luego se midieron y compararon separadamente los kilogramos de materia seca de Avena y los kilogramos de materia seca de Trébol rojo producidos en cada fecha de corte.

##### 1. Kg de Materia Seca de la mezcla.

Cuadro N° 10. Prueba t para producción de Materia Seca de la Mezcla en cada fecha de corte (kg/ha).

Fecha	Materia Seca
A	4918 b*
B	6853 a
C	5480 ab

\* Los valores señalados con distinta letra difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.05$ ).

Como se observa en el Cuadro N° 10 el valor superior es el correspondiente a la fecha de corte B; existiendo diferencias significativas con la fecha A y medianamente significativas con la fecha C, cuyo valor es intermedio entre las dos primeras. (Ver Cuadro N° 1 del Apéndice). Los resultados señalan que las diferencias en kg de Mate

ria seca de la mezcla entre los diferentes cortes son im-  
portantes, mostrando una mayor producción en la fecha B  
respecto a la fecha A.

Se puede ver que la fecha de corte intermedio (B= 12/11) supera a la fecha A (22/10) en aproximadamente un 40 por ciento que en valores reales significan casi 2000 kg de materia seca por hectárea.

2. Kg de Materia Seca del Trébol Rojo y Kg de Materia Seca de Avena.

Cuadro N° 11. Prueba *t* para producción de Materia Seca de Trébol rojo en cada fecha de corte (kg/ha).

Fecha	Materia Seca de Trébol rojo
A	2052 a*
B	3587 a
C	3427 a

\* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.05$ ).

Cuadro N° 12. Prueba *t* para producción de Materia Seca de Avena en cada fecha de corte (kg/ha).

Fecha	Materia Seca de Avena
A	2429 a*
B	2770 a
C	1758 a

\* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.05$ ).

En el Cuadro N° 11 se observa que si bien la producción de la fracción trébol rojo en la fecha de corte A ofrecería importantes diferencias con las producciones logradas en las fechas de corte B y C, éstas diferencias no son significativas en el análisis estadístico. (Ver Cuadro N° 2 del Apéndice).

Con respecto a los kg/ha de materia seca de avena producidos, (Cuadro N° 12), se observa algo similar a lo ocurrido con el trébol rojo en cuanto a que no existen diferencias significativas entre las cantidades obtenidas en las tres fechas de corte y a que en ambos casos la producción tiende a ser mayor en la fecha B. A pesar de ésto, el comportamiento individual del trébol rojo y de la avena es distinto. (Ver Cuadro N° 3 del Apéndice).

kg MS/ha

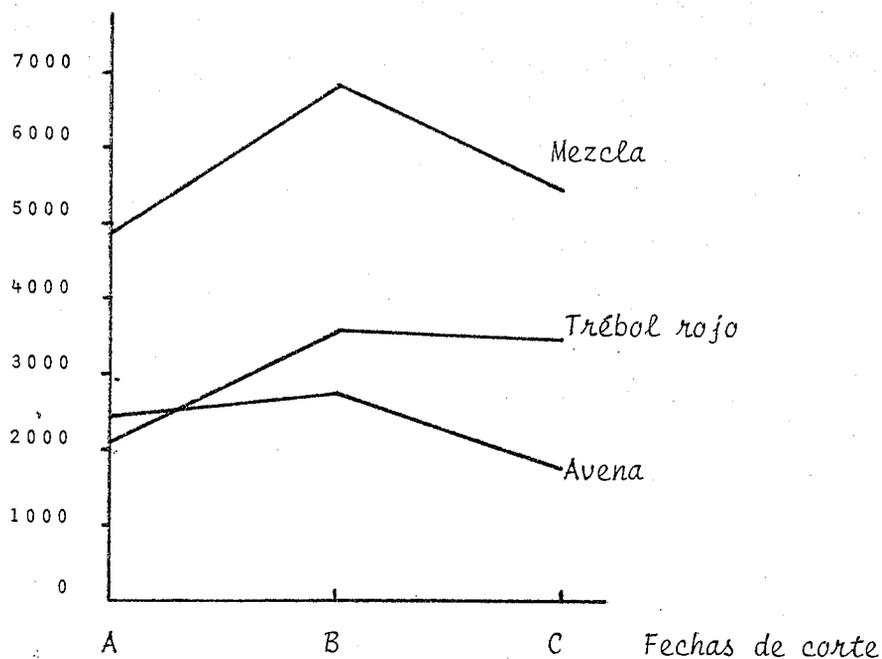


Figura N<sup>o</sup> 2. Rendimiento de Materia Seca por hectárea de la Mezcla, del trébol rojo y de la avena en cada fecha de corte.

En la Figura N<sup>o</sup> 2 se puede ver que el trébol rojo presenta en la primer fecha de corte una producción muy inferior a su máxima alcanzada en esta experiencia y en la última fecha de corte una producción muy similar a ésta, en cambio en el caso de la avena es la producción de la primer fecha de corte la similar a su máxima alcanzada y la de la última inferior, si bien como ya se dijo éstas diferencias de producción no son significativas. La explicación puede radicar en el hecho de ser el trébol rojo una especie bianual cuyo ciclo puede durar de dos a tres años, y la avena una especie de ciclo anual definido; lo que estaría determinando que a pesar de su baja producción estival, al encontrarse en su primer año de vida el trébol

rojo aún continúa produciendo mientras que la avena ya se encuentra al final de su ciclo. Esto indicaría desde el punto de vista de la producción de materia seca por hectárea una conveniencia de cortes más tardíos para el trébol rojo y más tempranos para la avena.

kg MS/ha

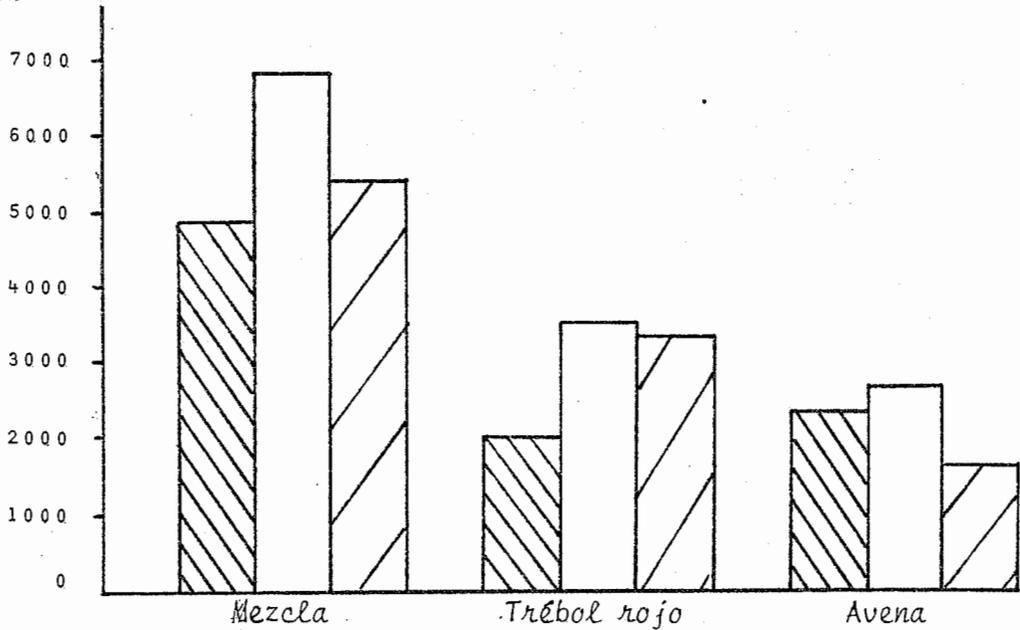


Figura N° 3. Comparación de los rendimientos de Materia Seca de la Mezcla, del Trébol rojo y de la Avena en cada fecha de corte.

