

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**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.**

**POR:**

**CASTELLANOS GUTIERREZ, ZULEYMA ROXANA**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**INGENIERA AGRONOMA.**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, 04 DE MARZO DE 2024**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**Ing. Agr. JUAN ROSA QUINTANILLA**

**SECRETARIO GENERAL:**

**Lic. PEDRO ROSALIO ESCOBAR CASTANEDA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.**

**DECANO:**

**Ing. Agr. MAECE. NELSON BERNABE GRANADOS ALVARADO**

**SECRETARIO:**

**Ing. Agr. MSc. EDGAR GEOVANY REYES MELERA**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**Ing. Agr. MSc. ELMER EDGARDO COREA GUILLEN**

**DOCENTES DIRECTORES**

**Ing. Agr. Msc. ELMER EDGARDO COREA GUILLEN**

**Ing. Agr. MANUEL VICENTE MENDOZA**

**Ing. Agr. JUAN MILTON FLORES TENSOS.**

**COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**Ing. Agr. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA**

## RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental y de Practicas ubicada en el municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, entre los meses de febrero y mayo de 2020; y los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio de Química Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador, entre los meses de agosto a noviembre de 2021. Consistió en un experimento de alimentación para evaluar el efecto de dos niveles de proteína cruda (PC) y la adición de soya a ensilado de maíz sobre parámetros nutricionales y crecimiento de novillos encastados.

Para el estudio se utilizaron 16 terneros de encastes Brown Swiss – Brahman entre 5 a los 12 meses de edad y un peso entre las 103 y los 204 kg, dividiéndolos en 4 grupos con 4 terneros, cada uno con pesos promedios de grupo similares en un arreglo factorial 2 X 2 Para recibir dietas con dos tipos de forraje y dos niveles de PC formando 4 tratamientos: tratamiento 1 (T1) ensilado de maíz con 11.5% PC, Tratamiento 2 (T2) ensilado de maíz con 13% PC, Tratamiento 3 (T3) Ensilado de maíz – soya con 11.5% PC y el Tratamiento 4 (T4) Ensilado de maíz - soya con 13% PC. Las dietas contenían una relación de forraje a concentrado de 70:30 en materia seca (MS).

Los terneros fueron alimentados 2 veces al día a libre voluntad, la duración del experimento fue de 63 días dividido en 3 periodos de 21 días, la recolección de datos de cada periodo durante 6 días y una fase de adaptación con una duración de 14 días.

Se tomó el peso de los terneros al inicio y al final de cada periodo; durante los días de muestreo se recolectaban y pesaban las heces, orinas y rechazos; se tomaba una muestra de cada uno; se almacenaron a  $-4^{\circ}\text{C}$  para posteriormente realizar análisis de laboratorio.

Se determinó la materia seca en alimentos, rechazos y heces, concentraciones de Nitrógeno en las muestras frescas de heces, orinas y alimentos secos, concentraciones de PC en alimento y heces; FND y FAD en muestras secas de alimentos, rechazos y heces; y cenizas en alimentos. Se evaluaron las variables: Consumo de nutrientes, excreciones de nutrientes, digestibilidad de nutrientes, desempeño, parámetros sanguíneos, balance de nitrógeno. Los datos fueron analizados utilizando el software R en un modelo factorial de 2 x 2 con cuatro tratamientos. Las diferencias se consideraron significativas a una probabilidad menor de 5% ( $P<0.05$ ) y tendencias a menos de 10% ( $P<0.1$ ).

No hubo diferencias en consumo de nutrientes (MS, MO, FND, FAD) por efecto del forraje, pero un mayor nivel de PC (13%) resultó en mayores consumos de materia orgánica (MO) (4.6 vs 4.93 kg,  $P>0.05$ ) y proteína cruda (PC) (585 vs 687 g,  $P>0.01$ ) y tendencias a mayor consumo de materia húmeda, MS y de FAD comparado con 11% de PC.

La digestibilidad de nutrientes no fue afectada por el nivel de proteína ni por la fuente de forraje, Pero la digestibilidad de la PC aumentó con el nivel de PC 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.

El consumo de N aumento en tratamientos con mayor contenido (93.53 gr/d para 11% vs. 109.84 gr/d para 13% de PC  $P<0.05$ ); igual que la excreción de N en orina (g/d), el N retenido y el % de N en las heces ( $P<0.05$ ). El uso de follaje de soya también aumento en consumo de N ( $P<0.05$ )

En el desempeño se encontró un mayor costo de ración diaria en las dietas que contenían mayor nivel de proteína (13%) T2 y T4= \$1.52 en contraste con los tratamientos que únicamente contenían 11% de PC T1 y T3= \$1.35 ( $p=0.01$ ).

Se concluyó que el incremento de los niveles de proteína y la adición de follaje de soya no tuvo ningún efecto en el consumo de nutrientes; pero sí pudo observarse que el aumento de la proteína en la dieta de los novillos incremento el consumo de nitrógeno, la digestibilidad de la proteína y las retenciones de nitrógeno, aunque la eficiencia del uso de N ruminal fue mejor con 11% de proteína en la ración y con la inclusión del follaje de soya; también se observó una mayor digestibilidad de la proteína y retención de nitrógeno en las dietas que contenían soya.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios y María Auxiliadora** por ser consuelo y guía eterna en este y en cada proyecto que emprendo.

**A Mis Asesores** Elmer Edgardo Corea, Manuel Mendoza y Milton Flores Tensos por ayudarme durante toda la investigación científica. También a la estudiante Nena Merlos que me ayudo con mucha disposición durante la fase de campo.

**A Mi Familia** que ha sido mi apoyo incondicional durante toda la carrera.

## DEDICATORIA

**A mi familia** por el apoyo incondicional durante todos estos años, a Reyna Elizabeth Gutiérrez, Manuel de Jesús Castellanos y Brenda Lissethe Castellanos.

**A mis asesores** Elmer Edgardo Corea, Manuel Mendoza y Milton Flores Tensos por brindarme la oportunidad de trabajar con ellos con toda la disposición y la paciencia para ayudarme a lograr esta meta y por ser mis mentores y alimentar mis conocimientos durante estos años de carrera.

**Departamento de Química Agrícola** por permitirme realizar los análisis de laboratorio y transmitirme todos los conocimientos necesarios para la realización de los análisis químicos y por formar parte de este proceso para culminar la carrera y poder desarrollarme a nivel profesional, sus aportes a mis conocimientos han sido de gran valor.

**A mis amigos y compañeros** que han formado parte importante de este camino y me han apoyado en cada etapa, a Beatriz López Trejo, Ramfis Emmanuel López, Rodrigo Cáceres y en especial a mi novio Rolando Colorado que me ha impulsado a dar este último esfuerzo; también a mi querida y recordada compañera Mariela Renderos Duran (Q.E.P.D) a quien dedico este trabajo y mi carrera.

Zuleyma Roxana Castellanos Gutiérrez

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
1.INTRODUCCION.....	1
2.REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1.    Antecedentes.....	3
2.2.    Descripción de gramíneas.....	3
2.2.2 Maíz en la alimentación de ganado.....	5
2.3.    Descripción de las leguminosas.....	5
2.3.1 Leguminosas como alimento de ganado.....	6
2.3.2 Soya en la alimentación de terneros.....	7
2.4.    Requerimientos nutritivos en terneros.....	8
2.5.    Concentrado.....	9
2.6.    Ensilado.....	9
2.6.1 Proteínas en el ensilado.....	10
2.6.2 Ensilado de maíz.....	11
2.6.3 Ensilado de soya.....	11
2.6.4 Ensilado de maíz- leguminosas.....	12
2.6.4.1 Ensilado de maíz- soya.....	12
2.7.    Eficiencia en el uso de nutrientes en terneros.....	13
2.7.1 Importancia en la síntesis de proteína.....	13
2.7.2. Importancia de la proteína en la alimentación de animales en crecimiento.....	14
3. MATERIALES Y METODOS.....	16
3.1.    Ubicación y características climáticas:.....	16
3.2.    Animales:.....	16
3.3.    Descripción del estudio:.....	16
3.4.    Manejo de los animales:.....	17
3.5.    Tratamientos.....	18
3.6.    Toma de muestras y datos.....	20
3.6.1 Peso vivo.....	20
3.6.2 Alimento ofrecido y rechazado.....	20

3.6.3 Muestreo de alimentos .....	21
3.6.4 Muestreo de heces y orinas .....	21
3.6.5 Muestreo de sangre .....	22
3.7. Análisis y cálculos de laboratorio .....	22
3.8. Las variables (dependientes) evaluadas:.....	24
3.9. Modelo Matemático .....	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1. Consumo de nutrientes.....	25
4.2. Digestibilidades de nutrientes.....	26
4.3. Excreción de nutrientes.....	28
4.4. Balance de nitrógeno .....	28
4.5. Desempeño .....	30
4.6. Parámetros sanguíneos.....	31
5. CONCLUSIONES .....	33
6. RECOMENDACIONES .....	34
7. BIBLIOGRAFIA.....	35
8. ANEXOS ... ..	48

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de las dietas experimentales en porcentajes de la Materia Seca .	19
Cuadro 2. Consumo de nutrientes en novillos encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de maíz ( <i>Zea Mays</i> ) o de maíz-soya ( <i>Glycine Maz</i> ) en dos niveles de proteína.....	25
Cuadro 3. Digestibilidades de nutrientes en novillos encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de maíz ( <i>Zea Mays</i> ) o de maíz-soya ( <i>Glycine Max</i> ) en dos niveles de proteína.....	26
Cuadro 4. Excreción de nutrientes en terneros encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de maíz ( <i>Zea Mays</i> ) o de maíz-soya ( <i>Glycine Max</i> ) en dos niveles de proteína.....	28
Cuadro 5. Balance de nitrógeno en terneros encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de maíz ( <i>Zea Mays</i> ) o de maíz-soya ( <i>Glycine Max</i> ) en dos niveles de proteína.....	29
Cuadro 6. Desempeño de terneros encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de Maíz ( <i>Zea Mays</i> ) o de Maíz-soya ( <i>Glycine Max</i> ) en dos niveles de proteína..	30
Cuadro 7. Parámetros sanguíneos de terneros encastados alimentados con dietas basadas en ensilaje de Maíz ( <i>Zea Mays</i> ) o de Maíz-soya ( <i>Glycine Max</i> ) en dos niveles de proteína.....	31
Cuadro A-1. Balance de nitrógeno.....	48
Cuadro A-2. Nitrógeno en heces en gramos.....	48
Cuadro A-3. Nitrógeno en orina en gramos.....	48
Cuadro A-4. Nitrógeno retenido en gramos.....	48
Cuadro A-5. Porcentaje de nitrógeno en heces.....	48
Cuadro A-6. Porcentaje de nitrógeno en orina.....	48
Cuadro A-7. Porcentaje de nitrógeno retenido.....	49
Cuadro A-8. Cuadro Consumo tal como ofrecido.....	49
Cuadro A-9. Consumo de materia seca.....	49
Cuadro A-10. Consumo de materia seca por peso vivo.....	49
Cuadro A-11. Consumo de materia orgánica en kg.....	49
Cuadro A-12. Consumo de proteína cruda en gr.....	49
Cuadro A-13. Consumo de FND en kg.....	50
Cuadro A-14. Consumo de FAD en kg.....	50
Cuadro A-15. Digestibilidad de materia seca.....	50
Cuadro A-16. Digestibilidad de materia orgánica.....	50
Cuadro A-17. Digestibilidad de proteína cruda.....	50
Cuadro A-18. Digestibilidad de FND.....	50

