



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA ZOOTECNIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente Práctico del Examen de Grado de carácter complejo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TEMA:**

“Alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y residuos de cosecha de caña de azúcar para vacas en producción de leche en el Trópico”.

**AUTOR:**

Kevin Xavier Peña Alvarado

**TUTOR:**

Dr. Ricardo Zambrano Moreira, Mg. Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

## RESUMEN

El presente ensayo trató sobre las alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y residuos de cosecha de caña de azúcar para vacas en producción de leche en el Trópico. Para la elaboración del presente documento se recopiló información de textos, revistas, congresos, seminarios, ponencias, bibliotecas virtuales y artículos científicos de alto rigor científico. La investigación obtenida fue resumida y analizada en función de las diferentes alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y subproductos de caña de azúcar para vacas en producción de leche del Trópico. El sector agropecuario es uno de los más propensos a sufrir los embates de la variabilidad climática, especialmente en periodos de sequía. Entre los beneficios se determina que la caña de azúcar es un cultivo con gran potencial para la diversificación productiva, incluyendo su capacidad para producir forraje y otros productos útiles en la alimentación animal. Se puede utilizar para alimentar ganado lechero en combinación con otros complementos alimenticios que incluyen granos de alto valor proteico. El residuo de maíz está compuesto por Celulosa/glucano (37,4 %), Xylan(21,1 %), Arabe (2,9 %), Mannan (1,6 %), Galactan (2,0 %), Lignina (18,0 %), Ceniza (5,2 %), Acetato (2,9 % y Proteína (3,1 %), considerándose una alternativa para vacas en producción de leche. El Rastrojo de maíz ensilado contiene 36,4 % de materia seca, 8,8 % de proteína total, 69,0 % de fibra detergente neutra y 2,1 Mcal/Kg de energía metabolizable.

Palabras claves: Ensilaje, Rastrojo De Maíz, Caña De Azúcar, Derivados, Alimentación.

## SUMMARY

The present essay dealt with feeding alternatives with corn stubble silage and sugarcane harvest residues for cows in milk production in the Tropics. For the preparation of this document, information was collected from texts, magazines, congresses, seminars, presentations, virtual libraries and scientific articles of high scientific rigor. The research obtained was summarized and analyzed based on the different feeding alternatives with corn stover silage and sugarcane by-products for cows in milk production in the Tropics. The agricultural sector is one of the most likely to suffer the effects of climate variability, especially in periods of drought. Among the benefits, it is determined that sugar cane is a crop with great potential for productive diversification, including its ability to produce fodder and other useful products in animal feed. It can be used to feed dairy cattle in combination with other feed supplements including high protein grains. Corn residue is composed of Cellulose/glucan (37.4%), Xylan (21.1%), Arabic (2.9%), Mannan (1.6%), Galactan (2.0%), Lignin (18.0%), Ash (5.2%), Acetate (2.9% and Protein (3.1%), being considered an alternative for cows in milk production. Corn stubble silage contains 36.4% of dry matter, 8.8% of total protein, 69.0% of neutral detergent fiber and 2.1 Mcal/Kg of metabolizable energy.

Keywords: silage, corn stover, sugar cane, derivatives, food.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	ii
SUMMARY .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO .....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.5. Fundamentación teórica .....	4
1.5.1. Vacas en producción de leche .....	4
1.5.2. Alimentación de vacas lecheras .....	6
1.5.3. Suministros .....	9
1.5.4. Rastrojo de maíz .....	11
1.5.5. Caña de azúcar como subproducto .....	13
1.6. Hipótesis .....	16
1.7. Metodología de la investigación .....	17
CAPÍTULO II .....	18
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
2.1. Desarrollo del caso .....	18
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo) .....	18
2.3. Soluciones planteadas .....	19
2.4. Conclusiones .....	19
2.5. Recomendaciones .....	20
BIBLIOGRAFÍA .....	21

## INTRODUCCIÓN

Las condiciones del medio tropical afectan el comportamiento productivo de las vacas, limitando la expresión de su potencial genético, esto se traduce en una producción láctea que representa la cuarta parte de lo logrado en zonas templadas (Carvajal et al., 2015).

Los sistemas de producción leche presentan características propias de cada región acorde a las condiciones climatológicas, agroecológicas, tecnológicas de las unidades de producción y las características socioeconómicas de los productores (Hernández et al., 2016).

La cría del ganado de doble propósito con fines de producción de leche se ha venido intensificando durante la última década. Este sistema de explotación se caracteriza por tener vacas al pastoreo con amamantamiento de sus terneros, un ordeño al día, escaso uso de suplementos alimenticios, y diversidad de grupos raciales (Sheen y Riesco 2002).

