

**Evaluación de la inclusión de leucaena leucocephala sobre los parámetros productivos de
bovinos en fase de ceba.**

Jhon William Rojas Mendoza

Cód. 88235808

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa de Zootecnia

Villa del Rosario

Diciembre de 2019

**Evaluación de la inclusión de leucaena leucocephala sobre los parámetros productivos de
bovinos en fase de ceba.**

Jhon William Rojas Mendoza

Cód. 88235808

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de zootecnista

Tutora: Esp. Zoot. Sandra Milena Quintero Muiño

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa de Zootecnia

Villa del Rosario

Diciembre de 2019

Nota de aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Jurado 3

Villa del Rosario, 09 de Diciembre de 2019

Tabla de contenido

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Problema.....	5
Pregunta de investigación.....	7
Hipótesis nula.....	7
Hipótesis alternativa.....	7
Justificación.....	8
Objetivos.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
Marco teórico.....	10
Importancia de la ganadería en Colombia.....	10
Ganado.....	12
Ganado para producción de leche.....	13
Ganado para producción de carne.....	13
Ganado de raza Brahman.....	14

Características raciales.....	15
Ganado Brahman en Colombia.....	16
<u>Leucaena leucocephala</u>	16
Establecimiento.....	17
Densidad de siembra.....	18
Competencia con otras plantas.....	18
Calidad nutricional del forraje.....	18
<u>Leucaena leucocephala</u> para la alimentación de bovinos carne.....	19
Beneficios económicos.....	19
Metodología.....	20
Lugar de la investigación.....	20
Manejo del cultivo de <u>Leucaena leucocephala</u>	20
Determinación de la composición nutricional de <u>Leucaena leucocephala</u>	20
Materia seca.....	21
Proteína.....	21
Grasa.....	21
FDN FDA.....	21

Cenizas.....	22
Digestibilidad in vitro.....	22
Deshidratación de <i>Leucaena leucocephala</i>	22
Animales y manejo.....	24
Modelo estadístico.....	26
Toma de datos.....	27
Ganancia de peso.....	27
Conversión alimenticia.....	27
Eficiencia alimenticia.....	28
Rendimiento en canal.....	28
Costos de producción.....	29
Análisis estadístico.....	29
Resultados y discusión.....	30
Conclusiones.....	34
Referencias bibliográficas.....	35

Lista de tablas

Tabla 1 Taxonomía <i>Leucaena leuccephala</i>	17
Tabla 2. Composición química y de degradación de la <i>Leucaena leucocephala</i>	19
Tabla 3 Análisis de varianza de los indicadores productivos de bovinos en engorde suplementados con <i>Leucaena leucocephala</i>	30
Tabla 4 Costo de suplementación por kilogramo de carne.....	33

Lista de figuras

Figura 1 Participación de la ganadería en la economía colombiana.....	11
Figura 2 Diferencias en la conformación muscular y ósea entre el ganado de carne y el ganado de leche.....	12
Figura 3 <i>Leucaena leucocephala</i> en deshidratación.....	23
Figura 4 Tallos de <i>Leucaena leucocephala</i>	23
Figura 5 <i>Leucaena leucocephala</i> deshidratada.....	24
Figura 6 Bovinos en periodo experimental en sistema de pastoreo rotacional.....	25
Figura 7 Bovinos recibiendo suplementación con <i>Leucaena leucocephala</i>	25

Lista de Anexos

Anexo 1 Proceso de deshidratación de <i>Leucaena leucocephala</i>	41
Anexo 2 Sistema de pastoreo rotacional para bovinos en periodo de investigación.....	42
Anexo 3 Banco de proteína de <i>Leucaena leucocephala</i> establecido en la finca Los Recuerdos.....	43
Anexo 3 Resultado de análisis <i>Leucaena leucocephala</i>	44

