

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

**NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN**



Evaluación del efecto de heno de Vigna (*Vigna sinensis L.*) y dos niveles de proteína no degradable en el rumen en la alimentación de novillas Holstein en desarrollo sobre el consumo, crecimiento y eficiencia de nutrientes.

**Título a obtener:** Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

**AUTORES.**

Nombres, apellidos	Institución y dirección	Teléfono y E-mail	Firma
Mirna Ester Alvarado Rivas	Col. Ascención, Ayutuxtepeque, San Salvador	72198687 losmilagrosexisten2011@hotmail.com	
Carlos Alberto Moreno Minero	Col. Altos del Boulevard, Pje. Las Dalías, San Salvador	76029858 carlos07_amm@hotmail.com	
Andrea María Martínez Mejía	Ciudad Satélite, Pje. Aries, San Salvador	79859270 andremmejia@hotmail.com	
Jorge Alberto Rodríguez Melara	Urb. Toscana, calle A block B, San Salvador.	76464479 jorge.rodriguezvet@gmail.com	
Manuel Vicente Mendoza, Ing. Agr.	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia	2225-1506 manuel_manning@hotmail.com	
Elmer Edgardo Corea Guillén, Ing. Agr. MSc.	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia	elmercorea@hotmail.com 7838-1837	
Flor de María Hernández López, Ing Agr.	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola	floipi1@gmail.com 2225-1506	

**Visto Bueno:**

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento:	Firma: F 
Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García Director General de Procesos de Graduación:	Firma: F 
Ing. Agr. Blanca Eugenia Torres de Ortiz Jefe del Departamento de Zootecnia:	Firma: F _____ Sello:
Ciudad Universitaria, marzo 2021	

## **Evaluación del efecto de heno de *Vigna (Vigna sinensis L.)* y dos niveles de proteína no degradable en el rumen en la alimentación de novillas Holstein en desarrollo sobre el consumo, crecimiento y eficiencia de nutrientes.**

Moreno-Minero C.A.<sup>1</sup>, Martínez-Mejía A.M.<sup>1</sup>, Alvarado M.E.<sup>1</sup>, Rodríguez-Melara J.A.<sup>1</sup>, Mendoza M.V.<sup>1</sup>, López F.<sup>2</sup>, Corea-Guillén E.E.<sup>1</sup>

### **RESUMEN**

Esta investigación se desarrolló de febrero a julio 2018 para evaluar el crecimiento, consumo y digestibilidad de nutrientes en 32 novillas Holstein con 6.5 meses y 168 kg de peso vivo en desarrollo. El estudio se realizó en departamento de Sonsonate. Se utilizaron cuatro tratamientos con dos fuentes forrajeras: vigna (*Vigna sinensis*) o pangola (*Digitaria decumbens*) a 25% de materia seca y dos niveles de proteína no degradable en el rumen (PNR): 26% y 36 % de proteína cruda (PC). Las dietas contenían 35 % de zacate King Grass (*Pennisetum purpureum*). El ensayo duró 10 semanas. se analizaron y determinar materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y ceniza. nitrógeno y creatinina. Los datos se analizaron con un modelo general lineal y un arreglo factorial de 2 x 2 usando SAS 9.4 (< 0.05). Los principales resultados fueron que la inclusión de heno de vigna incremento el consumo de MS (6.94 a 7.37kg), Materia Organica (MO) (6.18 a 6.54kg) PC (896 a 951g) y FND (1.72 a 1.84kg) mientras que a nivel de digestibilidad total aparente se obtuvo incrementos en MS (63.6 a 67.6 %), MO (66.5 a 70.2 %), FND (55.9 a 59.7 %) y FAD (49.5 a 55.1 %), a nivel de excreción se tuvo un aumento en la excreción urinaria y una disminución a nivel de excreción fecal mientras que a nivel del desempeño, eficiencia y costo: se observó un efecto positivo del uso de Vigna sobre la ganancia de peso diaria y sobre el costo de alimentación por kg de peso ganado. Conclusiones principales fueron que la inclusión de heno de vigna en la dieta mejoró la ganancia diaria de peso y disminuyó los costos de alimento por kg de ganancia diaria de peso. La sustitución de pasto pangola por vigna en la dieta permite incrementar el consumo y la digestibilidad de nutrientes, así como mejorar la eficiencia y el desempeño en novillas Holstein en desarrollo.