Cuadro A-19. Digestibilidad de FND .....	51
Cuadro A-20. Excreciones de heces en kilogramos.....	51
Cuadro A-21. Excreciones de materia seca en kilogramos.....	51
Cuadro A-22. Excreción de materia orgánica.....	51
Cuadro A-23. Excreción de orina en litros según creatinina.....	51
Cuadro A-24. Ganancia de peso en gramos por día.....	51
Cuadro A-25. Conversión en kilogramos.....	52
Cuadro A-26. Costo diario de alimento.....	52
Cuadro A-27. Costo de alimento por kilogramo.....	52
Cuadro A-28. Nitrógeno ureico en sangre.....	52
Cuadro A-29. Urea en sangre en mg/dl .....	52
Cuadro A-30. Fosforo inorgánico en mg/dl en sangre .....	52
Cuadro A-31. Calcio en mg/dl en sangre.....	53
Cuadro A-32. Proteínas totales en mg/dl .....	53

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cosecha de Maíz.....	17
Figura 2. Cosecha de soya.....	17
Figura 3. Elaboración de ensilaje de maíz y maíz-soya.....	17
Figura 4. Silo de Maíz.....	17
Figura 5. Corral y jaulas metabólicas.....	18
Figura 6. Terneros alojados en las jaulas.....	18
Figura 7. Picado de heno.....	18
Figura 8. Elaboración de concentrado.....	18
Figura 9: Mezcla de ración total.....	19
Figura 10: Alimentación individual.....	19
Figura 11. Ofrecimiento de agua a los terneros.....	20
Figura 12. Pesaje de terneros en bascula.....	20
Figura 13. Mezcla de ración total.....	20
Figura 14. Rechazos por animal.....	20
Figura 15. Colección de orina.....	21
Figura 16. Colección de heces.....	21
Figura 17. Colección y pesaje de orina.....	21
Figura 18. Colección y pesaje de heces.....	21
Figura 19. Toma de muestra de sangre.....	22
Figura 20. Obtención del plasma sanguíneo.....	22

## 1. INTRODUCCION

En las ganaderías lecheras o de doble propósito las estrategias de manejo alimenticio implementadas persiguen la rentabilidad como fin último; para lograr esto se deben plantear metas en indicadores de producción láctea, desempeño reproductivo y crecimiento. Por esta razón las raciones ofrecidas deben contener niveles de proteína y energía adecuados a la vez que un contenido apropiado de fibra para obtener buenos consumos y digestibilidades y que permitan una ganancia óptima al menor costo posible.

La meta de peso vivo a lograr a los 6 meses es de 160-170 kg (29-30% del peso adulto); después de los 6 meses una limitación nutricional puede afectar la reproducción, el desarrollo armónico de la musculatura y el aparato óseo. La meta productiva para este periodo, es una ganancia de peso entre 0.65 y 0.75 kg/día. (Lanuza 2006).

Para lograr un buen ritmo de crecimiento en terneros, además de los forrajes de buena calidad (pradera, heno), se le debe suplementar con 1,5 a 2,0 kg/día de un concentrado de crecimiento con 16% de proteína cruda, y tener acceso a sales minerales y agua en forma permanente. Durante este período, si transcurre en el invierno, es posible también suplementar a los terneros con pequeñas cantidades de ensilado. (Lanuza 2006)

En becerros de menos de 100 kg el consumo de ensilado es mínimo (0.5-1.5 kg de materia seca por día), posteriormente el consumo aumenta hasta 1.5 a 2.5 kg. En animales mayores de 200 kg el consumo de ensilado no se ve limitado para lograr ganancias del orden de 500 a 650 gramos por día (Reyes y Meza S.f.)

El ensilado puede ser un forraje, residuos de cultivos, o subproductos agrícolas e industriales preservados por ácidos, ya sea agregados o producidos mediante fermentación natural (Schoonhoven *et. al.* 2005).

La principal limitación del ensilado de maíz es su bajo aporte de proteína pues se reportan valores de proteína cruda desde 8 hasta 10 % en base a materia seca (MS) y de energía digestible de 2,2 a 2,8 Mcal ED/kg de MS (Mora-Valverde 2010). No obstante, los requerimientos de proteína para animales en crecimiento son alrededor de 13% (NRC 2001)

El uso de la soya en proporciones hasta de 50% mejora el valor nutricional del ensilado aportando una mayor concentración de proteína cruda y energía digestible sin afectar negativamente el proceso de fermentación, obteniéndose también ensilado de excelente calidad organoléptica (Mora-Fuentes 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 y la excreción de nutrientes y el balance de nitrógeno en terneros mestizos.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. Antecedentes**

La alimentación de terneros a base de ensilado ha cobrado auge en estos últimos años. Las dietas a base de este producto son suministradas cada vez con más frecuencia, a animales jóvenes, como medio de suplir la escasez de pastos durante la sequía. El empleo de este tipo de dieta ha dado resultados favorables. Sin embargo, muy poco es conocido acerca del comportamiento del animal con los ensilados tropicales y las variaciones que este tipo de dieta provoca en los parámetros ruminales en nuestras condiciones (Aguilera, G. *et al.* 1978)

El enriquecimiento de forrajes de gramíneas con la adición de leguminosas ha sido descrito como una estrategia para mejorar la composición nutricional principalmente con respecto al incremento del contenido proteico y disminución de la fibra (Corea *et al.* 2010) Se ha establecido que la inclusión de leguminosas en los sistemas de producción de ganado, permite incrementar el consumo y la productividad lecheras en zonas templadas (Vanhatalo y Jaakkola, 2016) y tropicales (Reiber *et al.* 2012)

Estudios de alimentación en vacas en zonas tropicales han mostrado que las inclusiones de leguminosas forrajeras en las dietas de vacas aumentan el consumo y la producción (Castro *et al.* 2018), disminuyen el uso de proteína elegible para consumo humano por unidad de leche producida (Castro *et al.* 2019) e incrementan la eficiencia en el uso de nitrógeno, disminuyendo la polución (Corea *et al.* 2017). En todos estos casos con una disminución en los costos de alimentación.

Cultivos separados de maíz y leguminosas mezclados durante el ensilaje en proporción de 50:50 en volumen (ph entre 3,7 y 4,5; relación NH3: N<12,0) produjeron una fermentación aceptable; el contenido de proteína bruta aumento de 77 g/kg MS para ensilaje puro de maíz a 153 g/kg MS para la soja forrajera (Titterton y Bareeba 2001).

El efecto de la proteína proveniente de leguminosas en dietas de animales en crecimiento ha sido abordado en diferentes estudios mostrando mejoras en consumo y el crecimiento en novillas de carne (Waters *et al.* 2015) y corderos (Schneider *et al.* 2014).

### **2.2. Descripción de gramíneas**

Se estima que a nivel mundial se registran un poco más de 700 géneros y alrededor de 10,000 especies de gramíneas. Desde el punto de vista ecológico, las gramíneas representan uno de los grupos biológicos más ampliamente adaptados a diferentes

ambientes. Se distribuyen en comunidades desde la tundra ártica, los bosques templados y cálido-húmedos, las zonas áridas y semiáridas, hasta los hábitats acuáticos y marinos. (Dávila *et al.* 1995)

Además de su gran diversidad e importancia ecológica, representan uno de los grupos vegetales con mayor interés económico. Diferentes especies se utilizan como alimento para el hombre, como forraje para el ganado. En términos de producción agrícola mundial actualmente los primeros cuatro lugares corresponden a miembros de esta familia: maíz, trigo, arroz y caña de azúcar. (Dávila *et al.* 1995)

### **2.2.1 Gramíneas en la alimentación de ganado.**

Los pastos (gramíneas) son la base fundamental de todo programa de alimentación en ganadería de trópico, puesto que proveen al animal de nutrientes como carbohidratos, proteína, aminoácidos, minerales y vitaminas, entre otros. Es pues un alimento muy completo, pero al mismo tiempo el más económico de toda la dieta para un bovino. Por su parte, los forrajes son también una fuente de este tipo de nutrientes, pero en una forma más concentrada, de menor productividad y por tanto de mayor costo que los pastos, aunque igualmente económicos si se compara con alimentos procesados (Villacis 2019)

En la zona tropical, las gramíneas ofrecen la fuente más barata de nutrientes disponibles para la alimentación animal, pero existen factores limitantes muy importantes, como el bajo aporte proteico, altos valores de fibra, baja digestibilidad y con frecuencia graves deficiencias minerales. En consecuencia, son comunes los bajos niveles de producción, desde que la productividad de los animales a pastoreo está básicamente determinada por el consumo diario de energía y proteína (Gutiérrez D 2013)

Los rumiantes tienen la habilidad de convertir alimentos de baja calidad en proteína de alta calidad y de utilizar alimentos producidos en tierras que no son adecuadas para producir cultivos para el consumo humano (Varga 1997). Esto es posible gracias a que los microorganismos del rumen sintetizan y secretan un complejo enzimático de  $\beta$ -1-4 celulasas que permiten la hidrólisis de las paredes celulares de los forrajes. Sin embargo, la conversión real de los forrajes, especialmente los fibrosos, a productos animales no es muy eficiente. Solamente entre el 10 al 35% de la energía consumida se captura como energía neta porque entre el 20 al 70% de la celulosa no puede ser digerida por el animal. (Rosales y Pinzón 2005)

### **2.2.2 Maíz en la alimentación de ganado.**

El cultivo de maíz para la producción de forraje, constituye la forma más rápida de obtener altos tonelajes de materia seca y de calidad ideal para la alimentación de bovinos, cuando es ofrecido en forma de forraje fresco o ensilado. Por ser muy rico en sustancias azucaradas es un material que se conserva fácilmente, siguiendo las normas apropiadas de elaboración. (Boschini y Amador 2001). Es una especie forrajera destacada principalmente como fuente de energía en la alimentación animal porque presenta un alto volumen de forraje, un contenido de fibra cruda igual o superior a 18 %, y sobre todo porque presenta un contenido de nutrientes digestibles totales superior a 70 % en base seca. (Vinueza 2020).

Para forraje provee un alto rendimiento de biomasa por unidad de área, desde 40 a 95 t/ha en un corto tiempo, y el valor nutritivo va de bueno a excelente, dependiendo de la etapa de crecimiento en que se encuentre el cultivo en el momento de la cosecha. El contenido de materia seca varía de 15 a 25 % en la planta verde y la composición química es de 4 a 11 % de proteína cruda, 1 a 3,5% de extracto etéreo, 27 a 35% de fibra cruda, 34 a 55% de extracto libre de nitrógeno y de 7 a 10% de cenizas, en la materia seca. (Boschini y Amador 2001)

Cuando el maíz está entre el estado lechoso y pastoso duro, la planta está en su condición óptima para la cosecha y conservación. El contenido de materia seca es de 25 a 31%, 5,7 a 6,7% de proteína cruda, 55 a 59% de fibra neutro detergente, 36% de fibra ácida detergente y 67% de digestibilidad in vitro de la materia seca (Boschini y Amador 2001). La planta de maíz produce, en promedio, más materia seca y nutrimentos digestibles por unidad de superficie que otros forrajes. En climas templados es comúnmente usado para hacer ensilaje. En síntesis, desde el punto de vista nutricional, el maíz es un alimento energético muy valioso en la alimentación animal. (Vinueza 2020).

