

Efecto de la fuente de energía sobre la productividad en bovinos estabulados

Diego Ferney Báez Tarazona

Trabajo de Grado para optar por el título de Zootecnista

Director

Julián Mauricio Botero Londoño

PhD en Ciencias Agrarias con énfasis en manejo de suelos y aguas

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa de Zootecnia

Bucaramanga

2025

### **Dedicatoria**

Dios mío, te agradezco profundamente por ser mi guía constante, por brindarme fuerzas en los momentos más difíciles y por iluminar mi camino con tu amor infinito. Quiero enviar un saludo al cielo a todos mis queridos familiares que se encuentran en este paraíso celestial, especialmente a mis abuelos Paulina Cárdenas, Bonifacio Tarazona, Miguel Ángel Báez, y a mi primo “Camilito” Julián Camilo Caicedo Báez. Gracias a sus bendiciones desde el cielo, encontré la fortaleza para salir adelante y lograr mis objetivos. No hay palabras suficientes para expresar mi gratitud hacia ellos.

A mis padres, Tana Judith Tarazona Cárdenas y Luis Ernesto Báez Gómez, así como a mis hermanos Laura Ximena y Carlos Andrés, les debo todo. Con su amor incondicional me han enseñado lo más valioso: los principios, la perseverancia y la bondad. Su ejemplo se ha convertido en mi motivación para seguir adelante, y todo lo que soy se lo debo a su amor y sacrificio.

Y a ti, mi amor, mi compañera de vida y confidente, Karen Lorena Celis, gracias por estar siempre a mi lado, por ofrecerme tu apoyo en cada momento y por recordarme que este camino no ha sido fácil. Me has enseñado que, con esfuerzo y dedicación, todo es posible y tu apoyo incondicional ha sido fundamental.

A todos ustedes, mi eterno agradecimiento. Siempre llevaré su recuerdo en mi corazón.

***Diego Ferney Báez Tarazona***

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos mis profesores de la Universidad Industrial de Santander, y en particular al profesor PhD. Julián Mauricio Botero Londoño, así como a las profesoras MSc. Andrea Paola Rodríguez Triviño, MSc. Laura Vanessa Álvarez Palomino y MSc. Rosalba Buitrago Cancino. Su dedicación, paciencia y vasto conocimiento han sido fundamentales en mi trayectoria académica. Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi formación, no solo en el ámbito intelectual, sino también en el personal. Estoy profundamente agradecido por su constante apoyo, por desafiarme a pensar críticamente y por su inquebrantable pasión por la enseñanza. Me resulta difícil encontrar palabras que expresen plenamente mi gratitud.

A mis compañeros de universidad: Duban Alexis Jaimés, Jeisson E. Joya Joya, Raúl Leonardo B. Méndez, Cristian Elías Flórez, Cristian C. Moya, Genny P. Gómez, David Alejandro Suárez, Milton Bladimir Camacho, María Camila Sánchez, Jesús Alberto Blanco, Carolina Santisteban “Panita”, David A. Blanco y Laura Alejandra Ramírez. Gracias por hacer que este viaje sea aún más significativo. A lo largo de los años, hemos compartido risas, desafíos y momentos que siempre llevaré en mi corazón. Cada uno de ustedes ha sido una fuente de inspiración y motivación. Juntos hemos aprendido y crecido, y estoy seguro de que nuestras historias continuarán entrelazándose en el futuro.

A todos ustedes, les agradezco por ser parte esencial de este capítulo tan importante de mi vida. Sin su apoyo y compañía, este camino no habría sido el mismo.

**Tabla de contenido**

Introducción .....	12
1. Objetivos .....	15
1.1 Objetivo general .....	15
1.2 Objetivos específicos .....	15
2. Marco teórico .....	16
2.1 Producción Bovina .....	16
2.2 Características Taxonómicas de los Bovinos .....	17
2.3 Producción Bovina en Colombia .....	18
2.4 Requerimientos nutricionales.....	18
2.5 Papa ( <i>Solanum tuberosum</i> L.).....	19
2.6 Bore ( <i>Alocasia macrorhiza</i> ) .....	21
2.7 Maíz ( <i>Zea mays</i> ).....	22
3. Metodología .....	23
3.1 Área de estudio .....	23
3.2 Tratamientos.....	24
4. Resultados .....	26
5. Discusión.....	34
6. Conclusiones .....	35
7. Recomendaciones.....	36
Referencias bibliográficas.....	37
Apéndices.....	39

**Lista de Tablas**

	<b>Pág</b>
<b>Tabla 1</b> Clasificación taxonómica del bovino .....	17
<b>Tabla 2</b> Explotación bovina en Colombia .....	18
<b>Tabla 3</b> Requerimientos nutricionales de los bovinos para diferentes condiciones fisiológicas..	18
<b>Tabla 4</b> Composición nutricional de la papa (En 100 g) .....	20
<b>Tabla 5</b> Composición nutricional del Bore.....	22
<b>Tabla 6</b> Composición nutricional de diferentes cereales .....	23
<b>Tabla 7</b> Dieta 1: Dieta balanceada con harina de papa como fuente de energía .....	26
<b>Tabla 8</b> Dieta 2: Dieta balanceada con harina de bore como fuente de energía.....	27
<b>Tabla 9</b> Dieta 3: Dieta balanceada con harina de maíz como fuente de energía .....	27
<b>Tabla 10</b> Comparación general de las tres dietas respecto al consumo.....	28
<b>Tabla 11</b> Comparación de la proteína cruda (%) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas .....	29
<b>Tabla 12</b> Comparación de Kcal/kg en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas.....	29

<b>Tabla 13</b> Comparación de digestibilidad (%) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas .....	30
<b>Tabla 14</b> Comparación de Energía Digestible (kcal/kg) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas.....	30
<b>Tabla 15</b> Comparación de Energía Metabolizable (kcal/kg) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas .....	31
<b>Tabla 16</b> Comparación de Materia Seca (%) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas .....	31
<b>Tabla 17</b> Comparación de Conversión Alimenticia (CA) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas.....	32
<b>Tabla 18</b> Comparación de conversión por día en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas .....	32
<b>Tabla 19</b> Comparación de g/día en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas .....	32
<b>Tabla 20</b> Comparación de ingesta Kg /día de harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas .	33
<b>Tabla 21</b> Comparación general de las tras dietas respecto al precio .....	34

**Lista de figuras**

<b>Figura 1</b> Mapa y ubicación de área de estudio.....	24
<b>Figura 2</b> Planteamiento de fórmulas para GP (Ganancia de peso) y CA (Conversión alimenticia) .....	25
<b>Figura 3</b> Comparación de peso inicial y final (kg) de bovinos estabulados con dietas a base de papa, bore y maíz .....	33

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág</b>
<b>Apéndice A</b> Ejemplares utilizados en el estudio .....	39
<b>Apéndice B</b> Zona rural e invernadero usado en el estudio.....	39
<b>Apéndice C</b> Materias primas usadas en el estudio .....	40
<b>Apéndice D</b> Materias primas deshidratadas usadas en el estudio .....	40
<b>Apéndice E</b> Locación de lotes para tratamientos .....	41
<b>Apéndice F</b> Mezcla de las materias primas para la obtención de la dieta balanceada .....	41
<b>Apéndice G</b> Materias Primas deshidratadas y procesadas .....	42
<b>Apéndice H</b> Locación veredal, Municipio de Concepción .....	42
<b>Apéndice I</b> Ejemplares alimentados con fibra vegetal deshidratada.....	43
<b>Apéndice J</b> Tabla general de variables y dietas .....	43
<b>Apéndice K</b> Resultados de dieta de Maíz .....	44
<b>Apéndice L</b> Resultados de dieta de Papa .....	44