Resumen

La producción ganadera, ha sido una de las actividades económicas tradicionales de Colombia, la cual en los últimos años ha experimentado un avance en el modo de producción mediante la implementación de tecnificación de los sistemas de producción, introduciendo mejoramientos en las razas de los animales, cambios en la alimentación y nutrición de los mismos, y modificando aspectos como los modos de producción de una ganadería extensiva a ganadería intensiva, con el fin de aumentar las cantidades producidas así como maximizar rentabilidades a un corto plazo. La presente investigación, se realizó en la finca Los Recuerdos ubicada en la Vereda Oripaya, municipio de San José de Cúcuta y tuvo como objetivo evaluar los parámetros productivos de bovinos en fase de ceba suplementados con *Leucaena leucocephala*. Se estableció un diseño de bloques completos aleatorizados, con un testigo y un tratamiento en el cual se suplementó con 800g día por animal de este forraje, con 10 réplicas para cada grupo y un total de 20 unidades experimentales. Se evaluaron los parámetros de ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, rendimiento en canal y costos por concepto de suplementación, realizando toma de datos semanalmente durante tres meses. A los resultados obtenidos, se les aplicó pruebas de estadística descriptiva, análisis de varianza y análisis de comparación de medias, para determinar las diferencias entre el grupo control y el tratamiento. Finalmente, se realizó un análisis de correlación de Pearson, para estimar los efectos de la raza, edad y sexo sobre estos indicadores.

Palabras clave: Alimentación, parámetros productivos, inclusión, suplementación.

Abstract

Livestock production has been one of the traditional economic activities of Colombia, which in recent years has experienced an advance in the mode of production through the implementation of technification of production systems, introducing improvements in animal breeds, changes in their food and nutrition, and modifying aspects such as the modes of production from extensive livestock to intensive livestock, in order to increase the quantities produced as well as maximize returns in the short term. The present investigation was carried out at the Los Recuerdos farm located in the Vereda Oripaya, municipality of San José de Cúcuta and aimed to evaluate the productive parameters of cattle in the fattening phase supplemented with *Leucaena leucocephala*. A randomized complete block design was established, with a witness and a treatment in which it was supplemented with 800g per animal per day of this fodder, with 10 replicas for each group and a total of 20 experimental units. The parameters of weight gain, feed conversion, feed efficiency, carcass performance and supplementation costs were evaluated, taking data weekly for three months. To the results obtained, descriptive statistics, variance analysis and mean comparison analysis were applied to determine the differences between the control group and the treatment. Finally, a Pearson correlation analysis was performed to estimate the effects of race, age and sex on these indicators.

Keywords: food, productive parameters, inclusion, supplementation.

Introducción

Los sistemas de producción agropecuarios juegan un papel importante en el aseguramiento del bienestar de la población mundial en lo relacionado a la seguridad alimentaria. Así mismo, juega un rol importante en lo concerniente a la generación de empleo rural, lo que posiciona a este sector en uno de los más importantes a nivel social, económico y cultural (FAO 2014).

La creciente demanda de alimentos le exige al sector agropecuario y en este caso a la ganadería buscar estrategias que logren solventar este requerimiento y ser más eficientes teniendo en cuenta que dichas prácticas deben estar encaminadas a la sostenibilidad y preservación de los recursos naturales (FAO 2008).

No se puede dejar de lado una amenaza inminente; el medio ambiente ha venido atravesando por cambios que han deteriorado el balance entre lo que se aprovecha y la manera como se retorna. Los sistemas de producción agropecuarios han abusado del medio ambiente, de manera tal que los recursos naturales hoy día deben ser la mayor inquietud. Es por esto, que además de preocuparse por garantizar la alimentación humana, también deberá preocuparse por los intereses universales por el impacto que generan a los agroecosistemas, posiblemente siendo este el pilar que garantiza la retroalimentación de la relación suelo, planta, animal, humano. (Murgueitio 2015). Es por esto que la investigación y la utilización de herramientas productivas son de gran importancia para los productores del sector ganadero (López 2016).

