

Producción y valor nutritivo del ensilaje de maíz Eureka cosechado en distintos estados vegetativos y efecto de la suplementación proteica (I).¹ Influencia del estado vegetativo

Claudio Wernli K.², Juan José Romero T.³ y Hernán Caballero D.⁴

INTRODUCCION

El mal aprovechamiento de los recursos agropecuarios y la alimentación deficiente, especialmente durante aquellos períodos críticos en la producción de la pastura, constituyen ciertamente importantes causas de la reducida producción de carne bovina en Chile.

Considerando que la utilización de granos en la alimentación del ganado bovino resulta aún antieconómica en Chile, el uso más adecuado de aquellos recursos alimenticios de fácil obtención y de costo compatible a las posibilidades del productor adquiere especial importancia cuando se pretende alcanzar el peso de mercado con novillos de 2 años.

En nuestro país, así como en muchas partes del mundo, el maíz de silo constituye el principal cultivo empleado para ensilaje. La variedad más usada en Chile es Eureka, que se caracteriza por su gran vigor y rendimiento; no obstante, la maduración del grano y de la planta es desuniforme.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el valor nutritivo y grado de consumo del ensilaje de maíz Eureka en relación a su estado vegetativo. Se estudiaron, además, las características propias del forraje incluyendo también determinaciones de algunas pérdidas durante el almacenamiento.

REVISION DE LITERATURA

El estado vegetativo del maíz de silo al momento de cosecha es un factor importante cuando se pretende obtener un buen ensilaje.

Varios autores (2) (3) (7) (10) (12) (13), concuerdan en que el mejor ensilaje de maíz se obtiene cuando se cosecha en el momento en que los granos han alcanzado el estado medianamente consistente y duro, fase en la cual la mayor parte de los granos de las variedades dentadas han alcanzado esta condición pero en que todas las hojas o la mayoría de ellas están todavía verdes.

Cabe considerar el hecho de que el avance del proceso vegetativo se caracteriza por un incremento porcentual del contenido de fibra y una disminución de la proteína, variando la digestibilidad del forraje. Según Kirchgessner e Hirsch (8), se produce una excepción en esta condición durante la época de maduración de la semilla, ya que aumenta la digestibilidad de la materia orgánica por el depósito de almidón.

Con respecto al contenido de materia seca del forraje, Davies y Allison (2) indican que el ensilaje muy húmedo será pobre debido al drenaje inconveniente y a la fermentación poco satisfactoria; además, es antieconómico y el volumen del ensilaje limitará el consumo de materia seca.

Según el Virginia Polytechnic Institute (13), el ensilaje de maíz muy maduro carece de aroma y palatabilidad, y es más difícil de compactar. Por otra parte, generalmente cuando el maíz se ha ensilado al estado de grano lechoso dará un ensilaje muy ácido que puede causar diarreas en el ganado.

Es importante emplear variedades de maíz que alcancen, al menos, la fase más avanzada de la maduración lechosa a mediados del período de actividad vegetativa. Esto generalmente no ocurre con la variedad Eureka de nuestro país, ya que cuando las primeras hojas bases comienzan a secarse, el grano aún no ha alcanzado su estado de maduración óptima. Según Cholaky (1) el primer híbrido doble comercial para ensilaje obtenido en el país en 1965, bajo la denominación de L. H. Rinconada, se caracteriza por su mayor sincronización entre el estado óptimo para ensilar de la mazorca y del resto de la planta; supera a la variedad Eureka en rendimiento, producción de mazorcas por hectárea y resistencia a

¹Recepción manuscrito: 30 de septiembre de 1966.

²Ingeniero Agrónomo, Proyecto Producción Animal, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Profesor Auxiliar Cátedra Alimentación, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

³Ingeniero Agrónomo M. S., Proyecto Producción Animal, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Profesor Auxiliar Cátedra Producción Lechera, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile.

⁴Ingeniero Agrónomo Ph. D., Coordinador del Programa Ganadería del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Profesor Cátedra Introducción a la Ganadería, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile.

enfermedades y posee, además, un período vegetativo menor en aproximadamente 15 días.