**Apéndice M** Resultados de dieta de Bore ..... 45

**Apéndice N** Tabla de datos de ganancias de peso total (Kg) por dietas ..... 45

## Resumen

**Título:** Efecto de la fuente de energía sobre la productividad en bovinos estabulados\*

**Autor:** Diego Ferney Báez Tarazona\*\*

**Palabras claves:** alimentos alternativos, alimentación, bovinos, energía metabolizable, proteína.

### Descripción:

Con la necesidad de aportar energía de calidad en la alimentación animal, se han generado estrategias de uso alternativo como lo son la papa (*Solanum tuberosum L*), maíz (*Zea mays*) y bore (*Alocasia macrorrhiza*) como un alimento práctico y sostenible para la producción animal. Con dicho método se quiere introducir cómo suministro eficaz en la dieta de los animales, ya que estos generan múltiples beneficios económicos y productivos, con el fin de reducir costos y utilizar materias primas de fácil acceso. En los últimos años, los suplementos energéticos para las especies de producción animal como lo es ganado bovino han sufrido un incremento económico por el aumento en el valor sabiendo que hay suplementos naturales que nos pueden ayudar con alguna carencia energética; asimismo, en ganaderías y principalmente en la ganaría agroforestal el uvito la cual cuenta con una finca de 8 ha en extensión para esta explotación pecuaria ubicada en el municipio de Concepción vereda Junín en Santander. Se están generando proyectos de investigación y de alto impacto para la región usando como opciones de alimentación animal subproductos de cultivos de la zona. La mayoría de materia prima es seleccionada y recolectada por manos campesinas que saben labrar la tierra, por ello se pretende dar a conocer nuevas formas de alimentación eficaz y al alcance de nuestras manos y con bajo costo para adquirirlos. En este estudio, se reportan el arduo trabajo de como en tan solo 3 tratamientos o conjuntos de animales se demuestra la calidad nutricional de los alimentos, la inclusión de cada una de las materias primas anterior mente mencionadas al 35 % en cada una de las dietas de este proyecto y la cuantificación de los costos de producción por dieta en el tratamiento. Sobresaliendo del estudio que los animales alimentados con la dieta de papa obtuvieron mayores ganancias de peso al finalizar el trabajo con pesos en promedio de 248 kg aproximadamente, no obstante, los otros tratamientos de bore y maíz no quedaron lejanos a este rango de peso final con un promedio de 232 kg y 230 kg respectivamente. Dichas materias primas poseen un alto contenido de proteína bruta, energía metabolizable y materia seca, La inclusión de estas materias primas en la dieta de los animales complementa la absorción de nutrientes de alta calidad, además es una estrategia económica para los productores, reduciendo costos disminuyendo la dependencia a los productos comerciales.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED. Programa de Zootecnia. Director: Julián Mauricio Botero Londoño. PhD en Ciencias Agrarias con énfasis en manejo de suelos y agua.

### Abstract

**Title:** Effect of energy source on productivity in stabled cattle\*

**Author:** Diego Ferney Báez Tarazona\*\*

**Keywords:** alternative foods, cattle, feed, metabolizable energy, protein.

### Description:

With the need to provide quality energy in animal feed, alternative strategies have been developed, such as the use of potatoes (*Solanum tuberosum* L), corn (*Zea mays*), and bore (*Alocasia macrorrhiza*) as practical and sustainable feed for animal production. This method aims to introduce these foods as an effective supplement in animal diets, as they generate multiple economic and productive benefits, with the aim of reducing costs and using easily accessible raw materials. In recent years, energy supplements for animal production species such as cattle have undergone an economic increase due to their rising value, knowing that there are natural supplements that can help us with energy deficiencies. Likewise, in livestock farming, and mainly in agroforestry livestock farming, the uvito, which has an 8-hectare farm for this livestock operation located in the municipality of Concepción, Junín district, in Santander. High-impact research projects are being generated for the region, using by-products from crops in the area as animal feed options. Most of the raw material is selected and collected by farmers who know how to work the land, which is why the aim is to raise awareness of new forms of effective feed that are within our reach and inexpensive to purchase. This study reports on the hard work involved in demonstrating the nutritional quality of the feed in just three treatments or groups of animals, the inclusion of each of the aforementioned raw materials at 35% in each of the diets in this project, and the quantification of production costs per diet in the treatment. The study highlights that the animals fed the potato diet gained more weight at the end of the study, with an average weight of approximately 248 kg. However, the other treatments with bore and corn were not far behind this final weight range, with an average of 232 kg and 230 kg, respectively. These raw materials have a high content of crude protein, metabolizable energy, and dry matter. The inclusion of these raw materials in the animals' diet complements the absorption of high-quality nutrients and is also an economical strategy for producers, reducing costs by decreasing dependence on commercial products.

---

\* Thesis

\*\* Institute for Regional Outreach and Distance Education (IPRED). Animal Science Program. Director: Julián Mauricio Botero Londoño. PhD in Agricultural Sciences with an emphasis on soil and water.

## Introducción

Los rumiantes tienen la capacidad de utilizar alimento, materias primas que otras especies no pueden usar, esta propiedad se debe a la adaptación de su aparato digestivo y a la perfecta simbiosis que tiene con los millones de microorganismos que habitan en el rumen. Además de que constituyen una importante fuente de alimentos y otros productos para los seres humanos. Estos animales se han adaptado de tal manera que pueden satisfacer sus necesidades energéticas a través de la utilización de los forrajes, los cuales son relativamente abundantes en la superficie terrestre (Urroz, 2015).

La interacción simbiótica entre la microflora ruminal y el rumiante en sí constituye uno de los eventos más importantes para el desarrollo de la vida, dado que, gracias a esto, sustratos que no pueden ser utilizados por el hombre, pueden ser aprovechados por el rumiante. No obstante, la digestión de estos compuestos es realizada gracias a la acción enzimática efectuada por los microorganismos ruminales. De esta forma, los rumiantes pueden convertir celulosa y hemicelulosa, además de otros compuestos, en carne y leche (Fraga Coteló, 2010).

Ello ha generado la utilización de alternativas de producción forrajera, pasando a la incorporación de concentrados y de aditivos por ser una de las opciones más importantes ya que incrementan la eficacia de la dieta, mejoran la salud, promueven el crecimiento y aumentan la producción, hasta llegar a garantizar eficientemente recursos alimenticios para alcanzar objetivos productivos en función de ganancia de peso. Por lo tanto, el uso de suplementos adaptables a las condiciones propias del medio son de gran interés ya que permiten mejorar algunos indicadores productivos importantes como la condición corporal y la ganancia media diaria (González & Urbina, 2018).

La crianza de bovinos establecidos en América Latina es un tema relevante, especialmente en términos de la producción ganadera y su impacto en la economía, el medio ambiente y la seguridad alimentaria. En muchos países latinoamericanos, el sistema de establecimiento se ha incrementado como parte de las prácticas intensivas de producción de carne y leche. Este tipo de crianza se caracteriza por mantener a los animales en un espacio cerrado, donde se controla su alimentación, salud y bienestar para maximizar la producción (González, 2022).