**Palabras clave:** Vigna, novillas Holstein, PNR, Pangola, consumo, eficiencia, crecimiento.

<sup>1</sup> Universidad de El Salvador, Facultad de ciencias agronómicas, Departamento de Zootecnia. E-mail: [losmilagrosexisten2011@hotmail.com](mailto:losmilagrosexisten2011@hotmail.com); [carlos07\\_amm@hotmail.com](mailto:carlos07_amm@hotmail.com); [andremmejia@hotmail.com](mailto:andremmejia@hotmail.com); [jorge.rodriquezvet@gmail.com](mailto:jorge.rodriquezvet@gmail.com); [elmercorea@hotmail.com](mailto:elmercorea@hotmail.com); [manuel.mendoza@ues.edu.sv](mailto:manuel.mendoza@ues.edu.sv)

<sup>2</sup> Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola. E-mail: [flolipi1@gmail.com](mailto:flolipi1@gmail.com)

## **Evaluación del efecto de heno de *Vigna* (*Vigna sinensis* L.) y dos niveles de proteína no degradable en el rumen en la alimentación de novillas Holstein en desarrollo sobre el consumo, crecimiento y eficiencia de nutrientes.**

Moreno-Minero C.A.<sup>1</sup>, Martínez-Mejía A.M.<sup>1</sup>, Alvarado M.E.<sup>1</sup>, Rodríguez-Melara J.A.<sup>1</sup>, Mendoza M.V.<sup>1</sup>, López F.<sup>2</sup>, Corea-Guillén E.E.<sup>1</sup>

### **ABSTRACT**

This research was developed from February to July 2018 to evaluate the growth, consumption and digestibility of nutrients in 32 Holstein heifers with 6.5 months and 168 kg of live weight in development. The study was carried out in the department of Sonsonate. Four treatments were used with two forage sources: vigna (*Vigna sinensis*) or pangola (*Digitaria decumbens*) at 25% dry matter and two levels of non-degradable protein in the rumen (RUP): 26% and 36% crude protein (PC). The diets contained 35% King Grass (*Pennisetum purpureum*). The trial lasted 10 weeks. Dry matter (DM), crude protein (PC), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and ash were analyzed and determined. nitrogen and creatinine. Data were analyzed with a general linear model and a 2 x 2 factorial arrangement using SAS 9.4 (<0.05). The main results were that the inclusion of hay increased the consumption of DM (6.94 to 7.37kg), Organic Matter (OM) (6.18 to 6.54kg), PC (896 to 951g) and NDF (1.72 to 1.84kg) while at the level of apparent total digestibility, increases were obtained in DM (63.6 to 67.6%), OM (66.5 to 70.2%), NDF (55.9 to 59.7%) and ADF (49.5 to 55.1%), at the level of excretion there was an increase in urinary excretion and a decrease in the level of fecal excretion, while at the level of performance, efficiency and cost: a positive effect of the use of Vigna was observed on daily weight gain and on the cost of feeding per kg of weight gained. Main conclusions were that the inclusion of vigna hay in the diet improved daily weight gain and decreased feed costs per kg of daily weight gain. The substitution of pangola grass for vigna in the diet allows increasing the consumption and digestibility of nutrients, as well as improving the efficiency and performance of developing Holstein heifers.

**Keywords:** Vigna, Holstein heifers, RUP, Pangola, consumption, efficiency, growth.

<sup>1</sup> University of El Salvador, Faculty of Agronomic Science, Zootechnics Department. E-mail: [losmilagrosexisten2011@hotmail.com](mailto:losmilagrosexisten2011@hotmail.com); [carlos07\\_amm@hotmail.com](mailto:carlos07_amm@hotmail.com); [andremmejia@hotmail.com](mailto:andremmejia@hotmail.com); [jorge.rodriquezvet@gmail.com](mailto:jorge.rodriquezvet@gmail.com); [elmercorea@hotmail.com](mailto:elmercorea@hotmail.com); [manuel.mendoza@ues.edu.sv](mailto:manuel.mendoza@ues.edu.sv)

<sup>2</sup> University of El Salvador, Faculty of Agronomic Science, Agricultural Chemistry Department. E-mail: [flolipi1@gmail.com](mailto:flolipi1@gmail.com)

## 1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador, uno de los rubros económicos más importantes actualmente es la ganadería lechera, ya que en el año 2017 las exportaciones anuales de lácteos y derivados alcanzo la cifra de \$18,499,122 mientras que las importaciones alcanzaron cifras de \$223,673,312 (MAG,2018), esto indica que hay una gran demanda no cubierta por la producción local, es necesario incrementar la productividad por medio de estrategias que permitan optimizar la alimentación para propiciar mayor crecimiento y producción láctea, por lo que se hace necesario la exploración de fuentes alternas de proteínas disponibles localmente y a bajo costo, tal es el caso de las leguminosas (Arteta y Zamora 2005) como (*Vigna sinensis L.*) que presentan buenas características y han sido mezcladas con sorgo o maíz en ensilados para incrementar el contenido proteico (Castillo et al 2009).

En la Universidad Estatal de Pennsylvania se completó un estudio que investigó las proporciones de proteína - energía en las dietas de novillas prepúberes. Evaluaron los efectos de proteína - nivel de energía en la dieta arriba de las recomendaciones del NRC (1989) en novillas entre seis y 12 meses de edad. El estudio reporta que el incremento de la proteína - energía en dieta de cinco a 6.12 PC (Proteína Cruda): 1 Mcal ME/Kg aumentó las tasas de crecimiento y mejoró la eficiencia alimenticia (Lammers 1998).