Los rendimientos de producción de leche de una vaca depende de cuatro factores principales: (a) capacidad genética; (b) programa de alimentación; (c) manejo del rebaño; y (d) salud del rebaño. Como la genética de las vacas tiende siempre a mejorar, se debe también mejorar los programas de alimentación y gestión que permitirá a la vaca, producir toda su potencialidad heredada. Una buen programa de alimentación para el rebaño lechero, debe considerar, la cantidad de alimentó, la calidad de la alimentación y como y cuando los diferentes tipos de alimentos deben ser suministrados (Wheeler 2016).

Tradicionalmente el ganadero basa la alimentación de sus vacas lecheras en el pastoreo, complementada con el uso de rastrojos como de maíz y concentrados. Sin embargo en la mayoría de los casos, las vacas están sub alimentadas y no producen la cantidad de leche que deberían producir con una ración diaria más balanceada y rica en energía. La producción de maíz como

forraje, pero con abundantes mazorcas, provee a las vacas de un forraje rico en energía, pero que le falta proteínas para ser una ración balanceada. Por lo tanto, hay que complementarlo con un alimento rico en proteínas y que se convierte en un excelente acompañante del maíz (Flórez 2017).

Por lo antes expuesto, la presente investigación tratará de describir las alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y residuos de cosecha de caña de azúcar para vacas en producción de leche del Trópico.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO METODOLÓGICO**

### **1.1. Definición del tema caso de estudio**

El presente ensayo trató sobre las alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y residuos de cosecha de caña de azúcar para vacas en producción de leche en el Trópico.

El sector agropecuario es uno de los más propensos a sufrir los embates de la variabilidad climática, especialmente en periodos de sequía. La falta de lluvia reduce la cantidad y distribución de pasto disponible para la alimentación de los animales, lo cual puede provocar que el ganado de carne pierda peso y disminuyan los rendimientos en producción de leche.

### **1.2. Planteamiento del problema**

Hay que destacar que época de sequía y inundaciones los pastos bajan su producción de masa forrajera, por la cual repercute en la disminución producción de leche y carne en los bovinos, siendo algunos de los factores que condicionan el nivel de productividad, bajando el nivel de ingresos económicos a los productores.

Es por ello que la deficiencia de minerales presente en los animales se debe a la falta de nutrientes en los pastizales, ocasionando enfermedades en el área de ganadería, disfunción reproductiva, retardo de crecimiento, fallas reproductivas y baja inmunidad.

### **1.3. Justificación**

La alimentación, es el principal factor que afecta la producción de la leche, por lo tanto las alternativas nutricionales adecuadas permiten incrementar su nivel energético.

Es necesario buscar alternativas, como complemento nutricional, que permitan incrementar la producción de leche, especialmente con productos a base de ensilaje de rastrojo de maíz y subproductos de caña de azúcar para vacas en producción.

Por lo expuesto se justifica la presente investigación, a fin de recopilar información sobre las alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y residuos de cosecha de caña de azúcar para vacas en producción de leche en el Trópico.

#### **1.4. Objetivos**

##### **General**

Determinar las alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y residuos de cosecha de caña de azúcar para vacas en producción de leche en el Trópico.

##### **Específicos**

- Recopilar información científica referente sobre las alternativas de alimentación para vacas de producción de leche.
- Identificar los beneficios de suplementar ensilaje de rastrojo de maíz y residuos de caña de azúcar en vacas para leche en el trópico.

#### **1.5. Fundamentación teórica**

##### **1.5.1. Vacas en producción de leche**

El mayor volumen de la producción bovina, tanto de carne como de leche, depende fundamentalmente de los pastos como fuente de alimento, los que a su vez se encuentran estrechamente relacionados con las condiciones climáticas, entre otros factores;



por tanto debe destacarse la diferencia estacional del clima como la principal causa que afecta la producción durante el año (Calunga *et al.* 2017).

Mendoza *et al.* (2016) publica que en los últimos años la producción lechera ha debido sostener una fuerte competencia con otros rubros por el recurso suelo, básicamente la agricultura de secano, que ha llevado a una reducción en el área dedicada a la lechería. Esta situación sugiere que, como forma de mantener su competitividad, la estrategia de producción de los predios lecheros debería pasar por una intensificación del uso de los recursos disponibles, que permita un aumento de la producción por unidad de superficie, manteniendo controlados los costos por unidad de producto.

En la actualidad la ganadería se encuentra deteriorada por las afectaciones climáticas y la agrotecnia deficiente de suelos y pastos, entre otros factores, lo que provoca pérdidas económicas sensibles y una reducción marcada de la eficiencia en la gestión de las empresas. Uno de los problemas que comprometen la sostenibilidad de la producción lechera es la falta de alimentos y el bajo aporte de nutrientes. Para lograr una mayor producción de carne y leche es necesario aplicar nuevas formas de trabajo y utilizar correctamente los recursos. Se deben formar nuevos criterios en la ganadería (Calunga *et al.* 2017).