MATERIAL Y METODOS

La mitad de una plantación homogénea de maíz de silo Eureka se cosechó cuando el grano estaba en su mayoría al estado lechoso (80% lechoso, 6% pastoso y el resto en formación). Al mismo tiempo, el número de hojas secas basales por planta, en promedio, era de 4. El ensilaje se cosechó con un 23% de materia seca (M. S.). La otra mitad fue ensilada al estado de grano duro (57% grano duro y 43% pastoso), con un promedio de aproximadamente 9 hojas basales secas y con un 34% de M. S.

Cada cosecha se colocó en un silo de tipo canadiense (de madera) de 2,20 m. de alto por 4,30 m. de ancho, en su base, y 7 m. de largo, sin agregación de aditivos (Figura 1). Luego de compactarse con tractor, se cubrió con una capa de tierra de aproximadamente 25 cm. de espesor. Durante la cosecha se midió la producción por hectárea de los siguientes elementos: materia verde, materia seca, mazorcas y granos. En el forraje ensilado se determinó su contenido porcentual de M. S., granos y T. N. D. (tota de nutrientes digestibles) junto a otras características tales como pH y peso específico. Además, se establecieron las pérdidas de materia verde (ensilaje no aprovechable) ocurridas en la parte superior, lateral e interior del ensilaje. El T. N. D. se calculó en este caso por ecuación de regresión basada en los valores de energía digestible determinados en el ensayo.

Ambos ensilajes se proporcionaron *ad libitum*, con y sin suplementación proteica (1,5 Kg. de afrecho de raps por novillo al día) a 2 lotes uniformes de 6 novillos holandeses cada uno, agrupados según condición y peso inicial (436 Kg.). Todos los animales recibieron 2 Kg. diarios de heno de trébol rosado y suplemento mineral según requerimientos. El suministro de ensilaje se realizó *ad libitum*, pero parcialmente controlado en base a las sobras de la ración anterior. De esta manera, cada nueva ración propiamente ajustada en cantidad se mezclaba con el remanente existente en el comedero, lográndose así el consumo total de la ración ofrecida a los animales.

Durante el período de alimentación (mayo 12 a septiembre 15) los animales permanecieron en corrales parcialmente techados (Figura 2).

El control de peso inicial y final de los novillos se hizo con 14 horas de destare. Los pesajes intermedios, sin destare, se realizaron cada 28 días, coincidiendo el momento del control con la salida del sol.

En otro ensayo¹ realizado en forma paralela a esta experiencia utilizando el método de recolección total, se determinó con corderos (6 animales por ración) la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína y energía de las dos raciones suministradas a los novillos en este trabajo (Figura 3).

RESULTADOS Y DISCUSION

Al retrasar en 25 días la cosecha de maíz de silo respecto al estado de grano lechoso, se reduce el rendimiento de forraje verde en un 30% y se aumenta el rendimiento de M. S. por hectárea en un 5% (Cuadro 1). Sin em-

Cuadro 1 — Rendimiento y característica de los ensilajes cosechados en distinto estado vegetativo.

CONSISTENCIA DEL GRANO EN LA COSECHA	LECHOSO	DURO
Materia seca, %	23,2	34,1
Rendimiento forraje/ha., Ton.	58,40	41,68
Rendimiento M.S./ha., Ton.	13,54	14,20
Kg. útil/m ²	575	427
Ensilaje útil/ha. (M. S.), Ton.	10,82	9,02
Producción de T. N. D./ha., Ton.	8,50	9,27
Producción T. N. D. útil/ha., Ton.	6,78	5,90

bargo, por el bajo contenido de humedad del ensilaje cosechado más tarde, se logró una menor compactación del silo, lo que se tradujo en un peso específico inferior del ensilado. A consecuencia de ello, las pérdidas totales de materia verde registradas en el ensilaje más maduro fueron mayores en casi un 100% respecto al ensilaje de grano lechoso (Cuadro 2), resultando ello en una menor producción de ensilaje útil por hectárea.

Este hecho se debe principalmente a las pérdidas interiores del silo (desarrollo de hongos). La compactación inadecuada sería también la causa de las mayores pérdidas de ensilaje fresco de cubierta y laterales (Cuadro 2).