Hoy día, pensar en la utilización de alternativas de alimentación para la ganadería, no es tema de poco interés para el productor. Teniendo en cuenta que la base de la alimentación de los rumiantes son los pastos y forrajes que en muchas ocasiones es de bajo valor nutritivo, el productor ha tenido que incursionar en las nuevas estrategias y tendencias que no solo garantizan

solventar los requerimientos nutricionales, sino que también, favorecen los rendimientos financieros al no depender netamente de alimentos balanceados comerciales. Es allí, donde el recurso natural del sistema de producción entra a acompañar la administración racional del mismo. San José de Cúcuta, es un municipio del departamento Norte de Santander, catalogando a la ciudad de Cúcuta y sus alrededores como la más verde de Colombia, con poblaciones medias y en algunos casos bajas, pero con presencia en diversos sectores del municipio, se encuentran: samán *Phytocellobium saman*, ceiba *Ceiba pentandra*, mamón *Melicoccus bijugatus*, totumo *Crecentia cujete*, níspero *Achras zapota*, acacia forrajera *Leucaena leucocephala*, entre otros. *La Leucaena leucocephala* es un arbusto pequeño usado como abono verde que se encuentra distribuido por todo el municipio, demostrado su grado de adaptabilidad y resistencia a condiciones adversas (Molina & Vargas 2006). Aquí nace la necesidad de estudiar a este arbusto como posible alternativa en la alimentación de los sistemas ganaderos. El presente estudio se realizó en la finca Los Recuerdos ubicada en la Vereda Oripaya, municipio de San José de Cúcuta y tuvo como objetivo evaluar los parámetros productivos de bovinos en fase de ceba suplementados con *Leucaena leucocephala*.

Problema

La ganadería representa una de las actividades más importantes en Colombia, no sólo por sus aportes directos en la alimentación, sino además por todas aquellas actividades derivadas a partir de la transformación de sus productos. Esto demuestra que la actividad ganadera no sólo realiza aportes directos a la economía, a través de la generación de empleo y utilidades al sector rural, sino aportes indirectos a través de la producción industrial. Sin embargo, uno de los principales problemas e inconvenientes que ha presentado el sector ganadero, ha sido la oferta forrajera con que cuentan las unidades de producción (Faría, 2006), El uso de forrajes tradicionales y deficientes prácticas de manejo, han ocasionado una degradación de las praderas (Aguirre, 2013), registrándose afectaciones en la fertilidad y en las propiedades del suelo (Caro, 2013). Esto conlleva a una baja producción de biomasa asociada a una deficiente calidad nutricional (Hernández, Flórez, Villamizar & Capacho, 2010) que reduce la capacidad de carga de los hatos (FAO, 2008) y por ende los indicadores productivos y de rentabilidad.

Ante la necesidad de mantener y mejorar los estándares productivos, los ganaderos están condicionados a un uso de alimentos balanceados comerciales, que incrementan drásticamente los costos de inversión, llevando a una baja en la rentabilidad de sus empresas pecuarias (Stehr, 2004). Por esto, se requiere de la identificación de especies forrajeras adaptadas a las condiciones climáticas y de manejo de la región, y que al mismo tiempo satisfagan los requerimientos nutricionales de los bovinos, disminuyendo el uso de suplementos alimentos comerciales.

La presente investigación, abordó esta problemática, a partir de la *Leucaena leucocephala*, desde la perspectiva de su uso como suplemento alimenticio y su efecto en los parámetros productivos y costos de suplementación por unidad de producto en bovinos en fase de ceba en la Vereda Oripaya del municipio de San José de Cúcuta, llevando acabo la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles serán los efectos de la suplementación con *Leucaena lecucocephala* sobre los parámetros productivos de bovinos en fase de ceba?

Pregunta de investigación

¿Cuáles serán los efectos de la suplementación de *Leucaena leucocephala* sobre los parámetros productivos de bovinos en fase de ceba?

Hipótesis nula

No se presentará ningún efecto sobre los parámetros productivos de los bovinos en la fase de ceba, suplementados con *Leucaena leucocephala*.

Hipótesis alternativa

Se presentarán efectos sobre los parámetros productivos de los bovinos en fase de ceba, suplementados con *Leucaena leucocephala*.