### **2.3. Descripción de las leguminosas**

Las leguminosas son una familia amplia que se caracteriza por su fruto en forma de legumbre, donde se alojan las semillas. Las leguminosas son plantas de las que se utilizan sus semillas para la alimentación tanto animal como humana. Son una buena fuente proteica e interesan también por su bajo contenido lipídico y el tipo de fibra dietética que contienen. Otros aspectos de interés son su adaptación a suelos y climas poco favorables y su papel en la rotación de cosechas por su capacidad para fijar

nitrógeno al suelo, gracias a la simbiosis con diversas bacterias radiculares. (Alonso *et al.* 2010)

Las leguminosas forrajeras hacen parte de la familia de las fabáceas, las cuales contemplan alrededor de 20.000 especies, que pueden ser anuales o perennes, herbáceas, tipo arbusto o árboles, con adaptación específica a determinadas condiciones. según el repositorio de la FAO, se tiene que son 169 las especies de leguminosas que son utilizadas como forrajeras. (Capella *et al.* 2019)

En la zona tropical, las gramíneas ofrecen la fuente más barata de nutrientes disponibles para la alimentación animal, pero existen factores limitantes muy importantes, como el bajo aporte proteico, altos valores de fibra, baja digestibilidad y con frecuencia graves deficiencias minerales. En consecuencia, son comunes los bajos niveles de producción. El suministro de fuentes proteicas es relativamente costoso; comparadas con especies de gramíneas tropicales, las leguminosas son especies capaces de sintetizar altos niveles de proteína cruda con una tasa relativamente baja de disminución de este componente en la medida que la planta madura, no solo los contenidos proteicos de las leguminosas son altos, si no, también los valores de digestibilidad superan los señalados en muchas gramíneas tropicales, por lo cual el aporte energético de las leguminosas pudiera ser mayor que el de las gramíneas. (Gutiérrez A 2013)

### **2.3.1 Leguminosas como alimento de ganado**

Cuando se piensa en un sistema sostenible para producir leche y carne, en el cual se utilice como alimento fundamental el pasto, es necesario la presencia de las leguminosas, debido a que además de mejorar el valor nutritivo de la dieta, tienen la capacidad de establecer una relación simbiótica con microorganismos capaces de fijar el nitrógeno atmosférico y transformarlo en formas asimilables para las plantas; esa característica no sólo beneficia a las leguminosas que la poseen, sino a las gramíneas y otras familias que crecen a su lado. De ahí que las asociaciones gramíneas-leguminosas, sean esenciales para la ganadería mundial a base de pastos y forrajes. (Sánchez *et al.* 2007)

En un estudio Mejias *et al.* Analizaron el desarrollo de novillas 30 novillas cruzadas (Holstein x cebu) de 12 semanas con un peso promedio de 170 kg al pastar una asociación de gramíneas (Pennisetum/ cuba CT-115) y leguminosas (*Glycine/ Neonotonia wightii* y *Leucaena leucocephala*) contra otro grupo de animales con las mismas características, pero alimentadas únicamente con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en un diseño completamente al azar. El balance forrajero reflejó que en el grupo que

pastó la multiasociación, la oferta de MS fue superior a 5 kg/100 kg de peso vivo en época lluviosa y seca. Esto no ocurrió en el sistema con la gramínea sola. El incremento diario de peso vivo difirió ( $P < 0.001$ ), y fue mayor en las novillas que pastaron en el sistema asociado. El perímetro torácico se incrementó en el grupo asociado ( $P < 0.001$ ), siendo superior en 3.5 cm (15.7 cm vs 12.1 cm). Este grupo reflejó, además, su superioridad en el plano de alimentación. Los resultados indicaron que el CT-115, asociado con leguminosas y manejo rotacional, equilibró la oferta de MS en ambas épocas, y mostró un buen potencial para la ganancia de peso vivo. Este superó los 500 g/d, lo que se corresponde con un buen crecimiento y desarrollo para esta etapa de hembra bovina. (Díaz *et al.* 2004)

Los sistemas de producción de leche a pastoreo con asociaciones de gramíneas mejoradas y leguminosas nativas ofrecen un potencial productivo todavía poco explorado en los trópicos y en casos específicos se conoce que algunos factores pueden afectar ese potencial que básicamente radica en el aporte de nitrógeno biológico de las leguminosas a las gramíneas y su conversión en proteínas y otros nutrientes digestibles que influyen decisivamente en el consumo de toda la ración e incrementan el rendimiento lechero de los animales. (Álvarez *et al.* 2019)

### **2.3.2 Soya en la alimentación de terneros**

Es posible utilizar el cultivo de soya como una especie forrajera, tanto para pastoreo directo como para heno y ensilaje. La soya puede brindar una alta disponibilidad de forraje de muy buen valor nutritivo, a niveles comparativos al de una pastura de alfalfa y que para producción de leche puede constituir una opción de mejor calidad que los tradicionales sorgos forrajeros. En el caso del pastoreo si bien el rendimiento incrementa con la altura (60 cm) a 45 cm se obtiene el mejor valor nutritivo y una utilización más homogénea de hojas y tallos. Para un heno de calidad, se debe partir de un cultivo con abundantes hojas y tallos tiernos. Con respecto al ensilaje, la información disponible es escasa, aunque indica un recurso de valor nutritivo interesante para producción de leche. (Gallardo *et al.* 2003)

La soya (*Glycine max L. Merr.*) es la principal fuente de proteína vegetal y un componente importante de los alimentos balanceados (concentrados) que se usan para la nutrición animal en el mundo. Es importante señalar que la mejor variedad forrajera de soya, es aquella que produce más semilla, ya que esta parte de la planta es la que contiene la materia seca más rica en grasa y proteína; por lo tanto, aquellas prácticas culturales que

se usan para producir semilla, servirán también para producir el forraje. (Tobía *et.al.* 2007) puesto que en esta parte de la planta se concentra la mayor parte de la MS con mejor calidad nutricional. (Tobía 2004)

Las leguminosas son consideradas materiales difíciles para ensilar. Esto se debe principalmente a su bajo contenido de carbohidratos solubles y a su alta capacidad alcalinizante (Tobía 2003).

#### **2.4. Requerimientos nutritivos en terneros**

El ternero recién destetado consumirá entre el 0.5 a 1.5% de su peso corporal en materia seca por lo tanto la ración debe ser de alta concentración de nutrientes. En general la dieta debe contener alrededor de un 15% de proteína cruda, 2.6 Mcal/kg EM base seca, y aproximadamente 68% de NDT; dado que el animal se encuentra en las etapas iniciales de crecimiento, el músculo es el principal componente de la ganancia de peso vivo, lo cual tiene dos consecuencias directas: mayores exigencias de proteína por kg de peso vivo producido y mejor eficiencia de conversión del alimento respecto a etapas posteriores de desarrollo. (Rosas y Teixeira 2007)

La proteína consumida por los rumiantes es degradada por las bacterias y protozoarios en el retículo-rumen. Una fracción de la proteína del alimento escapa al rumen, pero el resto es degradado a péptidos, aminoácidos libres, que son atacados por enzimas y finalmente, se libera amoníaco. Estos subproductos son utilizados para la síntesis de proteína por los microorganismos ruminales. La proteína microbiana más la proteína que escapa al rumen (llamada proteína sobrepasante o de sobrepaso ruminal) proveen de aminoácidos al animal; cuando la degradación de la proteína es rápida, los microorganismos ruminales no pueden utilizar todos los péptidos, aminoácidos y amoníaco liberados y entonces más proteína es degradada que sintetizada, constituyendo una pérdida de proteína (en forma de amoníaco). (Rosas y Teixeira 2007)

Los rumiantes son animales capaces de utilizar una gran variedad de fuentes nitrogenadas gracias a la simbiosis con los microorganismos del rumen. De esta manera, pueden ser degradados desde compuestos nitrogenados con un gran peso molecular y estructura compleja (proteínas animales), hasta compuestos simples de estructura sencilla (urea, sales de amonio). La cantidad y velocidad con la que una fuente de nitrógeno es degradada en el rumen depende de las características físico-químicas de dicho compuesto y de las condiciones del medio ruminal. (Haro y Haro 2007)

## **2.5. Concentrado**

Se denominan así porque tienen gran cantidad de elementos nutritivos en relación a su peso. Aquí se incluyen todos los granos de cereales y sus harinas (maíz, cebada, trigo, avena, sorgo, centeno, etc.), los granos de leguminosas, las tortas o harinas de oleaginosas y los propios granos de oleaginosas (soja, girasol, etc.) y todos los piensos compuestos. Son prácticamente los mismos alimentos que por lo general consumen los humanos, pero transformados para su uso en ganadería. (Caravaca 2001)

En el sector pecuario se generan diferentes tipos de dietas y existen dos tipos de alimentos balanceados, los complementarios “son aquellos que están formulados para combinarse con otras materias primas. Estos piensos se combinan con forraje y son utilizados frecuentemente en caballos y animales rumiantes. (Maya 2016)

Atendiendo a su contenido general de nutrientes, y a qué tipo de nutriente predomina en los mismos (lo que está muy ligado a la composición nutritiva) se pueden clasificar en:

1. Alimentos energéticos: la cantidad de energía que aportan estos alimentos es comparativamente mayor que la cantidad de proteína.
2. Alimentos proteicos: la fracción de proteína predomina sobre la fracción energética
3. Alimentos equilibrados: generalmente son piensos compuestos destinados a la producción. Por regla general son mezclas de concentrados que han sido diseñadas para que el animal no necesite de otros alimentos ya que satisfacen todos los requerimientos de éstos. En rumiantes esta definición no sería del todo correcta, ya que además necesitan una base forrajera.
4. Alimentos minerales y correctores. No contienen energía o proteína, pero aportan los minerales necesarios para equilibrar los minerales en las distintas dietas del ganado. Se pueden incluir aquí otros productos que contienen vitaminas o aminoácidos esenciales que permiten corregir las deficiencias que de estos nutrientes puedan existir en las raciones. Por lo general se suelen comercializar conjuntamente este tipo de productos en forma de los conocidos correctores minerovitamínicos (CMV), de elevado precio, que se incluyen en las raciones en proporciones muy bajas. (Caravaca 2001)

## **2.6. Ensilado**

Aunque se dispone de diferentes tecnologías de conservación para atenuar los efectos negativos de la estacionalidad forrajera, predomina el proceso de ensilaje por la facilidad de realizarlo en cualquier época del año y por su baja demanda en infraestructura. El ensilaje es un método de conservación de pastos y forrajes basado en la fermentación

anaeróbica de la masa forrajera que permite mantener durante periodos prolongados de tiempo la calidad que tenía el forraje en el momento del corte. (Matta 2005).