El modelo de producción establecido en América Latina ha sido favorecido principalmente en países como Brasil, Argentina y México, donde la ganadería es un sector clave para la economía. Sin embargo, las prácticas de establecimiento también enfrentan desafíos, como la sostenibilidad ambiental, la salud animal y las tensiones sociales relacionadas con el uso de la tierra y el cambio climático (González, 2022). La ganadería del país debe encaminarse hacia una alta productividad en la que se usen de manera efectiva y sostenible los recursos naturales, de tal forma que los futuros proyectos ganaderos se establezcan solo en aquellas zonas que son propicias y los existentes sean manejados para mejorar la productividad y disminuir los impactos sobre el territorio (Galvis et al., 2021).

La explotación de bovinos estabulados en Colombia es una práctica común en la producción de carne y leche. Este sistema de producción tiene varias características y desafíos que son importantes considerar (Arango, 2018). Según lo anterior dicho por Arango en 2018, en cuanto a la inclusión de energía (kcal/kg) en la alimentación de terneros durante la fase de levante es esencial para garantizar su crecimiento y desarrollo saludable. Esta energía representa la cantidad disponible para el animal, una vez descontadas las pérdidas ocasionadas por gases, orina y el gasto energético asociado por el movimiento.

La importancia de incorporar fuentes de energía en la dieta de los bovinos en sistemas estabulados se ha encontrado que una adecuada planificación de este componente nutricional es fundamental por diversas razones. Por lo tanto, los terneros necesitan una cantidad suficiente de energía para favorecer su rápido crecimiento y el desarrollo de tejidos, como músculos y huesos, especialmente en las etapas iniciales de su vida. Una dieta que proporcione la energía necesaria asegura que el animal alcance un peso y tamaño óptimos, lo que resulta clave para su futura productividad.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar diferentes fuentes de inclusión energética sobre la productividad de bovinos estabulados.

### **1.2 Objetivos específicos**

Determinar la calidad nutricional de las materias primas a usar en las dietas balanceadas suministradas a los bovinos.

Evaluar la inclusión de papa, bore y maíz sobre la ganancia de peso diaria en bovinos en la etapa de levante.

Cuantificar los costos de producción y rentabilidad del sistema implementado para cada dieta balanceada.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Producción Bovina

En el proceso de producción de carne se pueden identificar diversos eslabones. El primero de ellos es la actividad de cría, seguida por las etapas de recría y engorde (o “invernada”). Finalmente, se llega a la etapa industrial, que se encamina hacia el consumo directo de la carne o a diferentes métodos de procesamiento y conservación, como el congelado o las conservas (Veneciano, 2014).

Es importante destacar un par de implicancias en este sentido. En primer lugar, a diferencia de la etapa de engorde, que se centra en un único proceso productivo el incremento de peso, fácil de observar y medir, la cría abarca un proceso biológicamente más complejo que incluye la reproducción, la gestación, el cuidado del parto y la lactancia. En segundo lugar, esta etapa es crucial para establecer el genotipo de todo el proceso productivo. Si se trabaja en esta fase inicial con un biotipo ligero, se obtendrá una res relativamente pequeña, adecuada para el consumo interno, pero no necesariamente apta para el mercado de exportación, y viceversa (Veneciano, 2014).

Por otro lado, los productos agrícolas, como los cereales y las oleaginosas, se destinan directamente a la alimentación humana sin sufrir previamente la transformación de vegetal a animal, lo que contribuye a la eficiencia biológica del proceso. Cada transformación conlleva una pérdida de energía, que es especialmente elevada en la ganadería. Dentro de esta, la cría es la actividad que implica mayores cambios energéticos, resultando en pérdidas significativas. En contraste, el crecimiento de un animal en las etapas de recría y engorde, que se traduce en la producción de carne a partir del forraje, es un proceso más sencillo y eficiente que las

transformaciones más complejas de la etapa de cría, como el ciclo de pasto-vaca-gestación-ternero o pasto-vaca-leche-ternero (Veneciano, 2014).

## 2.2 Características Taxonómicas de los Bovinos

En la siguiente tabla se muestra la clasificación taxonómica de la especie usada en este estudio la cual fue bovinos.

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica del bovino*

	Taxonomía
Reino	<i>Animalia</i>
Phylum	<i>Chordata</i>
Clase	<i>Mammalia</i>
Orden	<i>Artiodactyla</i>
Familia	<i>Bovidae</i>
Nombre científico	<i>Bos taurus / Bos indicus</i>
Nombre común	<i>Ternero</i>

Nota. Tomado de (Torres & Lilibeth, 2023)

### 2.3 Producción Bovina en Colombia

**Tabla 2**

*Explotación bovina en Colombia*

Tipo de explotación	Producción	Regiones principales	Razas comunes	Sistema de alimentación	Desafíos	Bienestar animal	Mercado
Estabulado	Carne	Antioquia	Holstein	Forrajes	Costos de producción	Enfoque en condiciones de alojamiento	Exportación de carne
Semi-estabulado	Leche	Valle del cauca	Brahman	Concentrados	Manejo de desechos	Manejo del estrés	Productos lácteos
Extensiva		Cundinamarca	Gyr	Suplementos nutricionales	Adaptación a regulaciones ambientales	Salud animal	
		Santander	Cruces*				
		Boyacá					

*Nota:* Martínez et al., (2009); Tomado de (Avendaño Rodríguez & Navarro Ortiz, 2020, p.14)

### 2.4 Requerimientos nutricionales

**Tabla 3**

*Requerimientos nutricionales de los bovinos para diferentes condiciones fisiológicas*

PESO	GANANCIA	IMS	EM	EM	P.M.	P.B.	P.B.
(Kg)	(Kg/día)	(Kg/día)	(Kcal/día)	(Kcal/kg)	(kg)	(Kg/día)	(%)
150	1,2	4,2	11094,778	2641,614	0,522	0,779	18,55
200	1,5	5,2	15627,516	3005,526	0,645	0,963	18,52

250	1,5	6,2	18453,365	2976,349	0,683	1,019	16,44
300	1,5	7,1	21146,457	2978,374	0,721	1,076	15,15
350	1,5	8	23744,721	2968,09	0,72	1,075	13,44
400	1,5	8,8	26267,124	2984,9	0,709	1,058	12,02
450	1,5	9,6	28675,733	2987,056	0,699	1,043	10,86
500	1,5	10,6	31046,412	2928,907	0,69	1,03	9,72

*Nota:* Materia Seca (MS), Energía Metabolizable (EM), Proteína (PM), Proteína Bruta (PB).

National Research Council, 2007; Tomado de (Avendaño Rodríguez & Navarro Ortiz, 2020, p.89)

Materia Seca (MS),

## 2.5 Papa (*Solanum tuberosum* L.)

La patata, (*Solanum tuberosum* L). Es uno de los cultivos básicos más importantes para el consumo humano, junto con el trigo, el arroz y el maíz. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2008), China es el mayor productor de patatas, con una producción de 72.000.000 toneladas, seguida de Rusia (35.718.000 toneladas) e India (26.280.000 toneladas) (Szliszka, 2021).