Además de la adición de leguminosas, la calidad de la proteína juega un papel importante en el desempeño del ganado lechero. En un estudio realizado en Brasil Silva et al. (2018) mostraron que 51% de proteína no degradable en el rumen (en relación a la proteína total de la dieta) parece ser adecuada en la dieta de las vaquillas en crecimiento, ya que optimiza la retención de nitrógeno y el rendimiento en el crecimiento en comparación con 30, 44 y 58%.

En un estudio previo se mostró que la inclusión de *Vigna* en la alimentación de vacas lecheras, no altera la composición ni la producción de nutrientes en la leche; disminuye el costo de la ración, incrementa la utilidad y la digestibilidad, mientras que disminuye la excreción de nitrógeno en orina y en heces (Corea *et al.* 2017). En vacas Holstein de baja producción con condiciones deficientes aumentaron las cuatro variables en estudio antes mencionadas obteniendo los mejores resultados los animales que incluían *Vigna* en su alimentación (Castro Montoya et al. 2017). no obstante, en novillas en desarrollo no hay información disponible al respecto, a pesar de que la crianza de novillas permanece como una parte integral de la operación lechera porque es el método más económico para asegurar la disponibilidad de novillas de reemplazo (Morales y Ramírez 2014). Debido a esto es importante evaluar también la respuesta biológica de las novillas con respecto a la alimentación con heno de *Vigna* y su impacto sobre el crecimiento y la rentabilidad, que es lo más importante en el desarrollo de una estrategia de alimentación.

El presente estudio tuvo como objetivo, evaluar el impacto del uso de heno de *vigna* y dos niveles de proteína no degradable en el rumen sobre el consumo y la digestibilidad de nutrientes, el balance de nitrógeno y el crecimiento en novillas lecheras en desarrollo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Ubicación de la zona y descripción del estudio.

La investigación se realizó en la Hacienda San Ramón ubicada en el cantón Agua Caliente, municipio de Caluco, del departamento de Sonsonate, con una latitud: 13°43'08" N, longitud: 89°43'27" O, a una altitud sobre el nivel del mar de 235 m. La fase de laboratorio realizó en el Departamento de Química Agrícola perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Se desarrolló entre los meses de febrero a septiembre de 2018.

Se utilizaron 32 novillas Holstein de 6.5 meses de edad con peso promedio de  $168 \pm 1.8$  kg de peso vivo al inicio del experimento. Los animales fueron escogidos por tener historias normales de salud y por ser homogéneas en edad, peso y por su genética.

Las novillas se dividieron en cuatro grupos de ocho animales y se alojaron en módulos de dos jaulas individuales, contruidos con tubos de hierro y piso de madera a 0.25 m del suelo para la alimentación de individual. Las jaulas se colocaron en una galera de 30 metros de largo x diez metros de ancho, con techo de lámina y piso de concreto.

### 1.2 Metodología de campo.

#### 1.2.1 Distribución de tratamientos

Los cuatro tratamientos estuvieron formados por la combinación de dos fuentes forrajeras; heno de Vigna o heno de Pangola, con dos niveles de proteína no degradable en el rumen (PNR): 26% o 36%.

Los forrajes utilizados fueron heno de pangola (*digitaria decumbens*) y heno de Vigna (*Vigna sinensis*) en una proporción al 25 % en la MS y zacate King Grass (*Pennisetum purpureum*) 35 % en la MS todos cortados a un tamaño de dos cm.

Los concentrados se formularon utilizando harina de maíz, harina de soya, afrecho de trigo y melaza como componentes principales. Se utilizó harina de pescado a 2.58 % de materia seca (MS) o urea a 0.75 % de MS para lograr concentraciones dietéticas similares de nitrógeno (N) y para producir concentrados con proporciones contrastantes de proteína no degradable en el rumen (PNR).

La dieta fue balanceada según los requerimientos nutricionales del NRC (2001) para terneras de 160 kg con una ganancia diaria de 800 g/d, para ser isoenergéticas e isoprotéicas, con una relación de forraje a concentración de 60:40. (**Cuadro 1**).

**Cuadro 1. Descripción de las dietas experimentales**

	Tratamientos			
	<i>Heno Pangola</i>		<i>Heno Vigna</i>	
	26% PNR	36% PNR	26% PNR	36% PNR
<b>Ingredientes, %</b>				
<b>Materia seca</b>				
Soya	7.43	9.9	2.7	5.16
Afrecho de trigo	8.25	8.25	8.25	8.25
Melaza	6.7	6.7	6.7	6.7
Maíz	13.9	9.62	20.0	15.8
Mineral	0.67	0.67	0.67	0.67
Carbonato de calcio	0.44	0.44	0.44	0.44
Cloruro de sodio	0.44	0.44	0.44	0.44
Grasa sobrepasante	14.3	14.3	-	-
Urea	0.75	-	0.75	-
Harina de pescado	-	2.58	-	2.58
King grass	35	35	35	35
Heno Vigna	-	-	25	25
Heno Pangola	25	25	-	-
<b>Composición nutricional *</b>				
Materia Seca, g/kg	37.1	37.9	37.7	36.9
PC, % MS	12.6	12.6	12.7	12.9
Fibra Neutro Deterg, % MS	51.6	52.0	48.0	49.5
Fibra Acido Deterg, % MS	24.0	23.6	24.7	24.6
Energía Metabolizable Mj/kg	9.9	9.9	10.2	10.2
PNR % PC	28.1	35.9	28.0	36.0

\*según análisis de laboratorio.