La producción de leche se ha basado tradicionalmente en el pastoreo directo de gramíneas y leguminosas forrajeras, asociado al uso de suplementos como concentrados y/o forrajes conservados en los momentos de déficit de forraje. Sin embargo, distinta información colectada en condiciones comerciales sugiere que este tipo de dieta normalmente no permite explotar el potencial genético de producción de leche de los animales que se utilizan (Mendoza *et al.* 2016).

La misma fuente enfatiza que en las vacas de parición, donde el comienzo de la lactancia, y por tanto de mayores requerimientos de

nutrientes, coincide con el momento de menor oferta de pastura. El resultado es que, con estrategias normales de suplementación, no solamente la producción lograda se encuentra por debajo de la potencial, sino que el desempeño reproductivo también se ve comprometido (Mendoza *et al.* 2016).

Manteca (2016) agrega que factores como el calor, los insectos, el estrés social o la interacción con el ganadero, influyen en la ingestión y en la rumia del vacuno lechero. Su control incide directamente en la producción. El comportamiento de alimentación incluye la ingestión de alimento y agua, y la conducta de rumia. La ingestión de alimento es uno de los factores que tiene un mayor efecto sobre la producción de leche y uno de los principales objetivos en una explotación de vacas de leche es aumentar el consumo voluntario de materia seca. Por otra parte, sin embargo, la conducta de alimentación es muy sensible a las situaciones de estrés.

Mendoza *et al.* (2016) sostiene que desde este punto de vista que el manejo de la alimentación en general, y de manera específica, la utilización del confinamiento en combinación con el uso de pasturas como estrategia de alimentación, aparece como una herramienta capaz de incrementar de forma sustancial la productividad de un predio.

### **1.5.2. Alimentación de vacas lecheras**

Los alimentos para las vacas lecheras pueden incluir tallos, hojas, semillas y racimos de varias plantas. Las vacas también pueden ser alimentadas con subproductos industriales (harinas de semillas oleaginosas, melaza, granos cerveceros, subproductos de molino etc.). Además las vacas necesitan minerales y vitaminas para responder a sus requisitos nutricionales (Wattiaux *et al.* 2017).

Un programa de manejo y alimentación durante el periodo seco ayuda a preparar la vaca para la lactancia siguiente. Es importante que las vacas

estén en buena condición corporal al parto. Las vacas se clasifican según la cobertura de grasa en las áreas del anca y lomo y se asignan un valor numérico. Entre 0-5. Un puntaje deseado al secar la vaca es entre 3.0 y 3.5, y al parto entre 3.25, a 3.75, el objetivo es tener las vacas en condición apropiada al parto, ni muy gorda ni demasiada flaca. La condición corporal al parto afecta el consumo de MS. Producción de leche, y la rapidez que la vaca vuelve a un balance positivo de energía 6 a 8 semanas (Paulino 2016)

El mismo autor señala que la alimentación y manejo de las vacas lecheras de alta producción es un desafío en cualquier área del mundo independientemente del tipo de alimento o instalaciones disponibles. Las vacas de alta producción pueden variar la producción de leche de un área a otra. Algunas razas producen más leche que otras y en cada raza hay animales más productivos que otros. Una vaca de alta producción es aquella que en los primeros seis meses de lactancia producen más de 11, 364 Kg. (25,000 lb.) de leche (Paulino 2016).

Los cambios en el peso corporal no son buen indicador del estado nutricional de las vacas lecheras. Por ejemplo, mientras que el contenido de las vísceras de una vaca de 1400 lb. pesa aproximadamente 200 lbs., la vaca tiene un consumo diario de cerca de 100 lbs. de alimento (peso fresco) y 160 a 240 lbs. de agua (un galón equivale a 8 lbs). Además, la vaca elimina más de 120 lbs. de estiércol y orina diarios, así como 50 a 100-o más lbs. de leche. Por tanto, la capacidad de describir de forma precisa los cambios reales en la masa corporal por medio de la medición del peso pueden verse afectados por las fluctuaciones diarias del peso corporal (García y Hippen 2018).

Los alimentos para vacas son frecuentemente clasificados en forraje, Concentrado, suplemento de proteína, Minerales y vitaminas. Aunque arbitraria, esta clasificación se base en el valor del alimento como suministro de nutrientes específicos. Nutrientes son las sustancias químicas necesarias para la salud, mantenimiento, crecimiento y

producción del animal (Wattiaux *et al.* 2017).

Cabezas *et al.* (2020) reporta que el ensilaje puede constituir una técnica adecuada de conservación apropiada para los subproductos en el trópico dado su alto contenido acuoso, así como por depender en menor medida de las condiciones climáticas en comparación con la henoificación, lo que permitiría su conservación durante largos períodos de tiempo evitando las pérdidas debidas a la putrefacción.