Para el año 2020 Colombia produjo alrededor de 2'625.272 de toneladas de papa, participando en el 3,3% de PIB nacional (Ministerio agricultura, 2020). Esta producción se presenta principalmente en zonas de páramo con prácticas insostenibles que generan riesgos a futuro para el medio ambiente y de esta como actividad socioeconómica (Sanabria et al., 2022).

Uno de los subproductos derivados del cultivo de papa son las papas de descarte (millo o papas cortadas no destinadas al consumo humano), estos subproductos pueden ser utilizados desde el punto de vista de la sostenibilidad ya que es una forma ecológicamente viable y económicamente

eficaz de gestionar los subproductos, ya que se reducen costos y se hace circular los nutrientes de un material comestible no humano, regresándolo a la cadena alimentaria como contribución a la producción ganadera (Franco, 2021).

Además, la papa es hoy por hoy, un alimento que básicamente se consume en forma directa, se estima que alrededor del 70% de la producción total se destina al consumo humano. Las empresas procesadoras, por su parte, exigen el 6,0% para producir alimentos de consumo humano, el 7,9% para semillas, el 1,9% para alimentación animal (sin procesar), y el 1,6% para el mercado externo (Ospina, 2012).

#### Tabla 4

*Composición nutricional de la papa (En 100 g)*

Componente	Unidad	Cantidad	% VD
Energía	kcal	77	--
Proteína	g	2.05	--
Carbohidratos	g	17.49	6%
Fibra dietética	g	2.10	7%
Azúcar	g	0.82	--
Grasa	g	0.09	0%
Sodio	g	6	0%
Calcio	g	12	2%
Hierro	g	0.81	4%
Potasio	g	425	10%

Nota. Tomado de Menchú y Méndez (2012, p. 33) y (Ramos & Abigail, 2023)

## 2.6 Bore (*Alocasia macrorhiza*)

El Bore (*Alocasia macrorhiza*) ha sido utilizado como fuente de suplemento alimenticio en diferentes explotaciones pecuarias. La producción de biomasa por planta es de 14 kg al año, es procedente de la India y su entrada al continente se gesta por Brasil como alimento para el ganado; es del género *Alocasia* y de la especie *Macrorhiza*; crece en tierras costeras (1700 msnm) y es adaptable a una gran variedad de suelos. Alcanza alrededor de 4 metros de altura con hojas entre 80 cms y 1 metro de anchas, logra pesar 662 gramos por unidad; como virtud encontramos un tallo que acumula almidones, para ser usado como aporte nutricional; como desventaja, acumula oxalatos de calcio y taninos (factores anti nutricionales) (Mora , 2015).

Una característica nutricional del Bore (*Alocasia macrorhiza*) es la acumulación de almidones en su tallo o médula, nutriente esencial para el aporte de energía al animal (Wattiaux, 1996).El alto contenido de proteína en las hojas hace que esta planta sea considerada como suplemento proteínico en las dietas de diferentes sistemas de producción pecuaria; aparte del aporte de grasas, vitaminas y minerales (Wen & Luo, 1997).

La inclusión de esta materia prima en la dieta de los animales complementa la absorción de nutrientes de alta calidad, además es una estrategia económica para los productores, reduciendo costos disminuyendo la dependencia a los productos comerciales (Martínez et al., 2023).El bore junto con otras especies como caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cidra (*Sechium edule*), ramio (*Boehmeria nivea*) pueden conformar una dieta nutritiva y variada para alimentar los cerdos, los pollos y las gallinas de la finca (Gómez, 2018).

**Tabla 5***Composición nutricional del Bore*

<b>Parte de las plantas</b>	<b>Materia seca %</b>	<b>Proteína cruda %</b>	<b>Fibra cruda %</b>	<b>Cenizas %</b>
Hoja	22,4	15,4		
Peciolo	9,62	16,2		
Hoja completa	14	13,6	11,5	10

Nota. Tomado de (Obando, 2012)

**2.7 Maíz (*Zea mays*)**

El maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales se cultiva el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. Habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, hoy día se cultiva hasta los 58° de latitud norte en Canadá y en Rusia y hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile. La mayor parte del maíz se cultiva a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3 800 msnm en la cordillera de los Andes. Mas aún, el cultivo continúa a expandirse a nuevas áreas y nuevos ambientes (FAO, 2001).

El maíz tiene el mayor potencial para la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal a ser sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, tal como se pone en evidencia en la bien documentada historia del maíz híbrido en los Estados Unidos de América y posteriormente en Europa. El éxito de la

tecnología basada en la ciencia para el cultivo del maíz ha estimulado una revolución agrícola generalizada en muchas partes del mundo (FAO, 2001).

**Tabla 6**

*Composición nutricional de diferentes cereales*

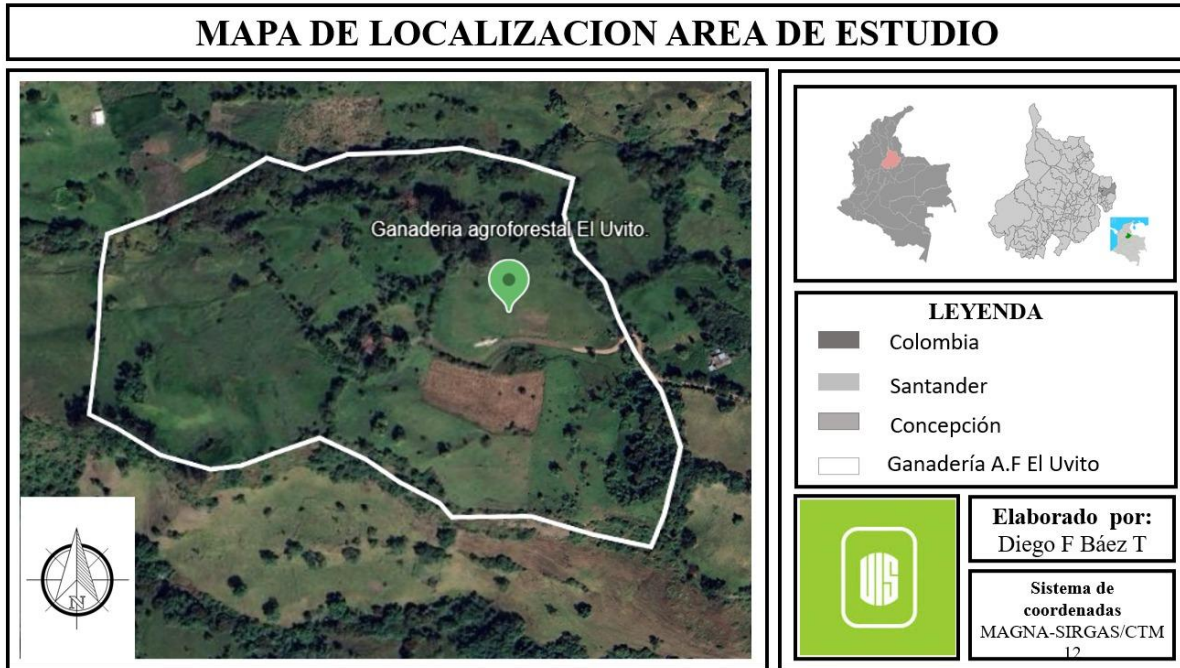
(g/100g)	Trigo	Centeno	Maíz	Cebada	Avena	Arroz	Mijo
<b>Humedad</b>	12,6	13,6	11,3	12,1	13,1	13	12
<b>Proteína</b>	11,3	9,4	8,8	11,1	10,8	7,7	10,5
<b>Lípidos</b>	1,8	1,7	3,8	2,1	7,2	2,2	3,9
<b>Carbohidratos disponibles</b>	59,4	60,3	65	62,7	56,2	73,7	68,2
<b>Fibra</b>	13,2	13,1	9,8	9,7	9,8	2,2	3,8
<b>Minerales</b>	1,7	1,9	1,3	2,3	2,9	1,2	1,6

Nota. Tomado de (Urango, 2020)

### 3. Metodología

#### 3.1 Área de estudio

La investigación se realizó en la producción bovina “Ganadería Agroforestal El Uvito”, localizada en la Finca El Uvito, sector Jaimito, vereda Junín del municipio del Concepción Santander, cuyas coordenadas son 6°43'50" Norte 72°41'03" Oeste, temperatura promedio de 17 °C y una altitud de 2140 msnm, el área de ejecución cuenta con 8 hectáreas y un invernadero adaptado para la producción bovina de 250 m<sup>2</sup>.