Materia seca (MS), proteína cruda (PC), proteína no degradable en el rumen (PNR).

Las terneras recibieron alimento y agua a libre consumo, el alimento ofrecido se ajustó semanalmente para dar lugar a rechazos del 10%.

### 2.2.2 Muestreo y toma de datos

Se registró el alimento ofrecido y rechazado por cada ternera pesando dos veces en la semana durante las primeras siete semanas y diariamente durante los últimos siete días de la investigación en una balanza electrónica (Defender 3000 Series D31P150BL, Ohaus, Shanghai, China). Para estimar el consumo de alimento se cuantificó lo ofrecido y se restó lo rechazado diariamente durante la semana de muestreo.

Durante la última semana de la investigación, se recolectó diariamente 200 gramos de muestras fecales directamente desde el recto de cada ternera y se congeló a -20°C para preservarlas hasta el momento de su análisis. Además, se realizó una colecta total de heces durante seis días consecutivos en la semana de muestreo.

Durante la última semana, las terneras fueron estimuladas por un masaje perineal para obtener muestras de orina de un litro, se utilizó una submuestra de 100 ml a las cuales se les adicionó ácido sulfúrico 20% (v/v) para bajar su pH a tres o menos, fueron filtradas y luego diluidas con agua destilada en una relación de uno a cinco. Se tomaron muestras triplicadas de 15 ml en tubos plásticos con tapón de rosca, también se almacenó una submuestra no diluida de 15 ml las cuales se congelaron a -20°C hasta su análisis.

Los animales fueron pesados cada dos semanas durante el experimento en dos días consecutivos en una báscula para ganado (Gram Zebra, K3 8-3T, España). La eficiencia de conversión se determinó a través de la relación del consumo de materia seca entre la ganancia media diaria del peso de cada animal.

Para el análisis del alimento se tomó una muestra de 600 gr de King Grass, heno de Pangola, heno de Vigna, los cuatro concentrados y de la ración total de la dieta cada dos semanas y todos los días durante la semana de muestreo.

## **2.3 Metodología de laboratorio**

### **2.3.1 Análisis de laboratorio**

Las muestras de heces y orina fueron descongeladas en el laboratorio y se combinaron en cantidades iguales por cada día de muestreo para ser utilizados en los análisis.

Las muestras de alimento y heces se secaron en una estufa de aire circulante (100-800, Memmert GmbH and Co. KG, Schwabach, Alemania) a 60°C por 48 horas y fueron molidas a un tamaño de partícula de uno mm en un molino de martillo Wiley (Arthur H. Thomas Company, Philadelphia, PA).

El nitrógeno (N) se analizó en alimentos secos, rechazos y heces recién descongeladas para estimar la proteína cruda por el método de Kjeldahl multiplicando la concentración de N por 6.25. El procedimiento se realizó en un equipo de digestión DK y destilación UDK 129 (VELP Scientifica, Italia).

En alimentos, rechazos y heces se determinó fibra neutro detergente (FND, usando  $\alpha$  amilasa) y fibra ácido detergente (FAD) siguiendo el procedimiento descrito por Van Soest *et al.*, (1991) usando un analizador Ankom 200 (ANKOM technology, Macedon, NY). Se determinó también cenizas por medio de combustión en una mufla (L24/12/P320, Nabertherm, Bremen, Alemania) a 550 °C por 2 h (AOAC, 2005).

En las muestras de orina se determinó nitrógeno por método Kjeldahl y también creatinina y ácido úrico por espectrofotometría.

## **2.4 Metodología estadística**

### **2.4.1 Análisis estadístico.**

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software SAS 9.4 (SAS institute Inc. Cary, NC, EE. UU.). Los datos se analizaron utilizando un modelo general lineal en un arreglo factorial dos x dos con cuatro tratamientos y ocho repeticiones utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + PNR_j + F_i * PNR_j + e_{ijk}$$

Donde  $Y_{ijk}$  = variable dependiente,  $\mu$  = media global,  $F_i$  = efecto forraje,  $PNR_j$  = efecto de PNR,  $F_i * PNR_j$  = interacción de forraje y PNR y  $e_{ijk}$  = error residual.