En este sentido, el mismo autor indica que se trata de una tecnología que puede realizarse con diferentes estrategias, ya sea de modo industrial o a pequeña escala, por lo que se constituye una alternativa accesible a los pequeños productores por su fácil implementación (escasa manipulación y ausencia de mecanización) y bajo coste. Además, esta tecnología aseguraría la disponibilidad de forrajes en épocas de carencia en sistemas de producción de rumiantes (Cabezas *et al.* 2020).

La cantidad de alimento que un animal puede consumir es, en forma individual, el factor más importante en la determinación de la performance animal. La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Chilibroste 2014).

Los nutrientes encontrados en los alimentos y requeridos por los animales pueden ser agua, energía (lípidos, carbohidratos, proteínas), proteína (compuestos nitrogenados), vitaminas, minerales forrajes también pueden contener sustancias que no tienen valor nutritivo. Algunos componentes tienen estructuras complejas (compuestos fenólicos) que son indigestibles y pueden interferir con la digestión de algunas nutrientes (por ejemplo lignina y tanino). Además algunas plantas contienen toxinas que son dañinas para la salud del animal (Wattiaux *et al.* 2017).

“El follaje arbóreo, por lo general presenta un alto contenido de nitrógeno y puede servir de suplemento, incrementando los niveles de proteína en la dieta, mejorando el consumo y la digestibilidad del alimento ingerido” (González 2017).

Dadas las evidencias positivas de los sistemas de producción vacuna, en condiciones de estabulación a nivel mundial basados, principalmente, en una alimentación con granos y ensilados de maíz; así como el empleo de altas técnicas en el bienestar animal, al aplicar la estabulación en las condiciones del trópico, se hace necesario basar la alimentación con forrajes, mezclando todos los componentes de la dieta, ración integral, y que se garantice en cada proporción de la misma, un nivel homogéneo del consumo (Reyes *et al.* 2015).

“Por otra parte, la implementación de esta tecnología en pequeños productores favorece la economía circular alargando la vida de los procesos dado que transforma un residuo en una nueva materia prima” (Cabezas *et al.* 2020).

### **1.5.3. Suministros**

La ganadería es una de las actividades económicas más importantes de los países de América Latina. Las principales desventajas de los sistemas actuales es la reducida oferta cuantitativa y cualitativa de los forrajes, el establecimiento del monocultivo de gramíneas, sequías periódicas y pérdida de las características físico-químicas y biológicas del suelo. Una de las alternativas para ello es el uso de los árboles y arbustos (follaje, vainas y frutos) contribuyendo a mejorar la calidad de la alimentación del ganado a un costo relativamente bajo y sustituyendo cantidades significativas de concentrados elaborados a base de granos (González 2017).

“La alimentación del ganado se basa fundamentalmente en la utilización

de pastos naturales y cultivados de no muy alta calidad, así como en el empleo de cantidades crecientes de residuos de cultivos y subproductos agroindustriales” (Cabezas *et al.* 2020).

Ensilar es el método de almacenamiento o conservación de forraje de maíz en silos (bunker, montón, silo press, silo pack, etc.), en donde se brindan ciertas condiciones para facilitar procesos fermentativos hasta ciertos niveles y cuyo producto final es el ensilaje. El proceso consiste en coger el material que se desea ensilar y picarlo en trozos muy pequeños de (5mm) máximo y llevarlo a una superficie en la cual se elimine todo el oxígeno que tenga el producto, en esta forma cumplir un proceso anaeróbico que permita una fermentación de buena calidad y no se pudra por excesos de aire; al cabo de 20 días mínimo se procede a destapar el silo el cual debe tener un olor dulce, demuestra la buena calidad (Benítez 2021).

Cabezas *et al.* (2020) relata que la utilización de residuos de cosecha y subproductos agroindustriales en alimentación animal resulta estratégica para alcanzar un desarrollo territorial y favorecer la soberanía alimentaria de modo sostenible. Además, el empleo de los subproductos permite aumentar su ciclo de vida y reutilización, además de contribuir a mitigar sus efectos en el medio ambiente. Sin embargo, el uso de la mayor parte de estos residuos es ineficaz por su escasa estabilidad y durabilidad en condiciones tropicales, entre otros limitantes y desventajas, así como la falta de conocimiento sobre su valoración, estrategias de conservación, pautas de uso e implementación en dietas.

Los residuos de cosecha derivan en su mayoría de cereales y son disponibles después de que las plantas han llegado a su madurez fisiológica, esto es luego de la cosecha del grano y cuando el contenido de proteína y energía digestible de los tallos y hojas son bajos. Además, estos residuos son las partes de la planta que quedan en el campo después de cosechar el cultivo principal (por ejemplo: panca de maíz, paja de cereales, bagazo de caña de azúcar, heno de maní) y pueden

ser pastoreados, procesados como un alimento seco, o convertidos a ensilaje (García 2018).