**Figura 1***Mapa y ubicación de área de estudio*

### 3.2 Tratamientos

Los animales fueron alimentados con 3 diferentes tratamientos las cuales se muestran a continuación en las siguientes tablas en las cuales se muestra la composición, porcentajes de inclusión de componentes y su aporte nutricional (Tablas 10).

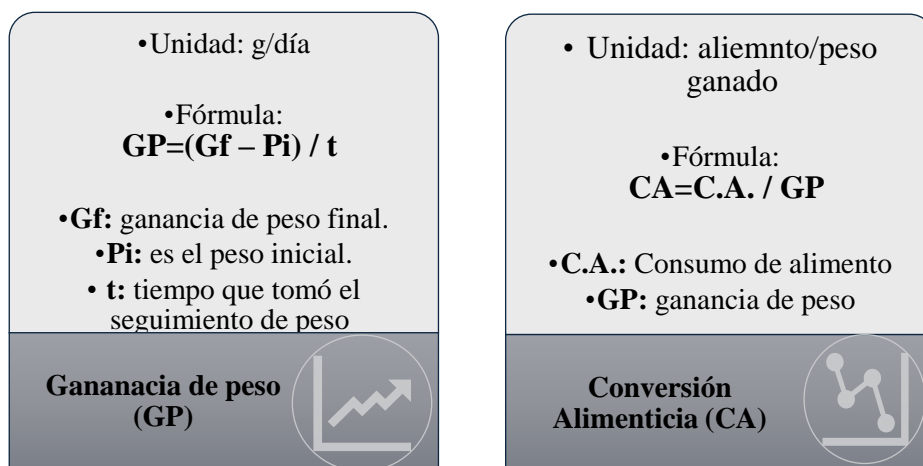
En cuanto a las unidades experimentales, se usaron 12 bovinos de la raza Brahman con un peso promedio de 150 kg, los cuales se distribuyeron en 3 grupos de 4 animales cada uno, fueron manejados en un sistema estabulado bajo invernadero con un tiempo de acostumbramiento a las dietas alrededor de 15 días, las dietas fueron pesadas y suministradas 2 veces al día. Igualmente, el alimento que no consumido el animal fue recolectado y pesado para calcular consumo alimento animal día. Su alimentación constó de las dietas formuladas en base de los requerimientos

nutricionales (tabla 3), y la inclusión de las materias primas en los tratamientos, en cuanto a estas, se recolectaron y pasaron por un proceso de picado, secado (deshidratado), molido y convertido en harinas para posteriormente su mezclado y convertido en las dietas nutricionales.

Para llevar el seguimiento de ganancia de peso de los animales se hizo un pesaje inicial, y luego periódicamente cada 7 días durante 42 días (5 registros de peso en total) en una báscula con capacidad de 400 kg, y así se determinó la ganancia final de peso (Figura 3).

## Figura 2

*Planteamiento de fórmulas para GP (Ganancia de peso) y CA (Conversión alimenticia)*



Las variables experimentales fueron sometidas a un análisis de varianza ANOVA y siempre que haya diferencias ( $p < 0.05$ ) se usó la prueba de rangos múltiples de Duncan para la separación de medias incluido en el programa estadístico SAS.

#### 4. Resultados

##### Objetivo específico 1: Calidad nutricional

En el presente estudio se formularon tres dietas experimentales con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes fuentes energéticas sobre la productividad de bovinos estabulados. Para ello se incluyeron tres materias primas como base energética: harina de papa, harina de bore y harina de maíz. A continuación, se presentan las tablas que detallan la composición nutricional de cada una de las dietas.

##### Composición nutricional de la dieta a base de harina de papa.

**Tabla 7**

*Dieta 1: Dieta balanceada con harina de papa como fuente de energía*

<b>Materias primas</b>	<b>Porcentaje inclusión</b>	<b>Proteína</b>	<b>% de proteína</b>	<b>kcal/kg</b>	<b>kcal/kg dieta</b>
<b>Papa</b>	35%	8,67	3,03	2648,09	926,83
<b>Palmiste King</b>	25%	4,2	1,05	1880	470
<b>Grass</b>	38%	7,8	2,96	1750	665
<b>Harina Urea</b>	2%	287,5	5,75	2200	44
<b>TOTAL</b>	100%	-	12,8	-	2105,832

*Nota.* El precio está dado en pesos colombianos

**Composición nutricional de la dieta a base de harina de bore.****Tabla 8***Dieta 2: Dieta balanceada con harina de bore como fuente de energía*

<b>Materias primas</b>	<b>Porcentaje inclusión</b>	<b>Proteína</b>	<b>% de proteína</b>	<b>kcal/kg</b>	<b>kcal/kg dieta</b>
<b>Bore</b>	35 %	3,4	1,19	2533,01	886,55
<b>Palmiste</b>	25 %	4,2	1,05	1880	470
<b>King Grass</b>	38 %	7,8	2,96	1750	665
<b>Harina</b>					
<b>Urea</b>	2 %	287,5	5,75	2200	44
<b>TOTAL</b>	100 %	-	11,0	-	2065,55663

Nota. *El precio está dado en pesos colombianos***Composición nutricional de la dieta a base de harina de maíz.****Tabla 9***Dieta 3: Dieta balanceada con harina de maíz como fuente de energía*

<b>Materias primas</b>	<b>Porcentaje inclusión</b>	<b>proteína</b>	<b>% de proteína</b>	<b>kcal/kg</b>	<b>kcal/kg dieta</b>
<b>Maíz (tusa)</b>	35%	6,425	2,24	2980,63	1043,23
<b>Palmiste</b>	25%	4,2	1,05	1880	470
<b>King Grass</b>	38%	7,8	2,96	1750	665
<b>(Harina)</b>					
<b>Urea</b>	2%	287,5	5,75	2200	44
<b>TOTAL</b>	100%	-	12,0	-	2222,22

Nota. *El precio está dado en pesos colombianos*

En la siguiente tabla se presenta la comparación general del consumo, la ganancia diaria de peso (GDP) y la ganancia mensual por animal en función de las tres dietas evaluadas: papa, bore y maíz con tusa.