Las diferencias se consideraron significativas a una probabilidad de  $P < 0.05$ , mientras que una tendencia se declaró en  $P \geq 0.05$  a  $< 0.10$ .

## 2.4.2 Parámetros calculados:

2.4.2.1 Consumo de alimento (kg MS/d, % de peso vivo).

2.4.2.2 Ingesta y excreción fecal de MS, MO, FND, FAD y N (kg/d).

2.4.2.3 Digestibilidad aparente total de MS, Cz, FND, FAD y N (%).

2.4.2.4 Balance de nitrógeno:

N en orina (g/d), N en heces (g/d), N retenido (g/d).

2.4.2.5 Ganancia diaria de peso vivo (g/d).

2.4.2.6 Eficiencia de conversión (consumo de MS, MO/ganancia de peso).

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 3.1 Consumo

La sustitución de heno de Pangola por heno de Vigna en las dietas de las novillas incrementó el consumo de MS donde se vio una diferencia de 6.94 a 7.37 kg al incluir heno de Vigna, la MO incrementó de 6.18 a 6.54 kg, mientras la PC aumentó de 896 a 951 g y la FAD obtuvo una variación de 1.72 a 1.84 kg ( $p < 0.01$ ), por otro lado, también aumentó el consumo de MS en proporción del peso vivo (3.15 a 3.31 g/kg PV) (Cuadro 2). Sin embargo, no afectó el consumo de FND (3.58 kg para Pangola y 3.55 kg para Vigna).

El consumo de FND fue similar en las novillas que ingirieron tanto heno de Pangola como heno de Vigna para saciar sus requerimientos nutricionales, sin embargo, al contener menor FND y FAD el heno de Vigna, permitió a las novillas consumir más MS, MO y PC.

La FND por su papel en el llenado y su baja digestibilidad, ha sido propuesta como regulador del consumo de MS. Hoffman y Bauman (2013) propusieron que las novillas Holstein regulan su consumo a un valor cercano de 1% de FND en relación a su peso vivo, de manera que animales consumiendo dietas con mayor FND disminuyen su consumo. En el presente estudio, las novillas comiendo dietas con Vigna que contenían menos FND que las dietas con Pangola con más FND, tuvieron mayor consumo de MS pero igual consumo de FND.

No se observaron efectos significativos de la PNR ni de la interacción Forraje \* PNR sobre el consumo de nutrientes.

**Cuadro 2. Efecto de la sustitución de heno de Pangola por heno de Vigna y de dos niveles de proteína no degradable en el rumen (PNR) sobre el consumo de nutrientes en novillas.**

	Pangola		Vigna		EEM	P. Valor		
	PNR 26	PNR 36	PNR 26	PNR 36		Forraje	PNR	Forraje*PNR
MS Kg/d	6.88	7.00	7.39	7.36	0.26	<0.01	0.54	0.33
MS % PV	3.14	3.16	3.35	3.27	0.10	0.04	0.58	0.33
MO Kg/d	6.15	6.21	6.58	6.49	0.21	<0.01	0.71	0.26
PC g/d	891	902	948	954	31.88	<0.01	0.20	0.71
FND Kg/d	3.53	3.61	3.51	3.6	0.05	0.61	0.06	0.95
FAD Kg/d	1.72	1.72	1.86	1.83	0.07	<0.01	0.57	0.45

PNR 280 = 280 gr PNR/kg; PNR 360= 360 gr PNR/kg PC

MS= Materia seca, PV= Peso Vivo; MO: Materia Orgánica; PC: Proteína Cruda; FND: Fibra Neutro Detergente; FAD: Fibra Ácido Detergente; EEM= Error Estándar de la Media.



### 3.4 Digestibilidad

Se encontró un efecto significativo ( $p=0.01$ ) del forraje sobre la digestibilidad total aparente de los nutrientes (cuadro 3), la inclusión de heno de Vigna en lugar de heno de Pangola dio como resultado incremento en la digestibilidad de la MS (63.6 a 67.6 %), MO (66.5 a 70.2 %), FND (55.9 a 59.7 %) y FAD (49.5 a 55.1 %). Pero la digestibilidad de la PC permaneció similar (70.4 para Pangola y 71.0 % para Vigna).

No se observa un cambio de la digestibilidad de nutrientes (MS, MO, PC y FAD) al incrementar la PNR de 280 a 360 gr/kg PC, pero sí una tendencia al incremento de la digestibilidad de la FND con el incremento de la PNR. Por otra parte, no se observan interacciones de los efectos estudiados sobre la digestibilidad de nutrientes.

La digestibilidad aparente total del tracto de MS, MO, FND y FAD presentan un aumento significativo cuando se sustituye heno de Pangola por heno de Vigna en la dieta de las novillas. Se reportó que la digestibilidad de vacas lecheras aumenta con el uso de vigna (Corea *et al.* 2017). Sin embargo, algunos reportes señalan que Vigna no ha producido mejoras en la digestibilidad pero que ha aumentado en consumo en vacas lecheras (Castro-Montoya *et al.* 2018).