Para tener éxito con el ensilado y obtener un producto de alta calidad se debe prestar atención a varias características de la planta, como la digestibilidad, puesto que algunas partes de la planta que son poco digestibles reducen el valor nutritivo total. Muchas de estas partes tienen un contenido alto de componentes de la pared celular, especialmente lignina, la que predomina en el tallo o caña. Por ello, es importante tener en cuenta el estado fenológico en el cual se corta el material a ensilar. (Ashbell et. al. s.f). El termino fenología es derivado de las palabras griegas *phaino* que significa aparecer y *logos* que significa tratado o estudio. De tal manera, que puede definirse como el estudio del tiempo en que ocurren eventos biológicos, las causas de su tiempo con respecto a fuerzas bióticas y abióticas y la interrelación entre fases ya sea de la misma especie o diferente (Ibarra et. al. 2015). Para una buena producción del ensilaje es importante seleccionar los materiales genéticos, donde la madurez influye en el aumento de la digestibilidad de las plantas, por lo tanto, es conveniente realizar la cosecha cuando los ejemplares presentan mayor cantidad de granos y contienen la mayor cantidad de energía que incrementa el rendimiento de la leche. La fenología se encarga de estudiar el orden temporal de las diferentes fases periódicos de las plantas y su relación con el clima y el tiempo atmosférico. (González et. al. 2022)

### **2.6.1 Proteínas en el ensilado**

Las materias nitrogenadas de las plantas están constituidas en su mayor parte por proteínas (70-80% del total) y en menor cuantía por aminoácidos libres, aminos y de formas minerales (iones nitrato y amonio). Las proteínas se degradan a formas más simples del tipo aminoácidos y aminos, entre otros. Las proteasas hidrolizan las proteínas vegetales en péptidos y aminoácidos. Esta proteólisis disminuye a medida que el medio se acidifica, y se detiene cuando el pH desciende por debajo de 4. Esto explica que, incluso en buenos ensilados, el contenido de nitrógeno soluble sea mayor que el de la planta verde y que pueda representar más del 50% del nitrógeno total (Mier 2009).

Uno de los problemas de los ensilados como fuentes de proteína estriba en que además de existir en términos cuantitativos una deficiencia de proteína bruta digestible y un excedente de energía metabolizable la proteína del ensilado está compuesta en una gran proporción de proteína rápidamente degradable, lo cual provoca una falta de sincronización con la energía disponible, que se traduce en una reducción en la eficiencia

en la síntesis microbiana y en la utilización del nitrógeno y de la energía metabolizable (FAO. s.f.).

### **2.6.2 Ensilado de maíz**

El maíz debe ser recolectado con un contenido en MS superior al 25% se conserva bien sin necesidad del empleo de aditivos, pues las pérdidas por jugos son casi siempre nulas y las pérdidas por mohos son generalmente débiles, siempre que el consumo del ensilado permita un avance del frente de ataque suficientemente rápido, (10 cm/día en invierno, 20 cm/día en verano), es necesario recolectarlo en un adecuado estado de desarrollo del grano, ya que la mitad de la materia seca de la planta procede de este, que a su vez es dos veces más rico en energía que el tallo y las hojas (Mier 2009).

La utilización de ensilados inoculados con probióticos y con un suplemento nitrogenado de lento consumo producen mejoras de la respuesta productiva de bovinos de engorde. La utilización de los probióticos incrementa significativamente la degradación ruminal del forraje, formando una cantidad significativamente mayor de proteína bacteriana (Galina *et al.* 2009)

La presencia del inóculo bacteriano más urea en el ensilado de maíz, incrementan de forma significativa el ácido acético y proteína bruta, esto gracias a la adición de la urea y para etanol y capacidad tampón este último parámetro se debe a que la urea al transformarse en amoníaco va neutralizando los ácidos orgánicos que se producen. (Mier 2009).

Desde el punto de vista nutricional, presenta como atributo al ser incluido en las raciones de los rumiantes, el aporte de una considerable concentración energética (1,49 Mcal/ENL) y, como limitante, el suministro de bajas cantidades de proteína cruda (7 %) (Tobía *et. al.* 2007).

### **2.6.3 Ensilado de soya**

La soya como toda leguminosa, presenta por lo general bajos contenidos de azúcares solubles y alta capacidad buffer, estas características hacen que la planta entera de soya sea considerada un material difícil de ensilar. La planta entera de soya, presenta como ventajas el aporte de altos contenidos de proteína cruda (20% MS), con adecuadas concentraciones de energía (1.40 Mcal/ENL) y calcio (Tobía *et. al.* 2007).

El uso del ensilado de soja representa una alternativa para aumentar el contenido de proteínas de la dieta, proporcionando mayores cantidades de calcio y fósforo, reduciendo

los costos de producción a través de una menor necesidad de suplementación con concentrado de proteínas. Sin embargo, hay factores que dificultan la conservación de la soja como ensilaje, como la baja concentración de materia seca y alto contenido de proteína, aceite y materia mineral en el momento de la cosecha, que lo caracteriza como difícil ensilaje de forraje debido a su alta capacidad de amortiguación. El uso de aditivos como la melaza y los inoculantes microbianos son una opción para mejorar la fermentación. perfil y reducción de pérdidas durante la fermentación proceso (Sampaio *et. al.* 2015).

#### **2.6.4 Ensilado de maíz- leguminosas**

La asociación maíz: vigna, mejora el contenido de proteína en el ensilado en 24,3% (PC en el ensilado de maíz en monocultivo = 8,4% MS), lo que podría favorecer un mejor aprovechamiento del contenido ruminal, por una mejor relación energía: proteína siendo el 26,3% de la proteína cruda total degradada en el rumen, el 53,3% es insoluble aprovechable, y con características indegradables e indigeribles el 20,4% restante. (Rojas *et.al.* 2009).

En una investigación se observaron aumentos de peso que van desde 560 a 680 g/día para novillos cebú que reciben ensilado de soja intercalada con maíz, y de 248 a 265 g/día para aquellos alimentados solo con ensilado de maíz. Los autores atribuyeron la diferencia de ganancia al mayor contenido proteico del ensilado de soja intercalado con maíz en relación con el exclusivo ensilado de maíz (Sampaio *et. al.* 2015).

##### **2.6.4.1 Ensilado de maíz- soya**

Una alternativa en el trópico para lograr la conservación ácida de forraje de soya que es conservada en estado R6, con altos rendimientos de materia verde/ha. (Tobía *et. al.* 2007). El estado R6 es el estado reproductivo donde la semilla está completamente desarrollada; Posee una vaina en cualquiera de los cuatro nudos superiores del tallo principal contiene semillas verdes que llena la cavidad de dicha vaina, con hojas totalmente desplegadas. (IIP, 2011).

Puede conservarse mediante la combinación de este forraje con la planta entera de maíz a la hora de hacer el silo. El maíz complementaría las deficiencias de carbohidratos solubles que presenta el forraje de soya, además de incrementar las toneladas de material ensilado por superficie en la finca. Este material ensilado maíz-soya a partes

iguales, tendría aproximadamente 14 % de proteína cruda, con una concentración energética de 1,40 (Mcal/kg MS de ENL), aproximadamente. (Tobía *et. al.* 2007).

La sustitución parcial del alimento balanceado (18% PC) por el silaje de maíz – soya permite disminuir en 2% los costos del componente alimentación; de igual manera, el aporte de proteína y energía proveniente del ensilado de maíz – soya en vacas con alto potencial genético, permiten incrementar sus niveles de producción. (Tobía *et. al.* 2007).

## **2.7. Eficiencia en el uso de nutrientes en terneros**

El uso eficiente de los recursos relacionados con la alimentación de los bovinos, implica el aporte de nutrientes en cantidad y calidad, y el balance entre ellos de acuerdo al nivel de producción buscado. Después de agua y la energía, las proteínas suelen constituir una de las principales limitantes en la nutrición animal. (Mac Loughlin 2010).

### **2.7.1 Importancia en la síntesis de proteína**

La proteína de la dieta es particularmente vulnerable a la fermentación ruminal. El amoníaco es el principal compuesto nitrogenado que utilizan los microorganismos para la síntesis de aminoácidos y proteínas; para esto se requiere suficiente energía o carbohidratos; el exceso de amoníaco liberado en el rumen es absorbido por la sangre y es conducido al hígado en donde se forma urea, la cual se puede reciclar en la saliva o eliminarse a través de la orina (Lanuza 2006).

La estructura de las proteínas de la dieta define su degradación en el rumen y su aporte concreto al nitrógeno (N) disponible para los microorganismos. La velocidad y extensión de la degradación de la proteína de la dieta depende de los factores descritos anteriormente. (Rodríguez *et al.* 2007).

Los requerimientos de proteína de las terneras, al igual que para otros animales, se pueden subdividir en aquella requerida para mantenimiento y aquella requerida para crecimiento. Los requerimientos de mantenimiento constituyen pérdidas obligatorias de nitrógeno, mientras que de los de crecimiento se refiere al nitrógeno retenido en los tejidos (Salazar 2013).

La proteína consumida por los rumiantes es degradada por las bacterias y protozoarios en el retículo-rumen. Una fracción de la proteína del alimento escapa al rumen, pero el resto es degradado a péptidos, aminoácidos libres, que son atacados por enzimas y finalmente, se libera amoníaco. Estos subproductos son utilizados para la síntesis de proteína por los microorganismos ruminales. La proteína microbiana más la proteína que escapa del

rumen proveen de aminoácidos al animal; cuando la degradación de la proteína es rápida, los microorganismos ruminales no pueden utilizar todos los péptidos, aminoácidos y amoniaco liberados y entonces más proteína es degradada que sintetizada constituyendo una pérdida de proteína en forma de amoniaco (Mejía y Mejía 2007).

### **2.7.2. Importancia de la proteína en la alimentación de animales en crecimiento**

Excepto por el agua, el primer requerimiento de un animal es por energía. La proteína es el segundo componente nutricional más importante de la dieta y regularmente recibe la mayor atención ya que es el componente más caro de la ración para la ternera (Elizondo 2013).

La proteína del alimento debe ser altamente digestible en el intestino delgado, puesto que el ternero se encuentra en una etapa de rápido crecimiento. Ofrecer la cantidad y calidad de sus requerimientos es de vital importancia en la vida futura del animal (Hortigüela *et. al.* 2017).

Todas las proteínas están constituidas a partir de 20 aminoácidos (AA), unidos covalentemente en secuencias lineales. De estos 20 AA, diferentes organismos pueden producir una diversa gama de productos como enzimas, hormonas, anticuerpos, tejido muscular, cuernos, pezuñas, proteínas de la leche y otras sustancias con distintas actividades biológicas (Salazar 2013).

los requerimientos de proteína para mantenimiento de la ternera es una función de dos factores: Pérdidas por N metabólico fecal y Perdidas por N endógeno urinario. El N metabólico fecal es aquel que se encuentra en las heces pero que no es de origen dietético. Este N proviene de tejido que se desprende del tracto gastrointestinal con el paso de alimento, de residuos bacteriales, y de secreciones digestivas (Elizondo 2013).

Los machos de razas pequeñas desde los 100 kg a 200 kg de peso vivo presentan los siguientes requerimientos nutricionales: ganancia de peso de 500g a 700g; energía metabolizable (EM) de 6.54 Mcal a 10.45 Mcal, Energía digerible (ED) 7.56 Mcal a 12.18 Mcal; Proteína de ingesta degradable (DIP) 41g a 213g, Proteína de ingesta no degradable (UIP) 287g a 345g y proteína cruda (PC) 392g a 601 g; Calcio de 16 g a 20 g y el Fosforo (P) de los 8 g a los 13 g. (National Research Council 1989).