Benítez (2021) refiere que el forraje de maíz es uno de los más utilizados para la producción de ensilaje ya que es de fácil recolección y manejo, representa una mezcla de grano y fibra digestible, esto lo hace una de las fuentes principales de energía para la alimentación de rumiantes principalmente en los productores de leche, mejorando su producción.

Según estudios, los hatos con alta producción usaban alimentos similares en forma de ración Total Mezclada RTM: forrajes, ensilajes de maíz, heno granos y concentrados, soya tostada, maíz alto en humedad, harina de soya, subproductos de destilería, malta humedad, mezcla de subproductos de origen animal, cebo animal, semilla de algodón entera. Todos los hatos tenían excelente nutrición, buena salud de ubre, y genética superior. También tres semanas antes del parto, las vacas secas recibían una ración preparto (Paulino 2016)

#### **1.5.4. Rastrojo de maíz**

En la gran mayoría de las unidades de producción agropecuaria del altiplano, el maíz es un cultivo prioritario, se obtiene grano para la alimentación humana, y el rastrojo (las partes remanentes de la planta: tallo, hoja, espigas y brácteas de mazorca después de que el grano de maíz es cosechado) para el ganado. El rastrojo llega a representar el 50 % de la biomasa total aérea de la planta y existen evidencias de que una mejora en la capacidad de producción de este no incide negativamente en el rendimiento de grano (Sánchez 2021).

La transformación de subproductos de maíz mediante técnicas de ensilado no sólo mejora la digestibilidad, sino que además incrementa la durabilidad de estos recursos para su utilización en épocas de escasez de alimentos, así como también la autosuficiencia de los productores de pequeña escala, y contribuye a la mitigación del cambio climático

disminuyendo las emisiones de rumiantes (Cabezas *et al.* 2020).

La superficie sembrada de maíz (*Zea mays*) en el Ecuador supera las 322.846 hectáreas, concentrándose la mayor superficie y producción (129.101 ha. 648.354 Tm, respectivamente) en la provincia de Los Ríos, lo que genera un volumen de subproductos de cosecha muy importante, los cuales tradicionalmente suelen ser quemados o incorporados en los campos, siendo una pequeña proporción de estos esquilmos los que se aprovechan como alimento para rumiantes. En ese sentido, recordamos que, por cada kg de grano producido se genera un 1,17 kg de rastrojo o paja, por cuanto se puede estimar que la disponibilidad de los residuos agrícolas para la alimentación directa de rumiantes en la provincia de Los Ríos fue alrededor de 761.111 Tm (Sánchez 2021)

García (2018) expresa que la composición nutricional del residuo de cosecha de Rastrojo de maíz ensilado es 36,4 % de materia seca, 8,8 % de proteína total, 69,0 % de fibra detergente neutra y 2,1 Mcal/Kg de energía metabolizable.

En muchos países el 80% del rastrojo de maíz se destina a la alimentación de rumiantes. Su uso, sin el auxilio de suplementos principalmente proteicos, en muchos casos no cubre los requerimientos nutricionales de mantenimiento. Se ha considerado que esta deficiencia se debe al elevado contenido del residuo fibra detergente neutro (FDN), al que se atribuye la baja digestibilidad del rastrojo de maíz y la poca disponibilidad de nutrientes en el rumen (Sánchez 2021)

El mismo autor considera que la utilización de rastrojo de maíz y su combinación con melaza y urea mediante técnicas de ensilado mejora las características nutritivas iniciales del ingrediente base, pudiéndose erigir como una alternativa de suplementación animal eficiente y aceptable ambientalmente (Sánchez 2021).

El rastrojo de maíz consiste en las hojas, tallos y mazorcas de maíz que



quedan en un campo después de la cosecha. Tal rastrojo constituye aproximadamente la mitad del rendimiento de un cultivo de maíz y es similar a la paja de otras gramíneas de cereales; en Gran Bretaña a veces se le llama paja de maíz. La paja de maíz es un producto agrícola muy común en áreas con grandes cantidades de producción de maíz. Además de la parte no granular del maíz cosechado, el rastrojo también puede contener otras malezas y pastos. El maíz de campo y el maíz dulce, dos tipos diferentes de maíz, tienen restos de maíz relativamente similares (Fuentes *et al.* 2014).

Composición y propiedades.

