



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



Código: AI-2601

Efecto de la inclusión de ensilaje de maíz – soya en dos niveles de proteína en la dieta sobre la digestibilidad de nutrientes y la utilización de nitrógeno de terneros encastados.

Autores

Nombre	Institución	Correo electrónico	Teléfono	Firma
Zuleyma Roxana Castellanos Gutiérrez	Col. Jardines del Pepeto 3, Soyapango.	roxanacg95@gmail.com	7507-5040	
Ing. Agr. M. Sc. Elmer Edgardo Corea Guillen	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.	elmer.corea@ues.edu.sv	7838-1837	
Ing. Agr. Manuel Vicente Mendoza.	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.	manuel.mendoza@ues.edu.sv	7931-6441	
Ing. Agr. M. Sc. Juan Milton Flores Tensos	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola	juan.flores3@ues.edu.sv	7887-5266	

Visto bueno

Ing. Carlos Enrique Ruano Iraheta Coordinador general de procesos de graduación del departamento	Firma
Ing. M.Sc. Elmer Edgardo Corea Guillen Jefe de departamento	Firma
Ing. M.Sc. Ever Alexis Martínez Aguilar Director general de procesos de graduación	Firma

Ciudad Universitaria, 20 de enero de 2026

Efecto de la inclusión de ensilaje de maíz – soya en dos niveles de proteína en la dieta sobre la digestibilidad de nutrientes y la utilización de nitrógeno de terneros encastados.

Elmer Edgardo Corea-Guillén^a, Zuleyma Roxana Castellanos-Gutiérrez^c, Juan Milton Flores-Tensos^b, Manuel Vicente Mendoza^a.

^aDepartamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, El Salvador.

^bDepartamento de Química Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, El Salvador.

^cTesista.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de follaje de soya en el ensilado de maíz y dos niveles de proteína cruda (PC) sobre parámetros nutricionales y el crecimiento de novillos encastados. El experimento se realizó entre febrero y mayo de 2020 en la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador, ubicada en San Luis Talpa, La Paz. Los análisis bromatológicos se efectuaron en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

Se utilizaron 16 terneros Brown Swiss–Brahman, de 5 a 12 meses de edad y pesos entre 103 y 204 kg, distribuidos en un diseño factorial 2 × 2 con cuatro tratamientos: ensilado de maíz con 11.5% de PC, ensilado de maíz con 13% de PC, ensilado de maíz–soya con 11.5% de PC y ensilado de maíz–soya con 13% de PC. Las dietas se formularon con una relación forraje:concentrado de 70:30 en base a materia seca. El periodo experimental fue de 63 días, incluyendo 14 días de adaptación.

Se evaluaron el consumo y la digestibilidad de nutrientes, el desempeño productivo y el balance de nitrógeno. No se encontraron diferencias en el consumo de materia seca, materia orgánica, fibra detergente neutro ni fibra detergente ácido por efecto del tipo de forraje; sin embargo, el nivel de 13% de PC incrementó el consumo y la digestibilidad de la proteína, así como la retención de nitrógeno ($P < 0.05$). La inclusión de follaje de soya aumentó el consumo y la retención de nitrógeno. Las dietas con 13% de PC presentaron un mayor costo diario. Se concluye que el aumento del nivel de PC y la inclusión de follaje de soya mejoran el aprovechamiento del nitrógeno, aunque la eficiencia ruminal fue mayor con 11% de PC.

Palabras claves: Análisis bromatológico, proteína cruda, ensilado de maíz, parámetros nutricionales, terneros encastados, forraje, leguminosa, balance de nitrógeno.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of including soybean foliage in corn silage and two crude protein (CP) levels on nutritional parameters and growth performance of crossbred steers. The experiment was conducted between February and May 2020 at the Experimental and Practice Station of the University of El Salvador, located in San Luis Talpa, La Paz. Bromatological analyses were carried out at the Agricultural Chemistry Laboratory of the Faculty of Agronomic Sciences.

Sixteen Brown Swiss–Brahman crossbred calves, aged 5 to 12 months and weighing between 103 and 204 kg, were assigned to a 2 × 2 factorial design with four treatments: corn silage with 11.5% CP, corn silage with 13% CP, corn silage–soybean silage with 11.5% CP, and corn silage–soybean silage with 13% CP. Diets were formulated with a forage-to-concentrate ratio of 70:30 on a dry matter basis. The experimental period lasted 63 days, including a 14-day adaptation phase.

Nutrient intake, nutrient digestibility, productive performance, and nitrogen balance were evaluated. No differences were observed in dry matter, organic matter, neutral detergent fiber, or acid detergent fiber intake due to forage source; however, the 13% CP level increased protein intake, protein digestibility, and nitrogen retention ($P < 0.05$). The inclusion of soybean foliage increased nitrogen intake and retention. Diets containing 13% CP showed a higher daily feeding cost. It is concluded that increasing CP levels and including soybean foliage improve nitrogen utilization, although ruminal nitrogen use efficiency was higher with 11% CP.

Keywords: Bromatological analysis, crude protein, corn silage, nutritional parameters, crossbred calves, forage, legume, nitrogen balance.

1. INTRODUCCION

El crecimiento adecuado de los terneros depende en gran medida de un suministro equilibrado de nutrientes esenciales. Diversas investigaciones han demostrado que una nutrición insuficiente puede limitar la ganancia de peso, afectar la salud y comprometer el desempeño productivo futuro de los animales (Li et al., 2025). Niveles inadecuados de proteína reducen la eficiencia de utilización del nitrógeno y limitan el desarrollo estructural del animal, lo que repercute negativamente en su crecimiento y rendimiento (Chapman et al., 2016).

En sistemas tropicales, la disponibilidad y calidad del forraje fresco es variable a lo largo del año, por lo que la conservación de forrajes mediante ensilado constituye una estrategia clave para mantener una oferta nutricional constante. En estas regiones, los ensilados se utilizan como fuente estable de energía y fibra fermentable para animales en crecimiento, especialmente durante la época seca o periodos de baja disponibilidad de pastos (Titterton y Bareeba, 2001.; McDonald y Edwards, 1976).

El ensilado puede provenir de forrajes, residuos de cultivos o subproductos agrícolas e industriales preservados mediante fermentación natural o por la adición de ácidos (Schoonhoven et al., 2005). La principal limitación del ensilado de maíz es su bajo aporte de proteína, reportándose valores entre 8 y 10% en base a materia seca (Mora, 2010), mientras que los requerimientos proteicos de animales en crecimiento se sitúan alrededor de 13% (NRC, 2001). Una alternativa para mejorar su valor nutritivo es la inclusión de follaje soya, la cual, en proporciones de hasta 50%, incrementa la concentración de proteína cruda y energía digestible sin afectar negativamente el proceso de fermentación, obteniéndose un ensilado de buena calidad organoléptica (Mora, 2006).