A los rumiantes les cuesta digerir forrajes bastos con menos del 7% de proteína, ya que es limitada la multiplicación de microorganismos en el rumen, frenando el pasaje del forraje seco en el trato digestivo, y reduciendo el consumo. Animales de 150 – 250 kg tienen requerimientos medios de proteína cruda (PC) de 13% a 16%, menor proporción de

energía destinada a mantenimiento y una alta capacidad de respuesta luego de un periodo de restricción (crecimiento compensatorio). (Luzardo *et. al.* 2010)

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. 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 promedio 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 *et. al* 2017)

#### **3.2. 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.

#### **3.3. 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 (figura 1) y 1.0 ha para Soya (*Glycine max*) variedad CENTA Guatemala 2 (figura 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 (figura 3). Los ensilados se conservaron durante 3 meses antes de su utilización en el ensayo (figura 4).



Figura 1. Cosecha de Maíz



Figura 2. Cosecha de soya



Figura 3. Elaboración de ensilaje de maíz y maíz-soya



Figura 4. Silo de Maíz.

### 3.4. 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 (figura 5 y 6).



Figura 5. Corral y jaulas metabólicas.



Figura 6. Terneros alojados en las jaulas.

### 3.5 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. (Figuras 7 y 8).



Figura 7. Picado de heno.



Figura 8. Elaboración de concentrado.

Los componentes de la dieta fueron mezclados manualmente (figura 9). El alimento ofrecido fue ajustado semanalmente a 110% del consumo de la semana anterior (Figura 10). 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



Figura 9: Mezcla de ración total.



Figura 10: Alimentación individual.

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 maiz	Ensilado de maiz	Ensilado de maíz/soya	Ensilado de maíz/soya
Proteína	11.5 % PC	13 % PC	11.5 % PC	13% PC
<b>% DE LA MATERIA SECA</b>				
Soya	8.7	13.4	0.0	3.7
Salvado 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
<b>TOTAL CONCENTRADO</b>	<b>30.8</b>	<b>31.0</b>	<b>30.9</b>	<b>30.8</b>
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
<b>TOTAL FORRAJE</b>	<b>69.2</b>	<b>69.0</b>	<b>69.1</b>	<b>69.2</b>
<b>TOTAL DIETA</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>COMPOSICIÓN DE LA DIETA, CONCENTRACIONES NUTRIENTES EN LA MS</b>				
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
<b>COSTO POR KG (\$)</b>	<b>1.75</b>	<b>2.01</b>	<b>2.23</b>	<b>1.69</b>
Foraje %	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, cuadro1) Se proporcionó agua limpia a libre voluntad durante el día (Figura 11).

### 3.6. Toma de muestras y datos

#### 3.6.1 Peso vivo.

El peso vivo (PV) de los animales se tomó durante dos días consecutivos al inicio y al final de cada periodo; este dato se tomaba durante la mañana aproximadamente a las 8:00 am previo a la alimentación con una báscula animal (Sipel, BH 60, Rosario, Argentina). (figura 12)



Figura 11. Ofrecimiento de agua a los terneros.



Figura 12. Pesaje de terneros en bascula

#### 3.6.2 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. (Figura 13 y 14)



Figura 13. Mezcla de ración total.



Figura 14. Rechazos por animal.

### 3.6.3 Muestreo de alimentos

Se tomaron muestras de 500 g de ensilado de maíz, ensilado de maíz-soya, concentrados, heno, raciones totales y rechazos, diariamente durante 6 días en cada semana de muestreo; las muestras 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.

### 3.6.4 Muestreo de heces y orinas

Durante los 6 días de la semana 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 (figura 16). 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 (figura 15). Las heces y orinas colectadas se pesaban a las 8:00 am (figuras 17 y 18).



Figura 15. Colecta de orina



Figura 16. Colecta de heces



Figura 17. Colecta y pesaje de orina



Figura 18. Colecta y pesaje de heces

Se tomo una muestra de 200 g de heces frescas en bolsas plásticas y 2 muestras de orinas de 15 ml. 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  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis.

### 3.6.5 Muestreo de sangre

Para el análisis de parámetros sanguíneos 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 dividió la muestra para obtener el plasma sanguíneo por medio del método de centrifugación. Se almacenaron a  $-20^{\circ}$  hasta su análisis (Figuras 19 y 20).



Figura 19. Toma de muestra de sangre.



Figura 20. Obtención del plasma sanguíneo.

### 3.7. 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 unieron las muestras de orina mezclando las seis para obtener una muestra representativa por animal y período de muestreo.

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  $60^{\circ}\text{C}$  durante 72 h; a excepción de las heces que fueron secadas por 96 h aproximadamente; colocando 200g 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, 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  $\alpha$ -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, 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) se determinó durante cada periodo experimental 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 la ingesta diaria 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).

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

### **3.8. Las variables (dependientes) evaluadas:**

1. Consumo. MS, MO, N, PC, FND, FAD.
2. Digestibilidad. materia seca, materia orgánica, proteína cruda (N), FND, FAD.
3. Excreción. materia seca, materia orgánica, proteína cruda (N), FND, FAD.
4. Balance de nitrógeno.
5. Desempeño
6. Parámetros sanguíneos

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)

### **3.9. 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 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,  $\mu$  = 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  $P < 0.05$ .

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. 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,  $P > 0.05$ ) y PC (585 vs 687,  $P > 0.01$ ) 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 Maz*) 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. Nosotros, no observamos 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. Nuestros resultados 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).

#### 4.2. Digestibilidades 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-Montoya 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-Montoya *et al.* (2018) compararon la respuesta al uso de ensilado de sorgo solo o con *Canavalia ensiformis* en dietas de vacas lecheras, ellos no encontraron diferencias en la digestibilidad, sin embargo, 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*.

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 mugo*) a dietas basadas en paja de arroz. Koralagama *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 *et al.* (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 el incremento de proteína fue muy pequeño para detectar alguna diferencia.

### 4.3. Excreción de nutrientes

No se observan diferencias significativas en la excreción de nutrientes a razón del forraje utilizado ni tampoco por el nivel de proteína ofrecido (Cuadro 4).

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 (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

Este resultado es similar a lo presentado por Tieri *et al.* (2010) quienes probaron diferentes niveles de proteínas (de 13% a 17% PC); en el desarrollo en terneros post destete y recría, donde ellos no encontraron respuestas significativas en las excreciones de nutrientes (MS, FAD Y FND).

Contrariamente, Salcedo (2008) determinó el volumen y contenido de N de las heces y orinas de vacas en lactancia alimentadas con dietas de pastoreo y ensilados. Las vacas alimentadas con ensilados de maíz y alfalfa obtuvieron una mayor cantidad de excreciones siendo  $4.9 \pm 1.2$  kg/d; las heces están relacionadas negativamente con la concentración de FND del forraje; esto puede deberse al consumo de materia seca que está estrechamente relacionado con el contenido de esta; en el caso de la orina esta disminuye conforme incrementa la concentración de FND posiblemente debido al menor porcentaje de agua y de proteína. En el estudio actual, ni la inclusión de soya en el ensilado de maíz ni el cambio de PC en la dieta afectaron la excreción de nutrientes.

### 4.4. 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 en heces no se detectaron diferencias (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). Mientras que las estimaciones de N retenido no mostraron diferencias significativas.

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 es significativamente 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  $P < 0.05$ ). El N retenido no incrementó por efecto de ninguna de las dos variables.

Las excreciones de N en heces no son significativas en ninguno de los casos. Similarmente Castro y Dickhoefer (2018) en un estudio sobre alimentación de rumiantes con ensilados de leguminosas tropicales en su consumo, digestibilidad y rendimiento; 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. 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 orinas y heces se obtuvieron respuestas lineales frente al aumento de nitrógeno consumido como en el caso de la corriente investigación.

Por otra parte, Santana *et. al* (2019) en un estudio en el que evaluaron los efectos de la alimentación con la mezcla de ensilado de forraje King Grass y follaje de leguminosas arbustivas de ramoneo (*Leucaena* o *Gliricidia*). Obteniendo una mayor ingesta de N en las ovejas alimentadas con la mezcla de forraje y leguminosas. Pero de nuevo, la mayor ingesta de los ensilajes que contenían leguminosas condujo a un mayor contenido de N en las heces de las ovejas.

#### 4.5. 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 numero 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 intercalado 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. 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 rendimiento por encima del costo 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 reflejó un mejor retorno. Los autores reportan que los 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.

#### 4.6. 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-Vega *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. argentea*. 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 nitrógeno 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.

## 5. 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.

## **6. RECOMENDACIONES**

Para obtener resultados más tangibles en el desempeño, se debe utilizar la complementación con follaje de soya en situaciones donde los recursos forrajeros sean inferiores en calidad nutricional al ensilado de maíz como serían pastos, forrajes de corte o rastrojos.

Programar adecuadamente el estado fenológico de los cultivos que usaran en una complementación con follaje de soya. Esto implica, el conocimiento de la evolución de las etapas fenológicas en el tiempo, la prevención de eventos climáticos como sequía y el correcto cálculo de los porcentajes de gramínea y leguminosa

## 7. BIBLIOGRAFIA

- Abendroth LJ; Elmore RW; Boyer MJ; Marlay SK. 2011. Corregimiento 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](https://www.researchgate.net/publication/280092215_In_Corn_Growth_and_Development).
- Aguilera, G; Gutiérrez, A; Rosario, E. 1978. Influencia de una dieta a base de ensilaje de hierba elefante napier (*pennisetum purpureum, schumach*) sobre algunos parámetros ruminales en terneros f-1 (*holstein x cebu*) (en línea). Perico, Cuba. Pastos y forrajes, [s.l.], v. 1, n. 1. Consultado 13 sep. 2021. Disponible en [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=1776](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=1776)
- Alonso, B; Rovir, R; Vegas, C; Pedrosa, M. 2010. Papel de las leguminosas en la alimentación actual. Actividad dietética. ICATN, CSIC (en línea). Madrid. España. 4(2), 73. Consultado 2 jul. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1138032210700146>
- Álvarez, C; Armas, P; Viera, R. 2019. Manejo de asociaciones gramíneas-leguminosas en pastoreo con rumiantes para mejorar su persistencia, la productividad animal y el impacto ambiental en los trópicos y regiones templadas (en línea). Azuay. Ecuador. Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal. 2(2), 1-31. Consultado 18 oct. 2021. Disponible en <http://revistaecuadorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/72>
- Ashbell, G; Weinberg, Z. s.f. Estudio 7.0 Ensilaje de cereales y cultivos forrajeros en el trópico (en línea). Bet Dagan. Israel. Forage Preservation and By-Products Research Unit. Agricultural Research Organization (ARO). Consultado el 26 de may. de 2024. Disponible en <https://www.fao.org/4/x8486s/x8486s09.htm>
- 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>
- Boschini, C; Amador, A. 2001. Degradabilidad ruminal de la planta de maíz forrajero en diferentes edades de crecimiento. Agronomía mesoamericana (en línea). Costa Rica.12(1), 89-93.