Componente	% En peso seco
Celulosa/glucano	37,4
Xylan	21,1
Arabe	2,9
Mannan	1,6
Galactan	2,0
Lignina	18,0
Ceniza	5,2
Acetato	2,9
Proteína	3,1

#### 1.5.5. Caña de azúcar como subproducto

La caña de azúcar ha sido, tradicionalmente, una importante alternativa de alimentación para el ganado vacuno, ante el déficit de alimento durante la época de sequía; como la gran mayoría de los alimentos voluminosos, su valor nutritivo presenta una amplia variabilidad por influencia de varios factores del manejo. Desde el punto de vista alimentario, los forrajes de caña de azúcar se deben incorporar a las dietas con una fuente de otras gramíneas verdes para mejorar su consumo, especialmente los del género *Pennisetum* (Reyes *et al.* 2015).

De acuerdo a Gómez (2017) el potencial de la caña de azúcar

(*Saccharum* spp.) como forraje para alimentar ganado bovino y ovino en el trópico se sustenta en ventajas comparativas con otros cultivos, incluyendo su alta producción de biomasa, amplio rango de adaptación agroecológica, suelos pobres en nutrientes, resistencia a sequías prolongadas y mantenimiento de su valor nutricional durante periodos considerables.

Los resultados de la disponibilidad de los forrajes nos permite, con este sistema de estabulación, mantener una carga promedio de 4.70 a 4.90 UGM ha<sup>-1</sup>; ya que se logra estabilizar los consumos promedio para el ganado en ordeño, en el orden de los 10.82; y en el grupo seco, de los 9.06 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, donde el forraje de caña de azúcar representa entre el 24 al 33 y 50 %, para los animales de ordeño y seco, respectivamente (Reyes *et al.* 2015).

Algunas de las características que se buscan en las variedades forrajeras de caña de azúcar son alta relación hoja/tallo, elevado rendimiento de materia seca, fibra por hectárea, y disponibilidad durante la época seca y de vientos del norte. La caña y los residuos agroindustriales que de ella derivan poseen pared celular, alta concentración de sacarosa y otros azúcares solubles que pueden ser aprovechados por los rumiantes. Dado que los contenidos de proteínas y minerales de la caña suelen ser bajos, se recomienda completar la dieta a base de esta, con otras fuentes, incluyendo granos energéticos y proteicos, subproductos agroindustriales y minerales (Gómez 2017).

Lagos y Castro (2019) destaca que la cantidad y el volumen de subproductos que se pueden aprovechar de la caña son altos, dado que por cada tonelada de panela se obtiene una tonelada de subproductos. Estos se pueden convertir en la materia prima para la elaboración de suplementos para la alimentación animal, los cuales pueden suministrarse en diferentes formas como ensilajes, harinas, bloques nutricionales y melote, el cual es producido por la deshidratación de la

cachaza.

De especial importancia resulta la caña de azúcar para la alimentación animal durante las épocas de seca, pues mientras los pastizales tienden a disminuir su productividad debido a la escasez de lluvias o a las bajas temperaturas, la caña de azúcar mantiene su crecimiento y productividad. Aunque anteriormente solo se recomendaba la utilización de hojas, puntas (cogollos), bagazo y melazas para la alimentación animal, actualmente se busca un mayor aprovechamiento de la planta como alimento, incluyendo hojas, puntas, pajas (residuos de cosecha en campo) y subproductos de fábrica, tales como mieles finales, bagazo, cachaza y vinaza, entre otros (Gómez 2017).

De acuerdo a Lagos y Castro (2019), los subproductos poseen un alto contenido de fibra, alta concentración de sacarosa y otros azúcares solubles, pero bajos contenidos de proteína y minerales. Muchos de ellos han sido sometidos a tratamientos físicos, químicos y biológicos, con el fin de mejorar la disponibilidad de los nutrientes y por ende, su digestibilidad. También han sido enriquecidos con fuentes de nitrógeno no proteico (urea) o con fuentes de proteína verdadera.

Las bondades de la caña de azúcar en la alimentación animal están en razón de su elevada capacidad de producción de biomasa o materia verde y seca, la alta cantidad de energía contenida por unidad de área en corte por año, y la reconocida capacidad de mantener su potencial energético durante periodos secos prolongados. La característica más importante es su alto contenido de azúcares solubles (aproximadamente 18 °Brix) y fibra (48 % en promedio), aunque es pobre en proteína (menos de 5 % en promedio) y minerales, y casi ausente de grasas y almidones (Gómez 2017).

El cultivo de la caña de azúcar es un recurso de las regiones tropicales con un gran potencial como fuente de alimento para los rumiantes, en el periodo de sequía representa una alternativa viable para resolver la

escasez de forrajes, aunque las limitantes fisiológicas-nutritivas fundamentales son bajo contenido de proteína, lenta degradación de la fibra, mayor tiempo de rumia, lenta velocidad de pasaje. La aplicación de las diversas tecnologías en función de la disponibilidad de recursos, capacitación, asesoría técnica, adaptación a los sistemas de producción regionales, permitirá las mejoras en la productividad y la rentabilidad en la producción de carne y leche de las regiones tropicales en nuestro país (Aranda *et al.* 2018).