**Cuadro 3. Efecto de la sustitución de heno de Pangola por heno de Vigna y de dos niveles de PNR sobre la digestibilidad aparente de los nutrientes.**

	Heno <i>Pangola</i>		Heno <i>Vigna</i>		EEM	P. Valor		
	PNR 280	PNR 360	PNR 280	PNR 360		Forraje	PNR	Forraje*PNR
Dap MS %	62.57	64.62	68.25	66.95	2.52	<0.01	0.71	0.13
Dap MO %	65.5	67.59	70.62	69.7	2.29	<0.01	0.56	0.13
Dap PC %	69.98	70.82	71.21	70.7	0.51	0.64	0.88	0.58
Dap FND %	54.17	57.54	58.68	60.77	2.76	<0.01	0.06	0.64
Dap FAD %	47.82	51.11	54.71	55.41	3.51	<0.01	0.24	0.45

Dap MS= Digestibilidad Aparente de Materia Seca; Dap MO= Digestibilidad Materia Orgánica; Dap PC= Digestibilidad Aparente de Proteína Cruda; Dap FND= Digestibilidad Aparente de Fibra Neutro Detergente; Dap FAD= Digestibilidad Aparente de Fibra Ácido Detergente, EEM= Error Estándar de la Media.

### 3.5 Excreción

En el cuadro 4 puede observarse una leve tendencia de disminución en la cantidad de heces excretadas en los tratamientos que contenían Vigna en comparación con los que contenía heno de Pangola, esto debido a una mayor digestibilidad del heno de Vigna en la dieta.

Se observó un aumento significativo en la cantidad de litros diarios de orina y el consumo de nitrógeno que tienden a ser mayores cuando se sustituye heno de Pangola con heno de Vigna, probablemente debido a que la Vigna aumentó el consumo de nitrógeno.

(Corea *et al.* 2017) Demostró que la excreción de heces, disminuyó significativamente en las dietas contenían Vigna, debido a la mayor digestibilidad de la dieta. También, disminuyeron significativamente los gramos de nitrógeno en las heces y la proporción del nitrógeno consumido, lo cual refleja una mejor utilización del N retenido en el tracto digestivo.

En el presente estudio, no hubo efectos de los factores en estudio sobre el balance de nitrógeno en las novillas ni en cantidades por día ni en porcentaje del nitrógeno consumido.

Además, la cuadro 4 muestra un efecto significativo del forraje sobre el consumo de nitrógeno, es decir que al incluir heno de Vigna en la dieta incrementa el consumo de nitrógeno, lo cual se relaciona con el mayor consumo de materia seca.

(Silva *et al.* 2017), observó que al incrementar las cantidades PNR en la dieta disminuyó la excreción urinaria de N, como también fue descrito por (Batista *et al.* 2016), sin embargo las diferencias de concentraciones de PNR entre tratamientos del presente estudio fueron menores (10%) y esto pudo impedir la observación de diferencias en el balance de N.

Las diferencias en excreciones de nitrógeno pueden deberse a un mayor equilibrio entre la degradación de proteínas ruminal y la síntesis de proteína microbiana, lo que resulta en la producción de amoníaco ruminal inferior y en consecuencia, una menor excreción urinaria de N (Archibeque *et al.* 2007; Hristov *et al.* 2013). Al confrontarlo con el estudio en curso puede afirmarse que la inclusión de vigna cambió el consumo, pero no el balance (partición en heces, orina y retenido) de nitrógeno.

**Cuadro 4. Excreción de heces, orina y nitrógeno en novillas en desarrollo que consumen dos niveles de proteína sobrepasante y dos tipos de heno.**

	Heno Pangola		Heno Vigna		SEM	P. Valor		
	PNR 280	PNR 360	PNR 280	PNR 360		Forraje	PNR	F*PNR
Heces MS Kg/d	2.58	2.48	2.35	2.43	0.09	0.12	0.82	0.16
Orina L/d	16.73	15.19	21.05	21.29	0.07	<0.01	0.67	0.57
Consumo de N g/d	142.54	144.32	151.6	152.66	5.11	<0.01	0.20	0.71
N en heces g/d	42.78	42.1	43.7	44.73	1.14	0.33	0.92	0.64
N en orina g/d	74.83	73.94	79.89	77.91	2.76	0.27	0.72	0.90
N retenido g/d	24.92	28.29	28.07	30.02	2.12	0.54	0.50	0.86
N heces g/100g NC	30.02	29.18	28.79	29.30	1.86	0.33	0.92	0.64
N orina g/100g NC	52.47	51.17	52.64	51.02	4.04	0.26	0.72	0.90
N retenido g/100g NC	17.51	19.65	18.57	19.68	4.18	0.54	0.50	0.86

NC= Nitrógeno consumido; MS= Materia Seca; N= Nitrógeno; L/d= Litros/día.