Consultado 24 ene. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5039958>

Capella, H; Paternina, E; Coronado, J; Kerguelén, S; Solano, L. 2019. Importancia de las leguminosas en los sistemas ganaderos. Capítulo III. Mosquera (en línea). Colombia. Modelo productivo, p.59. Consultado 28 jun. 2021. Disponible en <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-bac-20.500.12324-36926/Description>

Caravaca, F; Castel, M. 2001. Introducción a la alimentación y racionamiento animal. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica (en línea). Sevilla. España. Consultado 12 jul. 2021. Disponible en [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Bases\\_para\\_la\\_Alimentaci%C3%B3n\\_Animal.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf)

Castro, J; Gownipuram, R; Mendoza, M; Solano, N; López, F; Dickhoefer, U; Corea, E. 2019. Effects of feeding tropical forage legumes on nutrients digestibility, nitrogen partitioning and performance of crossbred milking cows (en línea). El Salvador. Anim. Feed Sci. Technol. 247: 32-40. Consultado 20 oct. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840118307247>

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>

Castro, J; García, R; Ramos, R; Alas, E; Flores, J; Corea, E. 2018. Vacas lecheras alimentadas con forrajes de leguminosas tropicales: Efectos en la producción de leche, eficiencia de nutrientes y rentabilidad (en línea). El Salvador. Trop. Anim. Health. Prod. 50, 837–843. Consultado 7 oct. 2021. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-017-1505-3>

Corea, E; Aguilar, J; Alas, N; Alas, E; Flores, J; Broderick, G. 2017. Efectos del heno de caupí (*Vigna Sinensis*) en la dieta y el nivel de proteína en la producción de leche, la composición de la leche, la eficiencia de N y la rentabilidad de las vacas lecheras (en

línea). El Salvador. Anim. Feed Sci. Technol. 226, 48–55. Consultado 12 jul. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840116302668>

Corea, E; Flores, M; Salinas, E; Crespín, J; Elizondo. 2010. Rendimiento y calidad de gramíneas y leguminosas para la alimentación del ganado lechero (en línea). S. L. J Dairy Sci. Vol 93 Suppl 1. Consultado 14 sep. 2021. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/296156412\\_Yield\\_and\\_quality\\_of\\_grasses\\_and\\_legumes\\_for\\_dairy\\_cattle\\_feeding](https://www.researchgate.net/publication/296156412_Yield_and_quality_of_grasses_and_legumes_for_dairy_cattle_feeding)

Dávila, P; Reyna, J. 1995. Clasificación de los géneros de gramíneas (*Poaceae*) mexicanas. Acta Botánica Mexicana (en línea). Pátzcuaro. México. (33), 37-50. Consultado 11 abr. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/574/57403302.pdf>

Delgado, A. 2001. Manejo de ternera. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (en línea). Lima, Perú. 12(2), 33-35. Consultado 11 abr. 2021. Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172001000200007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172001000200007&script=sci_arttext)

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>

Díaz, J; Brito, N; González, M; Michelena, J; Ruiz, T; Cino, D, Mejías, R. 2004. Sistema de crianza de hembras bovinas con asociación de gramíneas-leguminosas durante la etapa de novillas (en línea). La Habana. Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 38(1), 33-37. Consultado 14 feb. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017870005.pdf>

Elizondo, J. 2013. Requerimientos de proteína para terneras de lechería. Nutrición Animal tropical (en línea). Costa Rica, Montes de Oca. 43 P. Consultado 12 feb. 2021. Disponible en <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/13530>

FAO. s.f. Buenas Prácticas: Uso del ensilaje. Comportamiento productivo de ganado alimentado con ensilaje bajo condiciones de trópico seco, Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) (en línea). San Lucas, Honduras. Consultado 14 feb. 2021. Disponible en <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1619265/>

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>

Galina, M; Ortiz, M; Rubio, M; Mondragon, D; Delgado, M; Elias, A. 2009. Rendimiento de terneros alimentados con silo de Maíz oláctico con un promotor de la fermentación ruminal. Archivos de zootecnia (en línea). La Habana, Cuba. Instituto de Ciencia Animal: La Lajas. Vol 58. N. 223 P 391. Consultado 18 jul. 2021. Disponible en [https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0004-05922009000300007&script=sci\\_arttext](https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0004-05922009000300007&script=sci_arttext)

Gallardo, M; Gaggiotti, M. 2003. Cómo utilizar la soja y sus subproductos en la alimentación del ganado lechero (en línea). Santa Fe. Argentina. INTA Rafaela. Consultado 5 oct. 2021. Disponible en <https://creaoestearoso.org.ar/wp-content/uploads/2018/05/1-Subproductos-de-Soja-INTA-Rafaela-Monica-Gaggiotti-Editado-1.pdf>

González, J; Hernández, J; Ávila, F; Nájera, O; Castillo, L. 2022. Producción de maíz para ensilaje de alta calidad con el paquete nutricional especializado Compo Expert (en línea). Coahuila. México. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Consultado 19 feb. 2024. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/48900/K%2067926%20Go>

Gutiérrez, A. 2013. Asociaciones de gramíneas y leguminosas. Manejo de Pastos y Forrajes Tropicales. LXIII Reunion Girarz (en línea). Maracaibo. Venezuela. Consultado 9 oct. 2021. Disponible en [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gCAGCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA177&dq=Guti%C3%A9rrez,+A.+2013.+Asociaciones+de+gram%C3%ADneas+y+leguminosas.+Manejo+de+pastos+y+forrajes+tropicales&ots=r\\_rzF4pVNg&sig=\\_7WP8DTwEd\\_K58iR8u7mkl](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gCAGCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA177&dq=Guti%C3%A9rrez,+A.+2013.+Asociaciones+de+gram%C3%ADneas+y+leguminosas.+Manejo+de+pastos+y+forrajes+tropicales&ots=r_rzF4pVNg&sig=_7WP8DTwEd_K58iR8u7mkl)

dUUzE#v=onpage&q=Guti%C3%A9rrez%2C%20A.%202013.%20Asociaciones%20de%20gram%C3%ADneas%20y%20leguminosas.%20Manejo%20de%20pastos%20y%20forrajes%20tropicales&f=false

Gutiérrez, D. 2013. Importancia de las leguminosas en la alimentación de rumiantes. Manejo de Pastos y Forrajes Tropicales (en línea). Maracaibo. Venezuela. P 169. Consultado 8 jun. 2021. Disponible en

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gCAGCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA169&dq=Guti%C3%A9rrez,+D.+2013.+Importancia+de+las+leguminosas+en+la+alimentaci%C3%B3n+de+ruminantes.+Manejo+de+Pastos+y+Forrajes+Tropicales&ots=r\\_rzF4pWKi&sig=o9QGatsdZvByZAJEsXI8oBX3Xc#v=onpage&q=Guti%C3%A9rrez%2C%20D.%202013.%20Importancia%20de%20las%20leguminosas%20en%20la%20alimentaci%C3%B3n%20de%20ruminantes.%20Manejo%20de%20Pastos%20y%20Forrajes%20Tropicales&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gCAGCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA169&dq=Guti%C3%A9rrez,+D.+2013.+Importancia+de+las+leguminosas+en+la+alimentaci%C3%B3n+de+ruminantes.+Manejo+de+Pastos+y+Forrajes+Tropicales&ots=r_rzF4pWKi&sig=o9QGatsdZvByZAJEsXI8oBX3Xc#v=onpage&q=Guti%C3%A9rrez%2C%20D.%202013.%20Importancia%20de%20las%20leguminosas%20en%20la%20alimentaci%C3%B3n%20de%20ruminantes.%20Manejo%20de%20Pastos%20y%20Forrajes%20Tropicales&f=false)

Haro, J; Haro, I. 2007. Nutrición proteica de bovinos productores de carne en pastoreo. Acta Universitaria (en línea). Guanajuato. México. 17(2), 45-54. Consultado 10 oct. 2021. Disponible en <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/180>

Hortigüela, L; Lissarrague, C; Almeida, P; Aldana; Bilbao, G. 2017. Nutrición de terneros Holstein en tambos de la Cuenca Mar y Sierras. Tesis. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (en línea). Buenos Aires. Argentina. P 6. Consultado 10 oct. 2021. Disponible en <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/items/76aa79a2-8505-48a8-bb2b-c9e4c9b6f446>

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>

Ibarra, E; Islas, J; Cervantes, J; Castorena, I; Mondaca, C; López, B. 2015. Fenología y tiempo en el manejo del riego y fertilización del cultivo de papa (en línea). Sonora. México.

Universidad de Sonora. Revista Biotécnica vol. 17, núm. 3, pp. 42. Consultado 19 feb. 2024. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971117007.pdf>

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)

IIP (Instituto Internacional de La Potasa). 2011. Fertilizando para altos Rendimientos: Soja en Latinoamérica (en línea). Horgen. Suiza. Agroeditorial. Boletín N. 20. Consultado 18 ago. 2021. Disponible en <https://www.ipipotash.org/publications/publication-328>

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\\_Vigna\\_unguiculata\\_haulms\\_on\\_the\\_intake\\_and\\_growth\\_performance\\_of\\_Ethiopian\\_sheep](https://www.researchgate.net/publication/221972471_The_effect_of_supplementing_maize_stover_with_cowpea_Vigna_unguiculata_haulms_on_the_intake_and_growth_performance_of_Ethiopian_sheep)

Lanusa, F. 2006. Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores. Requerimientos de nutrientes según estado fisiológico en bovinos de leche (en línea). Osorno. Chile. Boletín Inía. 148. Consultado 24 jun. 2021. Disponible en [https://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/331-Requerimientos.pdf](https://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/331-Requerimientos.pdf)

Luzardo, S; Montossi, F.; Brito, G. 2010. La Necesidad de la Suplementación invernal sobre campo natural en la recría bovina (en línea). Uruguay. Programa Nacional de Producción de Carne y Lana. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. 22. P 11-15. Consultado 17 sep. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2164/1/14432220710124329.pdf>

Mac Loughlin, R. 2010. Déficit de proteínas y ganancia de peso en recría y engorde de Bovinos (en línea). Córdoba. Argentina. MC2005 Investigación y Desarrollo Agropecuario. P 1. Consultado 16 abr. 2021. Disponible en [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_en\\_general/36-deficit\\_proteinas.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/36-deficit_proteinas.pdf)

- Matta, L. 2005. Estrategias modernas para la conservación de forrajes en sistemas de producción bovina tropical (en línea). Colombia. Ciencia y tecnología agropecuaria, 6(2), 69-80. Consultado 14 mar. 2021. Disponible en <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/51/52>
- Maya, S. 2016. Procesos de producción de alimentos balanceados (en línea). Caldas. Antioquia. Práctica profesional para optar al título de zootecnia. Corporación Universitaria Lasallista. P.15. Consultado 22 jul. 2021. Disponible en [http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1492/1/Procesos\\_Produccion\\_Alimentos\\_balanceados\\_COLANTA.pdf](http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1492/1/Procesos_Produccion_Alimentos_balanceados_COLANTA.pdf)
- Mejía J; Mejía I; 2007. Nutrición Proteica de Bovinos Productores de Carne en Pastoreo (en línea). Guanajuato. México. Acta Universitaria. 17(2):45-54. Consultado 23 oct. 2021. Disponible en <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/180>
- Mendoza, A; Reyes E. 2017. Evaluación de diferentes tipos de cal y digester enzimático de rastros 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. Tesis de grado. Universidad de El Salvador. Facultad de ciencias agronómicas. P19. 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](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>