Para aumentar el contenido de nitrógeno que permita una mayor síntesis de proteínas en el tracto digestivo de los animales alimentados con caña de azúcar, se sugiere adicionar desde 5 g a 10 g de urea por cada kilogramo de caña fresca o mezclarse con una fuente de proteína común. El elevado contenido de azúcar y reducido contenido de almidón de la caña limita la digestibilidad de la fibra (50 % a 68 %), por lo que no se recomienda su utilización como única fuente de forraje en la alimentación del ganado ni en grandes cantidades (no más de 50 % de la dieta en base seca) en la formulación de raciones alimenticias (Gómez 2017).

Estudios sobre el desempeño de animales alimentados con subproductos resultantes de la industrialización de la caña, presentan nuevas perspectivas de investigación hacia un sistema de producción sostenible y amigable con el ambiente. Hoy en día se sabe que al darles un valor agregado se logra la reducción en los costos de alimentación, generados por la compra de materias primas que no se producen regionalmente y que compiten con la alimentación humana (Lagos y Castro 2019).

## **1.6. Hipótesis**

Ho= las alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y residuos de cosecha de caña de azúcar no son indispensables para vacas en producción de leche en el Trópico.

Ha= las alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y residuos de cosecha de caña de azúcar son indispensables para vacas en producción de leche en el Trópico.

### **1.7. Metodología de la investigación**

Para la elaboración del presente documento se recopiló información de textos, revistas, congresos, seminarios, ponencias, bibliotecas virtuales y artículos científicos de alto rigor científico.

La investigación obtenida fue resumida y analizada en función de las diferentes alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y subproductos de caña de azúcar para vacas en producción de leche del Trópico.

## **CAPÍTULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

La presente revisión bibliográfica detalló información sobre las alternativas de alimentación con ensilaje de rastrojo de maíz y residuos de cosecha de caña de azúcar para vacas en producción de leche en el Trópico.

Los alimentos para ganadería en Ecuador están en gran parte liderados por la producción industrial, los sistemas ganaderos de producción son en su mayoría pastoriles y la suplementación se hace con base en alimentos concentrados industriales en más del 70% de lo que se comercializa. Es por ello que uso de fuentes alternativas en finca (hatos) sigue creciendo debido a que el ganadero en la búsqueda de mejorar la rentabilidad para su ganadería busca adquirir nuevas alternativas fibrosas, proteicas y energéticas para los animales.

#### **2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)**

El comportamiento y el confort del vacuno lechero han sido relativamente poco estudiados, especialmente si los comparamos con los estudios realizados acerca de la nutrición y alimentación, reproducción, genética y patología, o a su vez solo se utilizan los mismos ensilajes no buscando otras alternativas alimenticias.

Resulta indudable la importancia de continuar evaluando métodos físicos, químicos, y/o biológicos, o bien, la adición de suplementos a las dietas basadas en rastrojos para el mejoramiento de la digestibilidad de los principales residuos agroindustriales generados en el litoral ecuatoriano (maíz, arroz, banano, cacao, maracuyá, piña, etc.). No obstante, existe poca información publicada sobre el efecto de otros subproductos derivados para alimentación de ganado en producción de leche.

### **2.3. Soluciones planteadas**

Existe un gran potencial de uso de los subproductos de caña para generar opciones para la nutrición animal, a través del uso de diversas tecnologías y recomendaciones de uso.

La utilización de rastrojo de maíz y su combinación con melaza y urea mediante técnicas de ensilado mejora las características nutritivas iniciales del ingrediente base, pudiéndose erigir como una alternativa de suplementación animal eficiente y aceptable ambientalmente.

### **2.4. Conclusiones**

El residuo de maíz constituye un insumo importante para la elaboración de programas alimenticios más eficientes y rentables, ya que logra reducir los costos de alimentación y por consiguiente los costos de producción por cada kg de leche.

El residuo de maíz está compuesto por Celulosa/glucano (37,4 %), Xylan(21,1 %), Arabe (2,9 %), Mannan (1,6 %), Galactan (2,0 %), Lignina (18,0 %), Ceniza (5,2 %), Acetato (2,9 % y Proteína (3,1 %), considerándose una alternativa para vacas en producción de leche. El Rastrojo de maíz ensilado contiene 36,4 % de materia seca, 8,8 % de proteína total, 69,0 % de fibra detergente neutra y 2,1 Mcal/Kg de energía metabolizable.

. El elevado contenido de azúcar y reducido contenido de almidón de la caña limita la digestibilidad de la fibra (50 % a 68 %), por lo que no se recomienda su utilización como única fuente de forraje en la alimentación del ganado. Con la adición de 5 g a 10 g de urea por cada kilogramo de caña fresca y mezclar con una fuente de proteína común.

