



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA
FACULTAD DE ZOOTECNIA



EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA CUENCA LECHERA DE DELICIAS, CHIHUAHUA

Por:
M. C. Agustín Corral Luna
Ph. D. David Domínguez Díaz

Chihuahua, Chih. Marzo de 2007

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS HÍBRIDOS DE MAÍZ EN LA CUENCA LECHERA DE DELICIAS, CHIHUAHUA

INTRODUCCIÓN

Los forrajes constituyen una importante fracción de la dieta de ganado lechero, considerando que la fibra contenida en ellos es esencial para promover una buena salud ruminal (McCullogh, 1993). Los ensilajes son extensamente utilizados en la alimentación de ganado lechero, constituyendo entre el 30 y 100% de la dieta, compuesta típicamente de un 40 a 50% de forraje en base a materia seca MS (Kempisty, 1997). Estos ensilajes pueden ser de maíz, sorgo, alfalfa u otros forrajes. Sin embargo el mayormente utilizado es el ensilaje de maíz, debido a su bajo costo de producción por tonelada de MS, mayor estabilidad fermentativa durante el proceso de ensilado y, nutricionalmente es una excelente fuente de energía y fibra de alta calidad (Coors, 1996).

En base a lo antes citado, PIONEER realiza investigación tendiente a desarrollar híbridos de maíz caracterizados por un elevado nivel de producción y excelente calidad nutricional. Sin embargo, las evaluaciones agronómicas y químicas en los híbridos desarrollados, comúnmente son conducidas en sitios con características climatológicas y tipos de suelos diferentes a los existentes en la zona agrícola de Cd. Delicias, Chihuahua.

Por tal motivo, el objetivo de este estudio es evaluar el comportamiento agronómico, y la calidad nutricional del ensilaje de los híbridos **30G40**, **3025W**, **30F96**, **30G88**, **33J56** y **31Y43**, de la compañía PIONEER.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

El presente estudio se desarrollo en un predio agrícola propiedad del C. P. Oscar Márquez Cadena, situado en la cuenca lechera de Delicias en el Estado de Chihuahua. La fase de análisis químicos de las muestras se desarrolló en la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Híbridos de maíz

Se evaluaron los híbridos **30G40**, **3025W**, **30F96**, **30G88**, **33J56** y **31Y43**, los primeros cuatro y los últimos dos son híbridos de maíz blancos y amarillos, respectivamente. La densidad de siembra fue de 75,000 semillas/Ha a una distancia de 80 cm entre surcos. El manejo agronómico de la parcela fue el tradicional en la Región de Delicias, Chihuahua. La fecha de siembra y cosecha fue el 30 de mayo de 2006 y 24 de septiembre de 2006, respectivamente. Como observación se destaca que en la semana cuatro se detecto en los cultivos plaga de gusano cogollero, la cual fue atendida apropiadamente, sin embargo, esto impactó en la cantidad de plantas viables por hectárea y consecuentemente el nivel de producción de forraje.

VARIABLES EVALUADAS

Dinámica de crecimiento de la Planta. Esta se determino mediante la medición de 10 plantas en 10 surcos al azar en cada uno de los híbridos bajo estudio. Estas mediciones se promediaron por semana y de esta manera se construyó la dinámica de crecimiento por semana.

Morfología de la Planta. Al momento de la cosecha, se tomaron 3 replicados/ha (5 plantas/replicado) en cada uno de los diferentes híbridos. Las plantas fueron separadas en cada uno de sus componentes (tallos, hojas adheridas al tallo, hojas espada, hojas que cubren a la mazorca, mazorca y espiga) mismas que fueron secadas a 60 °C en un horno de aire forzado

durante 5 días para determinar su contribución de materia seca (MS) y posteriormente su proporción en la planta.

Producción de Forraje y Grano. La producción de materia seca en los cultivos fue determinada mediante el conteo de plantas en 4 m² (replicado 10 veces) multiplicándolo por 2500 para ajustar a 1 hectárea, posteriormente este fue multiplicado por el peso seco de la planta y del grano de cada uno de los cultivos.