**Tabla 10***Comparación general de las tres dietas respecto al consumo*

<b>Dieta</b>	<b>Consumo/animal (kg)</b>	<b>Ganancias de Peso (Kg)</b>	<b>Ganancia total por animal al mes (Kg)</b>	<b>Número de animales</b>
<b>Papa</b>	5,3	1,23	37	1
<b>Cormo de bore</b>	5,0	1,05	31,5	1
<b>Maíz con tusa</b>	5,1	1,15	34,5	1

A pesar del consumo similar entre dietas (alrededor de 5 kg por animal), la respuesta en términos de ganancia de peso varía según la fuente energética. La dieta con papa presentó la mayor GDP (1,23 kg) y la mayor ganancia mensual (37 kg), lo que refleja su mayor aporte energético y digestibilidad. En contraste, el bore tuvo el menor desempeño (1,05 kg/día y 31,5 kg/mes), lo que se explica porque este forraje, aunque voluminoso, tiene menor densidad energética y más fibra estructural que limita la eficiencia de aprovechamiento. El maíz con tusa se ubicó en un punto intermedio (1,15 kg/día y 34,5 kg/mes), mostrando un buen balance entre energía y fibra.

A continuación, se presentarán todas las tablas de contenido por variables de cada una de las harinas usadas en las dietas del estudio, para ver el contenido general y por dieta (Apéndice J, K, L y M).

**Tabla 11**

*Comparación de la proteína cruda (%) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas*

<b>Harina</b>	<b>Valor</b>
Bore	3,4 <sup>c</sup>
Maíz	6,42 <sup>b</sup>
Papa	8,67 <sup>a</sup>

La variable de proteína cruda evidenció diferencias significativas entre los tratamientos, la harina de papa presentó el mayor contenido de proteína cruda entre las fuentes evaluadas (8,67%), no obstante, al comparar estos porcentajes con los requerimientos nutricionales por peso corporal (Tabla 3), se observó que ninguna de las harinas, ofertada en las ingestas estimadas, cubrió por sí sola el requerimiento de proteína bruta para animales en crecimiento. Por ejemplo, para un bovino de 300 kg con consumo de MS estimado en 7,1 kg/día, la harina de papa suministró 0,616 kg PB/día frente a un requerimiento de 1,076 kg PB/día (suministro equivalente al 57,2 % del requerido). En el caso de un bovino de 500 kg (IMS = 10,6 kg/día), la harina de papa aportó 0,919 kg PB/día, lo que se aproximó más al requerimiento (1,03 kg/día, es decir, 89,2 % del necesario) pero aún resultó insuficiente.

**Tabla 12**

*Comparación de Kcal/kg en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas*

<b>Harina</b>	<b>Valor</b>
Bore	3465 <sup>c</sup>
Papa	3563 <sup>b</sup>
Maíz	4236 <sup>a</sup>

La dieta a base de maíz presentó el mayor aporte energético con 771,5 kcal/kg y 673,0 kcal/kg más que la dieta de bore y papa respectivamente.

**Tabla 13**

*Comparación de digestibilidad (%) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas*

<b>Harina</b>	<b>Valor</b>
Maíz	85,80 <sup>c</sup>
Bore	89,15 <sup>b</sup>
Papa	90,63 <sup>a</sup>

La dieta a base de papa presentó la mayor digestibilidad con 4,83 % por encima del maíz, la papa favoreció una mayor utilización de los nutrientes por parte de los bovinos, mientras que el maíz mostró la menor eficiencia digestiva.

**Tabla 14**

*Comparación de Energía Digestible (kcal/kg) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas*

<b>Harina</b>	<b>Valor</b>
Maíz	3635 <sup>a</sup>
Papa	3229 <sup>b</sup>
Bore	3089 <sup>c</sup>

La dieta a base de bore tuvo 546 kcal/kg de energía digestible menos que el maíz.

**Tabla 15**

*Comparación de Energía Metabolizable (kcal/kg) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas*

<b>Harina</b>	<b>Valor</b>
Maíz	2981 <sup>a</sup>
Papa	2648 <sup>b</sup>
Bore	2533 <sup>c</sup>

La variable de energía metabolizable (EM) evidenció diferencias significativas entre los tratamientos, la dieta a base de maíz presentó la mayor EM, hay diferencias estadísticas significativas entre las dietas. Esto indica que el maíz con 2981 kcal/kg favoreció una utilización de los nutrientes por parte de los bovinos, mientras que el bore con 2533 kcal/kg mostró la menor EM

**Tabla 16**

*Comparación de Materia Seca (%) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas*

<b>Harina</b>	<b>Valor</b>
Bore	91,5 <sup>a</sup>
Papa	90,7 <sup>a</sup>
Maíz	88,0 <sup>b</sup>

La dieta de bore presentó el mayor porcentaje de MS, con 3,5 % por encima de la dieta de maíz, indica que la favoreció una mayor utilización de los nutrientes por parte de los bovinos, mientras que el maíz mostró el menor porcentaje de MS.

**Tabla 17**

*Comparación de Conversión Alimenticia (CA) en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas*

<b>Harina</b>	<b>Valor</b>
Bore	4,8 <sup>a</sup>
Maíz	4,4 <sup>a</sup>
Papa	4,3 <sup>a</sup>

Con base en la conversión alimenticia, la dieta a base de papa es la mejor, puesto que se necesita menos alimentación para ganar un gramo en el bovino.

**Tabla 18**

*Comparación de conversión por día en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas*

<b>Dieta</b>	<b>Valor</b>
Papa	5,3 <sup>a</sup>
Maíz	5,1 <sup>b</sup>
Bore	5,0 <sup>c</sup>

**Tabla 19**

*Comparación de g/día en harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas*

<b>Dieta</b>	<b>Valor</b>
Papa	1.23250 <sup>a</sup>
Maíz	1.15000 <sup>ab</sup>
Bore	1.05000 <sup>b</sup>

**Tabla 20**

*Comparación de ingesta Kg /día de harina de papa, bore y maíz usadas en las dietas*

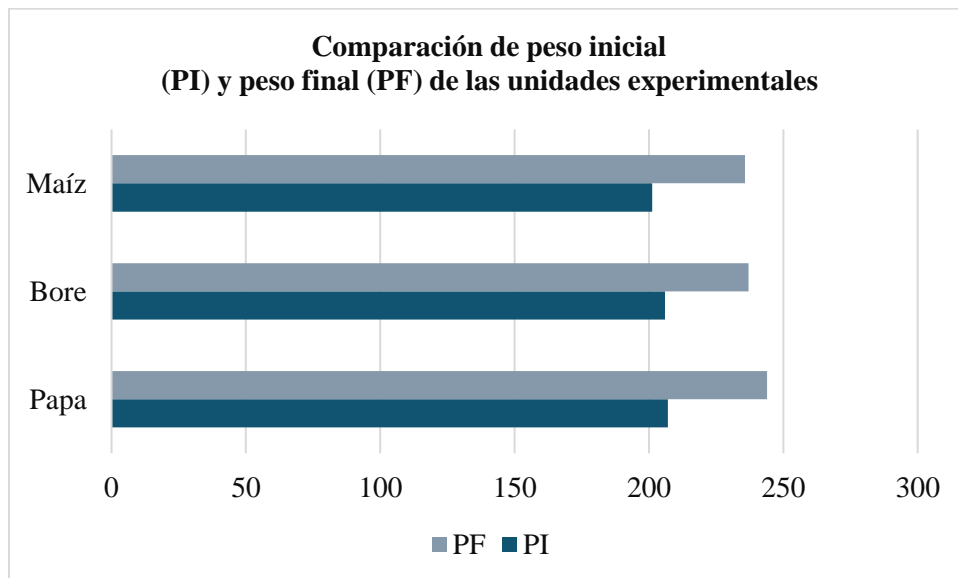
<b>Dieta</b>	<b>Valor</b>
Papa	37,0 <sup>a</sup>
Maíz	34,5 <sup>ba</sup>
Bore	31,5 <sup>b</sup>

En este caso la papa es la dieta con la que más ingesta de alimento por día tiene, pero sin olvidar que tiene la mejor conversión alimenticia; respecto al bore es la dieta con la menor ingesta con 5,5 Kg menos que la papa.