-  Fecha de corte A 22/10, Avena panojada-Trébol rojo en prefloración.
-  Fecha de corte B 12/11, Avena estado acuoso/lechoso-Trébol rojo 50 por ciento en floración.
-  Fecha de corte C 8/12, Avena estado de masa dura-Trébol rojo 100 por ciento en floración.

Aún cuando el trébol rojo y la avena presentan comportamiento diferente, cada uno de ellos así también como la mezcla que componen muestran igual evolución de sus rendimientos de materia seca por hectárea, ésta aumenta y luego disminuye. Esto se debe a la evolución fisiológica de toda planta, se logra un nivel máximo de producción; una vez alcanzado el índice de Area Foliar crítico la pastura crece a su máxima tasa. A medida que continúa el crecimiento, también continúa aumentando el IAF, más allá del valor crítico. El aumento del área foliar provoca que las hojas inferiores se vean sombreadas progresivamente con la consiguiente muerte de hojas inferiores y la reducción de la producción total.

Si a las pasturas puras o mixtas de gramíneas y leguminosas se les permite crecer en forma ininterrumpida, el rendimiento de materia seca aumenta hasta un cierto punto con el aumento en la longitud del período de crecimiento. El período durante el cual el rendimiento aumenta difiere en las distintas especies. Eventualmente, el rendimiento puede no registrar aumentos futuros o puede en efecto, disminuir, (Smetha, 1981).

El rendimiento de una pastura sin cortar aumenta hasta un punto determinado en el caso de las gramíneas, hasta su floración una vez florecidas, la posterior producción de materia seca se torna muy lenta. La tasa de crecimiento de toda pastura declina y aún puede tornarse negativa, (Radcliffe y Bowen, 1968).

En cuanto a las posibles causas de la disminución de la tasa de crecimiento hasta cero todavía no se han comprendido claramente. Smethan (1981) dice que ésta disminución puede ser causada por la respiración de las hojas

inferiores sombreadas del follaje que compensa las ganancias de peso debidas a la actividad fotosintética de las hojas superiores no sombreadas, o puede deberse a la igualdad entre la aparición de hojas nuevas y la senescencia y descomposición de hojas viejas. Es probable que éstas y otros mecanismos operen al mismo tiempo.

## B. CALIDAD DE LA MATERIA SECA AL MOMENTO DEL CORTE.

### 1. Digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica.

#### a. Digestibilidad "in vitro" del Trébol rojo y Digestibilidad "in vitro" de la Avena.

Cuadro N° 13. Prueba *t* para Digestibilidad "in vitro" de la Materia orgánica del Trébol rojo (%).

Fecha	Digestibilidad del Trébol rojo
A	66.27 a*
B	60.49 a
C	50.48 b

\*Los valores señalados con distinta letra difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.05$ ).

Cuadro N° 14. Prueba *t* para Digestibilidad "in vitro" de la Materia orgánica de la Avena (%).

Fecha	Digestibilidad de la Avena
A	64.78 a*
B	54.46 b
C	44.33 c

\* Los valores señalados con distinta letra difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.05$ ).

En primer lugar se observa que la digestibilidad del trébol rojo es superior, en términos generales, a la de la avena en todas las fechas de corte, lo cual era de esperarse ya que las leguminosas presentan mayor digestibilidad que las gramíneas .

Las leguminosas forrajeras poseen un nivel de digestibilidad en la mayoría de los casos considerablemente mayor al de las gramíneas, (Smethan, 1981),

En segundo lugar se observa en ambas especies un marcado descenso de la digestibilidad de la materia orgánica a medida que se avanza en la fecha de corte. Cabe destacar que el primer corte fue realizado cuando la avena de encontraba panojada y el trébol rojo en prefloración, por lo tanto ya habría ocurrido un descenso en la digestibilidad de la pastura.

Varias investigaciones han demostrado que la digestibilidad de las fracciones: hoja, vaina y tallo de gramíneas y leguminosas es muy diferente. En una etapa inmadura

de crecimiento el tallo es más digestible que la vaina, o la hoja, en ese orden. Sin embargo, a medida que la planta de gramínea madura, la digestibilidad del tallo decae en forma abrupta, con una velocidad seis veces mayor que en la hoja, mientras que la digestibilidad de la vaina foliar declina alrededor de tres veces más rápido que la hoja (Terry y Tilley, 1964). La caída de la digestibilidad de toda la planta es lenta hasta que la proporción de material de tallo aumenta con rapidez, justo antes de la emergencia de la inflorescencia, (Smethan, 1981).

En el Cuadro N° 13 se observa que no existen diferencias significativas en la digestibilidad del trébol rojo entre los cortes A y B pero sí entre éstos y el corte C. (Ver Cuadro N° 4 del Apéndice). En cambio en el caso de la avena, Cuadro N° 14, la disminución de la digestibilidad es más notoria existiendo entonces diferencias significativas entre los valores de cada fecha de corte. (Ver Cuadro N° 5 del Apéndice).

En las leguminosas la digestibilidad decae en forma menos abrupta en la madurez que en las gramíneas. Esto se debe en parte a causa de que existe una menor lignificación de los tallos pero también porque la fracción correspondiente a las hojas permanece joven, y por lo tanto con digestibilidad alta. La vida de las hojas es considerablemente más corta que la de las gramíneas de manera que las hojas de las leguminosas envejecen antes y caen rápidamente, (Smethan, 1981).

b. Digestibilidad de la mezcla.

Cuadro N° 15. Prueba *t* para Digestibilidad "in vitro" de la Materia Orgánica de la Mezcla (%).

Fecha	Zona 1	Zona 2	Zona 3	$\bar{x}$
A	67.65 a*	63.80 a	68.27 a	66.57 a
B	57.18 b	58.82 b	61.03 b	59.01 b
C	51.68 c	47.63 c	49.70 c	49.67 c

\*Los valores señalados con distinta letra difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.05$ ).

Al realizarse el Análisis de Varianza de la Digestibilidad de la Materia Orgánica de la Mezcla se encontró que había interacción Fecha x Zona; es por ello que los datos se presentan desglosados en zonas. (Ver Cuadro N° 6 del Apéndice).

Analizando los datos resulta que dicha interacción está dada por el valor de digestibilidad correspondiente a la zona 2 en la fecha A, (63.80 por ciento), siendo sin embargo el comportamiento de las diferentes zonas muy similar y permitiendo realizar el promedio de las tres zonas y su análisis en conjunto, (Cuadro N° 15).