¹Davidovich, A. y Wernli, C., Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Figura 1 — Operación de ensilaje (Foto: C. Wernli).

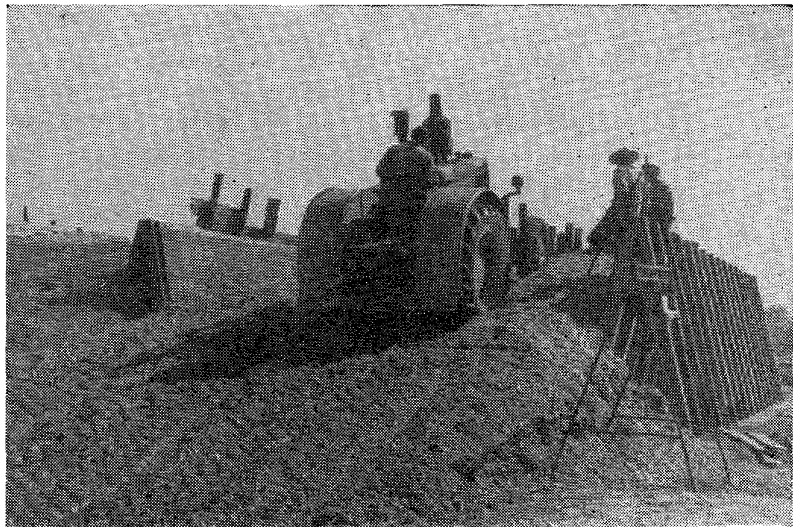


Figura 2 — Suministro de ensilaje (Foto: C. Wernli).

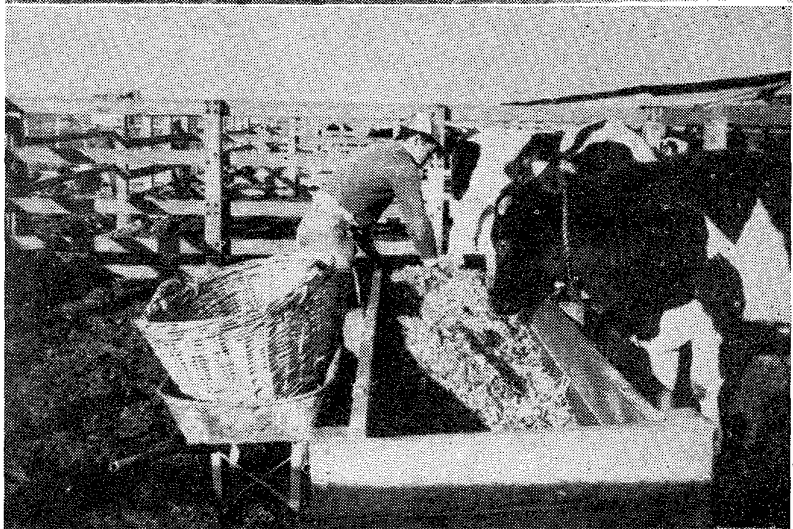
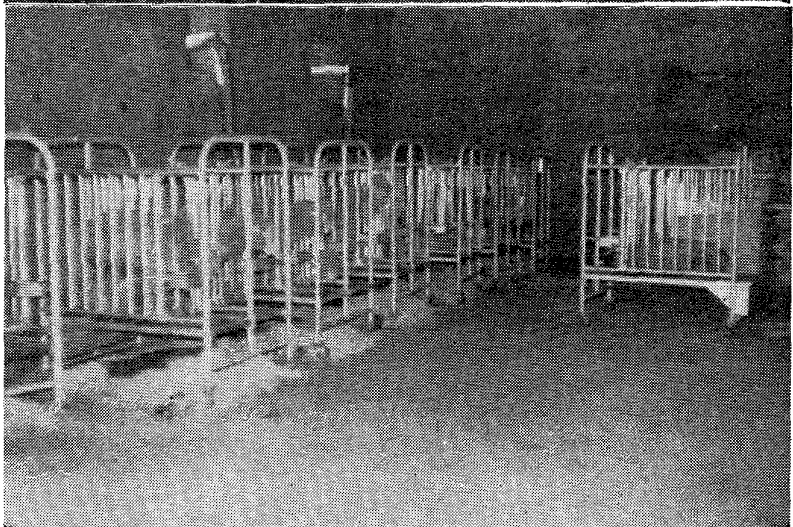


Figura 3 — Jaulas metabólicas en galpón destinado a ensayos de digestibilidad (Foto: C. Wernli).



