

RENDIMIENTO, CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DEL HENO DE
ALFALFA, CORTADO EN TRES ESTADOS DE MADUREZ Y
BAJO DOS METODOS DE PREPARACION

Por

José Alberto Borrajo

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA O.E.A.
Centro de Investigación y Enseñanza para la Zona Templada
La Estanzuela, Colonia
URUGUAY

Marzo de 1965

RENDIMIENTO, CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DEL HENO DE
ALFALFA, CORTADO EN TRES ESTADOS DE MADUREZ Y
BAJO DOS METODOS DE PREPARACION

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar al grado

de

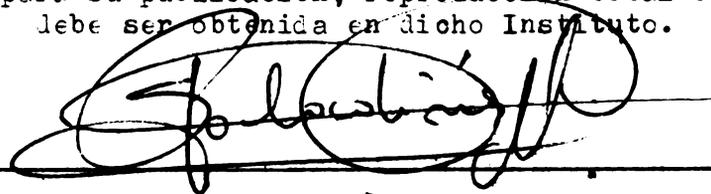
Magister Scientiae

en el

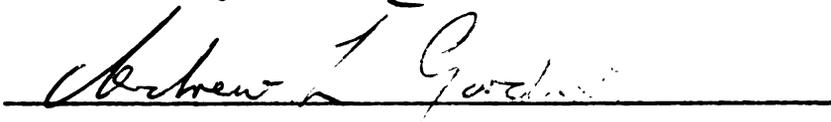
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Permiso para su publicación, reproducción total o parcial,
debe ser obtenida en dicho Instituto.

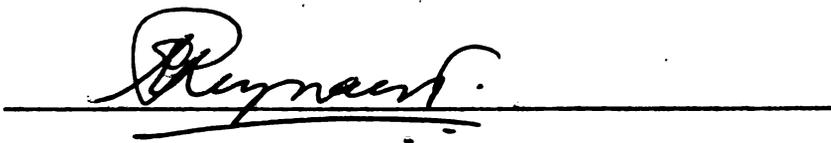
APROBADA:



Consejero



Comité



Comité

Marzo de 1965

AGRADECIMIENTO

El autor agradece a los Dres. Osvaldo L. Paladines y Andrew L. Gardner por su orientación y ayuda durante el desarrollo de la investigación.

Al Ing. Ernst E. Reynaert, integrante del Comité, por su va liosa colaboración y consejos.

A los técnicos del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", quienes en todo momento no escatimaron esfuerzos para que la tesis fuese terminada con éxito.

BIOGRAFIA

José Alberto Borrajo nació en la ciudad de Gualaguaychú, Provincia de Entre Ríos, República Argentina, el 23 de setiembre de 1932.

Cursó sus estudios primarios y secundarios en la ciudad de Gualaguaychú, recibiendo su diploma de Bachiller en 1950.

En 1951 ingresó en la Facultad de Agronomía de La Plata, egresando de la misma en 1958 con el título de Ingeniero Agrónomo.

Se dedicó a la explotación agrícola-ganadera durante cuatro años en la Provincia de Entre Ríos, ingresando en 1960 en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (I.N.T.A.), en la Estación Experimental de Marcos Juárez, Provincia de Córdoba, como técnico de la Sección Producción Animal, en la cual aún se desempeña.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS Y FOTOGRAFIA.....	x
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LA LITERATURA.....	3
Valor nutritivo del heno de alfalfa.....	3
Factores que afectan el rendimiento de alfalfa.....	10
El uso de los acondicionadores en la henificación.....	12
MATERIALES Y METODOS.....	20
Preparación del heno.....	20
Convencional con acondicionador.....	20
Forraje picado.....	21
Secado, enfardado y almacenado.....	21
Estados de madurez al momento del corte.....	23
Cortes.....	23
Muestreo del forraje.....	23
Velocidad de Secamiento.....	24
Pruebas de digestibilidad y consumo.....	24
Análisis químicos.....	26
Recuento de plantas.....	26
RESULTADOS.....	27
Número de cortes.....	27
Velocidad de secamiento.....	28
Corte en estado de emergencia floral.....	28
Corte en estado de 50% de floración.....	31
Corte en estado de 100% de floración.....	32
Rendimiento de materia verde y materia seca en el primer corte.....	34

	Página
Rendimiento de materia verde y materia seca en el segundo corte.....	40
Pérdidas de hojas por la henificación y almacenado.....	41
Contenido de proteína cruda.....	42
Pruebas de digestibilidad y consumo.....	44
Digestibilidad de la materia seca del primer corte..	44
Digestibilidad de la proteína cruda.....	45
Consumo.....	46
Producción y consumo de materia seca digerible.....	48
Digestibilidad y consumo del segundo corte de heno de alfalfa.....	50
DISCUSION.....	52
Producción y curado del heno.....	52
Digestibilidad y consumo.....	54
CONCLUSIONES.....	62
RESUMEN.....	64
SUMMARY.....	67
LITERATURA CITADA.....	70
APENDICE.....	75

LISTA DE CUADROS

Cuadro Nº		Página
1	Rendimiento del cultivo de alfalfa en tres estados de crecimiento. Primer corte.....	36
2	Heno de alfalfa cosechado en tres estados de crecimiento y bajo dos métodos de preparación.....	38
3	Contenido de hojas del cultivo y heno después de almacenado.....	42
4	Producción de proteína cruda.....	43
5	Digestibilidad de la materia seca del heno de alfalfa.....	44
6	Digestibilidad de la proteína cruda del heno de alfalfa.....	46
7	Consumo de materia seca del heno de alfalfa por unidad de peso metabólico.....	47
8	Producción de materia seca digerible de heno de alfalfa.....	49
9	Consumo de materia seca digerible de heno de alfalfa.....	50
10	Consumo diario de materia seca digerible para animal tipo, de 50 kg de peso.....	55
11	Número de animales/día que consumen una hectárea de heno almacenado. Animal tipo, 50 kg de peso...	56
12	Materia seca digerible, consumida en exceso de la necesidad de mantenimiento para animales de 50 kg de peso.....	58
13	Ganancia diaria de peso por cabeza , calculada para animales de 50 kg de peso, consumiendo heno de alfalfa.....	59

Cuadro N ^o		Página
14	Ganancia de peso por hectárea, calculada en animales de 50 kg de peso que consumen heno de alfalfa.	60
15	Temperaturas y precipitaciones. Julio 1963 a julio de 1964.....	76
16	Velocidad de secamiento. Emergencia floral. Primer corte.....	77
17	Velocidad de secamiento. Emergencia floral. Segundo corte.....	78
18	Velocidad de secamiento. 50% de floración. Primer corte.....	79
19	Velocidad de secamiento. 50% de floración. Segundo corte.....	80
20	Velocidad de secamiento. 100% de floración. Primer corte.....	81
21	Rendimiento del cultivo y heno de alfalfa. Primer corte.....	82
22	Heno de alfalfa. Primer corte. Pruebas de alimentación.....	83
23	Heno de alfalfa cosechado en tres estados de crecimiento y bajo dos métodos de henificación. Primer corte. Kg de M.S./Há.....	84
24	Digestibilidad de la materia seca del heno de alfalfa.....	84

LISTA DE FIGURAS
Y FOTOGRAFIA

Figura N ^o		Página
1	Velocidad de secamiento del heno de alfalfa preparado por dos métodos y cortado en estado de emergencia floral.....	30
2	Velocidad de secamiento del heno de alfalfa preparado por dos métodos y cortado en estado de 50% de floración.....	33
3	Velocidad de secamiento del heno de alfalfa preparado por dos métodos y cortado en estado de 100% de floración.....	35
Fotografía	Cosechadora de forrajes con su adaptación para el hilerado.....	22

INTRODUCCION

La conservación de forraje en el área del Río de la Plata, desempeña un importante papel en el manejo racional de las explotaciones ganaderas. En esta zona, donde las condiciones climáticas establecen épocas de escasez de forrajes, provocadas por lluvias, heladas o sequías, el heno ha permitido mantener el ritmo de producción.

Frente a otros métodos de conservación, la henificación es un proceso simple y económico que no requiere máquinas • construcciones costosas. La alfalfa (Medicago sativa) es la forrajera que se henifica casi con exclusividad por sus características nutritivas y su capacidad productiva.

Una buena henificación debe llenar dos condiciones: la primera, producción máxima de materia seca y la segunda un alto valor nutritivo. Es necesario el conocimiento de los factores que alteran estas condiciones para una mayor eficacia del proceso.

Dentro de los más importantes se han citado: el estado de madurez del cultivo, momento de corte durante la estación de crecimiento y el tratamiento mecánico que recibe el forraje desde el corte. Las dos primeras involucran los cambios físicos y químicos que ocurren a través del desarrollo, como así también durante la estación de crecimiento. El tercer factor considera el efecto de la maquinaria sobre el producto obtenido.

Las posibles interacciones de los distintos factores, pueden modificar el valor nutritivo del heno o la producción del mismo.

Este experimento tuvo por objeto estimar el rendimiento y valor nutritivo de la alfalfa bajo dos métodos de henificación, considerando tres estados de madurez. Se realizó en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", La Estanzuela, Colonia, República Oriental del Uruguay.

REVISION DE LA LITERATURA

Valor Nutritivo del Heno de Alfalfa

La calidad del heno puede ser definida en términos de digestibilidad y consumo, siendo estos factores los que rigen el suministro de energía en una ración. La digestibilidad de la materia orgánica (M.O.) o de la energía (E) los nutrientes digestibles totales (N.D.T.) y el análisis químico, han sido usados para definir en forma cualitativa al heno y el consumo lo ha definido cuantitativamente.

Muchas investigaciones han demostrado que la digestibilidad de los forrajes disminuye con el avance de la madurez de la planta. El consumo ha seguido la misma tendencia, existiendo en ambos diferencias entre especies y regiones. La disminución de la digestibilidad es mínima por efecto del curado. Según Labarthe (17) en alfalfa, el cultivo en pie tuvo 69% de digestibilidad, mientras su heno alcanzó 68,3%.

La disminución diaria de la digestibilidad de la materia seca ha sido medida por Reid et al (35, 36), en los primeros brotes estacionales de especies puras y mezclas (entre ellas timothy, Phleum pratense y alfalfa) han fijado en 0,48% la disminución diaria para aquel factor. Según los autores citados, la digestibilidad de la materia seca (M.S.) en primer corte puede ser predicha por la ecuación: $Y = 85 - 0,48x$, donde Y = % de digestibilidad de la materia

seca y x = días después del 30 de abril. El error standard fue de 1,65%. En Inglaterra (39) se ha estimado en 0,5% diario la disminución de la digestibilidad de la M.O., pero este valor sólo se ha mantenido para el mes de junio, siendo en mayo muy irregular, las especies bajo experiencia fueron trébol rojo (Trifolium pratense) y ryegrass (Lolium sp). Se ha encontrado que la disminución de digestibilidad en un mismo lugar no es igual para todas las especies. Minson (26) ha calculado en 0,4 unidades de porcentaje por día para timothy S 48 y ryegrass HI (Lolium perenne x Lolium multiflorum), mientras que para otras gramíneas la disminución fue de 0,5 unidades diarias.

En California, Meyer y Jones (21), han obtenido disminución de la digestibilidad de la M.O. del heno de alfalfa hasta el 11% de floración, manteniéndose luego constante hasta plena floración. Con alfalfa bajo riego, Sotola (43) ha encontrado que no existe diferencia en los coeficientes de digestibilidad hasta 50% de floración, pero luego aquellos disminuyen notoriamente cuando la floración llega al 75% aproximadamente, habiendo sugerido que esto se debe a pérdida de hojas con la madurez. Blosser et al (4), han encontrado una marcada disminución en los N.D.T. hacia la plena floración, con heno de alfalfa cortado en tres estados de madurez, **pre**floración, 50% y 100% de floración. Los valores en porcentaje de la M.S. han sido 58,0; 57,6 y 54,7 respectivamente; ellos demostraron con vacas

lecheras que la aceptación del forraje es contraria a la madurez, encontrando en consumo (libras por cada 1.000 lb de peso vivo) 11,8; 9,9 y 8,0 lb respectivamente para los tres estados de madurez. Sphar et al (44) han establecido que 15 días de demora en la fecha de corte, significa una pérdida de 6,3 unidades de porcentaje en la energía digerible de una mezcla de partes iguales de alfalfa, pasto ovillo (Dactylis glomerata) y timothy. El consumo y digestibilidad, me dido con ganado lechero, fueron disminuyendo paulatinamente con la madurez.

Sobre la digestibilidad de la proteína cruda (P.C.) y de la fi bra cruda (F.C.) se ha observado (50) que ésta última disminuye brus camente desde los primeros estados de crecimiento, no así la primera que lo hace lentamente.

Cabe destacar que el heno cortado inmaduro no siempre tiene ma yor digestibilidad. Cuando el forraje se corta en estado succulento, al principio de la estación y el tiempo no es favorable, se calienta y oscurece produciéndose el heno marrón o negro. La M.S. y el va- lor nutritivo de la alfalfa disminuyen en estas condiciones (52). Se ha encontrado (2) que la digestibilidad de la M.S. en el heno dismi- nuye de 61% a 41% en el heno marrón y 27% en el heno negro. La diges- tibilidad de la P.C. de 76% a 17% en el heno marrón y a 3% en el heno negro.

Se han realizado experiencias tendientes a medir la influencia del tamaño de picado del heno de alfalfa en cuanto a digestibilidad y

consumo. En bovinos (46) no se hallan diferencias en digestibilidad entre el heno picado fino, mediano y grueso (método convencional).

En ovinos (21, 22) se ha comprobado con dietas de heno de alfalfa picado y entero que la preparación del heno no hace variar su digestibilidad, pero el consumo se aumenta significativamente. Esta mayor ingestión es expresada en ganancia de peso vivo.

En los rebrotes se ha encontrado que la disminución de la digestibilidad es menor si se lo compara con el primero (14, 27, 35). Jarl y Helleday (15) han observado en segundos cortes de gramíneas y leguminosas que la F.C. es menos digerible que la del primer corte, esto se debe al aumento de lignina luego del corte inicial. Weir et al (51) han realizado experiencias con intervalo entre cortes es mayor. El porcentaje de F.C. por el contrario aumenta al máximo cuando el intervalo es de 6 semanas. Butchman y Hemken (7) han encontrado que el índice de valor nutritivo (I.V.N.) es mayor en los cortes tempranos (estado de yema) comparado con los estados de madurez avanzada (100% de floración). Se ha observado en alfalfa (6, 35, 48, 50) que la frecuencia de los cortes, aumenta el porcentaje de P.C. en cada corte; en cambio el rendimiento se reduce, cuando dicha frecuencia obliga al corte en estado succulento.

Porter et al (34) en una experiencia de tres años de duración en alfalfa de primeros, segundos y quintos cortes efectuados siempre en igual estado de floración, no encontraron diferencias en consumo

producción láctea y peso vivo en vacas lecheras. Los análisis de los cortes mostraron baja proporción para F.C. y alta para P.C.; según los autores citados, esto indicaría que el valor alimenticio del heno, puede ser mantenido durante muchos cortes si se respeta el estado de floración.

Reid et al (35, 36) en experiencias con heno de timothy obtuvieron un aumento significativo del peso vivo cuando los forrajes fueron cortados en estados vegetativos que cuando se cortaron en plena floración. Los porcentajes de consumo sobre el peso vivo en vacas lecheras fueron de 2,5 a 3% para vegetativo y 1,1 a 1,7% para plena floración.