Al presentar los resultados de cada uno de los componentes de la pastura se vió que en ambos disminuía la digestibilidad, siendo la reducción entre la primera y última fecha de corte del 24 por ciento para el trébol rojo y 32 por ciento para la avena. Se puede apreciar ahora que los valores de la mezcla también disminuyen y que lo hacen

de manera intermedia entre aquellos, su digestibilidad bajó un 27 por ciento. El descenso intermedio se debería a que la mayor digestibilidad de la leguminosa estaría compensando el nivel inferior de la avena.

Esta compensación entre la leguminosa y la gramínea también explicaría que la caída de la digestibilidad ocurra más tarde en la mezcla que en la avena sola. En el Cuadro N° 15 puede verse que la mayor disminución para la mezcla ocurre entre el corte B y C, en cambio en el Cuadro N° 14 se observa que en el caso de la avena la caída es similar entre los cortes A y B, y los cortes B y C.

*Digestibilidad de la  
Materia Orgánica (%)*

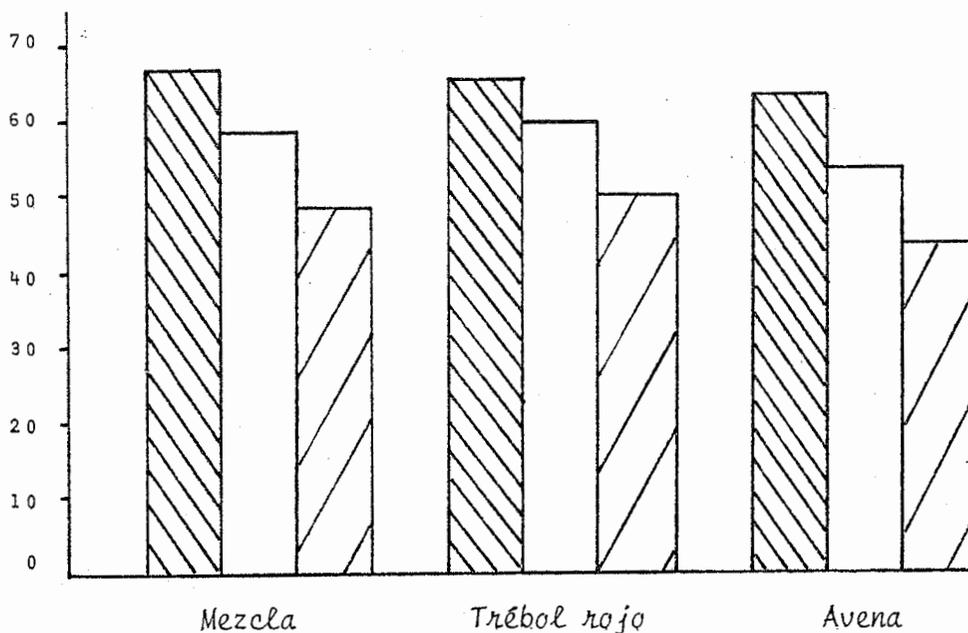


Figura N° 4. Comparación de las Digestibilidades de la Materia Orgánica de la Mezcla, del trébol rojo y de la avena en cada fecha de corte.

continúa...

-  Fecha de Corte A 22/10, Avena panojada-Trébol rojo en prefloración.
-  Fecha de Corte B 12/11, Avena estado acuoso/lechoso-Trébol rojo 50 por ciento en floración.
-  Fecha de Corte C 8/12, Avena estado de masa dura-Trébol rojo 100 por ciento en floración.

Normalmente, el crecimiento vegetativo joven de una pastura es de digestibilidad alta y solo en el caso de que las pasturas puedan crecer hasta alcanzar un estado cercano a la floración, la digestibilidad comienza a disminuir en forma notable. Esta disminución es causada por un aceleramiento de la lignificación progresiva de las paredes celulares que en las gramíneas, comienza alrededor del momento en que los tallos florales empiezan a alargarse, y alcanza un máximo cuando las semillas están madurando, (Smethan, 1981).

## 2. Proteína Cruda.

### a. Proteína Cruda del Trébol rojo y de la Avena.

Cuadro N° 16. Prueba *t* para Proteína cruda del Trébol rojo (%).

Fecha	Proteína cruda del trébol rojo
A	15.21 a*
B	12.37 ab
C	9.26 b

\* Los valores señalados con distinta letra difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.05$ ).

Cuadro N° 17. Prueba t para Proteína Cruda de la Avena (%).

Proteína cruda de la Avena			
Fecha	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A	5.67 a*	4.58 a	8.45 b
B	4.28 a	4.52 a	4.07 a
C	6.15 a	3.48 a	4.80 a

\* Los valores señalados con distinta letra difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.05$ ).

Hay que recordar que como el primer corte se realizó en un estado de desarrollo avanzado, los niveles de proteína cruda son inferiores a los que promedian éstas especies.

En el caso del trébol rojo, Cuadro N° 16, los porcentajes de proteína cruda descienden a medida que se atrasa la fecha de corte, encontrándose diferencias significativas entre los cortes A y C. (Ver Cuadro N° 7 del Apéndice).

En el caso de la avena, Cuadro N° 17, aparece interacción fecha por zona. En términos estadísticos ésta se debe a que los valores de la zona 1 - fecha C y zona 3 - fecha A son muy superiores a sus compañeros de fecha de corte. (Ver Cuadro N° 8 del Apéndice).

La causa de que éstos valores sean tan diferentes no podría deberse a diferencias de fertilidad del suelo de las diferentes zonas\* y habría que encararla desde el punto

\* Comunicación personal con el Ing.Agr. Pigurina.

de vista del muestreo. Dado el avanzado estado de desarrollo en que se encontraba la avena al realizarse los cortes es posible que al tomar las muestras se desprendiese parte del material y entonces las diferencias de los valores podrían deberse a muestras con diferentes proporciones de hoja y de tallo.

Downes et al (1974) encontraron que el porcentaje de proteína cruda de las hojas es superior al de los tallos, haciéndose mayor ésta diferencia en estados de madurez avanzados.

A pesar de haber ocurrido éste problema en el muestreo se pueden observar dos cosas; todos los valores son bajos lo cual corresponde con el estado de desarrollo de la pastura, y a medida que avanza la fecha de corte son más bajos aún.

b. *Proteína Cruda de la Mezcla.*

Cuadro N° 18. Prueba *t* para Proteína Cruda de la Mezcla (%).

Fecha	Proteína Cruda de la Mezcla
A	9.54 a*
B	7.82 a
C	7.81 a

\* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ( $\alpha=0.05$ ).

Si bien no hubo diferencias significativas, los valores de proteína cruda muestran un descenso hacia la segunda fecha de corte con una posterior estabilización. (Ver Cuadro N° 9 del Apéndice). El descenso se debe al avance de la madurez.