Cuadro 2 — Pérdidas de materia verde totales y parciales de los ensilajes.

TIPO DE PERDIDA	ENSILAJE ESTADO GRANO LECHOSO	ENSILAJE ESTADO GRANO DURO
	%	%
De cubierta	6,2	7,2
Laterales	6,2	10,6
Interiores	0,5	6,2
TOTALES	12,9	24,0

Cabe destacar, sin embargo, que en condiciones distintas, (uso de silo torre, cubierta de polietileno, empleo de productos preservadores, etc.), se lograría posiblemente reducir las pérdidas totales en el ensilaje más maduro.

El consumo de ensilaje de grano lechoso base materia verde (M. V.) superó al más maduro en un 15%; no obstante, la ingestión de M. S. en este último fue mayor en un 11% respecto al primero (Figura 4).

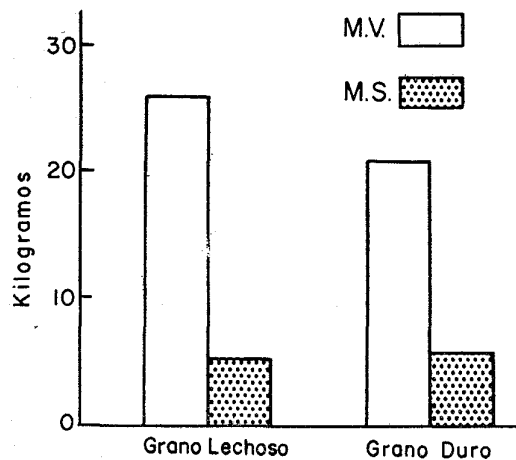


Figura 4 — Consumo de ensilaje por novillo al día, Kg.

Por el contrario, Dzinic (4) observó que el ensilaje de maíz de grano lechoso proporcionado a vacas lecheras fue menos preferido (base M. V.) y de valor nutritivo más bajo que el ensilado más tarde.

Henderson (5) considera que el consumo máximo de M. S. para vacunos de engorda es de 2,5 a 3% del peso vivo al día. En el presente ensayo (raciones altas en forraje) dicho consumo alcanzó a 1,3% para ambos tratamientos.

Como se puede apreciar en la Figura 5, los aumentos de peso logrados con el ensilaje de

grano duro fueron ligeramente superiores respecto a aquellos obtenidos con el ensilaje más inmaduro (0,486 y 0,432 Kg. promedio por novillo al día, respectivamente), no siendo esta diferencia estadísticamente significativa. Las pequeñas diferencias en los incrementos de peso entre los dos tratamientos podrían explicarse si se considera que el consumo de M. S. y T. N. D. fue mayor para los novillos que recibieron ensilaje cosechado con dentición total.

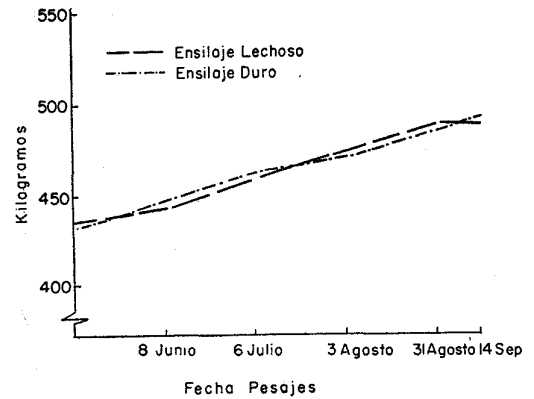


Figura 5 — Aumento periódico de peso.