El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos de dos niveles de proteína y el uso de ensilado de maíz-soya comparado con ensilado de maíz sobre el consumo, la digestibilidad, la excreción de nutrientes y el balance de nitrógeno en terneros mestizos.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Ubicación y características climáticas:

El ensayo de campo se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas (EEP) de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador (UES), ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, El Salvador. Con una altura de 50 msnm, sus coordenadas geográficas O 13°47'49.71" y 89°09'60.63" N, con una precipitación promedio anual de 1,700 mm y temperaturas mínimas diarias de 22 °C y máximas de 33 °C (Mendoza y Reyes, 2017)

2.2. Animales:

Se utilizaron 16 terneros de encastes Brown Swiss- Brahman con un peso corporal de 158 ± 24.9 kg (media ± desviación estándar, rango de 103 kg a 204 kg) con edades de 7.5 meses (rango de 5 a 12 meses), los cuales fueron distribuidos en 4 grupos de 4 terneros con pesos promedios similares entre grupos.

2.3. Descripción del estudio:

Los terneros fueron asignados a cuatro tratamientos que consistieron en dietas basadas en dos tipos de forraje: ensilado de maíz o ensilado de maíz-soya y dos niveles de proteína cruda en la dieta: 11.5% o 13% en la materia seca (MS). El experimento tuvo una duración de 63 días comprendiendo 3 periodos de 21 días con una fase de adaptación de 14 días y 6 días de recopilación de datos.

Para la producción de ensilado, se estableció un área de 1.5 ha para cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad CENTA H-59 y 1.0 ha para Soya (*Glycine max*) variedad CENTA Guatemala 2. Cuando el maíz tenía una edad de 75 días (estado fenológico R5, Abendroth et al. 2011),

se elaboró un silo de maíz y además un silo de maíz-soya teniendo esta última una edad de 90 días con las vainas llenas de granos (estado fenológico R6, (Pedersen, 2004) en una proporción de 60:40 en materia seca. Los forrajes fueron cosechados en mitad de noviembre que es el inicio de la época seca con una máquina cosechadora (Pecos 9004, Nogueira Máquinas Agrícolas, São Paulo, Brazil) a una altura de corte de 5 cm y un tamaño de partícula de 2 cm. Los ensilados se conservaron durante 3 meses antes de su utilización en el ensayo.

2.4. Manejo de los animales:

Los terneros fueron alojados en un corral de piso de cemento 10 x 30 metros con sombra de malla de invernadero de 50% de sombra (2660NE Agri HDF black, Arrigoni, Italia) y puestos en jaulas metabólicas para dos animales cada una, construidas con tubo de hierro de 3.81 cm con piso de madera a 25 cm del suelo, con comederos y bebederos individuales para controlar los consumos y deyecciones de cada animal.

2.5 Tratamientos

Las dietas (tratamientos) se ofrecieron como una ración total mezclada (RTM) que consistía en tres componentes: 60% ensilaje de maíz o ensilaje de maíz-soya, 30% de concentrado y 10% de heno de zacate estrella (*Cynodon plectostachius*) picado.

Los componentes de la dieta fueron mezclados manualmente. El alimento ofrecido fue ajustado semanalmente a 110% del consumo de la semana anterior. Las cuatro dietas evaluadas fueron:

Dieta 1 = ensilaje de maíz, 11.5% PC

Dieta 2 = ensilaje de maíz, 13% PC

Dieta 3 = ensilaje de maíz-soya, 11.5% PC

Dieta 4 = ensilaje de maíz-soya, 13% PC

Las dietas experimentales se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Descripción de las dietas experimentales en porcentajes de la Materia Seca

Forraje	Ensilado de maíz	Ensilado de maíz	Ensilado de maíz/soya	Ensilado de maíz/soya
Proteína	11.5 % PC	13 % PC	11.5 % PC	13% PC
% DE LA MATERIA SECA				
Harina de Soya	8.7	13.4	0.0	3.7
Afrecho de trigo	7.9	6.8	3.7	7.3
Melaza de caña	1.7	1.7	2.6	1.7
Harina de maíz	10.5	6.4	23.1	16.5
Sal mineral	0.9	0.9	0.9	0.9
Sal	0.6	0.6	0.6	0.6
By pass fat (Grasa)	0.6	1.2	0.0	0.2
TOTAL CONCENTRADO	30.8	31.0	30.9	30.8
Ensilado maíz/soya			59.1	59.2
Ensilado de maíz	59.2	59.1		
Heno de pasto estrella	10.0	10.0	10.0	10.0
TOTAL FORRAJE	69.2	69.0	69.1	69.2
TOTAL DIETA	100	100	100	100
COMPOSICIÓN DE LA DIETA, CONCENTRACIONES NUTRIENTES EN LA MS				
PC %	11.6	13.5	11.7	13.5

EM (Mjoul/kg)*	9.17	9.20	9.50	9.46
FND %	48.10	47.70	45.30	46.50
COSTO POR KG (\$)	1.75	2.01	2.23	1.69
Forraje %	70.07	69.88	69.82	69.89
MS %	38.10	38.10	41.23	41.28

*según balanceo en CPM Dairy 3.0

Los terneros fueron alimentados ofreciéndoles la ración dos veces al día (8:00 am y 2:00 pm) en comidas iguales y a libre voluntad. Las raciones fueron formuladas para cumplir con los requerimientos de nutrientes de animales en crecimiento con pesos de 175 kg y ganancias de 700 g/día (NRC, 2001) Se proporcionó agua limpia a libre voluntad durante el día.

2.6. Toma de muestras y datos

2.6.1 Peso vivo.

El peso vivo (PV) de los animales se tomó durante dos días consecutivos al inicio y al final de cada periodo a las 8:00 am previo a la alimentación con una báscula animal (Sipel, BH 60, Rosario, Argentina).

2.6.2 Alimento ofrecido y rechazado.

Durante seis días en cada periodo se pesó el alimento ofrecido y el rechazo utilizando una balanza electrónica (CAS, Bench Scale, Seoul, Korea) con el fin de estimar el consumo de alimento.

2.6.3 Muestreo de alimentos

Se tomaron muestras de 400 g de ensilado de maíz, ensilado de maíz-soya, concentrados, heno, raciones totales y rechazos, diariamente durante 6 días en cada semana de muestreo y se colocaron en bolsas con cierre hermético. Todas las muestras de alimentos se rotularon y se almacenaron a -20°C para conservarlos hasta realizar el análisis de nutrientes.

2.6.4 Muestreo de heces y orinas

Durante los 6 días de muestreo se realizó una colecta total de heces y orina, diariamente de forma individual. Las heces se colectaron continuamente durante el día y la noche y se depositaron en una cubeta plástica. Las orinas se obtuvieron mediante la fijación de un dispositivo consistente en una lámina de plástico transparente sujetado al animal con un arnés que conducía la orina continuamente a un embudo plástico conectado por medio de una manguera a una garrafa de 20 litros. Las heces y orinas colectadas se pesaban a las 8:00 am.