Con heno de alfalfa, Smith et al (42) han realizado experiencias por tres años de duración con ganado lechero alimentándolo ad libitum. Los promedios diarios de consumo logrados fueron 38,9%; 38,1 y 36,1 lbs, para cortes de 10% de brotes florales, 50% de brotes florales y 50% de floración respectivamente.

La importancia del contenido de hojas en la alfalfa, sobre la calidad del heno ha sido destacado por varios autores. La mayoría opina que se reduce hacia la madurez de la planta (23, 37, 40). Bohsted (5) ha calculado que en la planta de alfalfa el 50% del peso, el 70% del volumen y el 90% del caroteno están representados en las hojas. Las hojas son además, la porción de la planta donde los principios nutritivos son más solubles y biológicamente más importantes.

Estas condiciones las hacen más susceptibles al lavado y blanqueo. Se ha encontrado una estrecha correlación entre el contenido de hojas y la materia seca digerible (M.S.D.). Reid y colaboradores (36) han hallado un coeficiente de correlación de 0,95 y establecen una ecuación de regresión, para predecir la digestibilidad de la materia seca a partir del contenido de hojas. La ecuación es $Y = 0,4x + 40,8$; donde $Y = \text{M.S.D.}\%$ y $x = \text{contenido de hojas } (\%)$. Para este último factor la variación hallada fue 27,5 unidades de porcentaje.

Se ha medido el efecto de la madurez sobre la relación hoja/tallo. Meyer y Jones (21) han determinado en alfalfa los cambios ocurridos en esta relación, con el estado de madurez, encontrando $\frac{63}{37}$; $\frac{48}{52}$ y $\frac{46}{56}$ para emergencia floral, 10% y 50% de floración, respectivamente.

Otros investigadores (12, 50), en experiencias con distintas variedades de alfalfa, están de acuerdo en cuanto a la disminución de dicha razón, como consecuencia del desarrollo. La reducción de hojas se manifiesta además, en un incremento en el porcentaje de fibra cruda, en las variedades tardías (12). Shepperd (37) ha opinado que la razón hoja/tallo disminuye con la madurez en la alfalfa, trébol blanco (Trifolium repens) y trébol subterráneo (Trifolium subterraneum), pero si se considera un estado de madurez constante a través de la estación de crecimiento, la razón aumenta hacia el final de la estación. Woodward et al (52) han medido en alfalfa el porcentaje de hojas entre los estados de emergencia y 100% de floración encontrando una disminución del 56,6% al 49,1%.

Se sabe que la porción foliar de la alfalfa tiene un alto valor nutritivo y las pérdidas de principios nutritivos ocurridos durante la henificación se deben en un alto porcentaje a pérdidas de hojas (37). Muchos autores han opinado que el contenido de P.C. de las hojas es marcadamente superior al de los tallos y que con la P.C. ocurre lo contrario. Dent y Zalesky (12) han establecido que el contenido de P.C. en las hojas de alfalfa se duplica, si se lo compara con el contenido de los tallos; la F.C. ofrece el esquema contrario, encontrándose cuatro veces más en los tallos que en las hojas.

En otras experiencias (17, 50) con alfalfa, han calculado que la P.C. en las hojas se triplica con respecto a la contenida en los tallos.

Cochman (9) en análisis químicos de hojas y tallos de alfalfa, ha encontrado que el mayor contenido de carbohidratos solubles se encuentran en las hojas. La lignina se triplica en las hojas y su composición química no es la misma en ambas partes de la planta, habiendo determinado que en los tallos la lignina contiene menos nitrógeno que en las hojas, como si estuviese asociado a otros compuestos. Este autor atribuye a estos factores señalados la menor digestibilidad de los tallos. Concluye que las pérdidas de hojas producen cambios significativos en la composición de los tallos desechados.

Factores que Afectan el Rendimiento de Alfalfa

Muchos autores están de acuerdo en que el rendimiento de materia seca aumenta con la madurez (3, 6, 15, 48, 51). Este aumento en la producción va acompañado de cambios en la composición química del forraje. El porcentaje de P.C. disminuye y el porcentaje de F.C. aumenta. Los restantes componentes no sufren cambios notorios (11, 19, 23, 27). Blaser (3) ha observado que el rendimiento de materia seca en alfalfa aumenta rápidamente hasta el 10% de floración y luego lo hace lentamente. El porcentaje y rendimiento de P.C. disminuye desde el estado vegetativo y la F.C. se incrementa con la madurez. Con alfalfa (var. vernal) (16, 33) en Ohio, se ha obtenido la producción máxima de M.S. cortando sólo tres veces en la estación. El largo del intervalo, sea de 35 o 45 días no afecta el rendimiento de M.S. en cambio sí el porcentaje de P.C. que disminuye con el mayor intervalo.

Kust y Parson (32) han encontrado que el mayor rendimiento de M.S. y P.C. durante la estación de crecimiento se obtiene cortando la alfalfa (var. vernal) tres veces al 10% de floración. Este manejo, además, no afecta el vigor ni el número de plantas en tres o cuatro años.

En investigaciones realizadas en California (21, 51) donde se hicieron cortes de alfalfa en distintos estados de madurez, han encontrado que el óptimo en la producción de N.D.T. se alcanza con el 10% de floración y esta situación se mantiene a través de los años.

Buller et al (6) en alfalfa de riego, cortada a intervalos de 40 días, encuentran que el porcentaje de P.C. ha sido mayor en estado suculento, pero la producción máxima se logra con los cortes de floración adelantada. La influencia de la estación (primavera y verano) ha sido destacada por Van Riper y Smith (48) quienes encontraron que el rendimiento de M.S., a igual estado de madurez, es mayor en primavera que en verano. La disminución del porcentaje de P.C. con el avance de madurez es similar en ambas estaciones. Las experiencias fueron realizadas con alfalfa sola, en mezcla con bromus sp., trébol rojo y trébol blanco.

Woodward et al (52) han sostenido que desde el punto de vista nutritivo el mejor estado de desarrollo para el corte es el estado suculento. En alfalfa el corte en este estado debilita y disminuye las plantas en poco tiempo. Por ello teniendo en cuenta el valor nutritivo y rendimiento, el corte debe hacerse luego de la emergencia floral.

La influencia de la hora del corte durante el día ha sido medida por Curtis (10) quien encontró en los cortes de la tarde un aumento del 19% en el porcentaje de M.S. y de 83% en los carbohidratos. Watson y Nash (50) opinan que este aumento de M.S. no es ganancia suficiente que justifique el corte a la tarde.

El Uso de Acondicionadores en la Henificación

Se sabe que durante la henificación el forraje experimenta cambios físicos y químicos. Desde el momento del corte hasta el enfardado, el material cortado está expuesto a condiciones biológicas y climáticas que alteran el rendimiento y valor nutritivo. Dentro de las distintas etapas del proceso se han enfatizado normas tendientes a preservar la calidad y el rendimiento del producto.

Los métodos o sistemas de henificación deben minimizar las pérdidas del cultivo. Los cambios que ocurren durante el secado, están influenciados por la composición de la planta al momento del corte. Estos cambios afectan en especial a las hojas y otras partes metabólicamente activas de la planta. Varios investigadores (20, 28, 30, 49) concuerdan en que las pérdidas de principios nutritivos aumentan al extenderse al período de secado. Watson (49) ha encontrado que las pérdidas después de 48 horas de cortado pueden exceder al 20% de la M.S. y el 28% de la P.C. Moore y Shepherd (28) sostienen que, en alfalfa, las pérdidas de M.S. y P.C. siguen una relación lineal con el tiempo que el material cortado permanece en el campo. En un segundo corte de alfalfa, han encontrado que se pierden 28 y 38% de las hojas, 12 y 17% de la M.S. y 16 y 28% de la P.C. cuando se recogía el heno después de 24 y 48 horas en el campo respectivamente. El movimiento del forraje seguidamente del corte reduce, en alfalfa, el tiempo de secado en un tercio y el heno secado en el día tiene mejor color y más hojas (50).

Maymone (20) ha estudiado las pérdidas consideradas naturales en la henificación, en el sur y norte del continente europeo. Entre ellas ha incluido: respiración, fermentaciones y pérdidas mecánicas de hojas y tallos jóvenes y también la disminución de digestibilidad. Sobre 17 experiencias, ha observado que las pérdidas son siempre menores en el sur, donde el período de secado ha sido menor que 32 horas, las pérdidas por henificación ha calculado en 17,6% para M.S., 24,8 en equivalente almidón (E.A.) y 31,6% en digestibilidad. En alfalfa, las pérdidas son mayores que en otras leguminosas o gramíneas y se observa aún en las mezclas que la contienen.

Se ha destacado que el movimiento del forraje cortado dentro de las 24 horas por su efecto beneficioso en cuanto a producción. Murdoch y Bare (30) han medido incremento en la M.S. en mezclas de festuca sp., timothy, alfalfa y dactylis sp. Estos autores (31) han determinado en mezclas de las mismas especies en un ensayo con acondicionadores, que el material no tocado tiene mayor digestibilidad. Le Clerc (18) ha sostenido que en el lapso de 24 horas se minimizan las pérdidas debidas a enzimas y micro-organismos. Según el autor mencionado las primeras pueden llegar al 9% y las segundas hasta el 4%. Luego del plazo mencionado las proteínas se degradan a aminas y los azúcares decrecen como consecuencia de las fermentaciones.

El contenido de humedad del heno mientras se cura, puede ser causa de pérdida de M.S. esto ha sido medido (50, 52) encontrándose

que el 30% de humedad es límite aceptable; por debajo de él, las pérdidas de principios se aumentan y por debajo de él pueden provocar calentamiento, dando el heno marrón o negro según la temperatura alcanzada (2).

Turk et al (47) han encontrado que en heno secado a campo las pérdidas de M.S. desde el corte al almacenamiento pueden oscilar del 13 al 22% y durante el almacenamiento del 7 al 8%. En Europa (45) han encontrado que las pérdidas de M.S. durante el secado de trébol blanco o alfalfa oscilan del 38 al 51%.

La exposición excesiva a las condiciones atmosféricas es causa de pérdidas. La lluvia, el sol y el aire afectan el material cortado en forma significativa. Cuando las células han muerto, el deterioro del forraje se manifiesta por el lavado y blanqueo.

Bohsted (5) sostiene que el mojado en tiempo cálido puede extraer del 20 al 40% de los principios nutritivos más solubles y por ello más importantes.

Las precipitaciones alteran el estado físico y químico de la alfalfa. Según Labarthe (17) una lluvia liviana puede causar pérdidas del 30% de P.C., 10% de carbohidratos y aumentar el contenido de F.C. en un 31%. Con precipitaciones de 41 y 47 mm, Maymone (20) ha medido pérdidas de 40,2 y 50,9% en E.A. respectivamente. La digestibilidad de la M.O. puede disminuir hasta en un 25%, en mezclas de gramíneas y leguminosas por efecto de una precipitación (42). Moore y Shepherd (28) han medido que las pérdidas del heno curado a

campo, con y sin lluvias alcanzan 61 y 38% de las hojas, 37 y 21% de M.S. y 46 y 28% de P.C. respectivamente. En años lluviosos y húmedos se ha calculado en heno de alfalfa curado a campo que las pérdidas, incluyendo hojas, fermentaciones y blanqueo, pueden llegar al 30% de E.A. (18).

Se conoce el efecto del tratamiento mecánico que sufre la pradera durante la henificación. Si bien la intensidad con que cada máquina trata el forraje, determinará las pérdidas de producción o principios nutritivos, el contenido de humedad del material tratado ha de influenciar aquellas pérdidas. Aguila Castro (1) sostiene que el rastrillo provoca pérdidas considerables cuando el material contiene menos del 25% de humedad. En alfalfa (21) se han estimado en 28% las pérdidas de forraje por el rastrillo y 5% durante el enfardado. En cambio se ha encontrado que el uso de métodos comunes de henificación en Europa (45) sólo producen pérdidas del 6%.

Las pérdidas mecánicas en su mayor porcentaje están representadas por la caída de hojas y tallos tiernos (18, 37), habiéndose observado que el material caído tiene del 9 al 12% de humedad cuando el promedio del heno se acerca al 30% de humedad (50).

La evolución de los métodos de henificación con la inclusión de maquinarias y accesorios ha tenido por objeto apresurar el secado sin afectar la producción, evitando al mismo tiempo riesgos biológicos o climáticos. Los métodos en sí no pueden mejorar el valor nutritivo, sino preservarlo.

Entre los primeros intentos de conservar la calidad del heno se encuentra el uso de estantes y trípodes. Con estos sistemas se han conseguido resultados satisfactorios durante el mal tiempo, pero han sido costosos por la mano de obra que se debe emplear, siendo sólo aplicable a pequeños predios (38, 39).

Los acondicionadores de heno han permitido el secado uniforme de hojas y tallos, evitando el secado rápido del material altamente nutritivo (hojas, brotes, y tallos tiernos) que fácilmente se pierde en el manipuleo. Hubo una amplia difusión de máquinas que quebraban, aplastaban o picaban el forraje reduciendo el tiempo de secado (8, 47, 50).

Casselman y Fincham (8) han comparado la velocidad de secamiento del heno tratado con acondicionadores de cilindros acanalados, de cilindros lisos de caucho y la cosechadora de forrajes, manteniendo como testigo el sistema convencional (guadañadora y tendido). El contenido de humedad a las 30 horas fue 43% para convencional, 30 al 33% para las máquinas de cilindros, 23% para el heno cortado con la cosechadora de forrajes sin virar y 18% cuando fue virado. El tiempo transcurrido desde el corte hasta el momento del enfardado fue de dos días cuando se usó la cosechadora de forrajes, tres días con las máquinas de cilindros y más de cuatro días con el sistema convencional. En el transcurso de la experiencia el forraje cortado recibió una lluvia liviana observándose que el material picado con la cosechadora fue menos humedecido.

En forma similar Hall (13) ha llevado a cabo investigaciones con las máquinas utilizadas por Casselman, tratando alfalfa de primeros, segundos y terceros cortes; la ventaja de la cosechadora de forrajes se han repetido. Para el primer corte encontró en el segundo día después del corte un contenido de humedad de 28% en el picado, 41% en aplastado y 62% en el convencional. En un segundo corte el forraje fue enfardado con aproximadamente el 20% de humedad. En esas condiciones el picado estuvo listo al segundo día y el aplastado en el tercero. El picado demasiado fino al comprimirse en la hilera, hace dificultosa la evaporación de la humedad. Las pérdidas a campo, incluyendo enfardado y rastrillado, como porcentajes de la producción total han dado 11,6% para aplastado y 14,1% para picado.

Teniendo en cuenta la velocidad de secado y el porcentaje de pérdidas, Hall (13) ha hecho escalas, estableciendo los llamados índices de severidad. Considerando la velocidad de marcha y del rotor en la cosechadora de forrajes, establece que en general, debe reducirse esta última y aumentarse la velocidad de marcha para obtener el máximo de secado y el mínimo de pérdidas.

Murdoch y Bare (31) en mezclas de timothy, festuca, alfalfa y pasto ovillo han comparado el método de la cosechadora de forrajes con el convencional, encontrando que con el primero el material estuvo en condiciones de enfardarse en 1 y 2 días y con el convencional

en cuatro días. Las pérdidas de M.S. en dos ensayos fueron 43,1% para la cosechadora y 21,6% con el método convencional. Estos autores (30) en un ensayo posterior con las mismas mezclas y máquinas no encuentran ventaja con la cosechadora de forrajes frente a las máquinas de cilindros. Las pérdidas de M.S. cambian con el uso de diferentes acondicionadores de cilindros. El tipo de acero corrugado ha provocado el 7,6% de pérdidas y el tipo liso de goma 15,4% sobre la producción (30). La cosechadora de forrajes se hace comparable a la lluvia en cuanto a las pérdidas de M.S. que provoca, pero mantiene el valor nutritivo del material que se recoge (30, 31).