**Objetivo específico 2:** la ganancia de peso diaria en bovinos en la etapa de levante.

**Figura 3**

*Comparación de peso inicial y final (kg) de bovinos estabulados con dietas a base de papa, bore y maíz*



*Nota.* Ver tabla de datos en el Apéndice N

**Objetivo específico 3:**

Cuantificar los costos de producción y rentabilidad del sistema.

**Tabla 21**

*Comparación general de las tres dietas respecto al precio*

<b>Dieta</b>	<b>Precio dieta animal día</b>	<b>Precio día</b>	<b>Precio dieta /animal /mes</b>	<b>\$/kg</b>	<b>\$/animal/ día</b>	<b>\$/ producción animal mes</b>	<b>Relación dieta producción día</b>	<b>Relación dieta producción mes</b>
<b>Papa</b>	\$ 723,9	\$ 3836,67	115100,1	9000	11100	333000	7263,33	217.900
<b>Cormo de bore</b>	\$ 513,9	\$ 2569,5	77085	9000	9450	283500	6880,5	206.415
<b>Maíz con tusa</b>	\$ 618,9	\$ 3156,39	94691,7	9000	10350	310500	7193,61	215.808

Nota. El precio está dado en pesos colombianos.

**5. Discusión**

La dieta a base de maíz presentó el mayor aporte energético y hay diferencias estadísticas significativas entre las dietas, evidenciando que el maíz fue la fuente energética más sobresaliente, mientras que el bore registró el menor aporte; es decir que se compararon trabajos escritos en los cuales no digan de la importancia del maíz en una dieta balanceada para alimentación animal y sus altos contenidos en almidones que nos reflejan sus altos niveles de energía.

Al analizar su uso en dietas animales, se observa que el maíz favorece la conversión alimenticia eficiente y el desarrollo productivo. No obstante, la dependencia excesiva de este cereal puede generar desequilibrios nutricionales. (Adeyemi, 2020)

Los hallazgos de este estudio corroboran la importancia del maíz (*Zea mays*) como ingrediente esencial en la formulación de dietas balanceadas. Su aporte energético, derivado principalmente del almidón, contribuye a la mejora del rendimiento tanto en humanos como en animales monogástricos y rumiantes (Serna-Saldivar, 2019).

Los resultados confirman que el maíz proporciona energía indispensable en regímenes alimenticios completos, pero requiere complementarse con otros alimentos para asegurar una nutrición apropiada. Investigaciones venideras podrían enfocarse en mejorar su contenido proteico mediante técnicas biotecnológicas y examinar los efectos de variar los cereales en planes de alimentación sostenibles.

## 6. Conclusiones

La inclusión de las materias primas en cada una de las dietas era del 35%, la papa con 2648 kcal/ kg, el corno del bore 2533 kcal/kg y el maíz con tusa 2980 kCal/kg, concluyendo que el maíz con tusa fue la materia prima con el mayor índice de energía metabolizable, por ello fue la dieta con mejores datos al término de este trabajo.

Al constatar la ganancia de peso diario se refleja que el consumo por animal al día en kilogramos fue alrededor del 5% siendo esto que la ganancia de peso diario equivaldría entre 1,23 kg, 1,15 kg y 1,05 kg. siendo la papa, maíz con tusa y el corno del bore respectivamente, esto nos hace notar que las ganancias totales de peso al mes fueron positivas con rangos de entre 37 kg a 31,5 kg.

Al comparar los precios con las materias primas en precio de dieta por animal al mes se refleja que la papa es la de mayor costo y por ende en la de mayor relevancia al

momento del aumento de kilogramos en los animales, por el contrario el bore es el de menor precio al producirlo en la dieta por animal al mes también arrojando un número positivo para la producción y por último el maíz es el suplemento que se encuentra en la mitad de los datos y también su relevancia al momento de los kilogramos por animal es altamente positivo como las dos anteriores materias primas.

## **7. Recomendaciones**

Es fundamental que para la provincia de García Rovira se promueva la adopción de modelos de ganadería sostenible para impulsar los escenarios socioeconómicos de la región y que contribuya a estas nuevas estrategias de alimentación con materias primas alternativas cultivadas y cosechadas en la zona.

Se recomienda seguir realizando estudios de fuentes de energías alternativas para mitigar costos y aumentar la productividad de hatos ganaderos en explotación intensiva, además, de sistemas productivos que puedan dar lugar a nuevos experimentos con especies para explotación pecuaria.

**Referencias bibliográficas**

- Adeyemi, O. A. (2020). Nutritional evaluation of maize-based diets in livestock production. . *Journal of Animal Nutrition.*, 145 - 154.
- Arango, J. A. (2018). *Producción de carne y leche en sistemas de estabulación en Colombia.* Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias,.
- Avendaño Rodríguez, V. A., y Navarro Ortiz, C. A. (2020). Alimentación de ovinos en regiones del trópico en Colombia. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 11(2), 71-108. <https://doi.org/10.22579/22484817.471>
- Conab. (2015). suplementos energéticos do brasil. *Companhia Nacional de Abastecimento.*
- FAO. (2001). *Introducción al maíz y su importancia.*
- Fraga, Martín. (2010). Microbiota ruminal: estrategias de modulación con microorganismos fibrolíticos.
- Franco, M. S. (2021). Effect of Potato By-Product on Production Responses of Dairy Cows and Total Mixed Ration Stability. . *MDPI*, 218-230.
- Galvis et al. (2021). Paramos de Colombia biodiversidad y gestión. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.*
- Gómez, M. E. (2018). Una revisión sobre el Bore (Alocasia macrorrhiza). *fao.org.*
- González & Urbina. (2018). *Evaluación del efecto de la suplementación con Saccharomyces cerevisiae en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y estabulados.* González Rodríguez, C. Y., & Urbina Trujillo, J. A. (2018). Evaluación del efecto de la suplementación cDoctoral dissertation.
- González, R. (2022). *La ganadería establecida en América Latina: Retos y oportunidades para la producción sostenible.* Editorial Ganadería y Agricultura.
- Martínez et al. (2023). El bore (Alocasia macrorrhiza), como alternativa de alimentación animal. *tesis Universidad de Cundinamarca.*
- Ministerio agricultura. (2020). cadena de la papa.