Se tomo una muestra de 200 g de heces frescas en bolsas plásticas. De las muestras de orina se utilizó una submuestra de 100 ml para bajar su pH a tres o menos; para esto se le adicionó ácido sulfúrico 20% (v/v), fueron filtradas y luego diluidas con agua destilada en una relación de uno a cinco. Se almacenaron 2 submuestras diluidas y 1 submuestra no diluida en tubos plásticos con tapón de rosca; los cuales fueron congelados a -20°C hasta su análisis.

2.6.5 Muestreo de sangre

Se tomaron muestras individuales de sangre extraída de la vena localizada en el surco yugular, se tomó una muestra de 12 ml de sangre y posteriormente se obtuvo el plasma sanguíneo por medio del método de centrifugación. Se almacenaron a -20° hasta su análisis

2.7. Análisis y cálculos de laboratorio

Al final del período de muestreo, se descongelaron muestras de alimentos individuales, RTM ofrecidas y rechazado, heces y orina. Se unieron (mezclaron) seis submuestras 50 g de heces frescas (una por día) para cada ternero y se homogenizaron para tener una sola mezcla del periodo de muestreo. Similarmente, se mezclaron 6 muestras de orina mezclando para obtener una muestra representativa por animal y período.

Todas las muestras de ensilaje, heno, RTM, rechazos y heces se secaron luego en un horno de aire forzado (100-800, Memmert GmbH and Co. KG, Schwabach, Alemania) a 60 °C durante 72 h; a excepción de las heces que fueron secadas por 96 h aproximadamente; colocando 200 g de material húmedo en una bandeja de aluminio para la determinación de materia seca (MS). Las muestras secas se molieron haciéndolas pasar un tamiz de 1 mm en un molino Wiley (Modelo estándar No 3, Arthur H. Thomas Company, Filadelfia, EE. UU.)

Las concentraciones de Nitrógeno (N) fueron determinadas en alimentos secos, en heces frescas y en muestras de orina mediante el procedimiento de Kjeldahl, usando las unidades DK para digestión y UDK 129 para destilación (VELP Scientifica, Usmate, Italia). Las concentraciones de Proteína Cruda (PC) en el alimento y las heces se calcularon multiplicando las concentraciones de N por 6.25 (AOAC International, 2005; método 990.13). Las concentraciones de fibra neutro detergente (FND; cenizas residuales incluidas) y fibra ácido detergente (FAD; ceniza residual incluida) se determinaron usando una α -amilasa termoestable en muestras secas de alimentos, rechazos y heces siguiendo los métodos de Van Soest et al. (1991) utilizando un analizador de fibra Ankom 200 (tecnología ANKOM, Macedonia, Nueva York, EE. UU).

Las cenizas se analizaron en muestras secas de alimento y heces por combustión en un horno de mufla (Nabertherm L24 / 12 / P320, Nabertherm GmbH, Bremen, Alemania) a 600 °C durante 2 h (AOAC International, 2005; método 942.05) el contenido de materia orgánica (MO) se obtuvo restando la ceniza a la MS.

Todos los análisis de laboratorio se realizaron por duplicado y medias de determinaciones duplicadas con coeficientes de variación mayores al 10%, se repitieron.

El consumo de nutrientes (MS, MO, N, PC, FND y FAD; en g ó kg/animal/día) se calcularon restando la cantidad de nutrientes en el alimento rechazado de la cantidad de nutrientes contenidos en el alimento ofrecido.

Las digestibilidades totales aparentes del tracto (MS, MO, PC, FND y FAD) se estimaron a partir de la ecuación:

$$DTAP \left(\frac{gr}{100 \text{ gr nutriente ingerido}} \right) = \frac{(\text{ingesta de nutrientes} - \text{excreción fecal de nutrientes}) + 100}{\text{ingesta de nutrientes}}$$

La retención de N se estimó como la diferencia entre consumo de N y excreción de N en heces y orina (todo en g/d).

La ganancia de peso (g/animal/día) para el periodo experimental se determinó restando el PV inicial del PV final en el periodo y dividiendo la diferencia por el número de días.

La conversión de alimento se estimó dividiendo la ganancia diaria entre el consumo diario de MS o de MO digestible en los respectivos animales. La eficiencia de uso de N se obtuvo dividiendo la ganancia (g / d) por la ingesta diaria de N (g / d).

Las muestras sanguíneas fueron analizadas por espectrofotometría para N ureico, calcio, fósforo y proteínas totales

Los costos de alimento, por animal/día, se calcularon a partir de la proporción de alimentos individuales en las dietas y sus respectivos precios.

2.8. Variables (dependientes) evaluadas:

1. Consumo de nutrientes: MS, MO, N, PC, FND, FAD.
2. Digestibilidad total aparente del tracto: MS, MO, PC (N), FND, FAD.
3. Excreción fecal de nutrientes: MS, MO, PC (N), FND, FAD.
4. Balance de nitrógeno. Consumo y excreción en orina, y heces
5. Desempeño: Ganancia diaria, conversión alimenticia.
6. Parámetros sanguíneos: proteína cruda, nitrógeno ureico, fósforo inorgánico, calcio y proteínas totales.

2.9 Variables independientes:

Fuente de forraje: ensilaje maíz – soya, ensilaje de Maíz.

Nivel de proteína: 11% de proteína (en ambas fuentes de forraje) y 13% de proteína (ambas fuentes de forraje)

2.10. Modelo Matemático

Los efectos de las variables independientes (fuente de forraje y nivel de proteína) y sus interacciones sobre las variables dependientes fueron analizados por medio del software Rstudio utilizando R como idioma de programación, por medio de un modelo factorial de 2 X 2 con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones y realizando pruebas de Tukey, usando el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + P_j + (F_i \times P_j) + e_{ijk}$$

Donde Y_{ijk} = variable dependiente, μ = media general, F_i = efecto de la fuente de forraje, P_j = Nivel de proteína, $F_i \times P_j$ = interacción de la fuente de forraje y el nivel de proteína y e_{ijk} = error residual. Las diferencias consideradas significativas a un $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Consumo de nutrientes

En el presente estudio, no se observaron diferencias significativas en el consumo de nutrientes por efecto del tipo de forraje (Cuadro 2), pero un nivel más elevado de proteína cruda (PC, 13 vs 11%) dio lugar a mayores consumos de materia orgánica (4.6 vs 4.93 kg, $P > 0.05$) y PC (585 vs 687g, $P > 0.01$) y tendencias a mayor consumo de materia húmeda, materia seca y de fibra ácido detergente.

Cuadro 2. Consumo de nutrientes en novillos encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de maíz (*Zea mays*) o de maíz-soya (*Glycine max*) en dos niveles de proteína.