Shepperson et al (41) en mezclas de gramíneas y leguminosas han probado varias máquinas para apresurar el secado, entre ellas rastrillo para tendido, acondicionador de cilindros de acero acanalados, acondicionador de cilindros de goma y dos tipos de cosechadora de forrajes. A las 51 horas de cortado han dado en porcentajes de humedad: cosechadoras 33,5%; máquinas de cilindros 31,8% y el tendido 38,1%. Pudo observarse que los henos tratados más severamente absorbieron más agua por efecto de una precipitación. Las pérdidas provocan reducciones significativas en la producción, por acción de las cosechadoras y las máquinas de cilindros.

Shepperson y Grundey (40) han encontrado en una mezcla de rye grass y trébol rojo que las pérdidas son mínimas cuando la cosechadora de forrajes trabaja a 1.000 r.p.m. y la tracción frontal se hace

a 4 millas por hora. Las pérdidas por el uso de la cosechadora, son mayores que por el método convencional. Los autores sostienen que este último método no puede ser reemplazado completamente y que las nuevas máquinas han de actuar en la forma complementaria en la cura del heno. Cuando las circunstancias no permiten el uso del método convencional. Se ha opinado que la cosechadora de forrajes además de duplicar las pérdidas de M.S. contamina el forraje con tierra (45).

Minson (24) ha observado que el uso de acondicionadores puede reducir el tiempo de secado de 30 a 50%, particularmente con alfalfa.

El problema de las distintas máquinas estriba en las pérdidas de M.S.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo fue iniciado en octubre de 1963, en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

La experiencia se realizó en un alfalfar de 3 años, no abonado. La superficie utilizada fue de 3 hectáreas. La alfalfa fue del tipo común de la zona (no se conocía el origen).

El experimento fue diseñado en bloques completos al azar, en un arreglo factorial de 2 x 3, con cuatro repeticiones. Las parcelas fueron de 75 x 15 m de las cuales se cortaba aproximadamente 1000 m², dejando a cada lado un ancho de la máquina sin cortar. Los bloques 2, 3 y 4, fueron divididos en dos partes de 3 parcelas cada una, por las condiciones del terreno.

Los factores considerados fueron:

<u>Factor A</u>	<u>Factor B</u>
<u>Métodos de preparación</u>	<u>Estados de madurez</u>
1. Convencional con acondicionador	1. Emergencia floral
2. Forraje picado	2. 50% floración
	3. 100% de floración

Preparación del Heno

Convencional con acondicionador:

Se utilizó una guadañadora de 2,10 m de ancho accionada por tractor, a ésta se había acoplado una máquina de cilindros de acero

acanalados, de 1,70 de ancho de labor, en esta forma el material cortado era inmediatamente pasado por el acondicionador, quedando el forraje tendido sobre la pradera. Luego se hileraba con un rastrillo de descarga lateral formando una hilera con el forraje de dos anchos de cortes. La altura promedio del rastrojo fue de 7 cm.

Forraje picado:

Se obtuvo por medio de una cosechadora de forrajes de picado simple con toma de fuerza desde el tractor y un ancho de corte de 1,70 m. El sistema cortante era constituido por un rotor con martillos articulados que giraban en sentido contrario al de la marcha, aproximadamente 1.600 r.p.m., elevando el material cortado hacia el tubo de descarga; a éste se había acoplado un tubo de lona móvil que permitía al material cortado quedar hilerado. Debido al poco forraje por cada ancho de corte de la máquina, dos cortes se hileraban juntos, corriendo el tubo de descarga adicional a la medida deseada.

Secado, enfardado y almacenado:

El material cortado por ambas máquinas fue secado al sol, vi-rándose periódicamente para uniformizar la pérdida de humedad, esta operación se realizaba con un rastrillo de descarga lateral, accio-nado por tractor, que permitía un giro de 180° aproximadamente del material expuesto al sol.

La recolección y enfardado se hizo en una sola operación me-diante una enfardadora automática, con toma de fuerza del tractor. Los fardos fueron almacenados en un galpón cerrado.



COSECHADORA DE FORRAJES CON SU ADAPTACION PARA EL HILERADO

Estados de Madurez al Momento del Corte

La estimación del estado floral se hizo caminando dentro de las parcelas y eligiendo al azar plantas donde se contaban las flores.

Cortes

Los cortes se efectuaron durante la mañana, después de levantado el rocío.

Al llegar las distintas parcelas al estado de madurez deseado, se procedía al corte con los dos métodos simultáneamente.

Se trataba de que el intervalo de corte entre las máquinas usadas en cada bloque fuera mínimo, para hacerlas comparables.

Muestreo del Forraje

Para estimar el rendimiento de materia verde antes de iniciar el corte de cada parcela, se obtuvo una muestra general de la misma tirando al azar 14 veces un marco de $0,25 \text{ m}^2$ de superficie.

Durante el período de secamiento se tomaron muestras periódicas con un intervalo de alrededor de 3 horas entre muestras hasta el momento de enfardar. Con el contenido de M.S. de estas muestras se determinaron las curvas de velocidad de secamiento.

En el momento de extraer las muestras para rendimiento, se tomó una muestra por parcela que fue separada en hojas y tallos. Esta operación se repitió con el forraje al momento de enfardar. La determinación de M.S. se llevó a cabo, luego de secar las muestras en una estufa a 90°C con circulación forzada de aire (Unitherm) por un lapso de 6-7 horas.

Velocidad de Secamiento

Para determinar las diferencias existentes, en la velocidad de secamiento entre los dos métodos de preparación, se comparó el contenido de M.S. de los henos a las 6 y 9 horas de secamiento al sol y al momento de enfardarse. En aquellos casos en que el corte fue efectuado en la tarde, se comparó el contenido de M.S. a última hora y en la mañana siguiente, a primera hora, si el forraje había pasado la noche en el campo.

El heno preparado en la forma convencional se enfardó por lo general con mayor contenido de humedad que el heno preparado con la cosechadora de forrajes. Esto hizo difícil las comparaciones, estadísticamente, en cuanto al contenido de M.S. de los respectivos henos al momento de enfardarse.

Basándose en que las parcelas de ambos métodos se cortaban al mismo tiempo, se hicieron comparaciones de promedios de contenido de M.S. mediante la prueba t para las horas de secamiento elegidas.

Pruebas de Digestibilidad y Consumo

Con el heno almacenado de los distintos tratamientos se hicieron pruebas de digestibilidad y consumo con ovinos machos capados de 15 a 18 meses de edad aproximadamente.

Los capones estaban confinados en jaulas metabólicas, usándose dos tipos: el primero fue de corralitos de madera elevados de 60 x 1,50, con comederos y bebederos individuales. En estos la colección

de heces se hacía en bolsas sostenidas por arneses. En el segundo tipo, de 60 x 1,50, las heces se recibían en una bandeja móvil colocada en la parte posterior por debajo del nivel del piso.

Las jaulas fueron instaladas en un establo semi-cerrado de paredes de mampostería y techo de fibrocemento, con regular aislación del medio ambiente y con buena ventilación.

Para los tres estados de madurez del primer corte se utilizaron 6 animales por cada tratamiento.

Del segundo corte sólo fue posible hacer prueba con 5 animales dada la cantidad de heno disponible, con el heno de 50% de floración del tratamiento convencional y sólo 2 animales para el 50% de floración del tratamiento picado.

Las pruebas de digestibilidad y consumo tuvieron una duración de 14 días, 7 días de preliminar y 7 días de colección de forraje y heces.

El heno a ofrecer de cada corte se mezclaba para uniformizar el material, algunos fardos o porciones de ellos con muchas gramíneas eran descartados de las raciones.

Se obtenía una muestra general del heno ofrecido y otra similar para la separación hoja-tallo.

En el período preliminar se ajustaba el consumo de cada animal, regulando lo ofrecido para que el rechazo no excediera el 10%. Durante el período de colección, el rechazo se recogía diariamente por la mañana en su totalidad; a las heces luego de pesadas se les extraía una alícuota diaria del 20%.

El heno ofrecido se pesaba para todo el período de colección en forma individual dejando el forraje ya pesado en bolsas de arpillera, hasta su uso. Se racionaba en dos partes, en la mañana por primera vez y por la tarde, la segunda parte con un intervalo de 10 a 12 horas. El agua era ofrecida ad libitum.

Una vez terminado el período de colección las muestras eran secadas en estufas con circulación forzada de aire a 90°C; salvo una alícuota de las heces que se guardaba húmeda en congelador, para el análisis químico. Las heces eran secadas por 24 a 26 horas. Para los análisis químicos se guardaban alícuotas de cada material una vez molidas. El molido fue efectuado en un molino Willey con tamiz de 1 mm.

Análisis Químicos

Se hizo análisis de P.C. con las distintas muestras utilizando el aparato micro-Kjeldhal simple de Müller (29).

Las muestras de heno analizadas fueron las de rendimiento, tallos y hojas. Todas las muestras tomadas durante las pruebas de alimentación se analizaron; salvo las muestras de heces que se hicieron sobre el material húmedo, los restantes, forraje ofrecido y rechazado se efectuaron en las muestras en que se midió M.S.

Recuento de Plantas

Se realizó el recuento de plantas en cada parcela, utilizando un marco de 0,100 m² de superficie. Se hicieron 20 tiradas al azar en cada parcela. El recuento se llevó a cabo entre los días 7 y 17 de febrero de 1964.

RESULTADOS

Número de Cortes

El número de cortes realizados durante el ensayo fueron: dos en estado de emergencia floral, dos en 50% de floración y un solo corte en 100% de floración. El efecto de la sequía y fuertes ataques de lagarta (Colias lesbia) impidieron los cortes sucesivos.

El tiempo se presentó húmedo y lluvioso cuando se efectuaron los primeros cortes, en cambio los rebrotes sufrieron falta de agua y su desarrollo fue lento.

El primer corte en estado de emergencia floral se inició el 20 de noviembre, pero debió ser suspendido porque la humedad del suelo no permitía el uso de las máquinas. En la tarde del siguiente día pudieron ser cortadas todas las parcelas. El 16 de diciembre se llevó a cabo el segundo corte de emergencia floral con un intervalo de 26 días con el primero.

El corte que debía realizarse cuando el forraje alcanzara el 50% de floración fue postergado por causa de fuertes precipitaciones, cortándose alrededor del 70% de floración, el 6 de diciembre. El segundo corte en 50% de floración fue efectuado el 3 de enero, ya en el período seco, con un intervalo de 28 días con respecto al primero.

En estado de 100% de floración sólo se realizó un corte, el 19 de diciembre. Cuando debía realizarse el segundo corte aproximadamente el 22 de enero, el alfalfar estaba bajo el efecto de la sequía y el forraje existente era muy poco.

Durante el primer corte la diferencia en días entre los distintos estados de madurez fueron: 16 días entre emergencia floral y 50% de floración y 13 días entre este estado floral y 100% de floración. Para segundos cortes se halló una diferencia de 18 días desde emergencia floral a 50% de floración.

A pesar de los pocos cortes realizados, se pudo apreciar el efecto del corte en estado inmaduro. Las parcelas cortadas en estado de emergencia floral mostraban en el segundo corte, una invasión de gramíneas (Cynodon dactylon, Stipa sp.), en aquellos lugares donde las plantas de alfalfa habían desaparecido o el rebrote fue demasiado lento para competir con aquellos.

Velocidad de Secamiento

Corte en estado de emergencia floral:

El primer corte se inició el 20 de noviembre de 1963, por la tarde a las 16:30 horas, pero se suspendió luego de cortar dos parcelas por no permitir el suelo el desplazamiento de las maquinarias; estas parcelas se voltearon al día siguiente a las 9:00 horas luego de tomarse la muestra para secamiento.

Las parcelas restantes se cortaron el día 21, iniciándose el corte a las 10:00 horas.

Las parcelas del método convencional se voltearon dos veces durante el secamiento, la primera vez a las 18:00 horas del primer día y la segunda vez a las 10:00 horas del segundo día, mientras que el forraje picado sólo se volteó una vez en el segundo día a las 10:00 horas.

A las 16:00 horas del primer día cuando el forraje llevaba 6 horas de cortado secándose al sol, se comparó el contenido de M.S. en ambos métodos de preparación, no encontrándose diferencias significativas.

Las comparaciones efectuadas antes y después de que el forraje permaneciera por la noche en el campo, no dio diferencias entre métodos. Hacia el final del período de secamiento cuando el forraje se enfardó, el contenido de M.S. del forraje picado fue significativamente ($P < 0.01$) mayor que el forraje obtenido con el método convencional. (Ver Figura N°1 A).

En el segundo corte de emergencia floral el corte se inició en la mañana del día 16 de diciembre, pero por inconvenientes mecánicos sólo fueron cortadas dos parcelas; las restantes se cortaron después de las 14:00 horas, las muestras de todas las parcelas a las 20:00 horas luego de 6 horas de secamiento, no ofrecieron diferencias significativas en cuanto al contenido de M.S. Una lluvia de 52 mm hizo imposible entrar al ensayo el día 17. Cuando el suelo permitió la entrada del rastrillo el día 18 a las 9:30 horas se tomaron muestras de todas las parcelas para secamiento y se voltearon. Las parcelas de forraje picado debieron voltearse con rastrillo de mano debido al poco material existente, no así las parcelas del método convencional que permitieron el uso del rastrillo mecánico.

El forraje picado fue volteado una sola vez, mientras que el forraje obtenido del método convencional que había absorbido mucha agua, se volteó una segunda vez a las 11:30 horas y una tercera y última vez a las 14:00 horas.

El escaso volumen del forraje picado no permitió el uso de la enfardadora y debió ser embolsado a mano cuando su contenido de M.S. alcanzaba el 80% a las 16:00 horas, habiendo transcurrido 45 horas desde el corte. Para ese momento las parcelas del método convencional contenían 59% de M.S. Esta diferencia de 21 unidades de porcentaje en el contenido de M.S. cuando el forraje picado se levantó del campo fue significativa al 1%. El forraje del método convencional pasó una segunda noche en el campo y fue embolsado, por las mismas causas que el forraje picado. El contenido de M.S. de ese momento era de 72%, luego de 65 horas de cortado. (Ver Figura N^o1 B).

Corte en estado de 50% de floración:

El corte se efectuó a las 16:00 horas del 6 de diciembre, quedando el forraje expuesto al sol; se tomaron muestras para secamiento a las 19:00 horas no encontrándose diferencias significativas. Las parcelas del método convencional se habían hilerado a las 18:00 horas.

Después de una noche en el campo se tomaron muestras a primera hora, 8:00 horas, no obteniendo diferencias significativas en el contenido de M.S. de ambos métodos.

Todas las parcelas se voltearon a las 10:00 y 14:00 horas.