Con respecto a la eficiencia de los ensilajes el de grano duro demostró ser más eficiente requiriéndose 44 Kg. de ensilaje por kilogramo de aumento de peso; con el de grano lechoso fueron necesarios 58 Kg. (Cuadro 3). En ambos casos se incluye la adición de 2 Kg diarios de heno por animal a las raciones de ensilaje. O sea, para iguales aumentos de peso 1 Kg. de ensilaje de grano duro equivale a 1,3 Kg. de ensilaje de grano lechoso. No obstante en lo que a M. S. se refiere, los dos tipos de

Cuadro 3 — Resultados generales del período de alimentación.

CONSISTENCIA DEL GRANO	LECHOSO	DURO
Promedio diario/animal, Kg.:		
Aumento de peso ¹	0,432	0,486
Consumo total de M. S.	7,25	7,97
Kg. ensilaje/Kg. aumento peso	58,3	44,1
Kg. M. S. ensilaje/Kg. aumento peso	12,8	12,9
Producción relativa de carne/Ha., Kg ²	845	699

¹Sin diferencia significativa a nivel de 5%. El cálculo estadístico se efectuó mediante el Análisis de Covarianza.

²De acuerdo a la producción de ensilaje útil por hectárea. Los datos son relativos, ya que incluyen además de ensilaje la complementación con heno.

ensilaje demostraron ser igualmente eficientes, lo que indica que el valor de conversión de la M. S. de ambos es similar.

La producción relativa de carne por hectárea fue menor en un 17% para el maíz de grano duro, con respecto al cosechado más anticipadamente. Esto se determinó considerando la producción total útil de M. S. por hectárea y la eficiencia de la M. S. de ambos ensilajes. Las cifras de esta relación se pueden apreciar en el Cuadro 3.

El mayor contenido de mazorcas del cultivo cosechado al estado de dentición total o grano duro ocasionó un ensilaje con un porcentaje de grano 17 veces más alto (Cuadro 4), aumentando además el contenido de T. N. D. aproximadamente en 5 unidades. Es importante considerar este aspecto, ya que generalmente el ensilaje de maíz no contiene suficiente energía para ser usado sin suplemento de grano en la engorda de bovinos. Al respecto, una de las principales ventajas que se le aducen al híbrido L. H. Rinconada (Estación Experimental Agronómica, Universidad de Chile) comparado con la variedad Eureka, es su mayor contenido de mazorcas (8,5%), siendo la producción de T. N. D. por hectárea superior en un 5% (1).

Cuadro 4 — Valor alimenticio de los ensilajes usados, base Materia Verde¹.

CONSISTENCIA DEL GRANO A LA COSECHA	LECHOSO	DURO
M. S., %	22,5	30,2
Contenido en grano, %	0,18	3,23
M. S. digestible, %	14,1	19,1
Materia Orgánica digestible, %	13,3	18,4
Proteína digestible, %	0,9	1,0
Energía digestible, Kcal/100 gr.	67	88
T. N. D., % (calculado según E. D.) ²	13,8	19,1

¹Análisis químicos de los alimentos ejecutados por el bioquímico Sr. Claudio Ciudad B.

²Según Hunt *et al.* (6) quienes hallaron una correlación estrecha (0,99) entre E.D. y T.N.D.
Ecuación de regresión: ED = 40,11 TND + 114,99.

En el presente ensayo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en las ganancias diarias de los grupos que recibieron ensilajes de maíz con distinto contenido en granos. Esto concuerda con Meiske *et al.* (9), quienes observaron las ganancias de peso obtenidas con dos ensilajes de distinto contenido de grano (174 Kg. y 166 Kg. por tonelada de ensilaje), lo que se obtuvo cosechando el primero a 25-35 cm. del suelo y el segundo a una altura normal. Los aumentos de peso diarios de ambos tratamientos no acu-

saron diferencia significativa. Por otra parte, Rivadeneira (11) comparando los ensilajes de maíz híbrido de grano MA-2 y Eureka para novillos de engorda, concluyó que no existen diferencias estadísticamente significativas en los incrementos de peso logrados con ambos tipos de ensilaje.