	Forraje %PC	Ensilado de Maíz		Ensilado de Maíz-Soya		EEM	P		
		11	13	11	13		F	P	F * P
Ración húmeda (kg)		13.7	15.7	13.5	13.2	1.5	0.81	0.06	0.11
Materia seca (MS, kg)		4.91	5.69	5.24	5.17	0.5	0.31	0.06	0.14
Materia seca (% peso vivo)		2.80	3.00	2.84	2.93	0.2	0.63	0.13	0.53
Materia orgánica (MO, kg)		4.44	5.17	4.76	4.69	0.4	0.29	0.05	0.13
Proteína cruda (PC, g)		558	700	610	672	64.2	0.18	0.01	0.24
Fibra neutro detergente (FND, kg)		2.27	2.59	2.34	2.34	0.2	0.60	0.11	0.24
Fibra ácido detergente (FAD, kg)		1.23	1.41	1.36	1.35	0.1	0.18	0.07	0.19

P= probabilidad, F= efecto de forraje; P= efecto de proteína cruda

La inclusión de leguminosas se ha utilizado como estrategia para mejorar el valor nutricional del forraje en ganado. Iglesias et al. (1992) estudiaron la calidad y el valor nutritivo de ensilaje mixto de maíz y dolichos (*Lablab purpureus*) comparado con uno de guinea likoni (*Panicum maximum*) en terneros encontrando resultados positivos para el consumo de materia seca y PC para el ensilaje mixto de maíz y dolichos. Hossain et al. (2015) probaron el efecto de la adición de heno de vigna (*Vigna mungo*) a dietas para novillos de 83 kg, encontrando mejoras en el consumo con la adición de vigna. En el presente estudio, no se observaron tales diferencias con la adición de leguminosa, puede deberse a que las dietas en el presente estudio, tenían como base maíz -un buen forraje- que fue enriquecido con 30% de follaje de soya, mientras que en el estudio de Iglesias et al (1992) la mezcla se comparó con un pasto de menor calidad y en el de Hossain et al. (2015) el forraje de base era rastrojo de arroz.

El nivel de PC en la dieta podría afectar el consumo y la digestibilidad de nutrientes. En un estudio con novillos Holstein de 277 kg, Xia et al. (2018) ofrecieron dietas de 10.2, 12.3 y 14.2 % de PC y observaron que, similar al estudio actual, el incremento en la PC aumento en su mayoría los consumos de nutrientes. También en un estudio con novillos Holstein canulados, De Faria y Huber (1984) encontraron que al subir la proteína de 8.1 a 13 % agregando urea al silo de maíz, se estimuló el consumo de materia seca y la producción ruminal de ácidos grasos volátiles lo que indica mayor actividad fermentativa.

En la misma dirección, Usuldinger et al. (2018) evaluaron el efecto de la suplementación proteica sobre ensilaje de maíz en el crecimiento de terneros y terneras durante la cría; se emplearon 32 terneros Aberdeen Angus, y su alimentación consistió en raciones isoenergéticas conformadas por ensilaje de maíz, grano de maíz entero y soya de expeller obteniendo un mayor consumo de materia seca (MS) con el tratamiento más alto en PC. Los resultados del presente estudio mostraron una tendencia a mayor consumo de MS en las dietas con mayor porcentaje de proteína (5.08 kg para 11% y 5.43 kg para 13% de PC, P=0.06), (Cuadro 2).

3.2. Digestibilidad de nutrientes.

Los resultados muestran que la digestibilidad de nutrientes (MS, MO, FND, FAD) no fue afectada por el nivel de proteína ni por la fuente de forraje (Cuadro 3), Sin embargo, la digestibilidad de la PC aumentó con el nivel de proteína en la dieta (64.5% para 11% vs 67.0 % para 13% de PC, P<0.05) y tendió a aumentar con el uso de ensilado de maíz-soya (65 % para ensilado de maíz vs 66.5 % para ensilado de maíz-soya P<0.10).

Cuadro 3. Digestibilidades de nutrientes en novillos encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de maíz (*Zea mays*) o de maíz-soya (*Glycine max*) en dos niveles de proteína

Forraje %PC	Ensilado de Maíz		Ensilado de Maíz-Soya		EEM	P		
	11	13	11	13		F	P	F * P
Materia Seca (MS, %)	64.9	68.5	64.5	64.4	3.0	0.97	0.16	0.31
Materia Organica (MO, %)	65.9	69.8	65.7	65.9	3.0	0.96	0.13	0.31
Proteína Cruda (PC, %)	62.1	68.0	66.6	65.7	3.1	0.07	0.03	0.07
Fibra Neutro Detergente (FND,%)	52.7	56.0	51.6	51.2	4.4	0.83	0.40	0.51
Fibra Acido Detergente (FAD,%)	50.3	53.7	49.1	47.7	4.8	0.80	0.43	0.44

Las leguminosas templadas (Dewhurst, 2013) y tropicales (Foster et al., 2009) han sido utilizadas para enriquecer a los pastos en la alimentación de rumiantes con el fin de mejorar el uso de nutrientes y el desempeño, ya que ellas contienen más proteína y usualmente menos fibra que estos. Sin embargo, los resultados obtenidos en ensayos de alimentación, deben ser analizados considerando condiciones como tipo de animales, tipo y estado de madurez de leguminosa, forraje contra el que se compara, forma de ofrecerla (fresco, heno, ensilado), el nivel de inclusión de la leguminosa o si la proteína de la leguminosa se está

sumando a la de la dieta testigo. Castro y Dickhoefer (2018) realizaron un meta-análisis sobre valor nutricional de ensilados de leguminosas tropicales en rumiantes utilizando 62 estudios, encontrando que el consumo y la digestibilidad de MS redujo cuando la proporción de ensilado de leguminosas era mayor en la ración total, no obstante, los desempeños si se incrementaron lo cual es un resultado paradójico que los autores no explican.

Algunos experimentos han evaluado la digestibilidad con el uso de leguminosas, Castro y Dickhoefer (2018) compararon la respuesta al uso de ensilado de sorgo solo o con leguminosas en dietas de vacas lecheras. Aunque, no se encontró diferencias en la digestibilidad, un mayor consumo permitió mayor uso de nutrientes y un incremento en la producción de leche en vacas que consumieron ensilado de sorgo con Canavalia o ensilado de sorgo más vigna fresca en comparación con ensilado de sorgo solo.

Los incrementos en digestibilidad son reportados en estudios donde la calidad del forraje control es pobre. Hossain et al. (2015) encontraron incrementos en consumo, digestibilidad y ganancia diaria de peso en novillos cuando adicionaron de cantidades incrementadas de heno de vigna (*Vigna mungo*) a dietas basadas en paja de arroz. Korlagama et al. (2008) reportaron incrementos en consumo digestibilidad y ganancia en ovejas al adicionar vigna (*Vigna unguiculata*) a rastrojo de maíz.