Se podría pensar que los niveles de proteína de la avena considerada dentro de la mezcla sería mayores que los de la fracción avena analizada individualmente. Esto se debería a que para realizar el análisis individual de la avena hubo que hacer la separación botánica y, por lo tanto, manipulear la muestra con un consecuente desprendimiento de grano y hojas secas, aumentando el porcentaje de tallo de la misma que como se sabe es de menor contenido proteico; en cambio en el análisis de la mezcla se tomó una muestra íntegra de la pastura sin necesidad de manipuleo y que quizás resulta más representativa de ésta.

Si bien en la última fecha de corte el trébol rojo presentó una disminución de su contenido proteico, el valor de la mezcla quedaría estabilizado debido al aporte de la proteína de la avena cuyo contenido real pudiera ser mayor al que se le encontró cuando se analizó individualmente y/o debido al mayor peso del trébol rojo en el rendimiento total de la pastura.

En la última fecha de corte el estado de madurez de la avena es tal que los niveles de proteína de sus hojas y tallos tienen que ser obligatoriamente más bajos pero hay que tener en cuenta que la avena se encontraba en grano maduro y que este grano aporta proteína pudiendo provocar un alza en los valores de proteína cruda total.

Esto coincidiría con el resultado de un experimento

llevado a cabo en Jealott's Hill citado por Watson y Nash (1960) en el que se midió el rendimiento de materia seca y proteína cruda de un cultivo puro de avena a diferentes estados de crecimiento. En el Cuadro N° 19 se puede ver que el porcentaje de proteína cruda obtenido por dichos autores en el corte 2, que corresponde al estado de cosecha para grano, supera al del corte 1, realizado con grano a estado lechoso; esto se debe según estos autores a que el corte 2 incluye una cantidad importante de grano que eleva el porcentaje de proteína.

Cuadro N° 19. Rendimiento de Materia Seca y Proteína cruda (kg/ha), y porcentaje de proteína cruda de avena cortada a estado lechoso y a grano maduro. (Watson y Nash, 1960).

	Corte 1	Corte 2
Materia Seca	8569	8406
Proteína cruda	478	517
Proteína cruda (%)	5.6	6.15

c. Proteína Cruda por Hectárea (Calculada).

Cuadro N° 20. Cantidad total de proteína cruda (kg/ha) (Calculada)

Fecha	Proteína cruda
A	469
B	536
C	428

A pesar de la disminución, no significativa, del porcentaje de proteína cruda a partir de la segunda fecha de corte, se puede apreciar en el Cuadro N<sup>o</sup> 20 que justamente en ese momento de corte es cuando se obtiene la mayor cantidad total de proteína. Esto se debe al aumento muy importante de la producción de materia seca. A su vez, si bien entre las fechas B y C no se encontró diferencias en el contenido proteico, la última de ellas tiene un menor rendimiento en kilogramos de pastura y por lo tanto un menor rendimiento en kilogramos de proteína por hectárea.

Finalmente, si el objetivo es la obtención de la máxima proteína cruda por hectárea, indudablemente la opción correcta sería la segunda fecha de corte. Pero en el caso de que se persigan otros objetivos, nivel de proteína o cantidad de materia seca, la elección dependerá de cada situación.

### C, PRODUCCION TOTAL DE MATERIA SECA DIGESTIBLE AL MOMENTO DEL CORTE (CALCULADA),

Cuando se estudió la cantidad total de forraje obtenido en cada uno de los tratamientos se vió que las dos últimas fechas de corte eran superiores a la primera, lo que desde el punto de vista de la cantidad de materia seca por hectárea, indicaría como no conveniente una henuficación temprana. Por otro lado, cuando se analizan los niveles de digestibilidad de esa materia orgánica se vió que al atrasar la fecha de corte la calidad del forraje disminuía y entonces en función de la calidad habría que descartar los cortes tardíos.

Ahora bien, como el propósito de éste trabajo así también como el propósito del almacenamiento del forraje

como heno es obtener material abundante pero también de buena calidad se verá el comportamiento de los factores en conjunto expresados a través de los kilogramos de Materia Seca Digestible por hectárea.

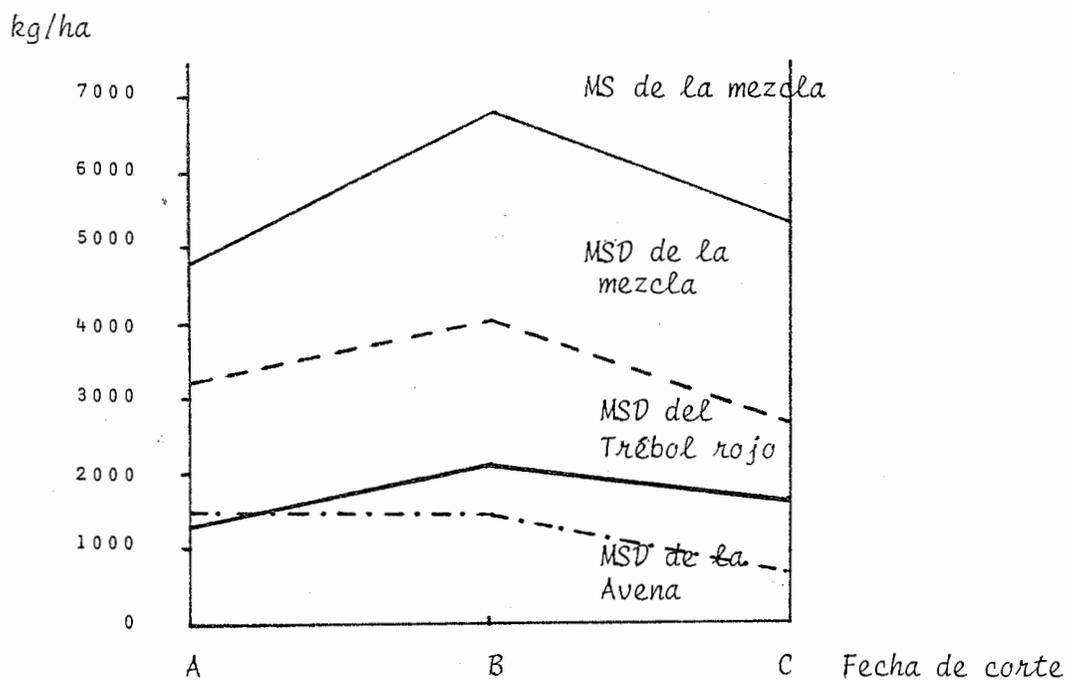


Figura N° 5. Rendimiento de Materia Seca Digestibles (MSD) de la Mezcla, Avena y Trébol rojo, rendimiento de la Materia Seca (MS) de la Mezcla en las tres fechas de corte; (kg/ha). (Calculado).