Es interesante destacar las pérdidas de principios nutritivos que muchas veces ocurren al proporcionar maíz de silo al ganado vacuno, ya que parte de los granos, especialmente al estado maduro, son ingeridos sin masticar no alcanzando su digestión. En el presente trabajo, este fenómeno fue observado en aquellos tratamientos con ensilaje de grano duro.

Del Cuadro 4 se deduce, además, que el ensilaje de maíz cosechado con grado de madurez más avanzado (grano duro) tendría un mayor valor nutritivo intrínseco que el ensilaje cosechado más anticipadamente (grano lechoso). Sin embargo, la eficiencia productiva de ambos ensilajes fue similar.

CONCLUSIONES

La cosecha de maíz de silo Eureka al estado de grano lechoso resultó en una pequeña disminución de la producción de forraje (M. S.) por hectárea, comparado con aquel cosechado 25 días más tarde y cuando el grano se encontraba en dentición total o al estado duro.

No obstante, el contenido de M. S. del ensilaje más maduro (34%) impidió la conservación adecuada del forraje, ocasionando pérdidas muy superiores con respecto a aquellas medidas en el ensilaje de grano lechoso. Por esta razón, la cosecha al estado de grano lechoso resultó más recomendable ya que ello se tradujo en un aumento sustancial de la producción de ensilaje útil y, por ende, de carne por unidad de superficie.

El consumo de ensilaje de grano lechoso fue superior en un 15% respecto al ensilaje de grano duro. Sin embargo, la ingestión de M. S. con este último superó en un 11% al ensilaje cosechado más anticipadamente.

No existió diferencia significativa entre las ganancias diarias de peso en novillos de engorda alimentados con ensilaje de maíz Eureka cosechado al estado de grano lechoso o duro.

El momento de cosecha del maíz para ser almacenado en silos de tipo canadiense o similares, debe estar condicionado más bien por el grado de desecamiento de la planta que por la consistencia del grano, evitando cosechar el forraje con un elevado contenido de M. S.

R E S U M E N

En la presente investigación, realizada en la Estación Experimental La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, durante 1965, se analizó el estado vegetativo más adecuado para ensilar el maíz Eureka en relación al rendimiento, consumo, valor nutritivo y características del ensilaje.

Para estos fines se emplearon 12 novillos holandeses (436 Kg.) divididos en dos grupos, los que permanecieron en corrales parcialmente techados. Se utilizaron dos tipos de ensilaje de maíz: de grano lechoso (23% de M. S.) y de grano duro (34% M. S.), que se proporcionaron *ad libitum*. Ambos grupos recibieron, además, 2 kilos de heno por novillo al día y suplemento mineral según requerimientos.

Paralelamente se estudió la digestibilidad de la Materia seca, Materia orgánica, Proteína y Energía de las dos raciones, con ovinos.

Los resultados indicaron que el retraso en la cosecha del maíz aumenta el rendimiento de M. S. y de T. N. D. (Total Nutrientes Digestibles) por hectárea, al respecto de ensilar. Sin embargo, su elevado contenido de M. S. dificulta la compactación del ensilado, ocasionando pérdidas notablemente mayores respecto al ensilaje de grano lechoso.

El consumo de ensilaje de grano lechoso (M. V.) superó al más maduro, siendo no obstante la ingestión de M. S. mayor con este último.

El ensilaje de grano duro se caracterizó por su mayor valor nutritivo, resultando en ganancias de peso ligeramente mayores aunque no estadísticamente significativas respecto a las observadas con el ensilaje cosechado más anticipadamente. La eficiencia de conversión de la M. S. de ambos ensilajes es muy similar.

Se concluye del presente trabajo que, en condiciones corrientes de ensiladura, y utilizando silos de tipo canadiense o similares, no es recomendable cosechar al estado de grano duro el maíz Eureka. En general, el momento de cosecha debe estar condicionado más bien por el grado de desecamiento de la planta, que por la consistencia del grano, evitando cosechar este forraje con un elevado contenido de M. S.

S U M M A R Y

This research project was conducted at the La Platina Experiment Station of the Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Chile, during 1965. The main purpose of this study was to determine the proper time to harvest the corn silage variety Eureka, in relation to yields, rate of intake, nutritive value and properties of the silage.