En el presente estudio no se observó diferencias en la digestibilidad de nutrientes al adicionar follaje de soya al de maíz al momento de ensilar, a excepción de la proteína que tuvo una tendencia a incrementar. Esto probablemente debido a que el control fue maíz ensilado que es un forraje ampliamente reconocido como de alta calidad y a que la madurez del cultivo de soya estaba un poco avanzada (estado fenológico R6, Pedersen, 2004) por estrés hídrico debido a la llegada temprana de la estación seca y a la falta de riego para suplir agua.

Respecto al rol del nivel de la proteína de la dieta sobre la digestibilidad, diferentes reportes han mostrado una relación positiva entre estas variables. La digestibilidad de la MS, MO, N, FAD y almidón en terneros Holstein recién destetados aumentó cuando el nivel de proteína de la dieta se llevó de 9.9 a 16.2 % (Veira et al., 1980). Similarmente, Morteiro y Young (2014) realizaron una investigación en terneros de destete precoz en la que probaron diferentes niveles de proteína (desde 13% hasta 22% de PC) en la ración total; dando como resultado un aumento lineal de la digestibilidad total aparente de la PC, MO, MS y FND con la PC. En novillos Hereford, la adición de proteína de harina de soya a la dieta de heno de pradera (4-5% de PC) también dio como resultado incrementos en la digestibilidad de estos nutrientes. En el actual experimento, sin embargo, solo se encontró incremento en la digestibilidad de la proteína consumida con el incremento de la proteína de la dieta de 11.5 a 13 %, probablemente este incremento de proteína fue muy pequeño para detectar alguna diferencia en la digestibilidad de los otros nutrientes.

3.3. Excreción de nutrientes

No se observaron diferencias significativas en la excreción de heces ni de orina debido al tipo de forraje ni al nivel de proteína cruda en la dieta de los terneros (Cuadro 4). De igual manera, las excreciones de materia seca y materia orgánica no fueron afectadas por ninguno de los factores evaluados.

Cuadro 4. Excreción de nutrientes en terneros encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de maíz (*Zea mays*) o de maíz-soya (*Glycine max*) en dos niveles de proteína

Forraje %PC	Ensilado de Maíz		Ensilado de Maíz-Soya		EEM	P		
	11	13	11	13		F	P	F * P
Heces Frescas (kg)	10.0	10.7	10.1	10.0	1.3	0.85	0.53	0.61
Materia Seca (kg)	1.69	1.77	1.85	1.83	0.2	0.37	0.66	0.70
Materia Orgánica (kg)	1.48	1.54	1.62	1.59	0.2	0.36	0.70	0.68
Orina (lt)	12.1	12.7	10.5	12.0	2.4	0.54	0.79	0.76

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Tieri et al. (2010), quienes evaluaron diferentes niveles de proteína cruda (13 a 17%) en dietas para terneros en etapa de postdestete y recría, sin encontrar diferencias significativas en la excreción de MS, FAD ni FND.

En contraste, Salcedo (2008) determinó el volumen y el contenido de nitrógeno de las heces y orinas en vacas en lactancia alimentadas con dietas basadas en pastoreo o ensilados, reportando mayores excreciones en animales alimentados con ensilados de maíz y alfalfa en comparación con aquellos en pastoreo. En dicho estudio, la excreción fecal se relacionó negativamente con la concentración de fibra neutro detergente (FND) del forraje, lo cual se atribuyó a cambios en el consumo de materia seca asociados a diferencias en la composición de la dieta y a una mayor tasa de pasaje en vacas en lactancia.

En el presente estudio, aunque las dietas presentaron concentraciones elevadas de FND, estas fueron similares entre tratamientos y no provocaron diferencias en el consumo ni en la digestibilidad de los nutrientes, lo que explica la ausencia de cambios en la excreción de materia seca, materia orgánica y fibra, independientemente de la inclusión de la soya o del nivel de proteína cruda en la dieta.

3.4. Balance de nitrógeno

Las excreciones de N en orina aumentaron (31.28 g/d para 11% y 39.60 g/d para 13% de PC $P<0.05$), pero no se detectaron diferencias en heces (32.65 g/d para 11% y 36.2 g/d para 13% de PC $P<0.05$) con el incremento en la proteína de la dieta (cuadro 5). Aunque las estimaciones de N retenido no mostraron diferencias significativas. En la misma dirección, Morteiro et al. (2014) en su investigación sobre niveles de proteína en la alimentación de terneros con destete precoz; mostraron que las excreciones de proteínas en orina y heces se obtuvieron respuestas lineales frente al aumento de nitrógeno consumido como en el caso de la corriente investigación.

Cuadro 5. Balance de nitrógeno en terneros encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de maíz (*Zea mays*) o de maíz-soya (*Glycine max*) en dos niveles de proteína

Forraje %PC	Ensilado de Maíz		Ensilado de Maíz-Soya		EEM	P		
	11	13	11	13		F	P	F * P
Consumo N (gr)	89.42	112.05	97.64	107.63	10.3	0.22	0.01	0.25
Heces (gr)	32.87	35.62	32.43	36.81	3.7	0.74	0.40	0.72
Orina (gr)	30.63	41.02	31.93	38.19	5.8	0.57	0.04	0.57
Retenido (gr)	25.93	35.41	33.29	32.63	6.9	0.20	0.11	0.22
% Heces	37.87	32.00	33.33	34.25	3.1	0.07	0.03	0.08
% Orina	34.29	36.78	32.55	35.78	4.8	0.87	0.57	0.90
% Retenido	27.84	31.22	34.12	29.97	5.4	0.25	0.49	0.27

El consumo de nitrógeno no fue afectado por la inclusión de ensilado de soya-maíz en la dieta de los terneros. Aunque el consumo de MS no cambió por efecto del forraje en el análisis de laboratorio, las dietas de ensilado de maíz-soya tuvieron concentración un poco mayor de proteína (12.32%) en comparación con las de ensilado de maíz (11.87%) a pesar de que deberían ser iguales (cuadro1); el nivel de proteína si provocó un aumento en el consumo de N como era esperado (93.53 gr/d para 11% vs. 109.84 gr/d para 13% de PC $P<0.05$).

Las excreciones de N en heces no se vieron afectadas por el tipo de forraje. Similarmente Castro y Dickhoefer (2018) mostraron que, en grandes rumiantes las excreciones totales (g/día) o proporcionales (g/kg N) de N tanto en heces como en orinas no se vieron incrementadas por la inclusión de leguminosas. Por otra parte, Santana et al. (2019) evaluaron los efectos de la alimentación con una mezcla de ensilado de forraje King Grass y follaje de leguminosas arbustivas de ramoneo (*Leucaena* o *Gliricidia*), observando una mayor

ingesta de nitrógeno en las ovejas alimentadas con la mezcla de forraje y leguminosas. En consecuencia, la mayor ingesta de los ensilajes que contenían leguminosas condujo a un mayor contenido de nitrógeno en las heces de las ovejas.