- Mier, M. 2009. Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero (en línea). Córdoba. España. Trabajo de Maestría. Universidad de Córdoba. P 8. Consultado 21 mar. 2021. Disponible en <https://docplayer.es/23015359-Characterizacion-del-valor-nutritivo-y-estabilidad-aerobica-de-ensilados-en-forma-de-microsilos-para-maiz-forrajero.html>
- National Research Council. 1989. Requerimientos de Nutrientes del Ganado Lechero (en línea). Washington. Estados Unidos. 6th rev. ed. National Academy Press. Consultado 14 may. 2021. Disponible en <https://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NRC%202001.pdf>
- 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\\_del\\_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>
- Reiber, C; Peters, M; Hoffmann, V; Schultze-Kraft, R. 2012. Adopción y alimentación de heno de gramíneas y leguminosas en Honduras (en línea). Honduras. Desarrollo rural. 24 (11). Consultado 24 may. 2021. Disponible en

[https://www.researchgate.net/publication/283480042\\_Adoption\\_and\\_feeding\\_of\\_grass\\_and\\_legume\\_hay\\_in\\_Honduras](https://www.researchgate.net/publication/283480042_Adoption_and_feeding_of_grass_and_legume_hay_in_Honduras)

Reyes, J; Meza, A. S.f. Alimentación de bovinos en época de secas. Memoria de capacitación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (en línea). Sinaloa. México. P14. Consultado 23 oct. 2021. Disponible en [file:///C:/Users/OD/Downloads/Alimentaci%C3%B3n%20de%20bovinos%20en%20%C3%A9pocas%20de%20secas%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/OD/Downloads/Alimentaci%C3%B3n%20de%20bovinos%20en%20%C3%A9pocas%20de%20secas%20(1).pdf)

Roa-Vega, M., Ladino-Romero, E., Hernández-Martínez, 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=S0864-03942017000200008&script=sci\\_arttext&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942017000200008&script=sci_arttext&lng=en)

Rodríguez, R., Sosa, A., Rodríguez, J., 2007. La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes (en línea). La Habana. Cuba. Revista cubana de ciencia agrícola. 41(4):303-311. Consultado 18 oct. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017712001.pdf>

Rojas, A., Castillo, M., Wing, R. 2009. Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en socio con vigna (*Vigna radiata*) (en línea). San José. Costa Rica. Agronomía Costarricense. Centro de investigación en nutrición animal, universidad de costarrica. 33(1): 133-146. Consultado 16 may. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3022889>

Rosas, D., Teixeira, P. 2007. Manejo nutricional de terneros de parición otoñal destetados precozmente (en línea). Montevideo. Uruguay. Universidad de la Republica. Facultad de ciencias agronómicas. Tesis de grado. Udelar. FA. Consultado 21 abr. 2021. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/27849>

Rosales, R., Pinzón, S. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla (en línea). Colombia. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 6(1), 69-82. Consultado 3 dic. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5624715>

- 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>
- Salazar, E. 2013. Requerimientos de proteínas para terneras en lechería (en línea). San José. Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Nutrición Animal Tropical. 43 p. Consultado 11 nov. 2021. Disponible en <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/13530>
- 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-PRODUCCI%C3%93N-DE-LECHE-BASADOS-EN-EL-APROVECHAMIENTO-DE-FORRAJES-.pdf>
- Sampaio, J., Gomes, O., Valadares, S., Guimaraes, K., Garcia, R., Cezario, A. 2015. Ensilaje de soya en la dieta para ganado vacuno. Universidad Estatal de Montes Claros., Universidad Federal de Vicosa., Instituto Federal de Goias (en línea). Minas Gerais. Brasil. Acta Scientiarum, Ciencias Animales Maringa. vol 37. Consultado 26 abr. 2021. Disponible en <https://www.scielo.br/j/asas/a/tWMfLKMJYvBdnBnrVXyvK6t/?lang=en>
- Sánchez, T., Mileras, M., Simón, L., Lamela, L., & López, O. 2007. Las potencialidades de las asociaciones Gramíneas-Leguminosas como alimento de los rumiantes (en línea). Matanzas. Cuba. REDVET. (Revista electrónica de Veterinaria). 1695, 7504. Consultado 13 sep. 2021. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Sanchez-Tania/publication/228351335\\_Las\\_potencialidades\\_de\\_las\\_asociaciones\\_Gramineas-Leguminosas\\_como\\_alimento\\_de\\_los\\_rumiantes/links/55fc75eb08ae07629e0de366/Las-potencialidades-de-las-asociaciones-Gramineas-Leguminosas-como-alimento-de-los-rumiantes.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sanchez-Tania/publication/228351335_Las_potencialidades_de_las_asociaciones_Gramineas-Leguminosas_como_alimento_de_los_rumiantes/links/55fc75eb08ae07629e0de366/Las-potencialidades-de-las-asociaciones-Gramineas-Leguminosas-como-alimento-de-los-rumiantes.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>

Schnaider, M., Ribera-Filho, H., Koloski, G., Reiter, T., Dall, A., Dallabrida, A. 2014. Consumo y digestión de carneros alimentados con heno de pasto elefante enano con o sin la inclusión de heno de maní (en línea). *Río Grande del Sur. Brasil. Trop. Anim. Health Prod.* 46 (6):975-80. Consultado 10 de nov. 2021. Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-014-0594-5>

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.cgiar.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=FcIVVkSUTABhbIRDV9sWZMYq7yY&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Titterton.%20M.%20Bareeba.%20F.%202001.&f=false](https://books.google.com.sv/books?hl=es&lr=&id=IUU1ihKYVgkC&oi=fnd&pg=PA43&dq=Titterton.+M.,+Bareeba.+F.+2001.+&ots=EEJWPAs7GA&sig=FcIVVkSUTABhbIRDV9sWZMYq7yY&redir_esc=y#v=onepage&q=Titterton.%20M.%20Bareeba.%20F.%202001.&f=false)

Tobía, C., Villalobos, E. 2004. Producción y valor nutricional del forraje de soya en condiciones tropicales adversas (en línea). San José. Costa Rica. *Agronomía Costarricense.* 28(1), 17-25. Consultado 12 de oct. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/436/43628102.pdf>.

- Tobía, C., Uribe, L., Villalobos, E., Soto, H., Ferris, I. 2003. Aislamiento, selección y caracterización de bacterias ácido lácticas en ensilajes de soya (en línea). San José. Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 27(2), 21-27. Consultado 13 de oct. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/436/43627202.pdf>
- Tobía, C., Sequera, C., Villalobos, E., Cioffi, Reina., Escobar, O. 2007. Experiencias en la elaboración de ensilaje maíz – soya en dos sistemas de producción bovina en Venezuela (en línea). Venezuela. XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. P 78 – 87. Consultado 19 mar. 2021. Disponible en [http://avpa.ula.ve/eventos/xi\\_seminario/Conferencias/Articulo-8.pdf](http://avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-8.pdf)
- 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=2OnYqfwAAAAJ&citation\\_for\\_view=2OnYqfwAAAAJ:5nxA0vEk-isC](https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=2OnYqfwAAAAJ&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>
- Vanhatalo, A., Jaakkola., S. 2016. Consumo y rendimiento con sistemas de producción de ruminantes basados en leguminosas forrajeras de clima templado (en línea). Helsinki. Finlandia. *J Inter Legume Society*. (12): 16-18. Consultado 8 de nov. 2021. Disponible en <https://researchportal.helsinki.fi/sv/publications/intake-and-performance-with-temperate-forage-legume-based-ruminan>
- Varga, G., Kolver, E. 1997. Limitaciones microbianas y animales para la digestión y utilización de la fibra (en línea). Inglaterra. *The Journal of nutrition*. 127(5), 819S-823S. Consultado 3 dec. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002231662207420X>

- 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>
- Villacis, J. 2019. Utilización de gramíneas y leguminosas para la producción del ganado bovino sostenible en el litoral ecuatoriano. Tesis de licenciatura (en línea). Babahoyo. Ecuador. Consultado 28 de nov. 2021. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6878>
- Vinueza, B. 2020. Composición química de residuos agroindustriales del maíz (*Zea mays*, Cáscara, Pelusa, Tusa y Panca) utilizados en la alimentación de rumiantes (en línea). Los Ríos. Ecuador. Consultado 5 de nov. 2021. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/2dab2a46-e8b4-4f43-bfa9-a17fae3179d7>
- 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/>

## 8. ANEXOS

### Análisis de varianza de balance de nitrógeno

**Cuadro = A-1. Balance de nitrógeno**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	-56.113	45.858	37.000	-1.224	0.22883
Nivel de P	11.265	3.782	37.000	2.978	0.00509 **
Forrajes	79.673	64.409	37.000	1.237	0.22389
Periodo	10.342	3.294	37.000	3.140	0.00332 **
Interacción de F/P	-6.316	5.349	37.000	-1.181	0.24517

**Cuadro = A-2. Nitrógeno en heces en gramos.**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	142.033	194.666	37.000	0.73	0.47
Nivel de P	13.665	16.055	37.000	0.851	0.400
Forrajes	-91.021	273.417	37.000	-0.333	0.741
Periodo	17.374	13.984	37.000	1.242	0.222
Interacción de F/P	0.8176	22.705	37.000	0.36	0.721

**Cuadro = A-3. Nitrógeno en orina en gramos**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	-31.947	29.522	36.907	-1.082	0.2862
Nivel de P	5.143	2.423	36.112	2.123	0.0407 *
Forrajes	23.544	41.270	36.217	0.57	0.5719
Periodo	2.888	2.515	1.149	1.149	0.4541
Interacción de F/P	-1.980	3.427	36.218	-0.578	0.5671

**Cuadro = A-4. Nitrógeno retenido en gramos**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	0.2862	34.733	37.000	-1.091	0.2825
Nivel de P	0.0407 *	2.865	37.000	1.646	0.1083
Forrajes	0.5719	48.784	37.000	1.317	0.196
Periodo	0.4541	2.495	37.000	2.291	0.0277 *
Interacción de F/P	0.5671	4.051	37.000	-1.252	0.2185

**Cuadro = A-5. Porcentaje de nitrógeno en heces.**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	72.894	15.910	36.999	4.582	5.1e-05 ***
Nivel de P	-2.924	1.311	36.145	-2.231	0.0320 *
Forrajes	-41.980	22.325	36.278	-1.880	0.0681 .
Periodo	-1.369	1.192	1.017	-1.148	0.4537
Interacción de F/P	3.381	1.854	36.280	1.824	0.0764 .

**Cuadro = A-6. Porcentaje de nitrógeno en orina.**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	213.804	262.706	37.000	0.814	0.421
Nivel de P	12.444	21.667	37.000	0.574	0.569
Forrajes	-59.164	368.982	37.000	-0.16	0.873
Periodo	-0.3705	18.871	37.000	-0.196	0.845
Interacción de F/P	0.3728	30.641	37.000	0.122	0.904

**Cuadro = A-7. Porcentaje de nitrógeno retenido**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	5.698	29.035	37.000	0.196	0.846
Nivel de P	1.682	2.395	37.000	0.702	0.487
Forrajes	48.006	40.782	37.000	1.177	0.247
Periodo	1.741	2.086	37.000	0.835	0.409
Interacción de F/P	-3.763	3.387	37.000	-1.111	0.274

Análisis de varianza de consumos.