## **2.5. Recomendaciones**

Concientizar a los productores ganaderos sobre los beneficios de utilizar productos agroindustriales para alimentación del ganado bovinos.

Utilizar rastrojo de maíz, bagazo de cañada de azúcar ensilada o homogenizada con urea y melaza como suplemento en la alimentación de bovinos para carne y leche.

Realizar estudios con la utilización del bagazo de caña de azúcar en ganado porcino.



## BIBLIOGRAFÍA

- Aranda, E., Ramos, J., Mendoza, M., Salgado, G., Bueno, S. 2018. Utilización de la caña de azúcar en la alimentación bovina, el desarrollo de sus tecnologías y la alternativa para los periodos de sequía. Universidad Autónoma Metropolitana –Xochimilco, México, D. F.
- Benítez Reyes, J. 2021. Rentabilidad del ensilado de maíz y de maíz rastrojo en Almoloya de las Granadas.
- Cabezas, A. S., Perea, J., Montenegro, L., Espinoza, I., Avellaneda-Barbarito, J. F., Barba, C. 2020. Cinética de degradación ruminal in situ de ensilado de rastrojo de maíz (*Zea mays*) con niveles crecientes de urea. *Archivos de zootecnia*, 69(267), 320-326.
- Calunga, M. M., Valdés, J. A. B., Balmaseda, R. A., Viera, R. G., Viera, G. G., de Oca, R. V. M. 2017. Estacionalidad en la producción de leche en un rebaño bovino. *Revista de Producción Animal*, 19(1).
- Carvajal-Hernández, M., Valencia-Heredia, E. R., Segura-Correa, J. C. 2015. Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatán, México. *Revista Biomédica*, 13(1), 25-31.
- Chilibroste, P. 2014. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; I Predicción del consumo. *Jornadas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP*, 1-7.
- Flórez, A. 2017. Producción lechera en la irrigación de Majes-Arequipa. Un sistema de alimentación para vacas lecheras en áreas de irrigación. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 12(2), 14-20.
- Fuentes, J., Magaña, C., Suárez, L., Peña, R., Rodríguez-Herrera, S. A., & de la Rosa, B. O. (2014). Análisis químico y digestibilidad “in vitro” de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 12(2), 189-192.
- García Pariona, D. C. 2018. Utilización y valoración del residuo agrícola de maíz amiláceo en la alimentación del ganado lechero en el Valle del Mantaro.
- García, A., Hippen, A. 2018. Alimentación de las vacas lecheras para condición corporal.

- Gómez-Merino, F. C. 2017. Caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la alimentación de rumiantes: experiencias generadas con cañas forrajeras. *Agro Productividad*, 10(11).
- González, B. P. 2017. Efecto de la alimentación con *Moringa oleífera* en la dieta de vacas lecheras. *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(4), 40-45.
- Hernández Morales, P., Estrada-Flores, J. G., Avilés-Nova, F., Yong-Angel, G., López-González, F., Solís-Méndez, A. D., & Castelán-Ortega, O. A. 2013. Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. *Universidad y ciencia*, 29(1), 19-31.
- Lagos-Burbano, E., & Castro-Rincón, E. 2019. Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agromía Mesoamericana*, 917-934.
- Manteca, X. 2016. Comportamiento de alimentación del bovino lechero. Sitio Argentino de Producción Animal.
- Mendoza, A., Cajarville, C., Santana, Á., & Repetto, J. L. 2016. ¿Hacia una nueva forma de pensar la alimentación de las vacas lecheras? La inserción del confinamiento en los sistemas pastoriles de producción de leche. In *XV Congreso Latinoamericano de Buiatría/XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría*. Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Paulino, J. 2016. Alimentación de vacas lecheras de alta producción.
- Reyes, J. J., Padilla, C., Martín, P. C., Gálvez, M., Rey, S., Noda, A., Redilla, C. 2015. Consumo de forrajes tropicales por vacas lecheras, mestizas Siboney, manejadas en condiciones de estabulación. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 19(1), 31-40.
- Sánchez Laiño, A. R. 2021. Ensilaje de rastrojo de maíz asociado con diferentes niveles de urea y melaza para la alimentación de rumiantes. Caracterización y posicionamiento estratégico.
- Sheen, S., & Riesco, A. 2002. Factores que afectan la producción de leche en vacas de doble propósito en trópico húmedo (Pucallpa). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 13(1), 25-31.
- Wattiaux, M. A., Homan, J., del Carmen Moreno, M., & de Rodríguez, A. M. 2017. *Nutrición y alimentación*. Intituto Babcock para Investigación y Desarrollo Internacional para la Industria Lechera, Programa Internacional de Agricultura.

Wheeler, B. 2016. Recomendaciones para la alimentación de las vacas lecheras. *Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderialeche/articulos/recomendaciones-alimentacion-vacas-lecheras-t25877.htm>*.