Después de 19 horas de cortado el forraje del método convencional tuvo mayor porcentaje de M.S. ($P < 0.01$) que el forraje picado. Esta ventaja sin embargo no se conservó más tarde, pues al momento

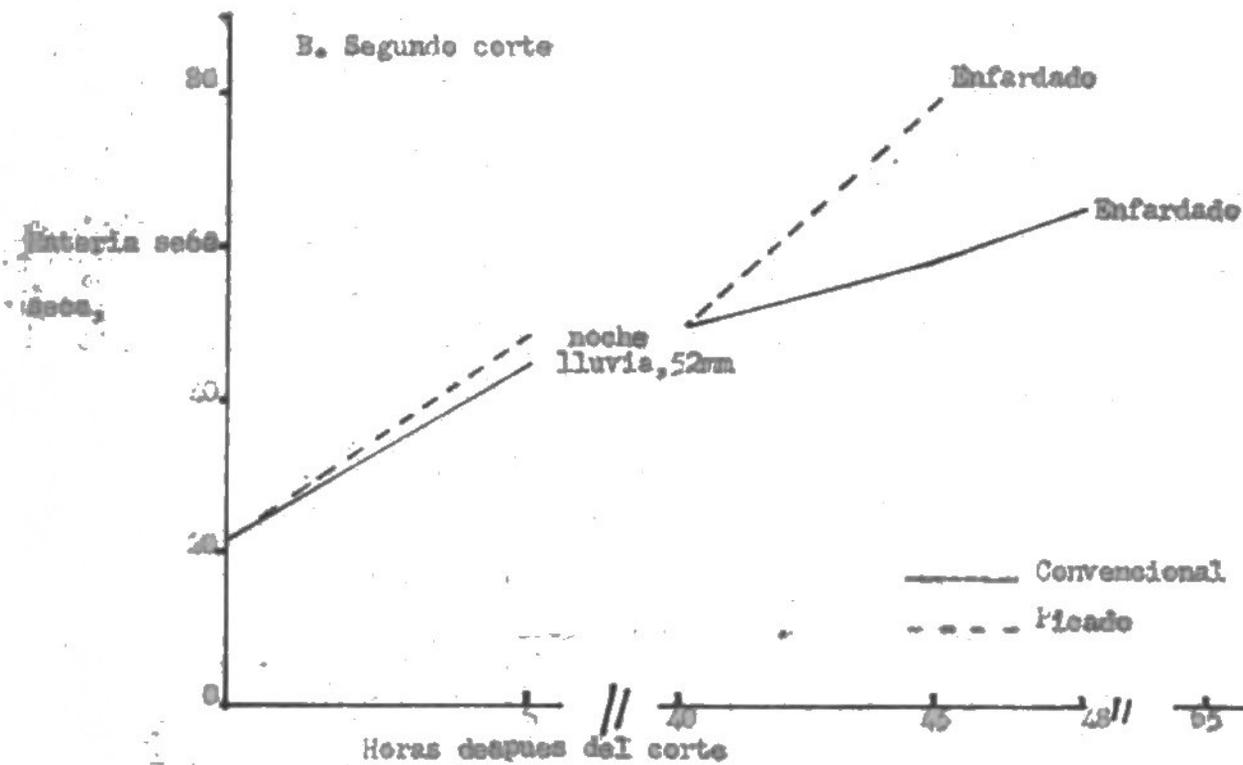
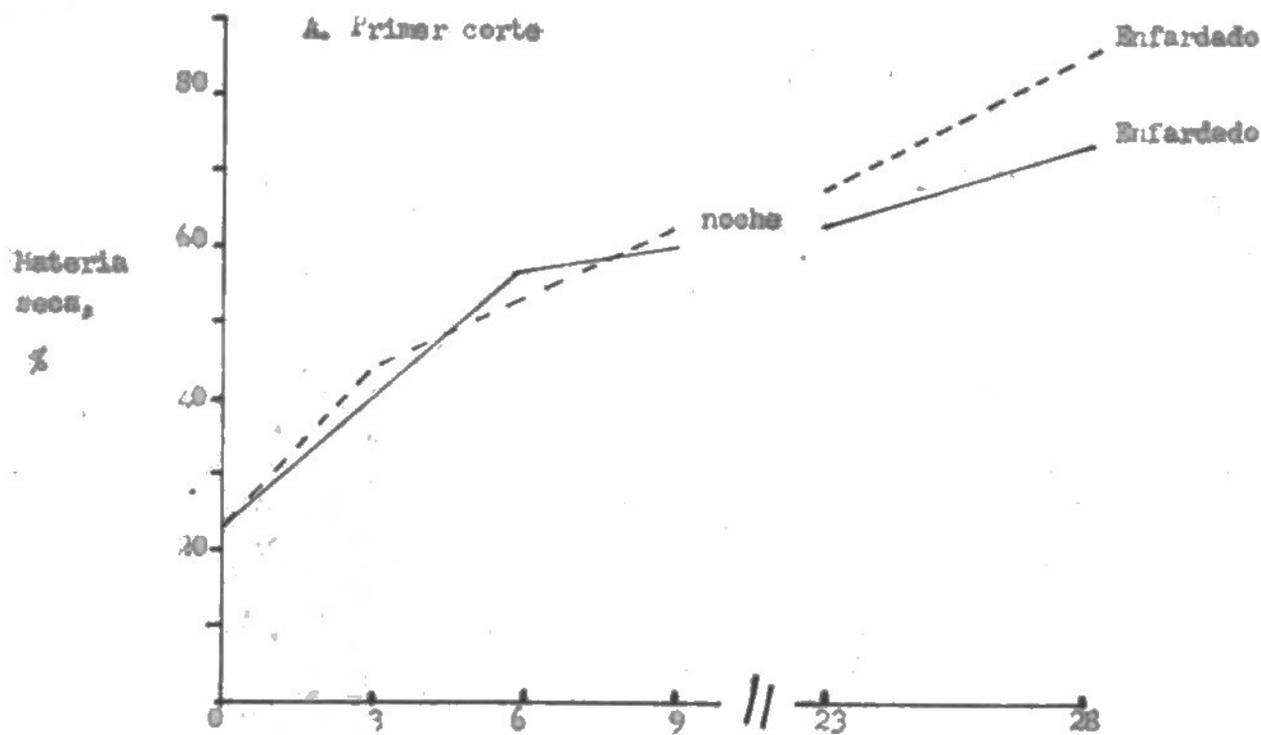


Figura N°1 Velocidad de secamiento del heno de alfalfa Preparado por dos métodos y cortado en estado de emergencia floral

de enfardarse, a las 17:00 horas, el contenido de M.S. del forraje picado era mayor que el contenido del forraje del método convencional aunque esta diferencia no fue significativa.

Las parcelas de ambos métodos de henificación fueron enfardadas después de 24 horas de cortadas. Una parcela de forraje picado no pudo ser enfardada por su poco volumen, siendo por ello embolsada a mano. (Ver Figura N^o2 A).

El segundo corte se llevó a cabo el día 3 de enero a las 10:00 horas. El volumen del forraje en este corte era pequeño, en especial las parcelas que fueron cortadas con la cosechadora de forrajes y por esta razón a las 9 horas de cortado (16:00 horas), estuvieron en condiciones de ser enfardadas con 86% de M.S. El heno preparado con el método convencional en ese momento contenía 75% de M.S., resultando la diferencia significativa al nivel del 5%. El forraje picado no pudo ser enfardado (por falta de personal) y se dejó en el campo junto con el forraje del método convencional. Después de una noche en la pradera el forraje de ambos métodos fue enfardado con 89% y 78% de M.S. respectivamente para picado y convencional, manteniéndose el mayor porcentaje de M.S. (5%) para el forraje picado. (Ver Figura N^o2 B).

Corte realizado en 100% de floración:

El corte de todas las parcelas se realizó a las 10:00 horas del 19 de diciembre de 1963. Las parcelas del método convencional fueron hileradas a las 14:30 horas, cuando las parcelas de forraje picado se voltearon por primera vez.

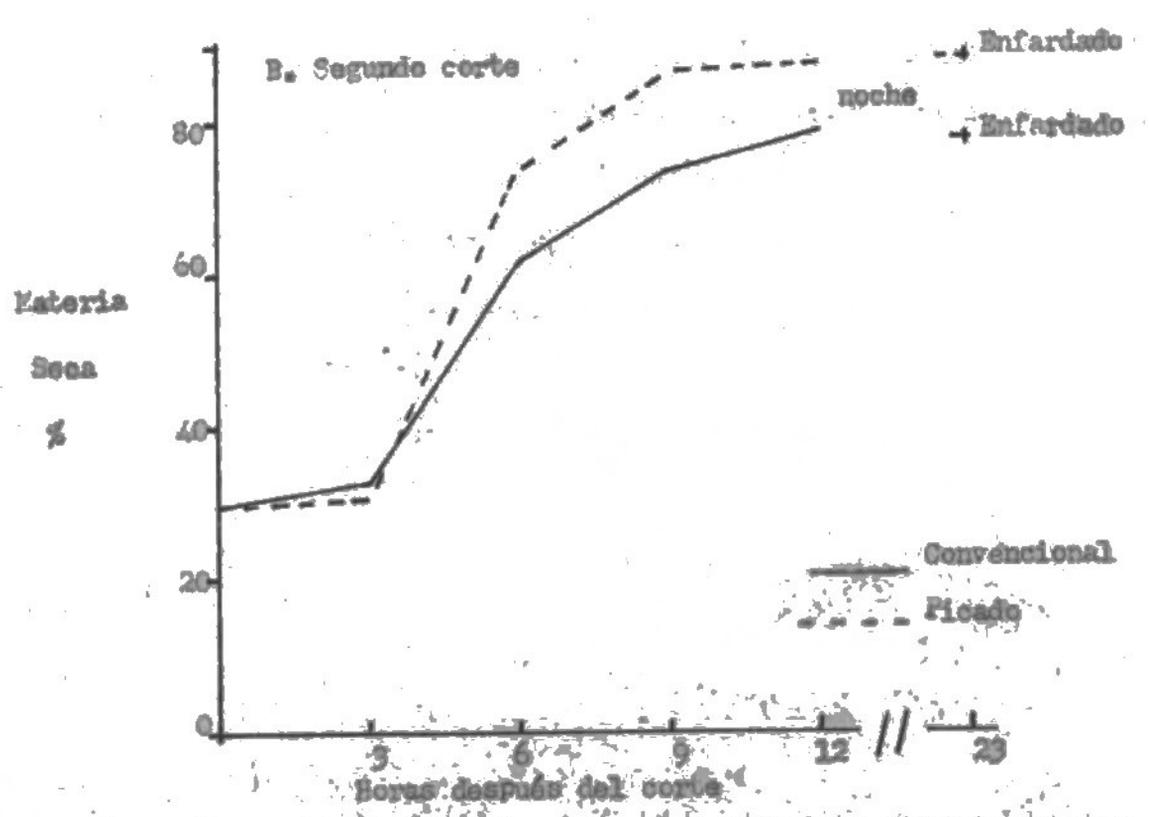
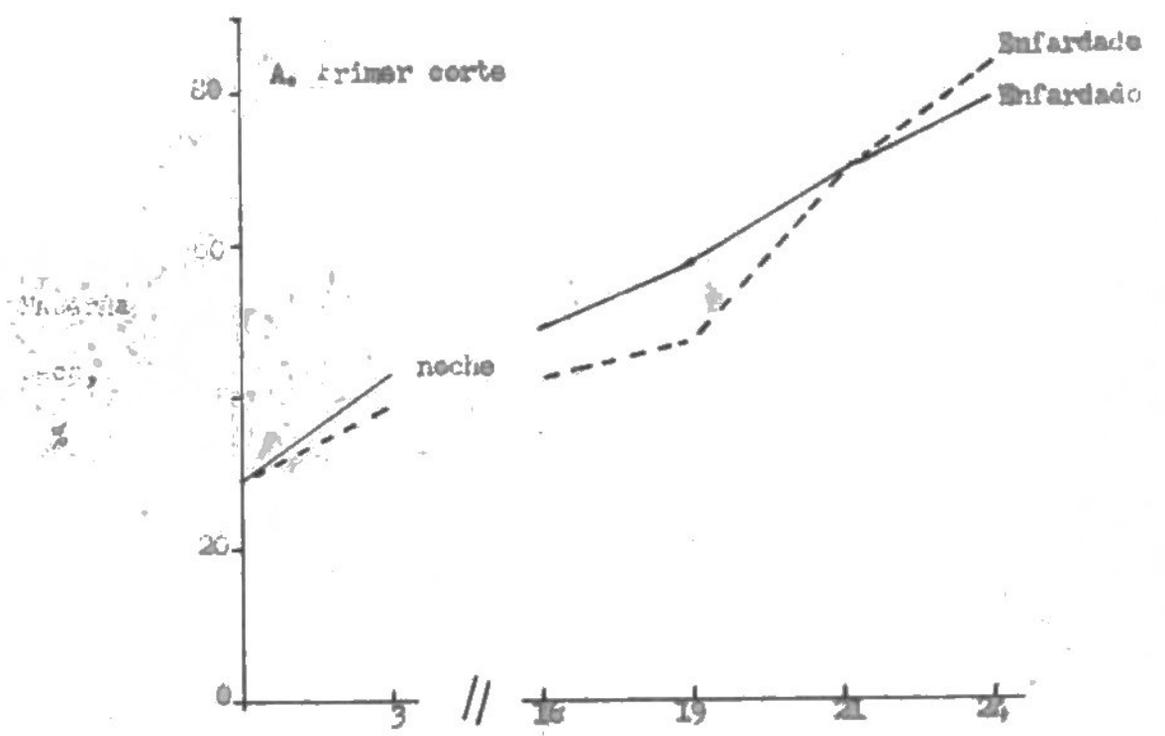


Figura Nº2 Velocidad de secamiento del heno de alfalfa preparado por dos métodos y cortado en estado de 50 % de floración.

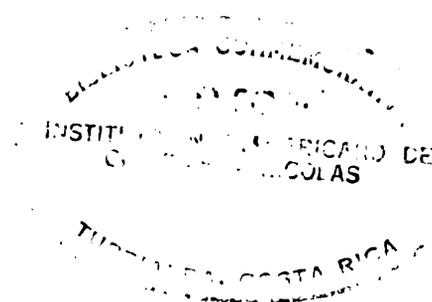
Si bien hubo una diferencia en el contenido de M.S. a favor del método convencional a las 5 horas después de cortado (13:00 horas), ésta no fue significativa. A partir de ese momento el forraje picado tuvo mayor contenido de M.S. hasta el momento de enfiardarse sin que las diferencias fueran significativas en algún momento. Las parcelas fueron volteadas en ambos tratamientos tres veces y a la misma hora para ambos métodos de preparación, la primera vez fue citada anteriormente, la segunda vez a las 16:00 horas del día 19 y la última a las 10:00 horas del día 20.

Cabe citar que el porcentaje de M.S., como en los cortes anteriores, fue mayor para el forraje picado cuyo valor fue de 83% mientras que el método convencional alcanzó el 77% de M.S. (Ver Figura N°3).

Rendimiento de Materia Verde y Materia Seca en el Primer Corte

Las muestras para estimar el rendimiento se obtuvieron mediante el muestreo al azar con marcos de $0,25 \text{ m}^2$ de superficie cortándose con tijeras. En algunas parcelas hubo errores en el recuento de los marcos y los mismos se consideraron para el cálculo como parcelas perdidas y analizadas como tales.

En el Cuadro N° 1 se presentan los promedios de materia verde y materia seca del cultivo.