Calidad Nutricional del Ensilaje de Maíz. Al momento de la cosecha, se tomaron 15 Kg de material fresco de cada uno de los tratamientos, los cuales fueron ensilados en minisilos de laboratorio (n=3 por tratamiento) para lo cual se utilizaron botes de plástico con capacidad para 5 Kg. para simular el proceso de ensilado en escala comercial. Después 40 días de fermentación los minisilos fueron abiertos, y analizados para pH, MS, MO, PC, FDN, FDA, DIVMS (digestibilidad in vitro de la MS) y DFDN (digestibilidad in vitro de la FDN). El pH fue determinado en extractos obtenidos de cada uno de los minisilos, empleando un potenciómetro. La MS de los ensilajes fue determinada de la misma manera que para las plantas. La materia orgánica (MO) fue determinada por oxidación de la muestra durante 5 h a 600 °C en la mufla de acuerdo a los procedimientos de (AOAC, 1990). El contenido de materia seca absoluta (MSA) fue determinado por secar las muestras a 105 °C en un horno de aire forzado durante 8 h para ajustar los componentes químicos. La concentración de proteína cruda (PC) fue calculada determinando nitrógeno mediante el procedimiento de Microkjeldhal (AOAC, 1990). El contenido de FDN, FDA y LDA fue determinado secuencialmente en el analizador de fibras ANKOM (Tecnología ANKOM, Fairport, NY), usando bolsas filtro ANKOM F57. La DIVMS y DFDN fue determinada *in vitro* (Oba y Allen, 1999) mediante 48 h de incubación en el incubador *in vitro* "DAISY" (Tecnología ANKOM, Fairport, NY).

Producción Estimada de Leche. La producción de leche por tonelada de MS de forraje producido y por hectárea fue estimada utilizando el modelo MILK2006 (Schwab *et al.*, 2001) para cada uno de los híbridos.

RESULTADOS

Crecimiento de la Planta. En la Figura 1 se presenta la dinámica de crecimiento de las plantas para cada uno de los híbridos. Los híbridos en estudio mostraron un patrón de crecimiento muy similar hasta la sexta semana, posteriormente y a partir de la semana novena, la altura fue muy variable. En la Figura 2, se observa la altura final de las plantas de los híbridos. La diferencia entre las plantas mas altas (híbridos 30G40 y 30F96) y las de tamaño mas pequeño (33J56 y 3025W) al final del ciclo de crecimiento fue de un metro, lo cual repercute directamente en la cantidad de forraje producido por hectárea, sin embargo esta característica también tiene impacto directo en la calidad del ensilaje que se producirá, ya que a mayor altura de la planta, la relación grano:forraje se ve drásticamente afectada, tendiendo a producir mas forraje que grano, y consecuentemente presentará menor concentración energética.