- Mora . (2015). Characterization of the Bore (alocasia macrorrhiza). *Revista de Investigaciones Agroempresariales*, 96.
- Obando, D. e. (2012). El Bore Como Alternativa de Alimentación en la Producción de Cerdo. *Facultad de ciencias agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia*.
- Ospina, R. P. (2012). Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa Bogotá. *Revista EAN*.
- Sacristán, A. (2006). *Fisiología veterinaria*. Interamericana McGraw-Hill.
- Sanabria et al. (2022). Evaluación de la sostenibilidad de cultivos de papa (páramo de Gámeza, Boyacá, sector Daita, Colombia). *Revista Mutis*, 1.
- Serna-Saldivar, S. O. (2019). *Cereal grains: Properties, processing, and nutritional attributes*. . CRC Press.
- Szliszka, E. C. (2021). Potato By-Products as a Source of Natural Chlorogenic Acids and Phenolic Compounds: Extraction, Characterization, and Antioxidant Capacity. *MDPI*, 738-754.
- Torres, O., & Lilibeth, M. (2023). Incidencia de hemoparásitos en los sistemas productivos en ovinos (*Ovis orientalis aries*). <https://utb.edu.ec/>, 10.
- Urango, I. (2020). Componentes del maíz en la nutrición. *Nutrinews*, 193.
- Urroz, C. (2015). *Elementos de Anatomía Y Fisiología Anima*. EUNED.
- Veneciano, J. H. (2014). *Cría y recría de bovinos*. Sitio argentino de Producción Animal. .
- Wattiaux, M. (1996). Guía Técnica Lechera, Nutricion y Alimentación . *Instituto Babcock para Investigación*.
- Wen, L., & Luo, X. y. (1997). Carotenoids from Alocasia leaf meal as xanthophylls sources for broiler pigmentation. *Tropical Science*, 116-122.
- Zervas et al. (2011). The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. *Science direct*, 140-149.

**Apéndices**

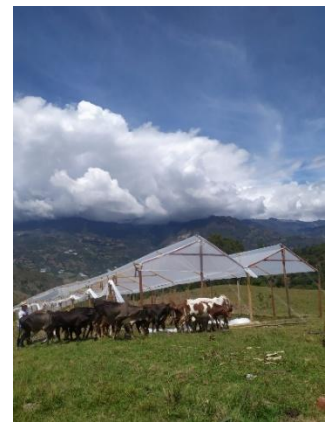
**Apéndice A**

*Ejemplares utilizados en el estudio*



**Apéndice B**

*Zona rural e invernadero usado en el estudio*



**Apéndice C**

*Materias primas usadas en el estudio*



**Apéndice D**

*Materias primas deshidratadas usadas en el estudio*



### Apéndice E

*Locación de lotes para tratamientos*



### Apéndice F

*Mezcla de las materias primas para la obtención de la dieta balanceada*



**Apéndice G**

*Materias Primas deshidratadas y procesadas*



**Apéndice H**

*Locación veredal, Municipio de Concepción*



**Apéndice I***Ejemplares alimentados con fibra vegetal deshidratada***Apéndice J***Tabla general de variables y dietas*

<b>Variable</b>	<b>Dieta</b>	<b>Valor</b>
Proteína	Bore	3.4000 <sup>c</sup>
	Maíz	6.4250 <sup>b</sup>
	Papa	8.6750 <sup>a</sup>
Kcal/KG	Bore	3465.000 <sup>c</sup>
	Papa	3563.500 <sup>b</sup>
	Maíz	4236.500 <sup>a</sup>
Digestibilidad	Maíz	85.8000 <sup>c</sup>
	Bore	89.1500 <sup>b</sup>
	Papa	90.6250 <sup>a</sup>
ED (Kcal/kg)	Maíz	3634.9 <sup>a</sup>
	Papa	3229.40 <sup>b</sup>
	Bore	3089.08 <sup>c</sup>
EM (kcal/kg)	Maíz	2980.63 <sup>a</sup>
	Papa	2648.08 <sup>b</sup>
	Bore	2533.03 <sup>c</sup>
MS (%)	Bore	91.50 <sup>a</sup>
	Papa	90.75 <sup>a</sup>
	Maíz	88.00 <sup>b</sup>
CA (Conversión alimenticia)	Bore	4.7700 <sup>a</sup>
	Maíz	4.4525 <sup>a</sup>
	Papa	4.3200 <sup>a</sup>
Conversión por día	Papa	5.300 <sup>a</sup>
	Maíz	5.100 <sup>b</sup>

	Bore	5.000 <sup>c</sup>
g/día	Papa	1.23250 <sup>a</sup>
	Maíz	1.15000 <sup>ab</sup>
	Bore	1.05000 <sup>b</sup>
Ingesta kg /día	Papa	37.000 <sup>a</sup>
	Maíz	34.500 <sup>ba</sup>
	Bore	31.500 <sup>b</sup>
Peso final	Papa	244.000 <sup>a</sup>
	Bore	237.500 <sup>a</sup>
	Maíz	235.750 <sup>a</sup>
Peso inicial	Papa	207.000 <sup>a</sup>
	Bore	206.000 <sup>a</sup>
	Maíz	201.250 <sup>a</sup>

### Apéndice K

#### *Resultados de dieta de Maíz*

Variable	Valor
Proteína	6.4250 <sup>b</sup>
Kcal/KG	4236.500 <sup>a</sup>
Digestibilidad	85.8000 <sup>c</sup>
ED (Kcal/kg)	3634.9 <sup>a</sup>
EM (kcal/kg)	2980.63 <sup>a</sup>
MS (%)	88.00 <sup>b</sup>
CA	4.4525 <sup>a</sup>
Conversión por día	5.100 <sup>b</sup>
g/día	1.15000 <sup>ab</sup>
Ingesta kg /día	34.500 <sup>ba</sup>
Peso final	235.750 <sup>a</sup>
Peso inicial	201.250 <sup>a</sup>

### Apéndice L

#### *Resultados de dieta de Papa*

Variable	Valor
Proteína	8.6750 <sup>a</sup>
Kcal/KG	3563.500 <sup>b</sup>
Digestibilidad	90.6250 <sup>a</sup>
ED (Kcal/kg)	3229.40 <sup>b</sup>
EM (kcal/kg)	2648.08 <sup>b</sup>
MS (%)	90.75 <sup>a</sup>

CA	4.3200 <sup>a</sup>
Conversión por día	5.300 <sup>a</sup>
g/día	1.23250 <sup>a</sup>
Ingesta kg /día	37.000 <sup>a</sup>
Peso final	244.000 <sup>a</sup>
Peso inicial	207.000 <sup>a</sup>

### Apéndice M

#### *Resultados de dieta de Bore*

Variable	Valor
Proteína	3.4000 <sup>c</sup>
Kcal/KG	3465.000 <sup>c</sup>
Digestibilidad	89.1500 <sup>b</sup>
ED (Kcal/kg)	3089.08 <sup>c</sup>
EM (kcal/kg)	2533.03 <sup>c</sup>
MS (%)	91.50 <sup>a</sup>
CA	4.7700 <sup>a</sup>
Conversión por día	5.000 <sup>c</sup>
g/día	1.05000 <sup>b</sup>
Ingesta kg /día	31.500 <sup>b</sup>
Peso final	237.500 <sup>a</sup>
Peso inicial	206.000 <sup>a</sup>

### Apéndice N

#### *Tabla de datos de ganancias de peso total (Kg) por dietas*

Dieta	PI	PF	Ganancia de peso
			total
Papa	207,0 <sup>a</sup>	244,0 <sup>a</sup>	37,0
Bore	206,0 <sup>a</sup>	237,5 <sup>a</sup>	31,5
Maíz	201,2 <sup>a</sup>	235,7 <sup>a</sup>	34,5