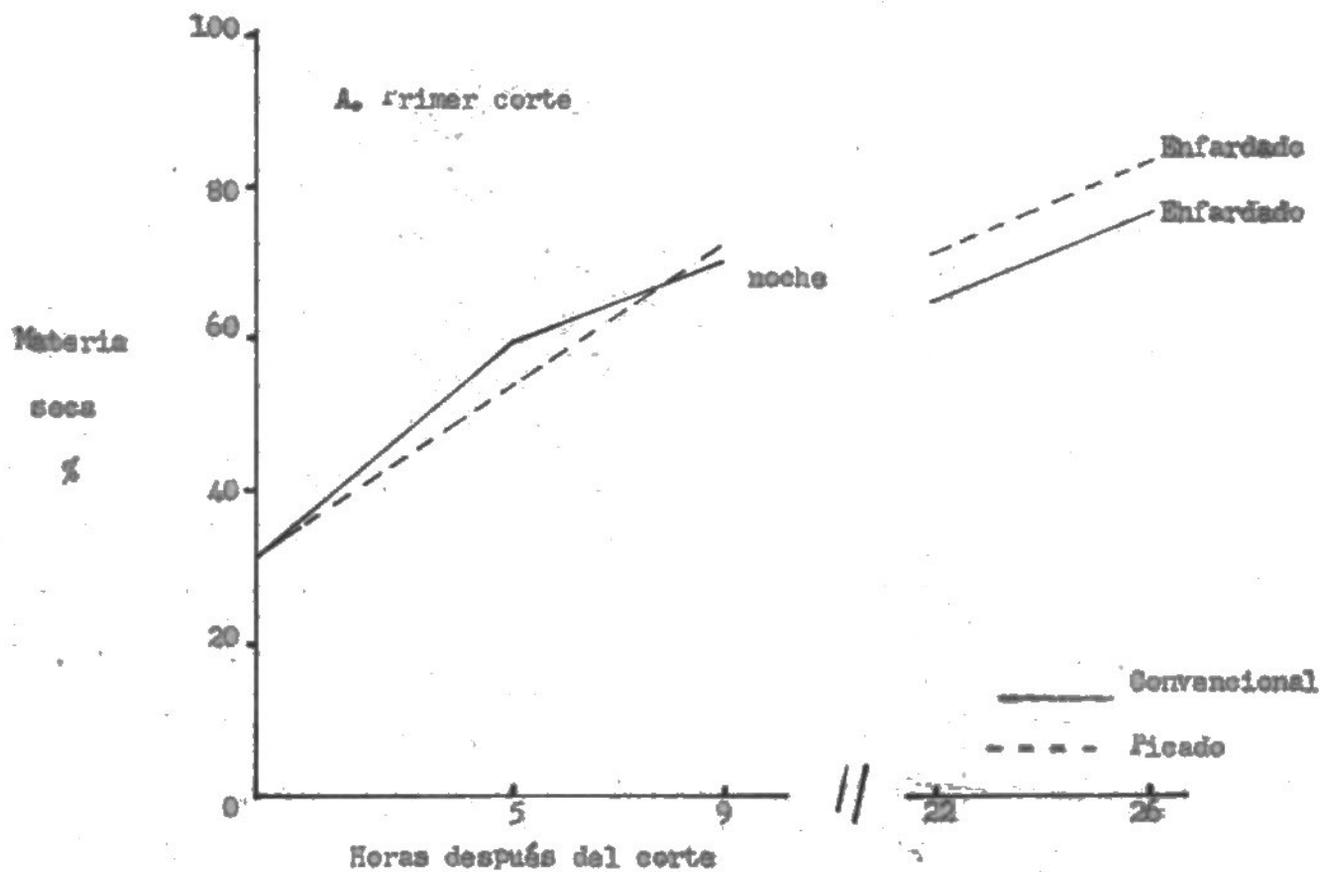


Figura Nº 3 Velocidad de secamiento del heno de alfalfa preparado por dos métodos y cortado en estado de 100 % de floración

CUADRO 1. Rendimiento del cultivo de alfalfa en tres estados de crecimiento. Primer corte de la estación. *

Estado de crecimiento	Peso húmedo		Materia seca	
	Ton/Há	%	Ton/Há	
Emergencia	4.2 ^a	23.3	0.98 ^a	/
50% floración	4.7 ^a	27.7	1.20 ^a	1.30
100% floración	6.9 ^b	26.7	1.84 ^b	

* Los valores dentro de cada estado de crecimiento representan promedios entre parcelas destinadas a los dos métodos de preparación del heno.

a Promedios seguidos por una letra distinta son diferentes ($P < 0.01$).

Los rendimientos del cultivo fueron aumentando con la madurez de la planta. Las diferencias entre emergencia floral y 50% de floración no fueron significativas. El estado de 100% de floración en cambio, manifestaba buen desarrollo al momento del corte con respecto a los restantes estados de madurez considerados. El rendimiento de plena floración fue significativamente mayor ($P < 0.01$) que los estados de emergencia floral y 50% de floración.

Heno Cosechado

La estimación del heno cosechado se hizo pesando el forraje cuando se consideró curado, en el momento del embolsado o enfardado.

El uso de la cosechadora de forrajes en la preparación del heno, en emergencia floral hizo imposible el enfardado, por lo cual el forraje picado debió ser embolsado a mano. Este caso se repitió en una parcela del estado de 50% de floración.

El método convencional al permitir una mayor longitud del forraje cortado hubo de facilitar la labor de la enfardadora.

Debe ser destacado que la estimación del rendimiento se ve afectada por la diferente forma de levantar el heno de la pradera, pues cuando el mismo fue embolsado a mano, poco y nada quedaba en el campo; la enfardadora por el contrario dejaba a su paso el forraje desmenuzado.

El estado de 100% de floración, por ser voluminoso, no tuvo problemas durante el enfardado, llevándose a cabo esta tarea en forma eficaz.

La comparación de rendimientos se hizo en base al contenido de M.S. de las parcelas de los tres estados de madurez.

La producción de heno del estado de 100% de floración fue mayor que para los restantes estados de madurez, esta diferencia, sin embargo, no resultó significativa con respecto al estado de 50% de floración pero sí cuando fue comparada con el estado de emergencia floral ($P < 0.01$).

Como era de esperar, el heno producido por el método convencional fue significativamente mayor ($P < 0.05$) que el heno obtenido con la cosechadora de forrajes. (Ver Cuadro N^o 2).

CUADRO 2. Heno de alfalfa cosechado en tres estados de crecimiento y bajo dos métodos de preparación. Primer corte.

Estado de crecimiento	Método de preparación	Heno		Pérdidas por	
		Cosechado	Almacenado	Cosecha	Almacenamiento
		Ton M.S./Há		%	
Emergencia floral	Picado	0.38	0.33	62.3	14.4
	Convencional	0.57	0.55	40.6	3.0
50% de floración	Picado	0.84	0.72	32.8	14.4
	Convencional	1.08	1.00	11.0	7.9
100% de floración	Picado	0.86	0.78	52.0	9.7
	Convencional	1.20	1.16	36.7	3.3

Heno Almacenado

Después de enfardado el heno fue almacenado durante 5-6 meses hasta su utilización en las pruebas de alimentación.

Las pérdidas esperadas a través del almacenaje fueron las debidas al manipuleo y a las fermentaciones. Con respecto a éstas últimas sólo hubo calentamiento en algunos fardos de emergencia floral provocando alteraciones en el color.

Para las comparaciones de estados de madurez y métodos de henuficación después de almacenado el heno, fue utilizado el peso de las distintas parcelas en el momento de realizar las pruebas de alimentación, por ello las diferencias en almacenamiento fueron de 15 a 20 días dentro de cada método de preparación y de un mes entre estados de madurez.

El rendimiento del heno almacenado fue mayor para el estado de 100% de floración, aunque la diferencia con el estado de 50% de floración no fue significativa. En cambio el rendimiento de emergencia floral estuvo por debajo de los restantes estados de madurez y la diferencia fue significativa ($P < 0.01$).

Para el cálculo de las pérdidas por henificación debe tenerse en cuenta que éstas se efectuaron en base al rendimiento del cultivo cuyas muestras fueron cortadas con tijeras, a ras del suelo, mientras que en la preparación del heno, el forraje fue cortado por máquinas y por consiguiente a una mayor altura. Cabe destacar por esta razón, que los valores obtenidos como pérdidas durante la henificación, han resultado más elevados que en un proceso normal, donde los cortes se han de realizar a igual altura.

A través del curado se notaron las pérdidas de M.S. provocadas por la cosechadora de forrajes. El material picado una vez en el depósito donde fue almacenado, perdió mayor cantidad de forraje que en el método convencional en los manipuleos y pesadas al momento de usar se para las pruebas de alimentación. Teniendo en cuenta este detalle, fue calculado cuánto mayores fueron las pérdidas por picado comparándolos con el forraje del método convencional. Los valores expresados en porcentajes de pérdidas de M.S. fueron de 53% en emergencia floral, 198,0% en 50% de floración y 42% en 100% de floración. Es necesario hacer notar que los valores encontrados para los distintos estados de floración han sido afectados por el cálculo de parcelas perdidas cuando se hizo el análisis.

Las pérdidas de M.S. durante el almacenamiento fueron calculadas en la misma forma que para las ocurridas durante la henificación, teniendo en cuenta que las pérdidas de forraje picado fueron mayores en todos los estados de madurez. Se estableció el porcentaje de pérdidas con respecto al método convencional.

Los porcentajes en M.S. hallados fueron: 380% en emergencia floral, 82% en 50% de floración y 194% en 100% de floración.

Rendimiento de Materia Verde y Materia Seca en el Segundo Corte

El segundo corte de emergencia floral se realizó a los 26 días de efectuado el primer corte, a pesar de que las condiciones climáticas fueron favorables el forraje de las parcelas de ambos métodos de preparación fue poco voluminoso, pues las parcelas no se habían recuperado. Por ello, no se pudo usar la enfardadora para levantar el heno del campo, esta operación fue efectuada a mano colocando el forraje en bolsas. El rendimiento del cultivo en M.S. fue de 2.0 kg por hectárea de promedio para las parcelas de picado y convencional. Estos rendimientos promedio dan una idea del poco forraje existente. Como es lógico suponer el segundo corte de emergencia floral fue descartado para las pruebas de alimentación por no alcanzar el heno para las mismas.

El segundo corte del estado de 50% de floración se realizó el 3 de enero de 1964 a 28 días de efectuado el primer corte. El volumen del forraje, fue suficiente para permitir el corte con ambas máquinas y no dificultar el uso de la enfardadora.

El rendimiento medio de las parcelas del método convencional fue mayor que para las parcelas de forraje picado, sin embargo la diferencia no resultó significativa. En cambio, el uso de las diferentes máquinas en el corte, tuvo por resultado diferencias significativas (P 0.01) en la producción de heno (M.S.), siendo inferior cuando se usó la cosechadora de forrajes.

Las pérdidas provocadas por los dos métodos de henificación hacen resaltar las diferencias en la toma de muestras del cultivo que fue hecho con tijeras, permitiendo el corte rasante y el heno cortado con máquinas a mayor altura de corte, el escaso porte de las parcelas han hecho de esta diferencia un porcentaje de pérdidas elevado, que no se hubiera dado en la práctica.

Las pérdidas de M.S. tanto en la henificación como durante el almacenamiento fueron mayores cuando se usó la cosechadora de forrajes, los valores que cuantifican la mayor pérdida por picado fueron 44,3% en la henificación y 27,7% en el almacenamiento.

Pérdida de Hojas por la Henificación y Almacenado

Se pudo observar que los métodos de henificación y el contenido de humedad contribuyen a intensificar las pérdidas de hojas y partes tiernas (peciolos y talluelos) de la planta de alfalfa. Aunque la separación de hojas y tallos no tuvo dificultades en el material verde, dicha separación en el heno no pudo ser realizada con entera precisión; sin embargo se considera que pueden dar una idea aproximada de la realidad.

Durante la henificación fue posible ver el efecto de la cosechadora de forrajes en cuanto a las pérdidas de las partes tiernas que fueron intensificadas por el uso del rastrillo y enfardadora.

En el Cuadro Nº 3 se dan las proporciones en peso seco de tallos y hojas del cultivo y heno para los tres estados de madurez.

CUADRO 3. Contenido de hojas del cultivo y heno después de almacenado (en base de Materia Seca).

Estado de madurez	Emergencia floral		50% Floración		100% Floración	
	Picado	Convencional	Picado	Convencional	Picado	Convencional
		%		%		%
Cultivo	60	60	58	58	54	52
Heno	47	53	52	57	26	23
Pérdidas	21.7	11.7	10.3	1.7	51.8	55.7

En los estados de emergencia floral y 50% de floración el mayor porcentaje de pérdida de hojas fue para el forraje picado.

En cambio, en el estado de 100% de floración las pérdidas para los dos métodos fueron cuantiosas sobrepasando el 50% del peso seco.

Debe hacerse notar que el heno de este último estado floral, curado bajo los dos métodos no presentaba hojas a simple vista, destacándose en cambio el material talloso por su longitud y espesor.

Contenido de Proteína Cruda

El porcentaje de P.C. fue afectado por la madurez del cultivo disminuyendo hacia la plena madurez.

Las comparaciones fueron efectuadas con los porcentajes de P.C. de las muestras de rendimiento del cultivo en el momento de iniciar el primer corte. Siendo los valores encontrados 22,4%, 16,5% y 17,9% respectivamente para los estados de emergencia floral, 50% de floración y 100% de floración. Las diferencias en el porcentaje de P.C. se hicieron significativas ($P < 0.01$) cuando fue comparado el estado de emergencia floral con los estados de 50% + 100% de floración. Entre estos últimos estados de madurez no hubo diferencias significativas, pero debe tenerse en cuenta que por las razones expuestas anteriormente el llamado estado de 50% de floración en el primer corte, fue hecho cuando las parcelas alcanzaban el 70% de floración.

Con los rendimientos del heno almacenado y el porcentaje de P.C. de las muestras del mismo en el momento de iniciarse las pruebas de alimentación fue estimada la producción de P.C. en los tres estados de madurez. Los resultados se presentan en el Cuadro Nº 4.

CUADRO 4. Producción de Proteína Cruda Kg/Há

Método de henificación	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	Promedio*
Picado	50	87	91	76
Convencional	99	143	139	127
Promedio*	75	115	115	

* Comparación de promedios: 50% vs 100% de floración, no significativos. Emergencia floral vs 50% + 100% de floración, significativos ($P < 0.01$). Método convencional mayor ($P < 0.01$) que forraje picado.

Observando el Cuadro puede verse que no hubo diferencias en cuanto a los estados de madurez de 50% y 100% de floración, en cambio la diferencia de estos con respecto al estado de emergencia floral fue significativo ($P < 0.01$).

El rendimiento del método convencional fue mayor ($P < 0.01$) que el de forraje picado.

Pruebas de Digestibilidad y Consumo

Las pruebas de digestibilidad y consumo se llevaron a cabo con heno almacenado.

Digestibilidad de la Materia Seca del Primer Corte

Con el avance de la madurez de la alfalfa, la digestibilidad de la M.S. fue disminuyendo.

La presentación de los resultados se hace en el Cuadro N° 5.

CUADRO 5. Digestibilidad de la Materia Seca del heno de alfalfa.

Método de henificación	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	Promedio*
	%	%	%	%
Picado	67.0	62.1	54.3	61.1
Convencional	64.8	62.4	55.7	61.0
Promedio *	65.9	62.2	55.0	

* Comparación de promedios: Emergencia floral vs 50% de floración, significativo ($P < 0.05$); Emergencia floral + 50% floración vs 100% floración, significativo ($P < 0.01$). Métodos de henificación, no significativo.

Las diferencias entre los estados de madurez se probaron por medio de comparaciones ortogonales. En primer lugar fue comparado el estado de emergencia floral y 50% de floración por ser sus valores los que ofrecían menor diferencia. Esta sin embargo, hubo de resultar significativa ($P < 0.05$).