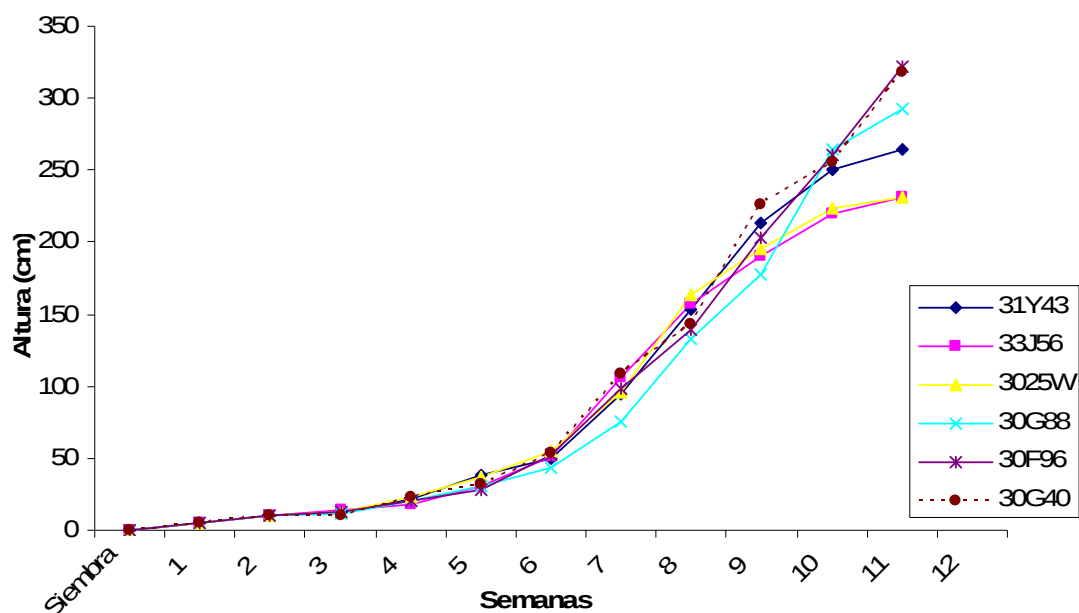


Figura 1. Dinámica de crecimiento de los híbridos evaluados.

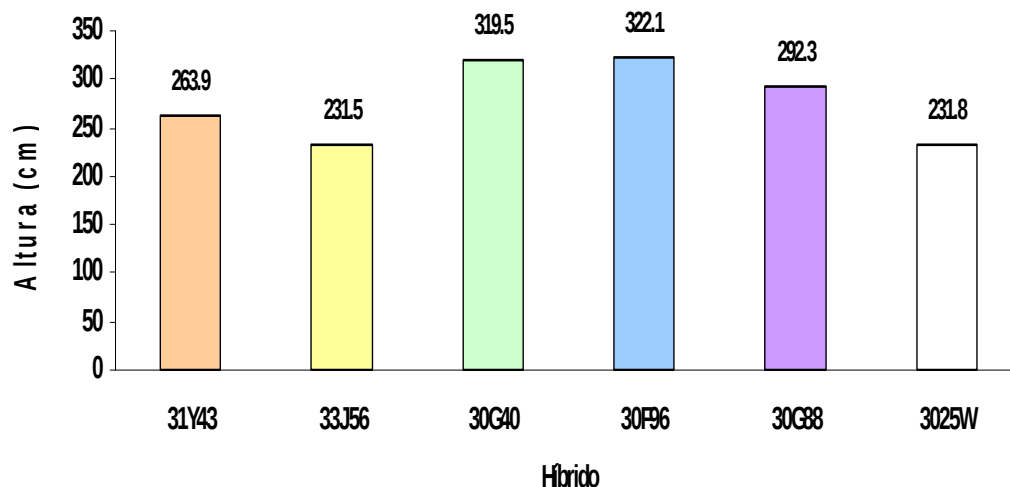


Figura 2. Altura final de la planta.

Morfología de la Planta. Los resultados de morfología de la planta son presentados en el Cuadro 1. Es importante señalar que uno de los principales parámetros a considerar es el porcentaje de mazorcas en el forraje, en donde el híbrido que mayor proporción de mazorcas tuvo fue el **33J56**, seguido por el **3025W** y **31Y43**, con valores de 50.9, 50.4 y 42.3%, respectivamente. También es importante considerar la relación grano:olote en la mazorca ya que el olote es la parte mas indigestible de todo el forraje. En este experimento los híbridos que mejor relación mostraron fueron el **3025W**, seguido por el **33J56** y **31Y43**, con valores de 78:22, 77:23 y 76:24, respectivamente.