La Figura N<sup>o</sup> 5 muestra que existe una gran diferencia entre los kilogramos de materia seca por hectárea y los kilogramos de materia seca digestible por hectárea. Cuando se deja acumular el forraje con el fin de henificar un volumen considerable, este al avanzar en su ciclo va perdiendo calidad. En este caso los cortes para henificado se realizaron en un estado de desarrollo de las especies en los cuales los niveles de digestibilidad ya se habían reducido considerablemente, lo cual explicaría estas diferencias entre los rendimientos de materia seca y materia seca digestible.

kg/ha

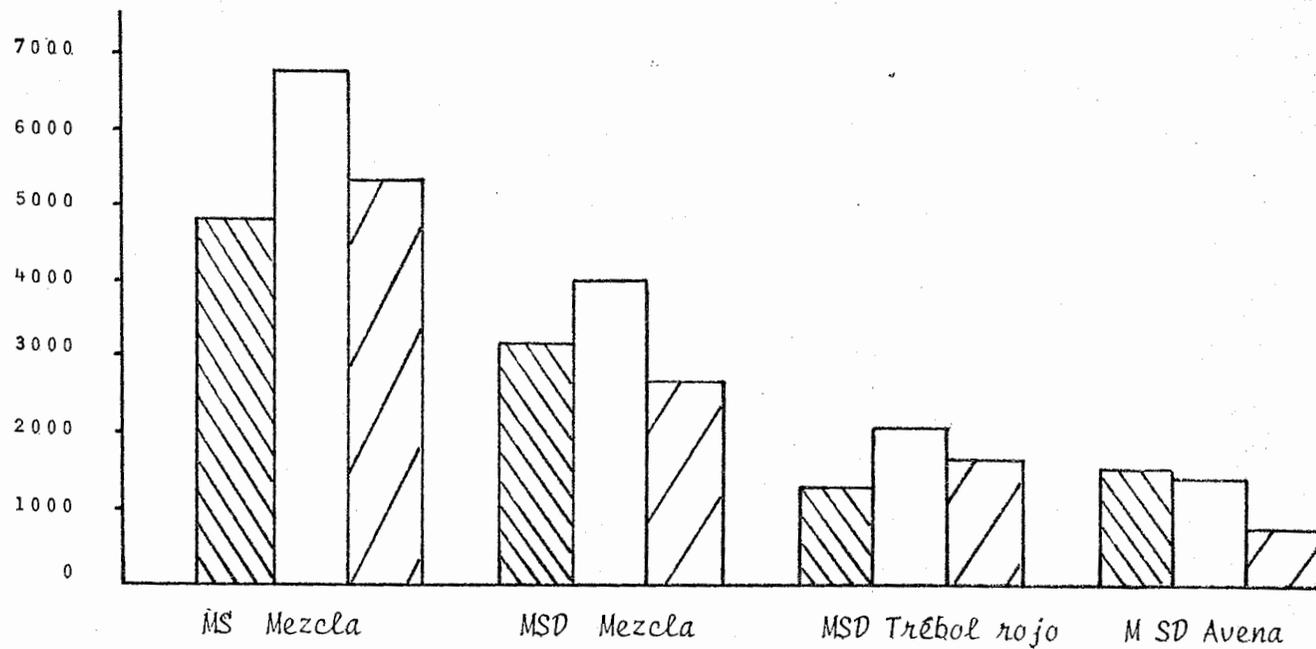


Figura N° 6. Comparación de los rendimientos de la Materia seca (MS) de la Mezcla y las Materias Secas Digestibles (MSD) de la Mezcla, del Trébol rojo y de la Avena en cada Fecha de corte, (kg/ha).

continúa...

-  Fecha de Corte A 22/10, Avena panojada- Trébol rojo en prefloración.
-  Fecha de corte B 12/11, Avena estado acuoso/lechoso- T. rojo 50 por ciento en floración.
-  Fecha de corte C 8/12, Avena estado de masa dura- T. rojo 100 por ciento en floración.

Según la cantidad de Materia Seca Digestible por hectárea, calculada en base a los resultados obtenidos en este trabajo (Figura N° 6), en el caso de la fracción avena sería más ventajoso el corte A y en el caso de la fracción trébol rojo el corte B.

La evolución de la producción de Materia Seca Digestible por hectárea de una pastura compuesta por éstas dos especies y por lo tanto la fecha de corte más conveniente dependería de la proporción con que cada una de las especies integren dicha pastura.

En este caso el volumen de forraje que aporta el trébol rojo es mucho mayor al que aporta la avena y en consecuencia, como se puede apreciar en la Figura N° 5 la curva de la mezcla acompaña a la del trébol rojo resultando más favorable la fecha de corte B.

## D. CALIDAD DE LA MATERIA SECA DE LOS FARDOS.

El volumen final y el valor nutritivo del heno obtenido de una pastura dependerá fundamentalmente de los siguientes factores:

- Especies que componen la pastura.
- Momento de corte, teniendo en cuenta el volumen de forraje acumulado y el valor nutritivo.
- Condiciones en que se llevó a cabo el proceso de henificación.
- Manejo y conservación posterior de los fardos.

La importancia del tipo de especies que componen la pastura y del momento de corte ya fue discutido anteriormente y se vió que de ellos dependerá principalmente el valor nutritivo y el volumen de forraje a conservar. La eficiencia de la conservación del forraje y por lo tanto la cantidad y calidad final del heno dependerá de las condiciones en que se llevó a cabo el proceso de henificación y del manejo y conservación posterior de los fardos.

### 1. Digestibilidad "in vitro" de la Materia Orgánica de los Fardos.

Cuadro N° 21. Prueba *t* para Digestibilidad "in vitro" de la Materia Orgánica de los fardos y para Digestibilidad "in vitro" de la Materia Orgánica al momento del corte (%).

Fecha	Dig. de los fardos	Dig. al momento del corte
A	56.45 a*	66.57 a*
B	52.67 b	59.01 b
C	45.56 c	49.67 c

continúa...

Continuación cuadro N° 21.

\* Los valores señalados con distinta letra difieren significativamente entre sí ( $\alpha = 0.05$ ), tratándose de dos pruebas *t* independientes, se incluyeron los valores de digestibilidad de la pastura al momento del corte para su mejor comparación con los resultados de digestibilidad de los fardos.

En el Cuadro N° 21 se observa que en las tres fechas de corte la digestibilidad de los fardos es menor a la digestibilidad al momento del corte y que existen diferencias significativas entre las distintas fechas. (Ver Cuadro N° 10 del Apéndice). También se aprecia que el orden original se mantiene, siendo el mejor corte el primero y el de peor digestibilidad el último. A su vez es importante destacar que a medida que se atrasa la fecha de corte los valores de digestibilidad del material fresco y del forraje conservado se acercan, reduciéndose las pérdidas, Cuadro N° 22.

Cuadro N° 22. Diferencia entre la Digestibilidad al momento del corte y la Digestibilidad de los fardos a los tres meses de realizado el último corte, para las tres fechas de corte (%). (Calculada).

Fecha	Diferencia de Dig.
A	10.12
B	6.34
C	4.11

En el cultivo inmaduro hay mayor proporción de material digestible que en una planta más vieja, y, por lo tanto, una mayor cantidad de material capaz de ser usado por la acción respiratoria y bacterial. Es así que al cortar más temprano las pérdidas son mayores durante el período de almacenamiento, (Watson y Nash, 1960).

## 2. Proteína Cruda de los Fardos.

Cuadro N° 23. Prueba t para Proteína cruda de los fardos (%).

Fecha	Proteína cruda de los fardos
A	8.43 a*
B	7.14 a
C	5.16 b

\* Los valores señalados con distinta letra difieren significativamente entre sí ( $\alpha=0.05$ ).