### 3.6 Desempeño, eficiencia y costo.

Se observó un efecto positivo del uso de Vigna sobre la ganancia de peso diaria (GPD,  $p=0.03$ ) y sobre el costo de alimentación por kg de peso ganado ( $P=0.01$ , tabla 5) pero el tipo de forraje no produjo efectos sobre el costo diario de alimentación, ni la eficiencia de conversión de la MS y de la MO.

Se observó una tendencia a incrementar la GPD y un efecto significativo sobre la eficiencia de conversión de la MO con mayor concentración de PNR en la dieta. Sin embargo, esto aumenta el costo de la ración diaria y tiende a aumentar el costo por kg de peso vivo ganado. Las novillas que se alimentan con heno de Vigna y 360 g de PNR/kg de PC, muestran una ganancia de peso diaria superior (111 g/d) con respecto a las novillas que se alimentan con heno de Vigna y 260 g de PNR/kg de PC lo cual indica que las dietas con vigna son deficientes en PNR y su adición optimiza la inclusión de Vigna en la dieta.

La meta de peso vivo de una novilla a los seis meses de edad es de 160-170 kg (29-30% del peso adulto) (Lanuzza 2006) indica que para dicho período se espera una ganancia de peso en las terneras que ronde entre los 0,65 y 0,75 kg/día, en la cuadro 5 se puede

observar una ganancia de peso superior a la esperada obteniendo 0.96 kg diarios con Vigna-PNR 360, esto sucedió en el tratamiento donde la alimentación incluía heno de Vigna y harina de pescado, consiguiendo una mayor eficiencia en la ganancia de peso que llevaría a la ternera a alcanzar el peso, tamaño y vigor adecuado para hembra de reemplazo en menos tiempo que las de los otros tratamientos.

Se observó un incremento en el costo del alimento en las dietas con 36% de PNR debido al precio de la harina de pescado en la dieta por lo que se recomienda la búsqueda de otras alternativas de PNR a precios más accesibles que mejoren la rentabilidad en la alimentación.

**Cuadro 5. Efecto de la sustitución de heno de Pangola por heno de Vigna y de dos niveles de PNR sobre las variables ganancia de peso y alturas en novillas.**

Variables	Pangola		Vigna		SEM	Forraje	P. Valor	
	PNR 280	PNR 360	PNR 280	PNR 360			PNR	Forraje*PNR
Peso vivo al medio	217	218	216	222	1.92	0.79	0.40	0.51
Ganancia de peso g/d	785	831	845	956	72.31	0.03	0.06	0.41
Costo de Aliment \$/d	2.07	2.45	2.07	2.43	0.22	0.68	<0.01	0.60
Eficiencia MS gr ganancia/Kg Consumo	114	118	114	130	7.57	0.31	0.11	0.37
Eficiencia MO gr ganancia/Kg Consumo	127	134	128	147	9.20	0.21	0.04	0.28
Costo \$/kg de PV ganado	2.65	3.00	2.49	2.57	0.07	0.01	0.07	0.26

g/d= gramos al día; \$/d= dólares al día; MS= Materia Seca; MO= Materia Orgánica; \$/kg= dólares por kilogramo.

#### 4. CONCLUSIONES

La adición de Vigna en la dieta aumenta el consumo de N, MS, MO y FAD debido a su bajo nivel de FND resultando en el animal una mayor ingesta de nutrientes.

La digestibilidad de la Vigna fue superior al Pangola en Materia Seca, Materia Orgánica, Fibra Neutro Detergente y Fibra Ácido Detergente, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la digestibilidad de la Proteína Cruda.

La inclusión de heno de Vigna a la dieta de novillas prepuberales, generó una mayor ganancia de peso que las novillas que en su dieta se incluía heno de Pangola.

El incremento de PNR de 26% a 36% por medio del uso de harina de pescado, puede mejorar la ganancia diaria de peso y la eficiencia en la conversión de la materia orgánica, sin embargo, eleva el costo de alimentación, por lo que se debe buscar alguna fuente alternativa de PNR a mejor costo.

## 5. RECOMENDACIONES

Establecer parcelas en las ganaderías lecheras para el cultivo de *Vigna sinensis*, de manera tal que reduzcan los costos para su adición en la dieta de novillas prepuberales.

La inclusión de heno de Vigna en la dieta de novillas prepuberales para mantener o reducir los costos de alimentación, pero con el beneficio de obtener mejores resultados en la ganancia de peso de las novillas debido a su eficiencia en relación al consumo y su absorción de nutrientes.

Utilizar fuentes alternativas de PNR 36% en la dieta de novillas, para alcanzar su peso ideal para su primer celo y primera monta más pronto, de tal manera que reduzca los costos de desarrollo de reemplazo en la ganadería.

Se recomienda tomar el peso de novillas cada 2 semanas para garantizar una óptima ganancia diaria de peso. La cual debería rondar aproximadamente 750 - 800 g/d

Cada semana debe reajustarse la fórmula de la alimentación de las novillas aportando de esta manera los nutrientes que requieran según su desarrollo.