Cuadro 1.- Resultados promedio para morfología de la planta, expresados como porcentaje (%) del peso total de la planta

	Variedad					
	31Y43	33J56	30G40	30G88	3025W	30F96
Hoja espada	13.66	11.95	17.09	18.63	12.73	19.74
Hoja del tallo	6.46	7.43	8.3	9.99	7.36	11.11
Tallo	26.49	19.28	22.91	26.23	17.69	37.61
Espiga	0.38	0.6	0.68	1.23	0.79	1.37
Hoja de la mazorca	10.68	9.85	15.7	13.58	11.03	13.47
Olote	9.39	12.21	8.82	8.8	11.1	7.35
Grano	32.94	38.66	26.47	21.53	39.3	9.34

Producción de Forraje y Grano. En la Figura 3 se presenta la producción de forraje en base húmeda (verde) y en base seca para cada uno de los híbridos evaluados. Se puede apreciar que el híbrido que obtuvo el mayor rendimiento es 30F96 con 79.75 Tons/Ha, seguido por 30G40 y 30G88 con una producción de 74.26 y 69.41 Tons/Ha, respectivamente. La producción de MS total por hectárea y la producción de grano y forraje de cada uno de los híbridos se aprecia en la Figura 4. Es importante mencionar que al momento de seleccionar un híbrido de maíz para ensilar se debe de tomar en cuenta la relación grano:forraje sea la más alta posible, dado que en ensilajes de alta calidad (50% de grano) el 86% de la energía contenida es aportada por el grano y el 14% restante por el forraje.