**Cuadro = A-8. Cuadro Consumo tal como ofrecido**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	48.041	16.212	1.110	2.963	0.1868
Nivel de P	-11.526	5.597	36.018	-2.059	0.0467 *
Forrajes	4.715	5.616	36.018	0.840	0.4067
Periodo	-10.085	7.314	1.002	-1.379	0.3991
Interacción de F/P	-8.395	7.923	36.036	-1.060	0.2964

**Cuadro = A-9. Consumo de materia seca**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	50.233	18.341	1.117	2.739	0.2013
Nivel de P	-15.405	6.500	36.019	-2.370	0.0233 *
Forrajes	5.085	6.522	36.019	0.780	0.4406
Periodo	-14.075	8.264	1.002	-1.703	0.3376
Interacción de F/P	-7.495	9.201	36.038	-0.815	0.4206

**Cuadro = A-10. Consumo de materia seca por peso vivo.**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	52.390	19.53	1.116	2.683	0.2057
Nivel de P	-17.544	6.906	36.019	-2.540	0.0155 *
Forrajes	3.957	6.930	36.019	0.571	0.5715
Periodo	-15.379	8.800	1.002	-1.748	0.3305
Interacción de F/P	-6.105	9.777	36.038	-0.624	0.5363

**Cuadro = A-11. Consumo de materia orgánica en kg.**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	36.97	13.204	1.121	2.800	0.1961
Nivel de P	-11.025	4.757	36.02	-2.318	0.0263 *
Forrajes	3.448	4.773	36.02	0.722	0.4747
Periodo	-10.036	5.943	1.002	-1.689	0.3400
Interacción de F/P	-5.265	6.734	36.039	-0.782	0.4394

**Cuadro = A-12. Consumo de proteína cruda en gr.**

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	34.482	117.437	1.422	0.294	0.806150
Nivel de P	280.452	72.193	36.064	3.885	0.000421
Forrajes	43.556	72.441	36.063	0.601	0.551422
Periodo	184.288	49.862	1.007	3.696	0.166801
Interacción de F/P	-39.258	102.166	36.126	-0.384	0.703041

**Cuadro = A13.** Consumo de FND en kg.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	1.97601	0.21577	37.000000	9.158	4.77e-11 ***
Nivel de P	0.31698	0.18886	37.000000	1.678	0.1017
Forrajes	0.09736	0.18951	37.000000	0.514	0.6105
Periodo	0.14191	0.08225	37.000000	1.725	0.0928 .
Interacción de F/P	-0.32127	0.26708	37.000000	-1.203	0.2367

**Cuadro = A14.** Consumo de FAD en kg.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	1.08775	0.13158	1.88214	8.267	0.0171 *
Nivel de P	0.18371	0.10501	36.12289	1.749	0.0887 .
Forrajes	0.14326	0.10537	36.12207	1.360	0.1824
Periodo	0.06773	0.05213	1.01423	1.299	0.4153
Interacción de F/P	-0.19012	0.14855	36.23774	-1.280	0.2087

Análisis de varianza de digestibilidades.

**Cuadro = A15.** Digestibilidad de materia seca.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	60.19672	2.91224	37.00000	20.670	<2e-16
Nivel de P	3.58320	2.54896	37.00000	1.406	0.1681
Forrajes	0.09073	2.55774	37.00000	0.035	0.9719
Periodo	2.24766	1.11007	37.00000	2.025	0.0502
Interacción de F/P	-3.68709	3.60475	37.00000	-1.023	0.3130

**Cuadro = A16.** Digestibilidad de materia orgánica.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	61.5569	2.9195	37.0000	21.085	<2e-16 ***
Nivel de P	3.8576	2.5553	37.0000	1.510	0.1396
Forrajes	0.1204	2.5641	37.0000	0.047	0.9628
Periodo	2.1193	1.1128	37.0000	1.904	0.0647
Interacción de F/P	-3.6708	3.6137	37.0000	-1.016	0.3163

**Cuadro = A17.** Digestibilidad de proteína cruda.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	59.274	3.086	2.081	19.207	0.00224
Nivel de P	5.849	2.622	36.145	2.231	0.03197
Forrajes	4.786	2.631	36.144	1.819	0.07717
Periodo	1.369	1.192	1.017	1.148	0.45366
Interacción de F/P	-6.763	3.708	36.280	-1.824	0.07641

**Cuadro = A18.** Digestibilidad de FND

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	49.002	4.446	37.000	11.022	3.03E-13
Nivel de P	3.251	3.891	37.000	0.835	0.409
Forrajes	-0.830	3.905	37.000	-0.213	0.833
Periodo	1.804	1.695	37.000	1.065	0.294
Interacción de F/P	-3.654	5.503	37.000	-0.664	0.511

**Cuadro = A-19.** Digestibilidad de FND

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	47.748	4.857	37.000	9.831	7.29E-12
Nivel de P	3.363	4.251	37.000	0.791	0.434
Forrajes	-1.043	4.266	37.000	-0.244	0.808
Periodo	1.261	1.851	37.000	0.681	0.500
Interacción de F/P	-4.691	6.012	37.000	-0.780	0.440

Análisis de varianza de excreciones.

**Cuadro = A-20.** Excreciones de heces en kilogramos.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	8.6717	1.3085	37.0000	6.627	8.94e-08 ***
Nivel de P	0.7257	1.1453	37.0000	0.634	0.530
Forrajes	0.2132	1.1492	37.0000	0.186	0.854
Periodo	0.6427	0.4988	37.0000	1.288	0.206
Interacción de F/P	-0.8121	1.6197	37.0000	-0.501	0.619

**Cuadro = A-21.** Excreciones de materia seca en kilogramos.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	1.66121	0.20162	37.00000	8.239	6.79e-10 ***
Nivel de P	0.07805	0.17647	37.00000	0.442	0.661
Forrajes	0.15798	0.17708	37.00000	0.892	0.378
Periodo	0.01464	0.07685	37.00000	0.190	0.850
Interacción de F/P	-0.09609	0.24957	37.00000	-0.385	0.702

**Cuadro = A-22.** Excreción de materia orgánica

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	1.45012	0.18190	37.00000	7.972	1.5e-09 ***
Nivel de P	0.06187	0.15921	37.00000	0.389	0.700
Forrajes	0.14573	0.15976	37.00000	0.912	0.368
Periodo	0.01429	0.06934	37.00000	0.206	0.838
Interacción de F/P	-0.09136	0.22516	37.00000	-0.406	0.687

**Cuadro = A-23.** Excreción de orina en litros según creatinina.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	9.2116	2.4313	37.0000	3.789	0.00054 ***
Nivel de P	0.5511	2.1280	37.0000	0.259	0.79711
Forrajes	-1.3091	2.1353	37.0000	-0.613	0.54359
Periodo	1.4044	0.9267	37.0000	1.515	0.13815
Interacción de F/P	0.9025	3.0094	37.0000	0.300	0.76595

Análisis de varianza de desempeño.

**Cuadro = A-24.** Ganancia de peso en gramos por día.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	845.03	173.79	36.00	4.862	2.29E-05
Nivel de P	-11.06	150.51	36.00	-0.073	0.942
Forrajes	-22.84	154.95	36.00	-0.147	0.884
Periodo	43.68	66.64	36.00	0.655	0.516
Interacción de F/P	-50.43	216.03	36.00	-0.233	0.817

**Cuadro = A-25.** Conversión en kilogramos

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	4.47789	1.36252	36.00000	3.286	0.00227 **
Nivel de P	0.05399	1.18000	36.00000	0.046	0.96376
Forrajes	1.34565	1.21477	36.00000	1.108	0.27532
Periodo	-0.45899	0.52247	36.00000	-0.879	0.38550
Interacción de F/P	-1.26855	1.69367	36.00000	-0.749	0.45873

**Cuadro = A-26.** Costo diario de alimento.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	1.11997	0.13170	36.00000	8.504	3.9e-10 ***
Nivel de P	0.32035	0.11405	36.00000	2.809	0.00799 **
Forrajes	-0.02237	0.11742	36.00000	-0.190	0.85000
Periodo	0.12176	0.05050	36.00000	2.411	0.02114 *
Interacción de F/P	-0.28675	0.16370	36.00000	-1.752	0.08835

**Cuadro = A-27.** Costo de alimento por kilogramo.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	1.95961	0.62119	36.00000	3.155	0.00324 **
Nivel de P	0.26500	0.53798	36.00000	0.493	0.62530
Forrajes	0.47113	0.55383	36.00000	0.851	0.40057
Periodo	-0.09981	0.23820	36.00000	-0.419	0.67769
Interacción de F/P	-0.81609	0.77217	36.00000	-1.057	0.29761

## Análisis de varianza de parámetros sanguíneos

**Cuadro = A-28.** Nitrógeno ureico en sangre.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	11.5007	1.6623	1.2538	6.919	0.059682
Nivel de P	3.5536	0.8316	36.0399	4.273	0.000135 ***
Forrajes	-3.3176	0.8345	36.0396	-3.976	0.000323 ***
Periodo	-0.7039	0.7279	1.0045	-0.967	0.510109
Interacción de F/P	0.2065	1.1771	36.0789	0.175	0.861747

**Cuadro = A-29.** Urea en sangre en mg/dl

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	24.6092	3.5563	1.2539	6.920	0.059655
Nivel de P	7.6053	1.7796	36.0399	4.274	0.000134 ***
Forrajes	-7.1008	1.7857	36.0396	-3.977	0.000322 ***
Periodo	-1.5056	1.5573	1.0045	-0.967	0.510161
Interacción de F/P	0.4445	2.5188	36.0790	0.176	0.860921

**Cuadro = A-30.** Fosforo inorgánico en mg/dl en sangre

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	6.334276	0.261682	37.000000	24.206	<2e-16 ***
Nivel de P	0.164845	0.229040	37.000000	0.720	0.476
Forrajes	-0.041238	0.229828	37.000000	-0.179	0.859
Periodo	0.102085	0.099746	37.000000	1.023	0.313
Interacción de F/P	-0.004136	0.323908	37.000000	-0.013	0.990

**Cuadro = A-31.** Calcio en mg/dl en sangre.

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	8.8983	0.3304	37.0000	26.935	<2e-16 ***
Nivel de P	0.3041	0.2892	37.0000	1.052	0.300
Forrajes	0.2974	0.2902	37.0000	1.025	0.312
Periodo	-0.1085	0.1259	37.0000	-0.862	0.394
Interacción de F/P	-0.6435	0.4089	37.0000	-1.574	0.124

**Cuadro = A-32.** Proteínas totales en mg/dl

	Estimate	Estándar	Error	df t value	Pr(> t )
Intercepto	5.751906	0.188052	37.000000	30.587	<2e-16 ***
Nivel de P	-0.007057	0.164594	37.000000	-0.043	0.966
Forrajes	-0.013304	0.165161	37.000000	-0.081	0.936
Periodo	-0.023738	0.071680	37.000000	-0.331	0.742
Interacción de F/P	-0.068045	0.232770	37.000000	-0.292	0.772