Como se observa en el Cuadro N° 23 en los fardos existen diferencias significativas entre los niveles de proteína cruda de la tercer fecha de corte (C) y de las dos primeras (A y B).

A pesar de que los contenidos proteicos del primer y segundo corte no son significativamente diferentes entre sí se mantendría la tendencia de la superioridad proteica del primer corte, que se evidenciaba en la proteína cruda del material fresco.

La tendencia a la disminución de los niveles proteicos a medida que se atrasa la fecha de corte acompaña el descenso de digestibilidad registrado en los fardos,

(Cuadro N<sup>o</sup> 21).

La menor calidad final de los fardos de la última fecha de corte, es evidenciada conjuntamente por las diferencias significativas existentes en sus correspondientes valores de digestibilidad y de proteína cruda, (Cuadros N<sup>o</sup> 21 y 23).

### 3. Factores que provocaron la pérdida de calidad.

El cultivo seco contiene una cantidad variable de humedad cuando es recogido del campo, frecuentemente cerca del 25 por ciento, a pesar de que en un año de rápido secado ésta puede ser considerablemente menor. Cuando el cultivo es enfardado, algunas de las células están vivas todavía y los cambios vitales continúan.

Los cambios principales son debidos a la respiración, pero ella es acompañada evidentemente por la acción de bacterias. En los estados tempranos, la respiración es aeróbica, ya que hay aire presente en el fardo y además éste puede entrar sin mucha dificultad antes de que el heno se haya asentado. Este proceso llevará todavía a mayores pérdidas de nutrientes en el heno, disminuyendo principalmente los extractos libres de nitrógeno.

Los cambios primarios se deben a la respiración y ésta, mediante la liberación de energía, puede elevar la temperatura del fardo. A medida que el heno se asienta, el calor se mantiene más fácilmente, la temperatura de la masa aumenta, y con ella se incrementa la respiración y se favorece el desarrollo bacterial.

En el curso de la acción de los procesos de respi

ración y fermentación (Bacterias) en el fardo, habrá pérdida de las porciones más solubles, y por lo tanto más valiosas, del cultivo.

Cuanto mayor sea la temperatura alcanzada por el heno, mayor será la cantidad de material oxidado y en consecuencia mayores las pérdidas. El material más digestible es oxidado primero por lo que la pérdida en valor nutritivo es aún mayor que la pérdida de constituyentes crudos.

El principal factor que favorece las pérdidas del forraje conservado es el nivel de humedad del material al momento del enfardado. Tanto la acción enzimática como la bacterial requieren la presencia de cierta cantidad de agua. Si el material está lo suficientemente seco para que la humedad se encuentre por debajo de un 10 por ciento, muy raramente ocurrirán cambios durante el almacenamiento. Y si ésta es superior a un 40 por ciento el material continúa fermentando con los consecuentes problemas y pérdidas ya discutidos.

Estrechamente relacionados con este factor se encuentran los factores climáticos, como la temperatura y humedad ambiental, y los factores mecánicos. Los primeros estarán condicionando el nivel de humedad del material y los segundos estarán condicionados por ese nivel de humedad.

Las temperaturas ambientales bajas y las altas humedades relativas determinan una menor tasa de evaporación y en consecuencia enlentecen el proceso de secado de la materia verde. Al dificultar el secado o sea la pérdida de humedad, las bajas temperaturas pueden obligar al pro

ductor a la realización de ciertas prácticas mecánicas que favorezcan ese secado, las que pueden acarrear pérdida de material.

Por otro lado, las temperaturas altas pueden llevar a un descenso de humedad excesivo y al marchitamiento de la planta provocando principalmente el desprendimiento de hojas, el descenso del nivel proteico y de la digestibilidad final del material conservado, ya que ellas aportan mucho más proteína que las otras fracciones de la planta.

En definitiva la incidencia de los factores climáticos de una u otra forma es a través del manejo del contenido de agua del forraje a henificar. Tanto las bajas temperaturas, como la lluvia, la ausencia de viento y el bajo número de horas de sol reducen la tasa de evaporación y favorecen el deterioro del material; ya que permiten que el contenido de agua sea elevado y por lo tanto los procesos biológicos se ven acelerados o incrementados.

En Uruguay la ocurrencia de lluvias no es predecible existiendo un promedio estadístico de aproximadamente 90 mm mensuales a lo largo del año. La temperatura media del aire aumenta con el desarrollo de la primavera, desde setiembre en adelante, aumentando con ella la tasa de evaporación y favoreciendo un secado más rápido a medida que se atrasa la fecha de corte. En el caso de este trabajo la temperatura media del mes de diciembre, tercer corte, fue casi de 5°C mayor que la del mes del primer corte, octubre. A su vez la evaporación de diciembre alcanzó en promedio un valor de 8 mm mientras que la de octubre fue inferior a 5 mm.

Una vez más se encuentra que la henificación más próxima a la estación estival contará con factores climáticos más favorables.

La pérdida de forraje, tanto en volumen como en calidad, por causas mecánicas se debe fundamentalmente al desprendimiento de las partes de la planta de alto valor nutritivo, lo que ocurre en mayor medida en henos de leguminosas cuyas hojas se desprenden más fácilmente y contienen aproximadamente dos tercios del total de la proteína.

La elección de una fecha de henificación adecuada deberá entonces contemplar que el estado de la pastura y las condiciones ambientales no hagan necesaria una excesiva remoción de la misma como forma de sacarla y que a su vez el material no esté demasiado seco como para que se produzcan altas pérdidas durante su recolección.

#### 4. Manejo y conservación posterior de los fardos.

El manejo y conservación posterior de los fardos es otro punto a tener en cuenta. Es importante señalar que los requerimientos de almacenamiento de forraje henificado con las mínimas pérdidas de valor nutritivo pueden resumirse así:

- Protección de las condiciones climáticas,
- consolidación para reducir el efecto de oxidación provocado por el aire, y,
- protección de temperaturas excesivamente altas.

## V. CONCLUSIONES.

- De las tres fechas de corte estudiadas en este trabajo, la segunda presentó los mayores rendimientos de materia seca total, correspondiendo al estado acuoso - lechoso de la avena y a 50 por ciento de floración del trébol rojo.
- El trébol rojo presentó sus mayores rendimientos de materia seca en la segunda y tercera fecha de corte, mientras que la avena los presentó en la primer y segunda fecha de corte.
- Los porcentajes de proteína cruda y de digestibilidad de la pastura disminuyeron a medida que se atrasó la fecha de corte.
- La mayor cantidad de proteína cruda por hectárea se obtuvo en la segunda fecha de corte y la menor en la tercera.
- El mayor volumen de materia seca digestible por hectárea se logró en la segunda fecha de corte.
- A los tres meses del último corte los fardos presentaron niveles de proteína cruda y de digestibilidad considerablemente menores a los correspondientes valores del material fresco.
- La pérdida de calidad que sufrieron los fardos con respecto al material fresco, según los parámetros considerados en este trabajo (PC y DIG),

disminuyó a medida que se atrasó la fecha de corte.