3.5. Desempeño

La ganancia diaria, no se vio afectada de forma significativa por la adición de follaje de soya al ensilado de maíz (cuadro 6), lo cual tiene sentido considerando los consumos y digestibilidades similares. En el caso del efecto de la proteína, era de esperarse una mayor ganancia por el mayor consumo y la mayor retención de proteína estimados. Probablemente las diferencias de peso entre los novillos, el número observaciones y la corta duración de los periodos son razones que no permitieron revelar estas diferencias

Cuadro 6. Desempeño de terneros encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de Maíz (*Zea mays*) o de Maíz-soya (*Glycine max*) en dos niveles de proteína.

Forraje %PC	Ensilado de Maíz		Ensilado de Maíz-Soya		EEM	P		
	11	13	11	13		F	P	F * P
Ganancia diaria	936	925	909	844	165.4	0.88	0.94	0.81
Conversión	3.52	3.57	4.90	3.73	1.3	0.27	0.96	0.46
Costo de ración/d (\$)	1.37	1.70	1.34	1.36	0.2	0.85	<0.01	0.09
Costo/ kg ganado (\$)	1.75	2.01	2.23	1.69	0.6	0.40	0.63	0.29

No se encontraron cambios en conversión por los efectos estudiados, lo cual también era de esperarse por los consumos y ganancias similares. Aparentemente el efecto benéfico de la adición de follaje de soya (adicionar proteína y disminuir carbohidratos fibrosos) retirando ensilado de maíz, se vio afectado por la disminución del aporte de almidón y energía del ensilado de maíz, neutralizando el efecto positivo que en comparaciones contra pastos o rastrojos es usualmente reportado.

El costo de la ración consumida por día, aumento significativamente ($P < 0.01$) con el incremento de la concentración de proteína (US\$1.36 para 11% contra 1.53 para 13%) pero esto no se vio reflejado en el costo por kg de ganancia resultados que tampoco presentaron diferencias por efecto de la adición de ensilado de soya (cuadro 6)

Obeid et al. (1992) realizaron un experimento para probar la ganancia de peso en novillos cebú alimentados con ensilado de maíz o ensilado de maíz – soya; obtuvieron resultados favorables para aquellos que consumieron mezclado el ensilado de maíz – soya con aumentos que iban desde 560 a 680 g/día en comparación con las ganancias de los animales alimentados únicamente con ensilado de maíz que iban desde los 248 a 265 g/día. Esto puede deberse a que únicamente fueron alimentados con forraje por tanto la soya incremento el contenido de proteína a diferencia de las dietas actuales que fueron balanceadas con concentrado para un similar contenido de PC. Waters et al. (2015) probaron el efecto de la suplementación de novillas de carne, alimentadas con pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) con heno de maní forrajero (*Arachis grabrata*), encontrando incrementos en el consumo, ganancia diaria y la tasa de preñez en las novillas que recibieron leguminosa.

La adición de leguminosa al follaje de cultivos ensilados no siempre produce el efecto benéfico que se espera. Baxter et al. (1984) realizaron un experimento en el cual compararon el consumo, la producción de leche y el ingreso sobre el costo de alimentación para vacas cuyo alimento fue basado en ensilaje de sorgo-soya contra los de vacas alimentadas con ensilaje de maíz. Se obtuvo mayor producción de leche junto con un menor costo del ensilaje con las dietas basadas únicamente en ensilaje de maíz lo que reflejo un mejor retorno. Los autores reportan que lo resultados pudieron ser afectados por la lignificación y elongación de tallo de la soya en competencia con las hierbas silvestres. En la presente investigación no se pudo demostrar un efecto benéfico de la leguminosa en el

consumo, digestibilidad y ganancia, esto puede ser atribuido al estado fenológico de la soya que era superior a la fase R6 en la cual se recomienda cosecharla para su uso forrajero o a que se escogió una comparación contra ensilado de maíz y no un forraje más tosco como es usualmente el caso en animales en crecimiento.

3.6. Parámetros sanguíneos

Los resultados muestran diferencias significativas en las concentraciones de nitrógeno ureico en la sangre (NUS) por efecto del forraje y el nivel de proteína (cuadro 7). En el caso de los forrajes, se observó una mayor concentración de NUS con una alimentación basada en ensilado únicamente de maíz (11.8 mg/dL para ensilado de maíz contra 8.71 mg/dL para ensilado de maíz-soya, $P < 0.01$). Mientras que se encontró niveles más altos de NUS en las dietas con mayor contenido de proteína (12.05 para 13 %de PC contra 8.46 para 11.5% de PC, $P < 0.01$)

Cuadro 7. Parámetros sanguíneos de terneros encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de Maíz (*Zea mays*) o de Maíz-soya (*Glycine max*) en dos niveles de proteína.

Forraje %PC	Ensilado de Maíz		Ensilado de Maíz-Soya		EEM	P		
	11	13	11	13		F	P	F * P
Nitrógeno ureico mg/dL	10.1	13.5	6.81	10.6	1.5	<0.01	<0.01	0.86
Fosforo inorgánico mg/dL	6.55	6.71	6.49	6.65	0.3	0.86	0.48	0.99
Calcio mg/dL	8.67	8.97	8.99	8.65	0.3	0.31	0.30	0.12
Proteínas totales g/dL	5.70	5.70	5.69	5.62	0.2	0.94	0.97	0.77

En el caso del fósforo inorgánico, calcio y proteínas totales del suero no se observaron diferencias significativas debidas a los efectos en estudio.

La medición del N Ureico en la leche (Nousiainen et al., 2004) o en la sangre (Roseler et al., 1993), ha sido utilizado como un indicador de eficiencia en el uso de N por el animal. El NUS refleja la relación de la proteína de la dieta con la materia orgánica fermentable en el rumen, y el metabolismo posruminal de la proteína (Roseler et al., 1993). Roa et al. (2017) evaluaron indicadores de bioquímica sanguínea en bovinos fistulados, suplementados con *Cratylia argentea* en pastoreo de *Brachiaria decumbens* de 4 tratamientos los cuales 2 estaban suplementados con 3.5 kg de MS de *C. argétea*. Las proteínas totales y el NUS fueron incrementado por la adición de leguminosa; además, se obtuvo una mayor concentración del amonio ruminal, mayor flujo de proteína bacteriana al duodeno y N total. En el caso del presente estudio, la comparación entre la alimentación con gramínea (maíz) y la adición de leguminosa (maíz-soya) dio como resultado mayor NUS en las dietas con ensilado de maíz, lo cual estaría reflejando mejor uso del nitrógeno en el rumen en animales consumiendo maíz-soya; mientras que la comparación ente niveles de proteína reflejo más NUS y menos eficiencia en la captura de N en el rumen en los animales consumiendo mayor cantidad de proteína.

4. CONCLUSIONES

En las condiciones en que se desarrolló este estudio, La adición de follaje de soya al ensilado de maíz y el incremento de proteína cruda de la dieta no afecta el consumo de nutrientes de novillos en crecimiento

El consumo de nitrógeno, la digestibilidad de la proteína y el nitrógeno retenido por novillos encastados en crecimiento, aumenta con el incremento de proteína en la dieta, mientras que la adición de soya al ensilado de maíz aumenta la digestibilidad de la proteína.