Brindar un manejo adecuado y un plan profiláctico que mejore las condiciones y salud de las novillas para obtener los resultados esperados a través de la dieta.

## 6. BIBLIOGRAFIA

**Archibeque, S. 2007.** The Influence of Oscillating Dietary Protein Concentrations on Finishing Cattle. II. Nutrient Retention and Ammonia Emissions, Journal of Animal Science. 85(6):1496-503

**Arteta PD; Zamora WD. 2005.** Efecto de Dos Tipos de Maíz con Cuatro Leguminosas sobre La Calidad y Producción del Ensilaje en El Zamorano, Honduras. Tesis. 24 p.

**Batista, ED; Detmann, E; Titgemeyer, EC; Valadares Filho, SC; Valadares, RFD; Prates, LL; Rennó, LN; Paulino, MF. 2016.** Effects of varying ruminally undegradable protein supplementation on forage digestion, nitrogen metabolism, and urea kinetics in Nellore cattle fed low-quality tropical forage. J Anim Sci; 94:201–216.

**Castillo, M; Rojas, A; Wingching-Jones, R. 2009.** Valor Nutricional del Ensilaje de Maíz Cultivado en Asocio con Vigna (*Vigna radiata*). Agronomía Costarricense. 33:1, 136-146.

**Castro Montoya, JM; EA Alas; JM Flores; R, Sosa; RA Garcia; EE, Corea, Guillen. 2017.** Dairy cows fed on tropical legume forages: Effects on milk yield, nutrient efficiency and profitability. Tropical animal health and production. DOI <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1505-3>

**Corea, EE; Aguilar, JM; Alas, NP; Alas, EA; Flores, JM and Broderick, GA. 2017.** Effects of dietary Vigna hay and protein level on milk yield, milk composition, N efficiency and profitability of dairy cows. Animal Feed Science and Technology. 226:48-55.

**Corea EE; Aguilar JM; Alas NP; Alas EA; Flores JM; Broderick GA 2017.** Effects of dietary cowpea (*Vigna sinensis*) hay and protein level on milk yield, milk composition, N efficiency and profitability of dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. 226, 48–55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.02.002>

**Guerra B. 1987** Cría de terneras y levante de novillas. Gobernación de Antioquia secretaria de agricultura (en línea) consultado el 10 de abril de 2018. Disponible en: [repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6406/T13.10%20M925i.pdf](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6406/T13.10%20M925i.pdf)

**Hoffman, PC; and LM, Bauman. 2013.** Strategies to improve milk yield of lactating dairy cows fed red clover silage. Prof. Anim. Sci. 19:178-187.

**Hristov, A; Oh, J; Firkins, JL; Dijkstra, J; Kebreab, E; Waghorn, G; Makkar, HP; Adesogan, AT. 2013.** SPECIAL TOPICS-Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. J Anim Sci 2019;10(1):120-148 143 ;91:5045-5069

**Lammers, BP. 1998.** Effects of accelerated growth rates, estrogen implants, and additional dietary protein in prepubertal heifers on growth, development, and subsequent milk production. PhD. Thesis. Pennsylvania State University. University Park, PA. J Dairy Sci 1999 Aug;82(8):1753-64.

**Lanuza, F. 2006.** Crianza de terneros y reemplazos de lechería. In Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. INIA. Chile. 170 p. Boletín INIA N° 148.

**MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2018.** Estadísticas de la Dirección General de Economía Agropecuaria. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Economía Agropecuaria. San Salvador El Salvador (en línea) consultado el 27 de marzo de 2018. Disponible en: [http://www.mag.gob.sv/download/anuario-de-estadisticas-agropecuarias-2017\\_2018/](http://www.mag.gob.sv/download/anuario-de-estadisticas-agropecuarias-2017_2018/)

**Morales, R; Ramírez, J. Edición 2014.** Optimización de la crianza de hembras de reemplazo de lechería. Osorno Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N°297, 96 pp.

**NRC (Nutrient requirement for Dairy). 2001.** (8th ed). National Academy press Washington. DC. (en línea) consultado el 10 de abril de 2018. Disponible en: <https://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NRC%202001.pdf>

**Silva, AL; Detmann, E; Rennó, LN; Pedroso, AM; Fontes, MMS; Morais, VC; Sguizzato, ALL; Abreu, MB; Rotta, PP; Marcondes, MI. 2018a.** Effects of rumen undegradable protein on intake, digestibility and rumen kinetics and fermentation characteristics of dairy heifers. Anim. Feed Sci. Tech. 244: 1-10.

**Silva, AL; Detmann, E; Dijkstra, J; Pedroso, AM; Silva, LHP; Machado, AF; Sousa FC; dos Santos, GB; Marcondes, MI. 2018b.** Effects of rumen-undegradable protein on intake, performance and mammary gland development in prepuberal and puberal dairy heifers. J. Dairy Sci. 101: 5991-6001.