- De las tres fechas de enfardado para una pastura de trébol rojo y avena evaluadas en esta experiencia, la intermedia (avena en estado acuoso-lechoso- trébol rojo 50 por ciento en floración) resultó la más favorable en función de la cantidad y calidad del heno obtenido.

## VI. RESUMEN.

Este trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental "La Estanzuela", Colonia, Uruguay y consistió en estudiar el efecto de la época de corte sobre el valor nutritivo del heno de una mezcla de avena y trébol rojo.

Se evaluaron tres fechas de corte:

- A - 22/10, Avena panojada - Trébol rojo en prefloración,
- B - 12/11, Avena estado acuoso/lechoso - T. rojo 50 por ciento en floración y
- C - 8/12, Avena estado masa dura- T. rojo 100 por ciento en floración.

Previo al enfardado se recogieron muestras del material fresco. A partir de estas muestras frescas se obtuvieron los rendimientos de materia seca, los niveles de proteína cruda y las digestibilidades de la pastura, de la avena y del trébol rojo al momento del corte.

A los tres meses de la última fecha de corte se muestrearon los fardos obtenidos de los tres cortes, con dichas muestras se determinó el porcentaje de proteína cruda y el porcentaje de digestibilidad del material enfardado.

Los resultados fueron los siguientes:

- el rendimiento de Materia Seca presentó una evolución creciente hacia la segunda fecha de corte para luego declinar, tanto el de la pastura como el de la avena y el del trébol rojo.

- los porcentajes de proteína cruda y de digestibilidad de las muestras frescas descendieron a medida que se atrasó la fecha de corte.

- en los fardos se observó una pérdida de calidad con respecto al material fresco. Siendo menor esta pérdida a partir de la segunda fecha de corte.

Se concluye que en la segunda fecha de corte se logró la mejor compensación entre volumen y calidad del forraje.

Pero es importante tener en cuenta que la mejor época de enfardado dependerá de las características y necesidades propias del establecimiento agrícola.

## VII. SUMMARY.

The experiment was carried out at the Experimental Station "La Estanzuela", Colonia, Uruguay and consisted in the study of the effect of the time of cutting on the nutritive value of a hay from a mixture of red clover and oat.

There were evaluated three dates of cutting:

- A- 22/10, Oat in heading stage - Red clover in bud stage ,
- B- 12/11, Oat in milky stage - Red clover 50% flowering and
- C- 8/12, Oat in firm dough stage - Red clover 100% flowering.

Before the baling process, there were taken samples of the fresh material. These fresh samples were analyzed to obtain the yield of dry matter, the percentage of crude protein and the percentage of digestibility from the mixed forage, oat, and red clover at the time of cutting.

Three months after the last date of cutting there were taken samples from the bales to obtain the percentages of crude protein and digestibility of the conserved material.

The results are as follow:

- the yield of dry matter presented an increasing evolution up to the second date of cutting, then it began to decrease,
- the levels of crude protein and the percentage of digestibility of the fresh material decreased as the date of

cutting advances.

- the conserved material presented a loss of quality with respect to the fresh material. Decreasing this loss from the second date of cutting and on.

It was concluded that on the second date of cutting was reached the best compensation between volume and quality of forage. It is important to remember that the best date of cutting will, in fact, depend of the characteristics and needs of the farm.

## VIII, BIBLIOGRAFIA.

1. ANIKEENKO, A.P. Effect of growth conditions and growth stage on the chemical composition of red clover. Trudy po Phikladno Botanike, Genetike i Selektivsii 50(2):255-263. 1973. (Original no consultado; compendiado en Herbage Abstracts 44(5):1193. 1974).
2. BOSE, M.L.V. and MORAES, C.L. Crude fibre, cellulose and lignin contents and digestibility of cellulose in vitro and by the C.E.D method, of various grasses during vegetative growth, Solo 64(1):49-56. 1972. (Original no consultado; compendiado en Herbage Abstracts 43(5):1180. 1973).
3. BRUNDAGE, A.L. and KLEBESADEL, L.J. Nutritive value of oats and pea components of a forage mixture harvested sequentially. Journal Dairy Science (Estados Unidos) 53(6):793-796. 1970.
4. BRUNE, H., LUBBE, R. and BURCKHARDT, I. Improvement of quality, nutrient and mineral contents of hay, grass silage and maize silage. Berlín, Springer, 1977, 235p.
5. BURGESS, P.L., GRANT, E.A. and NICHOLSON, J.W.G. Feeding value of forage oats. Canadian Journal of Animal Science 52(6):448-450. 1972.
6. CARAMBULA, M. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur, 1977. 463p.

7. DAVIS, W.E.P. and BOWDEN, D.M. Effects of growth stage at harvest on the nutritive value of a grain corn grown for silage. *Canadian Journal of Animal Science* 49(3):361-370. 1969.
8. EEGLES, H.A. et al. Quality and quantity of forage from Winter in the Manawatu. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 7(4):337-341. 1979.
9. JEANNIN, B. et al. Grassland and the utilization of the marshes of the west. *Bulletin Technique d'Information* no. 281:491-498. 1973. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 44(12):3696. 1974).
10. JOSHI, D.C. Evaluation of energy in early and late cut hay with growing bulls. *Acta Agriculturae Scandinavica* 51(36):24. 1972. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 44(11):3522. 1974).
11. \_\_\_\_\_, Availability of energy to sheep from artificially dried grass at progressive growth stages. *Acta Agriculturae Scandinavica* 23(1):5-10. 1973. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 44(11):3499. 1974).
12. KADZIULIS, L. and PETRAUSKAS, S. Time and frequency of defoliation of red clover and lucerne in short-period swards in Lithuania. In *Proceedings of the 4th general meeting of the European Grassland Federation, Lausanne*. 1971. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 44(7):1886. 1974).
13. KIM, D.A., LEE, C.W. and HAN, I.K. The growth, yield and seasonal changes of chemical composition of native herbage plants. *Japanese Journal of Agricultural Science* 11(4):65-74. 1968.

14. NORDKVIST, AMAN and ERIK. Chemical composition and in vitro degradability of major chemical constituents of red clover harvested at different stages of maturity. *Journal Science of Food Agriculture (Suecia)* 34:1185-1189. 1983.
15. OKAMOTO, M. and HIROSE, Y. Studies on the digestion of forage in the rumen using an in vitro rumen fermentation technique. I. Changes in digestion in vitro with advancing maturity of forage. *Japanese Journal of Zootechnical Science* 43(9):499-505. 1972.
16. PLANCQUAERT, P. and RAPHALEN, J.L. Lucerne and red clover in Brittany. *Bulletin Technique d'Information* no. 281:519-524. 1973. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 44(12):3703. 1974).
17. RAYMOND, F., SHEPPERSON, G. and WALTHAM, R. Forage conservation and feeding. Barcelona, Gea, 1977. 276p.
18. SAVITSKAYA, V.A. The digestibility of dry matter in some perennial herbage species in relation to growth phase. *K.A. Timirryazeva* 180:205-210. 1972. (Original no consultado; compendiado en *Herbage Abstracts* 43(8):2141. 1973).
19. SILVEIRA, A.C., FARIA, V.P. DE and TOSI, H. Effect of maturity on the nutritive value of Napier grass. *Solo* 65(2):35-41. 1973. (Original no consultado, compendiado en *Herbage Abstracts* 44(12):3781. 1974).