El incremento de proteína de 11 a 13 %, incremento el costo de las dietas, lo cual es más evidente en las dietas hechas con ensilado de maíz solo pues el uso de soya fue mayor que en ensilado soya-maíz para alcanzar este nivel de proteína.

Se observó una mayor eficiencia en el uso del nitrógeno en el rumen en animales alimentados con una dieta que contenía 11% de proteína, en comparación con aquellos que recibieron 13% de proteína. Además, el ensilaje de maíz-soya resultó ser más eficiente que el ensilaje de maíz solo, lo cual se reflejó en una menor concentración de nitrógeno ureico en la sangre.

5. BIBLIOGRAFÍAS

- Abendroth LJ; Elmore RW; Boyer MJ; Marlay SK. 2011. Crecimiento y Desarrollo del maíz. PMR 1009 (en línea). Iowa. Estados Unidos. University Extension Store. Consultado 21 may. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/280092215_In_Corn_Growth_and_Development.
- AOAC International. 2005. Official methods of analysis. 18 ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA.
- Baxter, H; Montgomery, M; Owen, J; 1984. Comparación de ensilado de sorgo de grano de soja con ensilado de maíz para vacas lactantes (en línea). Pennsylvania. Estados Unidos. Journal of Dairy Science, volumen 67, Issue 1, Pages 88-96. Consultado 30 oct. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030284812709>
- Castro, J; Dickhoefer, U. 2018. Efectos de los ensilajes de leguminosas tropicales sobre el consumo, la digestibilidad y el rendimiento en rumiantes grandes y pequeños: revisión (en línea). Reino unido. Europa. Revista: Ciencia de pastos y forrajes. 73(1), 26-39. Consultado 27 may. 2021. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gfs.12324>
- Chapman, C; Hill, T; Elder, D; Erickson, P. 2016. Nitrogen utilization, preweaning nutrient digestibility, and growth effects of Holstein dairy calves fed two amounts of a moderately high protein or conventional milk replacer (en línea). *Journal of Dairy Science*. 100(1):279–292. Consultado 25 jun. 2025. Disponible en <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7094470>
- De Faria, V; Huber, J. 1984. Efecto de los niveles de proteína y energía de la dieta sobre la fermentación ruminal en novillos Holstein. *Journal of Animal Science* (en línea). Michigan. Estados Unidos. 58(2), 452-459. Consultado 12 feb. 2021. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/58/2/452/4665521?login=false>
- Dewhurst, R. 2013. Producción de leche a partir de ensilaje: comparación de ensilajes de gramíneas, leguminosas y maíz y sus mezclas (en línea). s.l. Agric. Food Sci. 22, 57-67. Consultado 20 feb. 2021. Disponible en <https://journal.fi/afs/article/view/6673>
- Foster, J; Adesogan, A; Carter, J; Myer, R; Blount, A; Phatak, S. 2009. Ingesta, digestibilidad y retención de nitrógeno en ovejas suplementadas con heno de leguminosas de estación cálida o harina de soya (en línea). s.l. Anim. Sci. 87, 2891–2898. Consultado 21 may. 2021. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/87/9/2891/4793322?login=false>
- Hossain, M; Miah, M; Khandaker, Z; Islam, F. 2015. Efecto de diferentes niveles de suplementación con heno de matikalai (*Vigna mungo*) en dietas a base de paja sobre el consumo de alimento, la digestibilidad y la tasa de crecimiento del ganado

- autóctono. Universidad Agrícola de Bangladesh. Departamento de nutrición animal (en línea). Mymensingh. Bangladesh. Investigación Pecuaria para el Desarrollo Rural. 27(2). Consultado 21 abr. 2021. Disponible en <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd27/2/hoss27021.html>
- Iglesias, J; Reyes, F; Ojeda, F; Delgado, R; Rivero, L. 1992. Valor nutritivo de un ensilaje mixto de maíz y dolichos. Pastos y Forrajes (en línea). Matanzas. Cuba. Central España Republicana. 15(1). Consultado 14 mar. 2021. Disponible en [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=1153](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=1153)
- Koralagama, K; Mould, F; Hanson, J. 2008. El efecto de suplementar el rastrojo de maíz con caupí (*Vigna unguiculata*) afecta la ingesta y el crecimiento de las ovejas etíopes (en línea). s.l. The Animal Consortium. 2(6):954-961. Consultado 26 jul. 2021. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/221972471_The_effect_of_supplementing_maize_stover_with_cowpea_haulms_on_the_intake_and_growth_performance_of_Ethiopian_sheep
- Li, T; Raja, B; Liao, J; Zheng, L; Yin, F; Gan, S; Sun, X; Lyu, G; Ma, J. 2025. The characteristics, influence factors, and regulatory strategies of growth retardation in ruminants: a review (en línea). *Frontiers in Veterinary Science*. Consultado 25 jun. 2025. Disponible en <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2025.1566427/full>
- Mendoza, A; Reyes E. 2017. Evaluación de diferentes tipos de cal y digestor enzimático de rastrojos en la disminución de Coliformes Fecales en lodos provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Luis Talpa (en línea). La Paz. El Salvador. *Revista Agronómica*. Universidad de El Salvador. Facultad de ciencias agronómicas. Vol.2. Núm. 12(2019). Consultado 21 jul. 2021. Disponible en <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/135>
- Mora, D. 2010. Consumo de Morera (*Morus alba*) fresca mezclada con ensilaje de maíz por el ganado Jersey en crecimiento (en línea). Cartago. Costa Rica. *Agronomía mesoamericana*. 21(2), 337-341. Consultado 28 oct. Disponible en https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000200014
- Mora, G. 2006. Evaluación a nivel de microsilo del comportamiento de parámetros asociados a la calidad del proceso fermentativo y el valor nutricional del ensilaje de maíz-soya y sorgo-soya con o sin uso de aditivos (en línea). San Carlos, Costa Rica. Consultado 24 jun. 2021. Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5878>
- Morteiro, I; Young, I. 2014. Evaluación del efecto del nivel de proteína en la dieta de terneros de destete precoz alimentados en confinamiento (en línea). Montevideo. Uruguay. Consultado 18 abr. 2021. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/8776>
- McDonald, P; Edwards, R. 1976. The influence of conservation methods on digestion and utilization of forages by ruminants (en línea). *Proceedings of the Nutrition Society*. 35(2):201–211. Consultado 25 jun. 2025. Disponible en <https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-nutrition-society/article/influence-of-conservation-methods-on-digestion-and-utilization-of->