La segunda comparación fue establecida entre los estados de emergencia floral + 50% de floración, la diferencia fue significativa ($P < 0.01$) poniendo de manifiesto la disminución brusca de la digestibilidad hacia la plena floración.

Para los dos métodos de henificación utilizados no hubo diferencias. Además no se encontró interacción entre métodos de preparación del heno y el estado de crecimiento de las plantas.

Digestibilidad de la Proteína Cruda

La digestibilidad de la proteína cruda presentó un esquema semejante al de la M.S. Los porcentajes promedios fueron: 70%, 65,6% y 62,9% respectivamente para los estados de emergencia floral, 50% de floración y 100% de floración. Se establecieron comparaciones ortogonales para detectar diferencias. En la primera se tomaron los estados de 50% y 100% de floración, que no dieron diferencias, en cambio la segunda comparación en la que fue probado el estado de emergencia floral con los estados de 50% y 100% de floración, resultando la diferencia significativa ($P < 0.01$).

En el Cuadro Nº 6 se presentan los coeficientes de digestibilidad de la P.C.

CUADRO 6. Digestibilidad de la proteína cruda del heno de alfalfa.

Método de henificación	Estado de crecimiento			Promedio [*]
	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	
	%	%	%	%
Picado	68.3	65.5	63.4	65.7
Convencional	71.7	65.8	62.5	66.6
Promedio [*]	70.0	65.6	62.9	

* Comparación de promedios: 50% de floración vs 100% de floración, no significativo; Emergencia floral vs 50% + 100% de floración, significativo ($P < 0.01$). Métodos de henificación, no significativo.

Los métodos de henificación no tuvieron influencia sobre la digestibilidad de la P.C. No hubo interacción entre métodos y épocas de crecimiento.

Consumo

Los valores para medir el consumo, provienen de las pruebas de alimentación de los tres estados de madurez con 6 animales en cada tratamiento se expresan como gramos por unidad de peso metabólico y como porcentaje del peso vivo.

Los promedios expresados en $\text{gr}/\text{M}^{0.734}$, obtenidos fueron los siguientes: 62, 54 y 51 para los estados de emergencia floral, 50% y 100% de floración. Estos son presentados en el Cuadro N^o 7.

CUADRO 7. Consumo de materia seca del heno de alfalfa por unidad de peso metabólico ($w^{0.734}$).

Método de henificación	Estado de crecimiento			Promedio [*]
	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	
	$gr/w^{0.734}$			
Picado	63	50	51	55
Convencional	61	58	52	57
Promedio [*]	62	54	51	

^{*} Comparaciones de promedios: Emergencia floral vs 50% + 100% de floración, significativo; 50% de floración vs 100% de floración, no significativo. Métodos de henificación, no significativos.

Se ha creído conveniente calcular el consumo como porcentaje de peso vivo, por ser ésta una medida usada comúnmente.

Los porcentajes promedios de consumo en porcentaje de peso vivo fueron: 2,2, 2,0 y 1,9 respectivamente para los estados de emergencia floral, 50% de floración y 100% de floración.

El heno en estado de emergencia floral fue más consumido; cuando dicho heno se comparó con los henos 50% de floración + 100% de floración la diferencia fue significativa ($P < 0.01$).

La diferencia en el consumo entre 50% y 100% de floración no fue significativa.

Los métodos de henificación no tuvieron influencia sobre el consumo, en cambio se encontró una interacción significativa al nivel del 1% de probabilidad cuando se usó gr por unidad en el peso

metabólico y al nivel del 5% cuando fue usado el porcentaje de peso vivo entre métodos y estados de crecimiento. La interacción se produjo por ser mayor el consumo del estado de emergencia floral bajo el método del picado y en los dos restantes, por lo contrario el consumo fue para el forraje henificado por el método convencional.

Considerando el uso de la unidad por peso metabólico o el porcentaje del peso vivo en la estimación del consumo, debe destacarse que el aporte de la variancia entre animales a la variancia total, fue de 40,6% cuando se usó la unidad por peso metabólico y de 28% cuando la estimación del consumo se hizo como porcentaje del peso vivo.

Producción y Consumo de Materia Seca Digerible

Si se considera que el heno será empleado para alimento del ganado, la materia seca digerible puede dar un índice de la productividad de un alfalfar en distintos estados de crecimiento.

Para este ensayo, considerando tres estados de crecimiento y dos métodos de henificación, se han calculado los valores en base a los coeficientes de digestibilidad encontrados en las pruebas de alimentación. Los mismos se presentan en el Cuadro N° 8.

CUADRO 8. Producción de materia seca digerible de heno de alfalfa.

Métodos de henificación	Estados de crecimiento			Promedio *
	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	
	Kg/Há	Kg/Há	Kg/Há	
Picado	210	450	420	360
Convencional	360	620	650	543
Promedio *	285	535	535	

* Comparaciones de promedios: 50% de floración vs 100% de floración, no significativo; Emergencia floral vs 50% + 100% de floración. Rendimiento de heno convencional mayor ($P < 0.01$) que picado.

Las comparaciones de promedios se hicieron entre los estados 50% de floración y 100% de floración, siendo no significativa. La segunda comparación fue hecha entre estado de emergencia floral y 50% + 100% de floración, ésta fue significativa ($P < 0.01$).

El rendimiento de materia seca digerible bajo el método convencional fue mayor en forma significativa ($P < 0.01$) que la producción del forraje picado.

Desde el punto de vista del animal debe ser considerado el consumo que de la materia seca digerible se haga a medida que la madurez de la alfalfa avanza. De las pruebas de alimentación (consumo x digestibilidad) se han calculado los valores que se presentan en el Cuadro N° 9.

CUADRO 9. Consumo de materia seca digerible de heno de alfalfa.

Métodos de henificación	Estados de crecimiento			Promedio [*]
	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	
		gr/W ^{0.734}		
Picado	42	31	28	34
Convencional	39	36	29	35
Promedio [*]	41	33	29	

^{*} Comparación de promedios: 50% de floración vs 100% de floración, significativa ($P < 0.01$); Emergencia floral vs (50% + 100% de floración), significativa ($P < 0.01$). Diferencia no significativa entre métodos de henificación.

Las comparaciones realizadas fueron las siguientes: la primera se efectuó entre 50% de floración y 100% de floración por ser los valores con menor diferencia, sin embargo fue significativa ($P < 0.01$). Para la segunda comparación se tomó emergencia floral y 50% + 100% de floración, siendo esta diferencia significativa ($P < 0.01$).

La variación entre animales fue significativa ($P < 0.01$); pero no hubo diferencia en cuanto a los métodos de henificación y la interacción de éstos por estado de crecimiento.

Digestibilidad y Consumo del Segundo Corte de Heno de Alfalfa

De los segundos cortes sólo se hicieron pruebas de alimentación con el estado de 50% de floración, pues el corte de estado de emergencia floral no rindió forraje suficiente para realizar las pruebas.

Para determinar el consumo y digestibilidad del heno cortado en 50% de floración por el método convencional se emplearon cinco capones, en cambio fue preciso emplear dos animales en las pruebas de heno preparado con la cosechadora de forrajes por falta de volumen suficiente para un número mayor de animales.

Los coeficientes promedios de digestibilidad de la M.S. fueron: 49,9% y 61,0% respectivamente para heno picado y bajo el método convencional. Las diferencias entre los dos métodos de henificación en cuanto a la digestibilidad de la M.S. fueron significativas (P 0.01).

Se determinaron en las mismas pruebas de alimentación los coeficientes de digestibilidad de la P.C. encontrándose los valores siguientes: 63,6% y 71,5% respectivamente para forraje picado y forraje convencional. No hubo diferencias entre los dos coeficientes de digestibilidad de la P.C.

El consumo expresado en gramos por unidad de peso metabólico dio los siguientes resultados: 46 y 55 gr respectivamente para picado y convencional, no encontrándose diferencias entre los dos métodos de curado. Las estimaciones del consumo como porcentaje del peso vivo obtenidas fueron: 1,6% y 2,0% respectivamente en el forraje picado y convencional. Las diferencias de consumo expresado en base al porcentaje del peso vivo no fue diferente para los dos métodos de curado.

DISCUSION

Los resultados experimentales han mostrado que el estado de crecimiento de la planta de alfalfa al momento del corte y los métodos de henificación han tenido marcada influencia sobre el rendimiento, la digestibilidad y el consumo del heno obtenido.

Producción y Curado del Heno

Con la madurez progresiva de la alfalfa fue aumentando la producción de M.S., sin embargo la diferencia del estado de 50% de floración con el estado de 100% de floración fue poca y no importante desde el punto de vista práctico. Esto parece confirmar lo sostenido por Blosser (3) quien ha establecido en alfalfa que el aumento de M.S. es rápido hasta el 10% de floración, y a partir de él el aumento es lento.

El uso de la cosechadora de forrajes para el corte del heno fue la causa de pérdidas de forraje en el curado para los tres estados de crecimiento de la alfalfa. Debe ser destacado que la velocidad del eje cortante fue excesiva, en relación a la velocidad de avance, provocando el desmenuzamiento del forraje, que quedaba sobre la pradera. Varios investigadores (13, 40) en ensayos con esta máquina en la henificación han establecido la importancia de la velocidad del eje cortante sobre las pérdidas durante la henificación.

El menor contenido de humedad del forraje picado en todos los cortes, hizo más frágiles y quebradizas las partes tiernas de la planta aumentando las pérdidas durante el curado y almacenado del heno. La humedad en que las pérdidas son mínimas es de 25-30%, de acuerdo a varios investigadores (1, 50, 52).

El contenido de hojas (M.S.) fue disminuyendo en el cultivo hacia la plena floración, como ya había sido observado en otras experiencias (12, 21). En el heno almacenado las pérdidas de hojas fueron mayores cuando se cortó en estado de 100% de floración, sin estar influenciadas estas pérdidas por los métodos de henificación. Las pérdidas de hojas fueron mínimas cuando el heno del estado de 50% de floración fue curado bajo el método convencional.

La ventaja de la cosechadora de forrajes se manifestó en la velocidad de secamiento del forraje; aunque en las primeras horas no hubo diferencia, pudo ser probada a lo largo del período de secamiento, ya que en algunos casos el forraje pudo ser enfardado con un día de anticipación y sobre todo después de una precipitación.

Como lo sugiere Hall (13), el sistema de hilerado con la cosechadora de forrajes fue la causa por la cual la pérdida de humedad en las primeras horas no fue considerable ya que el forraje se comprimía en la hilera.

El contenido de M.S. aumentó rápidamente una vez que el forraje se volteó, favoreciendo al picado en tiempo de secamiento.

Cuando se preparó el heno en estado de emergencia floral con el método convencional, se observó calentamiento en algunos fardos durante el almacenamiento; esto se debió a la humedad excesiva con que el forraje fue enfardado. El forraje picado en el mismo estado de crecimiento, menos húmedo, no fue alterado durante el almacenamiento.

Como ha sido observado por otros investigadores (8, 41) el forraje picado absorbió menos agua después de una precipitación pluvial.

Digestibilidad y Consumo

La digestibilidad y el consumo disminuyeron a medida que la alfalfa fue avanzando en madurez.

La disminución diaria establecida para los primeros cortes en los tres estados de madurez de 0,37% fue menor que la estimada en otras investigaciones en diferentes países, donde se ha calculado 0,4, 0,48 y 0,50% para gramíneas y leguminosas (26, 35, 39). Puede deberse a que la alfalfa en esta zona soporta inviernos benignos y, a veces, sigue vegetando durante el mismo; en cambio esto no ocurre en aquellos países donde la digestibilidad de M.S. fue medida. Por ello puede pensarse que los cortes se han realizado en rebrotes donde la digestibilidad disminuye más lentamente (14, 27). Confirmando lo sostenido por Sotola (43), la brusca disminución de la digestibilidad de la M.S. de 65,9 a 55,0% en estado de 100% de floración fue debida posiblemente a la pérdida de hojas durante la henificación.

Antes de sugerir, para las condiciones en que se realizó la experiencia, el estado de crecimiento y el método de curado que mejor se adaptara a una explotación racional, se han calculado ciertos valores de orden práctico.

Con un animal tipo de 50 kg ($18 W^{0.734}$) se ha medido el consumo de M.S.D. De esta manera puede darse una idea clara de la aceptación del heno de los distintos estados de crecimiento y bajo dos métodos de henificación. Los resultados se presentan en el Cuadro N^o 10.

CUADRO 10. Consumo diario de materia seca digerible para animal tipo, de 50 kg de peso.

Métodos de henificación	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	Promedio*
		gr		
Picado	761	563	497	607
Convencional	707	653	518	626
Promedio *	734	608	508	

* Comparaciones de promedios: 50% de floración vs 100% de floración, significativo ($P < 0.01$). Emergencia floral vs 50% + 100% de floración, significativo ($P < 0.01$). Métodos de henificación, no significativo.

Puede verse en el Cuadro que el consumo de M.S.D. difiere significativamente para los tres estados de crecimiento. En emergencia floral se alcanzan los valores máximos, poniendo de manifiesto que el forraje se hace menos aceptable por el ganado a medida que la ma du re z a v a n z a.

De acuerdo al consumo del animal tipo y la cantidad de M.S.D. disponible por hectárea en los distintos tratamientos (Cuadro Nº 8), se ha estimado el número de animales que una hectárea de heno almacenado puede soportar para cada tratamiento. Los resultados se pre sen tan en el Cuadro Nº 11.

CUADRO 11. Número de animales/día que consumen una hectárea de heno almacenado. Animal tipo, 50 kg de peso.

Métodos de henificación	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	Promedio [*]
Picado	289	794	847	643
Convencional	512	952	1249	904
Promedio [*]	400	873	1048	

^{*} Comparaciones de promedios: 50% de floración vs 100% de floración, no significativo. Emergencia floral vs 50% + 100% de floración, significativo ($P < 0.01$). Método convencional significativamente mayor ($P < 0.01$).

No hubo diferencia significativa en cuanto al número de animales que consumen una hectárea de heno de 50% o 100% de floración. El número de animales se reduce significativamente cuando el consumo se mide en estado de emergencia floral. Las pérdidas provocadas por la cosechadora de forrajes hacen disminuir el número de animales por hectárea considerablemente.

Si bien el número de animales por hectárea aumenta con la madurez de alfalfa, el consumo por el contrario disminuye en razón de aquella.

El destino que se de al heno en la alimentación, puede determinar el momento de efectuar el corte; si se desea sólo una ración por mantenimiento o si se pretende ganancia de peso mientras el animal estabulado se alimenta con heno. La M.S.D. producida en cada tratamiento puede dar la respuesta.

Estableciendo la M.S.D. por día para mantenimiento del animal tipo de 50 kg (en 452 gr/día/M.S.D.) se ha obtenido el exceso de M.S.D. para los tres estados de crecimiento y los dos métodos de henuficación.

Los resultados se presentan en el Cuadro Nº 12.

CUADRO 12. Materia seca digerible, consumida en exceso de la necesidad de mantenimiento para animales de 50 kg de peso.

Métodos de henificación	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	Promedio
		gr/día		
Picado	316	121	58	161
Convencional	262	199	70	177
Promedio	289	160	64	

La mayor disponibilidad de M.S.D. sobre mantenimiento ha resultado para el estado de emergencia floral y cuando el forraje se corta con la cosechadora de forrajes. En los otros estados de crecimiento el forraje cortado con el método convencional ha sido superior al forraje picado.