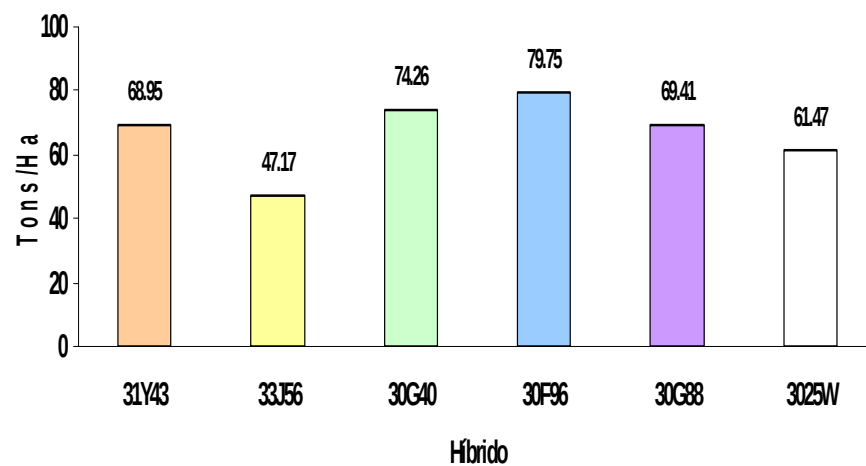


Figura 3. Producción de material verde por hectárea

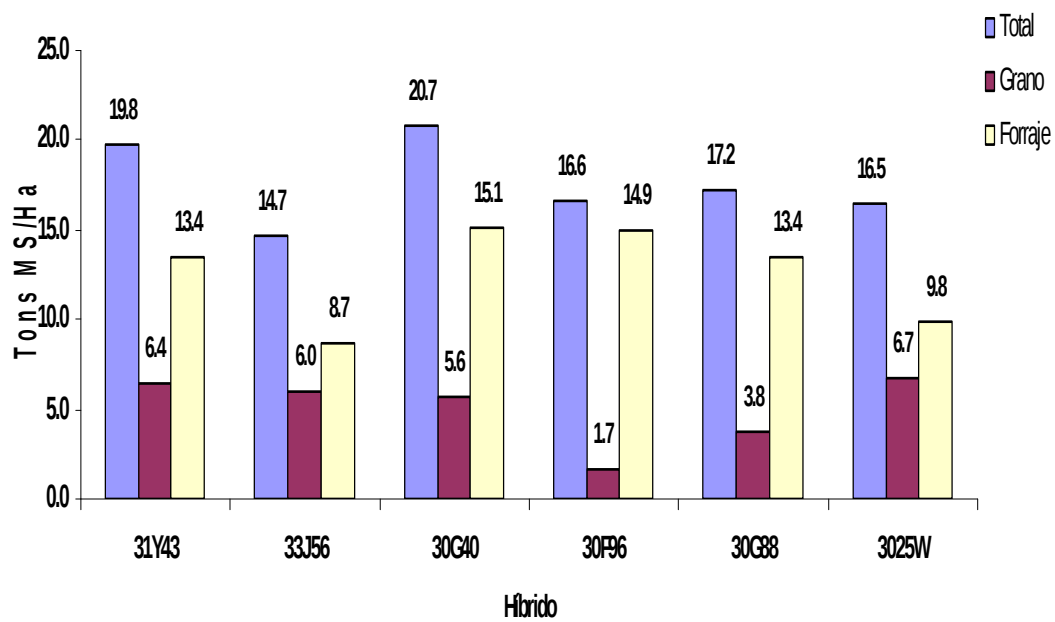


Figura 4.- Producción de MS total, grano y forraje.

Calidad Nutricional del Ensilaje de Maíz. En el cuadro 2 se presentan las principales características nutricionales de los ensilajes provenientes de los híbridos de maíz evaluados. El pH se encuentra dentro del rango apropiado (3.8-4.2) para un ensilaje de calidad, indicando una producción adecuada de ácido láctico, proveniente de la fermentación anaeróbica de los carbohidratos fermentables de la planta.

En este experimento el valor de MS resulto bajo en comparación con el valor recomendado (30-35%) reportado por NRC, 2001, esto se debe a que los forrajes se cortaron en estado de madurez de $\frac{1}{2}$ de línea de leche, sugerido como el punto óptimo para el nivel de humedad y el balance entre producción de forraje y contenido de nutrientes. Sin embargo, estudios previos en el estado de Chihuahua y Coahuila, han indicado que la cosecha de maíz en tal estado de desarrollo, provoca niveles de humedad mayores a los recomendados.

El valor de PC se encuentra ligeramente por encima del valor reportado por NRC, 2001, sin embargo el valor de PC no es un parámetro fundamental a considerar para seleccionar un híbrido.

El valor de FDN de los híbridos 31Y43, 3025W, 33J56 y 30G40 se encuentran dentro del rango apropiado para un ensilaje de maíz típico (45%) cultivado en los Estados Unidos de América, si embargo para el caso de los híbridos 30F96 y 30G88 este fue muy alto, (35% mayor). El contenido de FDA sigue una tendencia similar a la observada para FDN. En el caso del porcentaje de lignina de los ensilajes evaluados, este coincide con el valor reportado (2.6%) por NRC 2001, para un ensilaje de alta calidad, en este caso el promedio de lignina fue de 2.63%. El porcentaje de almidón fue ligeramente menor (5.4 unidades porcentuales) que el de un ensilaje de alta calidad cultivado en regiones templadas de EUA (30%) para el caso de los híbridos **33J56**, **3025W**, sin embargo para los híbridos 31Y43, 30G40 y 30G88 el contenido de almidón se redujo considerablemente (45%), mientras que para el híbrido 30F96, la reducción fue del 80%. El impacto del contenido del almidón se relaciona con la concentración de EN_L y consecuentemente con la producción estimada de leche. Por ultimo, el contenido de grasa (EE) de todos los híbridos es muy

similar al valor de 3.2 % reportado por NRC, excepto para el híbrido 3025W que fue de 4.4% lo cual puede deberse al alto contenido de grano de este híbrido.

Cuadro 2.- Valor nutricional de los ensilajes producidos con los diferentes híbridos evaluados.