Twelve Holstein steers (436 Kg.) were divided in two groups, and kept in partially roofed corrals. Two types of corn silage were used: a milky stage with 23% dry matter (D. M.) content and a hard dough stage corn silage with 34% D. M., both fed *ad libitum*. In addition, both groups were fed daily 2 Kg. of hay per steer and a mineral mixture according to requirements.

At the same time, digestibility of Dry matter, Organic matter, Protein and Energy of the two rations were determined with lambs.

Higher yields of D. M. and T. D. N. (total digestible nutrients) per hectare were obtained with the hard-dough stage silage. However, its high D. M. content did not permit proper packing of the roughage, causing much higher total losses during the storage period as compared with those that occurred in the silage harvested earlier.

Fresh silage intake was higher, but D. M. intake was lower for the milky stage silage, when compared with the hard-dough stage corn silage.

Nutritive value of the hard-dough corn silage was higher as fed and average daily gains were little higher (but not significantly) when compared with those rations based on the more immature silage. The efficiency of the D. M. in both silages was very similar.

It was concluded that there is no advantage in harvesting the corn silage variety Eureka with the grain at a hard-dough stage when the roughage will be stored in bunker silos or similar type of facilities. In general, harvesting should be made according to the stage of stalk dryness rather than according to the grain consistency, thus avoiding harvesting this forage with a high D. M. content.

LITERATURA CITADA

1. CHOLAKY, L. Un híbrido de Maíz para ensilar. Estación Experimental Agronómica, Universidad de Chile. Maipú, Chile. 1965. 3 p. (Mimeografiado).
2. DAVIES, D. J. and ALLISON, R. W. Maize silage investigations in Canterbury. *New Zealand Journal of Agriculture*. 110 (1): 2-4. 1965.
3. DIGGINS, R. V. y BUNDY, C. E. Producción de carne bovina. Traducción de la 1ª ed. inglesa por Angel Zamora de la Fuente, México, D. F. Cía. Editorial Continental, S. A. 1962. 404 p.
4. DZINIC, M. Influence of variety method of sowing and stage of vegetation of maize on the composition, digestibility and nutritive value of silage. *Veterinaria*, Sarajevo, 7: 443-458. 1958. (Original no consultado; compendiado en: *Nutrition Abstracts and Review* 30 (1): 252. 1960).
5. HENDERSON, H. E. Butt silage the complete cattle feed. *The Farm*. 16 (1): 73. 1961.
6. HUNT, R. T. and VANDER NOOT, G. W. The relationship of total digestible nutrients and digestible energy values of silages cut at two stages of maturity. *Journal of Animal Science*. 20 (1): 197. 1961.
7. JENSEN, L. A., DIETRICH, I. I. and CARTER J. F. Forage, hay silage and haylage. University of North Dakota. Circular 303. 1963. 6 p.
8. KIRCHGESSNER, M. e HIRSCH, P. Aspectos fisiológicos de la producción de carne y leche con una alimentación de ensilaje. *Nutrición, Bromatología y Toxicología*. (Chile). 3 (1): 1-15. 1964.
9. MEISKE, J. C., *et al.* Regular-cut and high-cut corn silage, sorghum silage and three levels of protein for wintering calves. Rosemount. University of Minnesota. Agricultural Experiment Station. 1962. 35 p.
10. MORRISON, F. B. Feeds and Feeding. 22nd ed. New York. The Morrison Publishing Company. 1957. 1164 p.
11. RIVADENEIRA, H. Valor alimenticio de distintas clases de ensilaje con y sin agregación de diversos tipos de suplementos para raciones invernales de novillos en su último período de engorda. *In Investigaciones Ganaderas en Chile*. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1965, pp. 11-14.
12. SNAPP, R. R. and NEUMANN, A. L. Beef Cattle. 5th ed. New York. Wiley and Sons, Inc. 1960. 684 p.
13. VIRGINIA POLYTECHNIC INSTITUTE. Silos and Silage Blacksburg, Virginia. Agriculture Extension Service. Bulletin 232. 1955. 48 p.