Conociendo el exceso de M.S.D. sobre mantenimiento, puede estimarse la ganancia de peso por animal/día. Para ello se ha calculado que serán necesarios 4,5 gramos de M.S.D. sobre el mantenimiento por cada gramo de ganancia de peso. En el Cuadro Nº 13 se presentan los valores encontrados.

CUADRO 13. Ganancia diaria de peso por cabeza calculada para animales de 50 kg de peso, consumiendo heno de alfalfa.

Métodos de henificación	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	Promedio*
	gr/día/animal			
Picado	71	27	11	36
Convencional	59	45	16	40
Promedio *	65	36	13	

* Comparaciones de promedios: 50% de floración vs 100% de floración, significativo ($P < 0.01$). Emergencia floral vs 50% + 100% de floración, significativo ($P < 0.01$). Métodos de henificación, no significativo.

La ganancia de peso diario se hace paulatinamente mayor desde 100% de floración hasta emergencia floral. Quedando demostrado que para capones en engorde en heno del estado de emergencia floral, curado por cualquiera de los dos métodos de henificación ofrece las mayores posibilidades.

Si por el contrario se desea emplear el heno para ganado de cría, se deberá tener en cuenta la mayor ganancia de peso por unidad de superficie. Para las condiciones de la experiencia realizada, los resultados se presentan en el Cuadro Nº 14 calculados en base al número de animales por hectárea y su ganancia diaria.

CUADRO 14. Ganancia de peso por hectárea, calculada en animales de 50 kg de peso que consumen heno de alfalfa.

Métodos de henificación	Emergencia floral	50% de floración	100% de floración	Promedio*
Kilogramos				
Picado	41	28	18	29
Convencional	60	85	40	61
Promedio *	50	56	29	

* Comparaciones de promedios: Emergencia floral vs 50% de floración, no significativo. 100% de floración vs emergencia + 50% de floración, significativo ($P < 0.01$). Métodos de henificación, significativo ($P < 0.01$).

El estado de 50% de floración bajo el método convencional ofrece mayor ganancia por hectárea, que, aunque no difiere significativamente del estado de emergencia floral debe preferirse, si se tiene en cuenta que este estado de crecimiento afecta la longevidad de la pradera.

De las deducciones precedentes se concluye que el número de animales que puede ser mantenido por cada hectárea de heno almacenado es mayor para el estado de 100% de floración y bajo el método convencional.

La ganancia de peso máximo por animal se consigue con heno cortado en estado de emergencia floral, sin tener en cuenta los métodos de henificación.

La ganancia mayor por unidad de superficie se alcanza tanto en estado de emergencia floral, como en estado de 50% de floración, pero este último estado puede mantener con su heno más animales por hectárea.

Considerando la ganancia de peso por hectárea y por animal, el heno del estado de 50% de floración, bajo el método convencional ofrece mejores perspectivas desde el punto de vista práctico.

CONCLUSIONES

El corte en estado de emergencia floral debilita y disminuye las plantas de alfalfa.

El forraje picado pierde humedad con mayor rapidez que el forraje cortado con el método convencional desde el momento que comienzan a voltearse las hileras.

Con las precipitaciones pluviales, el forraje tratado con la cosechadora de forrajes absorbe menos agua que el preparado con el método convencional.

En alfalfa, la mayor producción de M.S./Há se logra en estados de 100% de floración.

El rendimiento en heno es afectado por los métodos de curado. La cosechadora de forrajes produce las mayores pérdidas, aún durante el almacenamiento.

El contenido de hojas del heno es mayor cuando el curado se realiza al 50% de floración y bajo el sistema convencional. La floración plena aumenta la fragilidad de las hojas a su máximo y en este estado no hay diferencias entre métodos de henificación.

El mayor porcentaje de P.C. se consigue en estado de emergencia floral, no existiendo diferencias entre los estados de 50% y 100% de floración.

La digestibilidad de la M.S. y P.C. así como el consumo de M.S. disminuyen a medida que la madurez de la planta avanza.

La digestibilidad de la M.S. en estado de 100% de floración disminuye bruscamente como consecuencia de la pérdida de hojas.

El rendimiento de los segundos cortes en estado de emergencia floral y 50% de floración fue inferior a los primeros.

RESUMEN

Se realizó un experimento para estimar el efecto del corte en tres estados de crecimiento y del empleo de dos métodos de henificación, sobre el rendimiento, consumo y digestibilidad del heno de alfalfa.

El experimento se estableció en un alfalfar de tres años de edad ubicado en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", en La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

Los tratamientos fueron los siguientes: Métodos de preparación: a) Convencional con acondicionador. Cortado con una guadañadora, a la cual se le había acoplado un acondicionador de cilindros acanalados. b) Forraje picado. Cortado e hilerado con una cosechadora de forrajes a la cual se adosó una manga de lona en el tubo de descarga de la máquina, permitiendo de este modo el hilerado del forraje al momento del corte. Estados de crecimiento: a) Emergencia floral. b) 50% de floración. c) 100% de floración.

Durante el curado del heno, bajo el sol, se hicieron determinaciones periódicas de M.S. para establecer las curvas de secamiento. En las primeras horas de secamiento no hubo diferencias entre los dos métodos, pero luego, cuando el forraje fue volteado el picado perdía rápidamente la humedad. En todos los cortes el forraje picado fue en fardado con mayor porcentaje de M.S. que el forraje del método convencional, oscilando el primero entre 80 y 89% de M.S. mientras que el último lo hizo de 72 a 79% de M.S.

Después de una precipitación pluvial, el forraje cortado con la cosechadora de forrajes absorbió menos agua pudiendo ser enfardado con 24 horas de antelación.

Se encontró que los cortes en estado de emergencia floral debilitan las plantas de alfalfa, que son reemplazadas en la pradera por gramíneas y malezas.

El rendimiento del cultivo fue aumentando con el avance de la madurez, este aumento expresado en M.S. fue: 18% del estado de emergencia floral al estado de 50% de floración y de 34% del estado de 50% de floración al estado de 100% de floración.

El rendimiento del heno picado, almacenado, fue en todos los cortes menor. Los porcentajes en pérdidas de M.S. para los tres estados de crecimiento fueron: 53%, 198,0% y 42% respectivamente para emergencia floral, 50% de floración y 100% de floración. El rendimiento del método convencional fue de 0,55, 1,00 y 1,16 ton M.S./Há respectivamente para los tres estados de crecimiento mencionados.

Las pérdidas de hojas fueron mayores en el heno del estado de 100% de floración, alcanzando valores del 50% sin tener influencia los métodos de curado. Estas pérdidas fueron del 2% cuando el heno provenía del estado de 50% de floración curado con el método convencional.

El porcentaje de P.C. del cultivo fue mayor para emergencia floral, no existiendo diferencias entre los estados de 50% y 100% de floración. Los valores hallados fueron 24,4%, 16,5% y 17,9% de floración.

La digestibilidad de M.S. y P.C., como el consumo fueron medidos con capones acostumbrados, en jaulas metabólicas. La digestibilidad de la M.S. fue de 65,9, 62,2 y 55,0% para emergencia floral, 50% de floración y 100% de floración respectivamente. En el mismo orden la digestibilidad de la P.C. fue 70,0%, 65,6% y 62,9%. El consumo fue expresado en $\text{gr}/\text{W}^{0.734}$ y como porcentaje del peso vivo, encontrándose para el primero: 62, 54 y 51 gr para emergencia floral, 50% y 100% de floración respectivamente. Los valores hallados en razón del peso vivo fueron 2,2, 2,0 y 1,9% respectivamente para los estados de crecimiento en el orden antes mencionado.

La producción de M.S.D. alcanza su valor máximo en el estado de 50% de floración y se mantiene en ese nivel en el estado de 100% de floración. El rendimiento de M.S.D. fue 47% mayor que en el estado de emergencia floral.

La disminución de M.S.D. por efecto del forraje picado fue de 33% comparado con el forraje del método convencional.

En las condiciones que fue llevada la experiencia, el estado de 50% de floración bajo el método convencional fue desde el punto de vista práctico el más conveniente para una explotación ganadera.

SUMMARY

An experiment was carried out on alfalfa hay to estimate the effect of time of cutting and the use of two haymaking methods on yield, digestibility and consumption by wether sheep.

The experiment was established in a three year old alfalfa field at the Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

The treatments were as follows: I. Curing methods; a) Conventional. Mower cut and conditioned with a crusher of corrugated steel rollers. b) Chopped forage. Cut and windrowed with a flail harvester. II. Stages of growth; a) bud, b) 50% flower, c) 100% flower.

Drying rates were estimated by periodic sampling during the course of normal field drying. There were no differences between the two methods during the first hours of drying, but afterwards, when the forage was turned, the chopped material rapidly lost moisture. Chopped forage was baled at a higher percentage of dry matter (D.M.) at all cuttings, than the forage of the conventional method. The former was baled between 80 and 89% D.M., while the latter from 72 to 79% D.M.

During a rain, the forage cut with the flail harvester absorbed less water; this allowed baling 24 hours before the conventional.

Cutting at the bud stage weakened the alfalfa stand and allowed invasion by grasses and weeds.

The yield of hay was increased with increasing maturity up to the 50% flower stage. Between bud and 50% flower the increase was 18% in terms of D.M.

The yield of chopped hay was lower at all stages of growth than of conventional hay. The percentage losses of D.M. between cutting and storage, were: 53, 198 and 42% for bud, 50% and 100% flower respectively.

The yield from the conventional method was 0,55, 1,00 and 1,16 Ton D.M./Ha for the three growing stages, respectively.

More than 50% of leaves were lost when alfalfa was cut at 100% flower, irrespective of method of curing. When the hay was made by the conventional method at the 50% flower stage this loss was reduced to 2%. The loss when cut at the bud stage was intermediate at 20%.

The percentage of crude protein (C.P.) in the hay was highest at the bud stage. There was no significant difference between 50 and 100% flower. The protein content was: 24,4, 16,5 and 17,9 for the three stages, respectively.

Consumption and the digestibility of D.M. and C.P. were measured with wethers in metabolic cages. The digestibility of D.M. was: 65,9, 62,2 and 55,0% for bud, 50% and 100% flower, respectively.

The yield of D.D.M. from the chopped forage was 33% lower compared to the conventional method.

Under the conditions of the experiment, alfalfa cut at 50% flower, using the conventional method, appeared to be the most satisfactory combination.

LITERATURA CITADA

1. AGUILA CASTRO, H. Pastos y empastadas. Santiago, Chile, Editorial Universitaria, 1963. pp 151-166.
2. BECHTEL, H.E, SHAW, A.O. y ATKENSON, F.W. Brown alfalfa hay; its chemical composition and nutritive value in dairy rations. Journal of Dairy Science 28(1):35-48. 1945.
3. BLASER, R.E. Effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. Journal of Animal Science 23(1): 246-53. 1964.
4. BLOSSER, T.H. et al. The influence of stage of maturity of alfalfa hay on its feeding value for milking cows. (Original no consultado; compendiado de Journal of Dairy Science 40(6):611. 1957.)
5. BOHSTEDT, G. What is quality hays. In Hugues, H.D., Heath, M.E. y Metcalfe, D.S. eds Forages. Ames, Iowa, Iowa State College Press, 1952. pp 535-548.
6. BULLER, R.E., SANCHEZ, A.D. y GARZA, R.T. Efecto del estado de madurez al tiempo de corte en la producción y población de alfalfa en el valle de México y el Bajío. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Oficina de Estudios Especiales. Folleto técnico N^o 40. 1960. 33 p.
7. BUCHMAN, D.T. y HEMKEN, R.W. Ad libitum intake and digestibility of several alfalfa hays by cattle and sheep. Journal of Dairy Science 47(8):861-64. 1964.
8. CASSELMAN, W. y FINCHAM, R.C. How effective are hay conditioners. Iowa State University of Science and Technology. College of Agriculture. Extension Service. FS-887. s.f. Reimpreso de Iowa Farm Science 15(5/6):3-6. 1960.
9. COUCHMAN, J.F. The distribution of carbohydrates, nitrogen and lignin in soluble fractions of the stems and leaves of Lucerne hay. Journal of the British Grassland Society 15(2):169-173. 1960.
10. CURTIS, O.F. The food content of forage crops as influenced by the time of day at which they are cut. Journal of the American Society of Agronomy 36(5):401-16. 1944.

11. DENT, J.W. Seasonal yield and composition of Lucerne in relation to time of cutting of first and second growth. *Journal of the British Grassland Society* 14(4):262-271. 1959.
12. -----, ZALESKY, A. Leafiness and chemical composition of some Lucerne strains. *Journal of the British Grassland Society* 9(2):131-40. 1954.
13. HALL, G.E. Field drying of hay increased by flail forage harvesters. *Ohio Farm and Home Research* 47(2):26-30. 1962.
14. HARKESS, R.D. Studies in herbage digestibility. *Journal of the British Grassland Society* 18(1):62-8. 1963.
15. JARL, F. y HELLEDAY, T. Studies of the changes in the chemical composition digestibility and nutritive value of herbage at different growth stages (en sueco) Klmgl. Skogs-och. Lantbruksakade-niens Tidschrift 90:315-35. 1951. (Original no consultado; compendiado de Herbage Abstracts 22(3):157. 1952.
16. KUST, C.A. y SMITH, D. Influence of harvest management on level of carbohydrate reserves, longevity of stands and yield of hay and protein from vernal alfalfa. *Crop Science* 1(4):267-69. 1961.
17. LABARTHE, C.A. El heno de alfalfa en la alimentación del ganado. La Plata, Argentina, Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Agricultura, Ganadería e Industrias. 1940. 30 p.
18. LE CLERC, J.A. Losses in making hay and silage. *U.S. Department of Agriculture Yearbook*, 1939:992-1016.
19. LOOSLI, J.K. et al. The comparative value of Ladino clover, Birdsfoot trefoil, timothy and alfalfa hays for yield and quality of milk. *Journal of Dairy Science* 33(4):228-36. 1950.
20. MAYMONE, B. Problems relating to harvesting and preserving forage in Southern Europe. In International Grassland Congress 6th, Pennsylvania, 1952. Proceedings. Pennsylvania, State College, 1952. pp 1131-36.
21. MEYER, J.H. y JONES, L.G. Controlling alfalfa quality. California, Agricultural Experimental Station. Division of Agricultural Science. Bulletin 784. 1962. 71 p.

22. MEYER, J.H. et al. Influence of method of preparation on the feeding value of alfalfa hay. *Journal of Animal Science* 18(3):976-82. 1959.
23. -----, et al. Effect of stage of maturity dehydrating versus field-curing and pelleting on alfalfa hay quality as measured by lamb gains. *Journal of the Animal Science* 19(1):283-94. 1960.
24. MINSON, D.J. Improvements in forage conservation. New Zealand. *Journal of Agriculture* 105(3):213-16. 1962.
25. -----, RAYMOND, W.F. y HARRIS, C.E. Studies in the digestibility of herbage. III. The digestibility of S 37 Cooks foot, S 23 ryegrass and S 24 ryegrass. *Journal of the British Grassland Society* 12(2):174-80. 1960.
26. -----, et al. The digestibility and voluntary intake of S 22 and HI ryegrass, S 170 tall fescue, S 48 timothy, S 215 meadow fescue and germinal cocksfoot. *Journal of the British Grassland Society* 19(3):298-305. 1964.
27. MOLINE, W.J. y WEDIN, W.F. Evaluating the effects of cutting date on yield and nutritive value of alfalfa with rabbit feeding trials and chemical analysis. *Agronomy Journal* 55(4):319-21. 1959.
28. MOORE, L.A. y SHEPHERD, J.B. Comparative efficiency of various methods of harvesting and preserving forages. In International Grassland Congress, 6th, Pennsylvania, 1952. Proceedings. Pennsylvania, State College, 1952. pp. 1171-1176.
29. MÜLLER, L. Un aparato microKjeldahl simple para análisis rutinarios rápidos de materias vegetales. *Turrialba* 11(1):17-25. 1961.
30. MURDOCH, J.C. y BARE, D.I. The effect of conditioning on the rate of drying and loss of nutrients in hay. *Journal of the British Grassland Society* 18(4):334-38. 1963.
31. -----, y BARE, D.I. The effect of mechanical treatment on the rate of drying and loss of nutrients in hay. *Journal of the British Grassland Society* 15(2):94-99. 1960.