Híbrido	pH	% MS	% MO	% PC	% FDN	%FDA	% Lignina	% ALMIDON	% E.E
31Y43	3.50	28.72	93.95	10.30	41.45	24.19	2.38	19.68	3.55
33J56	3.50	31.00	94.52	9.00	36.98	20.66	2.49	24.81	3.60
30G40	3.60	28.00	92.80	10.37	49.60	28.14	2.99	16.56	2.97
30F96	3.57	25.00	90.73	9.00	61.18	36.30	2.24	6.09	3.08
30G88	3.65	27.00	91.63	11.40	53.60	30.66	3.36	13.41	3.80
3025W	3.60	21.00	94.16	10.20	42.87	24.00	2.32	24.66	4.40

Digestibilidad de MS y FDN. El Cuadro 3 muestra los valores de digestibilidad de MS y FDN. Obsérvese que los híbridos que tuvieron mejor digestibilidad de MS (33J56, 3025W y 31Y43) son los mismos que obtuvieron la mayor proporción de grano y la digestibilidad in vitro de la FDN de estos mismos híbridos fue similar a la reportada para un ensilaje de alta calidad (59%).

Cuadro 3.- Digestibilidad de MS y FDN de los ensilajes de maíz.

Híbrido	% Dig MS	% Dig FDN
31Y43	70.07	53
33J56	73.06	54
30G40	65.36	55
30F96	57.29	52
30G88	58.60	58
3025W	70.33	50

Producción estimada de leche. En el cuadro 3 se presentan las estimaciones de producción de leche realizadas por el modelo Milk2006 desarrollado por la Universidad de Wisconsin. Se puede observar que el híbrido que mas leche produce por hectárea es el 30G40, sin embargo este híbrido no es el que mas leche produce por tonelada de MS y esta alta producción se debe al gran volumen de MS que produce por hectárea. Por lo que respecta a los híbrido

3025W, 33J56 y 30G88, son los que tienen mayores producciones de leche por tonelada de materia seca y también buenas producciones de leche por hectárea, a excepción del híbrido 33J56 que tiene una producción moderada, esto debido a su moderada producción de MS por hectárea.

Cuadro 4.- Producción estimada de leche.

Híbrido	Prod. Leche Kg/Ton MS	Prod. Leche Kg/Ha
31Y43	1,161.82	23,073.17
33J56	1,240.45	18,231.97
30G40	1,197.27	24,781.96
30F96	968.64	16,079.70
30G88	1,225.91	21,076.96
3025W	1,402.73	23,142.78

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La calidad nutricional de un ensilaje esta dada principalmente por la cantidad de grano presente en el, por tal motivo es muy importante al momento de seleccionar un híbrido tener en cuenta la relación grano:forraje ya que de esta relación dependerá el valor de energía neta para lactancia EN_L . Dependiendo de la calidad de este ensilaje podremos decidir en cual etapa de la lactancia (Figura 5) es más conveniente incluir nuestro forraje. De los resultados obtenidos en este estudio podemos decir que el híbrido 3025W, es el mas apropiado para utilizarse en la primera etapa de la lactancia, que es donde la vaca lechera tiene mayores demandas de energía, ya que este híbrido tuvo el valor mas alto de EN_L . Por lo que respecta a los híbridos 33J56, 30G88, 31Y43 y 30G40, estos pueden emplearse en la formulación de raciones para vacas con más de 100 días en lactancia y por ultimo el híbrido 30F96 se puede incluir en la ultima parte de la lactancia y en vacas secas ya que estos animales no

tienen grandes demandas de energía y este híbrido no proporciona una cantidad muy grande de energía.