- forages-by-ruminants/50C39C356B4BE1F0C6E169856DFE160B?utm_source=chatgpt.com
- Nousiainen, J; Shingfield, K; Huhtanen, P. 2004. Evaluación del nitrógeno ureico en leche como diagnóstico de alimentación (en línea). Berkshire. Inglaterra. Revista de ciencia láctea. 87(2), 386-398. Consultado 26 oct. 2021. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14762082/>
- NRC (National Research Council). 2001. Requerimientos de Nutrientes del Ganado Lechero (en línea). Washington. Estados Unidos. Prensa de la Academia Nacional. 7th ed. Consultado 22 feb. 2021. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/309913629_Requerimientos_nutricionales_d el_ganado_de_leche_segun_el_modelo_del_NRC_2001_Energia_Neta_de_Lactancia](https://www.researchgate.net/publication/309913629_Requerimientos_nutricionales_del_ganado_de_leche_segun_el_modelo_del_NRC_2001_Energia_Neta_de_Lactancia)
- Obeid, J; Gomide, J; Cruz, M. 1992. Ensilaje de maíz (*Zea mays, L.*) asociado con leguminosas en la alimentación de novillos de carne en confinamiento (en línea). Minas Gerais. Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia 21(1), 39-44. Consultado 18 may. 2021. Disponible en <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19930762406>
- Pedersen, P. 2004. Crecimiento y desarrollo de la soya (en línea). Iowa. Estados Unidos. Departamento de Agronomía. Extensión de la Universidad Estatal de Iowa. Consultado 6 jul. 2021. Disponible en <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1538143>
- Roa, M., Ladino, E., Hernández, M. 2017. Indicadores de bioquímica sanguínea en bovinos suplementados con *Cratylia argentea* y *Saccharomyces cerevisiae*. (en línea). Villavicencio. Colombia. Pastos y Forrajes, 40(2), 144-151. Consultado 15 oct. de 2021. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-039420170002000008&script=sci_arttext&tlng=en
- Roseler, D., Ferguson, J., Sniffen, C., Herrema, J. 1993. Efectos de la degradabilidad de la proteína dietética en el nitrógeno ureico del plasma y la leche y el nitrógeno no proteico de la leche en vacas Holstein (en línea). Nueva York. Estados Unidos. Revista de ciencia láctea. 76(2), 525-534. Consultado 12 nov. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030293773725>
- Salcedo, G. 2008. Estimación de excretas en sistemas de producción de leche basados en el aprovechamiento de forrajes (en línea). Cantabria. España. I Congreso Español de Gestión Integral de Deyecciones Ganaderas. Consultado 10 nov. 2021. Disponible en <https://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2020/06/ESTIMACION-DE-EXCRETAS-EN-SISTEMAS-DE-PRODUCCION-DE-LECHE-BASADOS-EN-EL-APROVECHAMIENTO-DE-FORRAJES-.pdf>
- Santana, A., Cheng, L., Verdecia, D., Ramírez, J., López, S., Cisneros, M., Al-Marashdeh, O. 2019. Efecto de un ensilaje mixto de king grass (*Cenchrus purpureus*) y leguminosas forrajeras (*Leucaena leucocephala* o *Gliricidia sepium*) sobre el consumo, digestibilidad y balance de nitrógeno en ovinos. Ciencias de la Producción Animal (en línea). s.l. 59(12), 2259-2264. Consultado 22 de nov. 2021. Disponible en <https://www.publish.csiro.au/AN/AN18559>

- Schoonhoven, A., Holmann, F., Argel, M., Pedro, J., Pérez, E., Ordoñez, J., Chaves, J. 2005. Costos y beneficios de suministrar heno y ensilaje durante la época seca en Honduras y Costa Rica (en línea). Costa Rica, San José. Consultado 21 de oct. 2021. Disponible en <https://cgspace.cgjar.org/login>
- Tieri, M., La Manna, A., Fernández, E., Mieres, J., Schroer, F., Pérez, E., Baldi, F., Banchemo, G. 2010. Efecto de diferentes niveles de proteína y sustitución de proteína verdadera por nitrógeno no proteico (urea) en la performance y desarrollo de terneros cruza Hereford x Angus y su impacto posterior en la recría. Producción de carne desde una invernada de precisión (en línea). Montevideo. Uruguay. Instituto Nacional de Innovación Agraria. (INIA), 23-48. Consultado 7 de nov. 2021. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/112761230511114049.pdf>
- Titterton, M., Bareeba, F. 2001. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los trópicos. Uso del ensilaje en el trópico privilegiado opciones para pequeños campesinos (en línea). Colombia. Memorias de la conferencia Electrónica de la FAO sobre Ensilaje en los trópicos. P46. Consultado 27 de nov. 2021. Disponible en https://books.google.com.sv/books?hl=es&lr=&id=IUU1ihKYVgkC&oi=fnd&pg=PA43&dq=Titterton.+M.,+Bareeba.+F.+2001.+&ots=EEJWPAs7GA&sig=FclVVkSUTABhblRDV9sWZMYq7yY&redir_esc=y#v=onepage&q=Titterton.%20M.%20Bareeba.%20F.%202001.&f=false
- Usuldinger, V., Marinissen, J., Oriente, S. 2018. Evaluación del efecto de la suplementación proteica, sobre ensilaje de maíz en el crecimiento de terneros y terneras durante la recría (en línea). Buenos Aires. Argentina. Trabajo de intensificación de Ingeniería Agronómica. Dpto. de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. Consultado 26 de nov. 2021. Disponible en https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=2OnYqfwAAA&AJ&citation_for_view=2OnYqfwAAAAJ:5nxA0vEk-isC
- Van Soest, P; Robertson, J; Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*. Estados Unidos. Nueva York. Vol. 74(10), 3583-3597. Consultado el 28 de jun 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030291785512>
- Veira, D., Mackleod, G., Burton, J., Stone, J. 1980. Nutrición de Terneros Holstein Destetados. II. Efecto del nivel de proteína en la dieta sobre el balance de nitrógeno, la digestibilidad y el consumo de alimento (en línea). Inglaterra. *Journal of Animal Science*, Volume 50, Issue 5, Pages 945–951. Consultado 15 de dic. 2021. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/50/5/945/4662654>
- Waters, K., Black, T., Mercadante, V., Marguezini, G., DiLorenzo, N., Myer, R., Adesogan, A., Lamb, G. 2015. Efectos de la alimentación con heno de maní perenne sobre el crecimiento, el desarrollo, el logro de la pubertad y la fertilidad en novillas de reemplazo de carne (en línea). s.l. *The Professional Animal Scientist*, Volum e 31, Issue 1, Pages 40-49. Consultado 19 de dic. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S108074461530005X>
- Xia, C., Aziz-Ur, M., Yang, H., Shao, T., Qiu, Q., Su, H., Cao, B. 2018. Efecto del aumento de los niveles de proteína cruda en la dieta sobre el rendimiento productivo, la utilización

de nitrógeno, los metabolitos sanguíneos y la fermentación ruminal de toros Holstein (en línea). Illinois. Estados Unidos. Revista asiático-australasiática de ciencias animales. 31(10), 1643–1653. Consultado 25 de nov. 2021. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6127588/>