20. SINGH, G.S. Economic utilization of sain grass. Indian Fmg 17(7):36-37. 1967. (Original no consultado; compendiado en Herbage Abstracts 40(3):224. 1970).
21. TAKANO, N., SUSUKI, S. and YAMASHITA, Y. Studies on the improvement of hay making. I. Effects of growth stage on hay quality, digestibility and nutrient intake. Research Bulletin of the Hokkaido National Agr. Exp. Station 97:57-62. 1970. (Original no consultado, compendiado en Herbage Abstracts 42(3):276. 1972).
22. THURMAN, B. et al. When to harvest oats for hay and silage. University of Arkansas. Agricultural Experiment State College of Agriculture and Home Economics. Bulletin no. 586. 1957. 12p.
23. WATSON, S.J. and NASH, M.J. The conservation of grass and forage crops. Edimburgh, Silver & Boyd, 1960. 758p.
23. ZUBAL, P. Estimation in vitro of digestibility of dry matter in lucerne and red clover at different stages of growth. Barcelona, Gea, 1978. 82p.

## IX. APENDICE.

Cuadro N° 1. Análisis de varianza de la Materia seca de la mezcla.

Fuente de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Bloques	2	622818	311409		
Fechas	2	1.78E 07	8921127	6.84	0.051
E (a)	4	5214673	1303668		
Zona	2	6847736	3423868	5.21	0.076
E (b)	4	2628696	657174		
Fecha x Zona	4	1124159	281039	0.864	0.525
E(c)	8	2601483	325185		

Cuadro N° 2. Análisis de varianza de la Materia seca del trébol rojo.

Fuente de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Bloques	2	3467592	1733796		
Fechas	2	1.28E 07	6412471	4.51	0.094
E (a)	4	5689084	1422271		
Zona	2	2683429	1341715	1.26	0.37
E (b)	4	4269740	1067435		
Fecha x Zona	4	2129797	532449	0.810	0.553
E (c)	8	5261099	657637		

Cuadro N° 3. Análisis de Varianza de la Materia seca de la Avena.

Fuente de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Bloques	2	4879416	2439708		
Fechas	2	4771998	2385999	3.00	0.16
E (a)	4	3186602	796651		
Zona	2	1.32E 07	6578397	60.65	0.001
E (b)	4	433846	108461		
Fecha x Zona	4	1657185	414296	0.47	0.752
E (c)	8	6941798	867724		

Cuadro N° 4. Análisis de Varianza de la Digestibilidad del Trébol rojo.

Fuente de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Bloques	2	81.31	40.66		
Fechas	2	1149.40	574.70	28.44	0.0043
E (a)	4	80.81	20.20		
Zona	2	48.11	24.06	0.59	0.60
E (b)	4	163.78	40.95		
Fecha x Zona	4	86.40	21.60	0.65	0.64
E (c)	8	267.18	33.40		

Cuadro N° 5. Análisis de Varianza de la Digestibilidad de la Avena.

Fecha de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Bloques	2	8.750	4.375		
Fechas	2	1882.987	941.494	85,57	0.0005
E (a)	4	43.498	10.875		
Zona	2	37.107	18.553	7.54	0.043
E (b)	4	9.835	2.459		
Fecha x Zona	4	21.636	5.409	0,614	0.665
E (c)	8	70.479	8.810		

Cuadro N° 6. Análisis de Varianza de la Digestibilidad de la Mezcla-

Fuente de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Bloques	2	34.590	17.295		
Fechas	2	1289.986	644.993	83,84	0.0005
E (a)	4	30.771	7.693		
Zona	2	40.667	20.333	1.42	0.34
E (b)	4	57.154	14.288		
Fecha x Zona	4	41.498	10.375	5,81	0.017
E (c)	8	14.275	1.784		

Cuadro N<sup>o</sup> 7. Análisis de Varianza de la Proteína cruda del Trébol rojo.

Fuente de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Bloques	2	4.157	2.079		
Fechas	2	159.190	79.595	4.25	0.10
E(a)	4	74.994	18.748		
Zona	2	17.190	8.595	1.62	0.30
E (b)	4	21.276	5.319		
Fecha x Zona	4	1.103	0.276	0.062	0.992
E (c)	8	35.828	4.479		

Cuadro N<sup>o</sup> 8. Análisis de Varianza de la Proteína cruda de la Avena.

Fuente de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Bloques	2	8.194	4.097		
Fechas	2	18.235	9.117	3.31	0.14
E (a)	4	11.009	2.752		
Zona	2	12.095	6.048	0.59	0.60
E (b)	4	40.761	10.190		
Fecha x Zona	4	22.788	5.697	3.65	0.05
E (c)	8	12.471	1.559		

Cuadro N° 9. Análisis de Varianza de la Proteína cruda de la Mezcla.

Fuente de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Bloques	2	2.926	1.463		
Fechas	2	17.843	8.921	1.08	0.42
E (a)	4	33.047	8.262		
Zona	2	7.604	3.802	1.28	0.37
E (b)	4	11.912	2.978		
Fecha x Zona	4	22.151	5.538	1.57	0.27
E (c)	8	28.221	3.528		

Cuadro N° 10. Análisis de Varianza de la Digestibilidad de los Fardos.

Fuente de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Fechas	2	611.4420	305.72	46.64	0.000
Error	27	176.9700	6.55		
Total	29	788.4120			

Cuadro N° 11. Análisis de Varianza de la Proteína cruda de los Fardos.

Fuente de variación	GL	SCM	CMe	F	Probabilidad
Fechas	2	96.1102	48.06	15.25	0.000
Error	27	85.0532	3.15		
Total	29	181.1634			

Cuadro N° 12. Datos climáticos del Período Experimental.

	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
media	11.5	15.8	19.2	20.0
Temperatura del aire °C				
mínima césped	3.3	8.5	12.2	12.9
Humedad relativa %				
media	70.9	75.0	70.5	68.2
Precipitación	2.2	2.7	3.1	3.8
Evaporación				
Piche mm	4.93	4.70	6.40	7.40
Tanque A mm	4.00	4.72	6.77	8.00
Viento 2m. km/24 h.	275.9	218.1	213.2	196.0
Horas de sol	8.06	7.05	8.70	8.80
Radiación solar	12.60	14.09	16.90	17.30

Cuadro N° 13. Datos climáticos de los días de corte.

	Temperatura del aire (°C)		Humedad relativa(%)	Precipitación	Evaporación		Viento 2 m	Horas de sol	Radia- ción solar
	Medio	Mínima Césped	Media		Piche mm	Tanque A mm	Km./24h		
22 de octubre	17.1	7.2	55	0.0	9.7	7.02	311.2	12.7	21.3
12 de noviembre	21.4	14.0	71	0.0	7.1	7.94	213.2	10.8	22.8
8 de diciembre	19.0	12.4	74	0.0	5.8	4.59	144.7	5.0	12.7