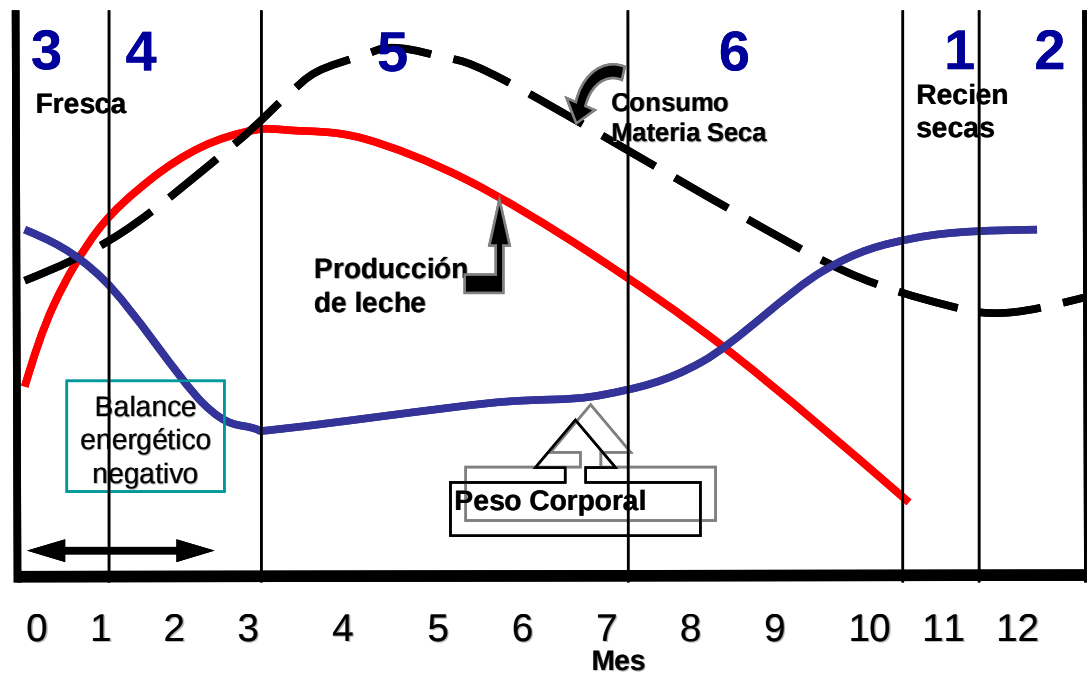


Figura 5.- Etapas de la lactancia.

Otro factor a considerar es el costo unitario por Mcal de EN_L , algo a lo cual no se le presta mucha atención, en el Cuadro 5, se resumen las estimaciones para este parámetro, obsérvese que los híbridos 3025W y 30G88, aunque resultan tener un costo de producción por kilogramo de MS alto, en comparación con los demás híbridos, al momento de calcular el costo por unidad energética este costo se iguala a todos los demás híbridos, excepto al 30F96 que resulta ser el mas caro, esto debido a su baja producción de grano.

Cuadro 5.- Estimación del costo de producción de una unidad de EN_L.

Híbrido	Produccion de MS Tons/Ha-1	Costo/Hectarea sembrada	Costo por Kg MS	Total de energia producida (Mcal EN _L)	EN _L Mcal/Kg MS	Costo por Mcal EN _L
31Y43	19.8	\$10,077.00	\$0.51	25,700.4	1.30	\$0.39
33J56	14.7	\$10,077.00	\$0.69	20,050.8	1.36	\$0.50
30G40	20.7	\$10,077.00	\$0.49	27,324.0	1.32	\$0.37
30F96	16.6	\$10,077.00	\$0.61	19,355.6	1.17	\$0.52
30G88	17.2	\$10,077.00	\$0.59	23,082.4	1.34	\$0.44
3025W	16.5	\$10,077.00	\$0.61	24,684.0	1.50	\$0.41

LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis. Vol. 1 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
- Coors, J. G. 1996. Findings of the Wisconsin corn silage consortium. Pages 20-28 in Proc. of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Rochester, NY. Cornell University. Ithaca, NY.
- Goering, I K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). Agric. Handbook. No. 379. ARS-USDA. Washington, DC.
- Kernpisty, L. H. 1997. The importance of silage. Pages 1-2 in Proc. Silage: Field to feedbunk. North American Conference. Hershey, Pennsylvania.
- McCullough, M. E. 1993. What's silage to a cow. Pages 1-8 in Proc. Silage Production from Seed to Animal. National Silage Production Conference. Syracuse, NY.
- National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Schwab, E. C., R. D. Shaver, K. J. Shinnors, J. G. Lauer, and J. G. Coors. 2002. Processing and chop length effects in brown midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. J. Dairy Sci. 85:613-623.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3579.