32. PARSONS, J.L. Alfalfa. Can be cut more than three times. Ohio Farm and Home Research 46(1):8-9. 1961.
33. -----, y DAVIS, R.R. Forage production of vernal alfalfa under different cutting and phosphorus fertilization. Agronomy Journal 52(8):441-3. 1960.
34. PORTER, R.M., MILLER, D.D. y SKAGGS, S.R. Comparison of first, second and fifth cuttings of alfalfa for milk production. (Original no consultado; compendiado de Journal of Dairy Science 43(6):868. 1960).
35. REID, J.T., et al. Our industry today; effect of growth stage, chemical composition, and physical properties upon the nutritive value of forages. Journal of Dairy Science 42(3):567-71. 1959.
36. -----, et al. What is forage quality from the animal stand point. Agronomy Journal 51(4):213-16. 1959.
37. SHEPHERD, W. The susceptibility of hay species to mechanical damage. I. Effect of growing and curing conditions. Australian Journal of Agricultural Research 10(6):788-803. 1959.
38. SHEPPERSON, G. Haymaking research at N.I.A.E. problems, progress and future trends. Experimental Husbandry Nº 4:34-40. 1959.
39. ----- Effect of time of cutting and method of making on the feed value of hay. In International Grassland Congress, 8th. Reading, 1960. Proceedings. Reading, 1960. pp. 704-708.
40. -----, y GRUNDEY, J.K. Recent developments in quick hay making techniques. Journal of the British Grassland Society 17(2):141-49. 1962.
41. -----, GRUNDEY, J.K. y WICKENS, R. Crop conditioning experiments. I. Drying rates and yields. Experimental Husbandry Nº 8:65-84. 1962.
42. SMITH, J.C., et al. The nutritive value of alfalfa hay harvested at three stages of maturity. Journal of Animal Science 17(4):1209. 1958.

43. SOTOLA, J. Relation of maturity to the nutritive value of first, second and third cuttings of irrigated alfalfa. *Journal of Agricultural Research* 35(4):361-83. 1927.
44. SPHAR, S.L., et al. Effect of stage of maturity at first cutting of quality of forages. *Journal of Dairy Science* 44(3):503-10. 1961.
45. STATENS. FORSOGSVIRKSOMHED PLANTEKULTUR. DENMARK. Cutting and field conditioning of grass/clover and Lucerne for hay and silage (noruego) Medd. 718 Stat. Forsogsvirk. Plkult. 1963. (Original no consultado; compendiado de Herbage Abstracts 34(1):26. 1964).
46. SWANSON, E.V. y HERMAN, H.A. The digestibility coarsely ground and finely ground alfalfa for dairy heifers. *Journal of Animal Science* 11(4):688-92. 1952.
47. TURK, K.L., et al. Effect of curing methods upon the feeding value of hay. Cornell University Agricultural Experiment Station. Bulletin No 874. 1951 (1) 29 p.
48. VAN RIPER, G.E. y SMITH, D. Changes in the chemical composition of the herbage of alfalfa, medium Red clover, Ladino clover and Bromegrass with advance in maturity. Agricultural Experiment Station, University of Wisconsin. Research Report No 4. 1959. 25 p.
49. WATSON, S.J. Chemical and physical changes in forage following cutting that influence their character and feeding values, and factors that affect these changes. In *International Grassland Congress, 6th, Pennsylvania, 1952. Proceedings. Pennsylvania, State College, 1952. pp. 1112-1119.*
50. -----, y NASH, M.J. The conservation of grass and forage crops. 2 ed. enl. Edinburgh, Cliver and Boyd, 1960. pp. 1+210, 487-503, 681-695.
51. WEIR, W.C., JONES, L.G. y MEYER, J.H. Effect of cutting interval and stage of maturity on the digestibility and yield of alfalfa. *Journal of Animal Science* 19(1):5-19. 1960.
52. WOODWARD, T.E., et al. The nutritive value of harvested forages. U.S. Department of Agriculture Yearbook, 1939:956-991.

APENDICE

CUADRO 15

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS "ALBERTO BOERGER"

Temperaturas y Precipitaciones. Julio 1963 a Julio de 1964

Mes	Temperatura en °C			Lluvias (mm.)	Evapotranspi- ración poten- cial (mm.)
	Máxima	Media Aritmética	Mínima		
Julio	16,5	12,7	8,8	29,8	35
Agosto	14,9	10,9	7,0	134,4	28
Setiembre	16,6	13,3	10,0	152,2	44
Octubre	19,9	15,3	10,8	151,7	59
Noviembre	21,7	17,0	12,3	248,1	72
Diciembre	25,8	21,1	16,4	173,0	116
Enero	30,2	23,4	16,6	11,8	130
Febrero	27,6	22,1	16,7	293,8	106
Marzo	24,5	19,9	15,2	248,8	91
Abril	22,4	17,1	12,2	63,0	56
Mayo	19,6	15,1	10,7	76,0	43
Junio	13,2	8,9	4,6	57,4	16
Julio	14,8	10,1	5,5	9,8	22

CUADRO 16

Velocidad de Secamiento. Emergencia floral. Primer corte

Horas des- pués del corte	Métodos de henificación			
	Picado		Convencional	
	Parcelas	Promedio	Parcelas	Promedio
0 (10:00 hs)	23.35	23.35	23.35	23.35
3 (13:00 hs)	38.45	43.53	41.60	41.17
	41.90		35.10	
	46.15		41.15	
	47.67		46.85	
6 (16:00 hs)	57.80	54.29	60.55	56.90
	49.45		59.30	
	53.54		50.35	
	56.40		57.42	
9 (19:00 hs)	72.70	61.89	66.40	60.21
	57.73		58.16	
	58.25		56.08	
23 (9:00 hs)	81.49	67.81	64.50	63.14
	65.68		60.40	
	68.45		63.65	
	55.65		64.04	
28 (14:00 hs)	89.38	86.04	75.57	74.15
	84.57		70.43	
	85.39		75.02	
	84.85		75.59	

CUADRO 17

Velocidad de secamiento. Emergencia floral. Segundo corte.

Horas después del corte	Métodos de henificación			
	Picado		Convencional	
	Parcelas	Promedio	Parcelas	Promedio
0 (14:00 hs)	21.95	21.95	21.95	21.95
6 (20:00 hs)	60.29	49.38	56.00	44.87
	50.58		39.52	
	47.08		41.65	
	39.59		42.31	
40 (9:00 hs) Lluvia 52 mm.	50.21	49.84	51.42	49.75
	45.78		51.42	
	52.04		48.68	
	51.34		47.48	
45 (14:00 hs)	82.27	79.81	58.46	58.95
	80.65		56.07	
	77.04		61.21	
	79.31		60.06	
48 (17:00 hs)	—	—	58.69	64.77
	—		66.11	
	—		65.33	
	—		68.98	
65 (10:00 hs)	—	—	71.79	71.71
	—		68.60	
	—		74.03	
	—		73.04	

CUADRO 18

Velocidad de secamiento. 50% de floración. Primer corte.

Horas después del corte	Métodos de henificación			
	Picado		Convencional	
	Parcelas	Promedio	Parcelas	Promedio
0 (16:00 hs)	28.26	28.26	28.26	28.26
3 (19:00 hs)	44.15	39.14	50.91	43.22
	38.85		46.62	
	37.46		38.31	
	36.10		37.05	
16 (8:00 hs)	46.99	41.81	55.43	49.05
	41.19		50.99	
	38.46		44.49	
	40.63		45.32	
19 (11:00 hs)	51.90	47.61	59.34	57.16
	43.38		60.35	
	47.11		56.65	
	48.05		52.30	
21 (14:00 hs)	66.30	68.84	69.85	68.63
	70.40		70.14	
	66.30		66.37	
	72.39		68.18	
24 (17:00 hs)	82.78	83.63	76.91	79.00
	83.90		80.61	
	83.40		77.98	
	84.45		80.50	

CUADRO 19

Velocidad de secamiento. 50% de floración. Segundo corte.

Horas después del corte	Métodos de henificación			
	Picado		Convencional	
	Parcelas	Promedio	Parcelas	Promedio
0 (7:00 hs)	29.19	29.19	29.19	29.19
3 (10:00 hs)	32.74		30.15	
	31.37		31.16	
	31.41		36.26	
	30.26	31.44	34.08	32.91
6 (13:00 hs)	65.15		46.38	
	73.25		65.54	
	76.49		68.82	
	81.30	74.04	67.79	62.13
9 (16:00 hs)	86.99		73.98	
	84.44		75.60	
	87.74		75.26	
	85.76	86.23	74.64	74.87
12 (19:00 hs)	87.80		79.79	
	84.32		79.68	
	90.69		79.33	
	88.76	87.89	79.00	79.05
23 (6:00 hs)	86.91		77.13	
	99.14		79.35	
	85.97		80.03	
	85.76	89.44	77.31	78.45

CUADRO 20

Velocidad de secamiento. 100% de floración. Primer corte.

Horas después del corte	Métodos de henificación			
	Picado		Convencional	
	Parcelas	Promedio	Parcelas	Promedio
0 (10:00 hs)	26.08	26.08	26.08	26.08
5 (15:00 hs)	60.88		58.55	
	51.72		65.76	
	42.22		53.62	
	60.75	53.89	63.41	60.33
9 (19:00 hs)	78.60		69.47	
	67.38		71.03	
	70.36		68.74	
	72.34	72.17	68.29	69.38
22 (8:00 hs)	72.91		69.61	
	76.04		70.81	
	64.25		54.73	
	71.28	71.12	65.46	65.15
26 (12:00 hs)	83.13		79.48	
	85.08		77.47	
	79.54		72.78	
	85.85	83.40	76.29	76.50

CUADRO 21

Rendimiento del cultivo y heno de alfalfa. Primer corte.

Estado de crecimiento	de pre-	Nº de bloque	Cultivo		Heno		P.C.
			materia verde	materia seca	cosechado	almacenado	
			Ton/Há.	Ton/Há.	Ton/Há	Ton/Há	Ton/Há
Emergencia	Picado	I	5,14	1,20	0,37	0,32	0,05
		II	4,57	1,07	0,37	0,31	0,05
		III	3,14	0,73	0,14	0,11	0,02
		IV	4,57	1,07	0,66	0,58	0,09
Floral	Convencional	I	5,71	1,34	0,64	0,58	0,11
		II	4,00	0,93	0,54	0,57	0,10
		III	3,14	0,73	0,42	0,38	0,07
		IV	3,43	0,80	0,66	0,66	0,12
50% de floración	Picado	I	4,14	1,17	1,01	0,92	0,11
		II	6,57	1,86	0,45	0,38	0,05
		III	4,00	1,14	0,67	0,66	0,08
		IV	3,00	1,13	1,24	0,92	0,11
	Convencional	I	4,71	1,33	0,93	0,90	0,13
		II	3,00	1,17	0,90	0,87	0,13
		III	4,29	1,21	1,28	1,15	0,16
		IV	2,86	0,87	1,23	1,08	0,15
100% de floración	Picado	I	6,35	1,66	0,63	0,58	0,07
		II	6,34	1,65	0,53	0,35	0,04
		III	9,54	2,49	1,21	1,12	0,13
		IV	5,20	1,36	1,07	1,06	0,12
	Convencional	I	7,80	2,03	1,34	1,32	0,16
		II	4,91	1,28	0,92	0,90	0,11
		III	10,03	2,61	1,59	1,52	0,18
		IV	6,33	1,65	0,96	0,90	0,11

CUADRO 22

Heno de alfalfa. Primer corte. Pruebas de alimentación.

Estado de crecimiento	Métodos de preparación	Nº de Animal	Digestibilidad M.S.	Digestibilidad P.C.	Consumo de M.S. gr/W ^{0.734}	Consumo % de peso vivo	Consumo de M.S.D. gr/W ^{0.734}
Emergencia	Picado	1	63.6	68.0	66	2.5	42
		2	72.8	71.1	54	2.0	39
		3	59.6	60.3	65	2.4	39
		4	67.8	71.0	59	2.2	40
		5	70.2	69.0	72	2.6	51
		6	67.8	70.1	63	2.3	43
Floral	Convencional	1	65.3	71.7	68	2.5	44
		2	65.2	71.2	52	1.9	34
		3	67.2	75.1	59	2.0	40
		4	65.7	73.0	53	2.0	35
		5	65.5	71.8	72	2.6	47
		6	60.1	67.1	60	2.2	36
50% de	Picado	1	57.8	61.9	40	1.5	24
		2	61.3	65.2	47	1.7	29
		3	64.7	69.8	43	1.6	28
		4	63.5	65.8	45	1.7	29
		5	68.7	71.8	71	2.5	49
		6	56.3	58.2	55	2.0	31
Floración	Convencional	1	59.7	67.2	56	2.0	34
		2	69.9	77.3	54	2.0	38
		3	66.7	70.7	58	2.1	39
		4	62.7	61.5	51	1.9	32
		5	55.7	52.7	67	2.4	37
		6	59.9	64.7	62	2.0	37
100% de	Picado	1	53.2	64.4	54	2.0	29
		2	59.9	64.7	43	1.6	26
		3	55.6	64.1	54	2.0	30
		4	56.5	64.2	45	1.7	25
		5	53.5	59.2	59	2.1	32
		6	47.3	63.5	50	1.8	24
Floración	Convencional	1	58.0	65.8	51	1.9	30
		2	51.1	58.2	50	1.8	26
		3	59.4	67.7	50	1.8	30
		4	56.1	62.5	55	2.0	31
		5	52.4	55.1	57	2.0	30
		6	57.2	65.6	47	1.7	37

ANÁLISIS DE VARIANCIAS

CUADRO 23

Heno de alfalfa cosechado en tres estados de crecimiento y bajo dos métodos de henificación. Primer corte. Kg de M.S./Há.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
Repeticiones	3	402,820	134,273	2,24 ^{***}
50% vs 100%	1	18,158	18,158	< 1 ^{***}
E vs (50% + 100%)	1	1454,989	1454,989	24,24 ^{**}
Métodos	1	97,974	319,170	5,32 [*]
Mét. x Ep.	2	97,974	48,987	< 1 ^{***}
Error	15	900,224	60,015	
Total	23	3.193,334		

CUADRO 24

Digestibilidad de la materia seca del heno de alfalfa.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F
Animales	5	110,98	22,19	1,35 ^{***}
E vs 50%	1	80,30	80,30	4,89 [*]
(E + 50%) vs 100%	1	655,82	655,82	39,94 ^{**}
Métodos	1	0,14	0,14	< 1 ^{***}
Mét x Ep.	2	19,56	9,78	< 1 ^{***}
Error	25	3.410,51	16,42	

* Significativo 5%; ** Significativo 1%; *** No significativo.