Justificación

En Colombia, la mayor parte de la alimentación de los bovinos, se basa en el uso de forrajes tradicionales, que no se producen en cantidades adecuadas y con calidades nutricionales deficientes, que no llegan a suplir los requerimientos de mantenimiento y producción de estos rumiantes; por lo que resulta indispensable evaluar otras especies forrajeras, adaptadas a la región, que logren suplir las deficiencias ya mencionadas e impulsen la productividad, empresarización y sostenibilidad de la empresa pecuaria. La *Leucaena leucocephala*, se presenta como una gran alternativa forrajera en busca de la sostenibilidad de las ganaderías (Pérez, Wencomo, Navarro, Iglesias, Soca, Cepero, & Canchila, 2008). Además de presentar una buena producción de biomasa y calidad nutricional, la *L. leucocephala*, fija nitrógeno atmosférico, lo que permite recuperar suelos degradados (Drumond & Ribaski, 2010), mostrando una gran resistencia a las sequías y fácil recuperación en tiempos muy cortos (Solorio & Solorio, 2008), así como un buen porcentaje de digestibilidad y palatabilidad, que le permitirá a los productores de la región contar un forraje que potencialice los indicadores productivos de sus explotaciones (Roa, 2003).

Lo anterior, crea la necesidad de realizar estudios que permitan evidenciar los efectos de este forraje sobre los parámetros productivos de los bovinos en fase de ceba, en busca de una alternativa nutricional a bajo costo y de producción de biomasa constante que satisfaga los requerimientos nutricionales de estos rumiantes, potencializando esta industria hacia su sostenibilidad.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de inclusión de *Leucaena leucocephala* sobre los parámetros productivos de bovinos en fase de ceba.

Objetivos Específicos

Determinar la composición nutricional de la *Leucaena leucocephala*.

Analizar los parámetros productivos de bovinos en fase de ceba suplementados con *Leucaena leucocephala*.

Estimar los costos por concepto de suplementación con *Leucaena leucocephala* por kilogramo de carne producido.

Marco teórico

Importancia de la ganadería en Colombia

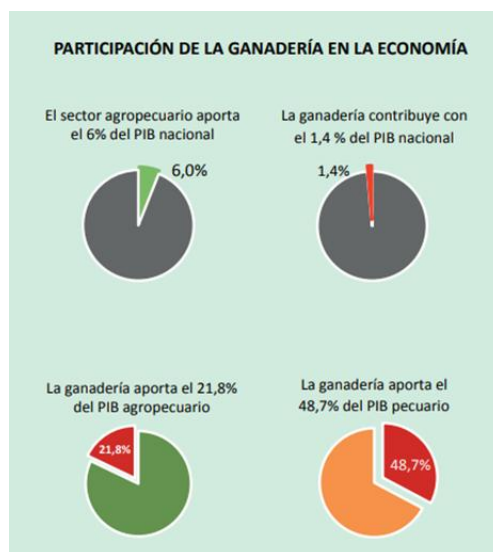
Con la llegada de los conquistadores a América, y el establecimiento de poblaciones o sedentarismo, los pueblos indígenas necesitaban producir alimentos para su manutención. La ganadería fue una solución traída por los españoles permitiendo que estos pudieran subsistir y apropiarse del continente americano. Así pues, durante el siglo XVI la ganadería tomó cuerpo como una gran fuente de producción más no como una riqueza económica. Como una secuela de la colonia, el desarrollo ganadero se alineó con el proceso de extensión de la frontera agrícola y de la apropiación de la tierra por parte de los grandes latifundistas. Gracias a esto, en el siglo XX, la actividad ganadera despegó como industria gracias al aumento en la demanda del producto (Costa 2011).

Pese a un establecimiento y reforma de políticas públicas, los productores se vieron afectados por la falta de apoyo directo que llevó a dificultades como el aumento de los precios de los insumos, deterioro de la balanza comercial. Así mismo, la rigidez de estas normas ocasionó que los diferentes actores de la cadena se vieran imposibilitados para cumplir en los tiempos establecidos afectando directamente en el aumento del desempleo rural. Colombia cuenta con grandes riquezas en diferentes aspectos, ambientales, económicos, culturales, sociales entre los que se destaca su riqueza en biodiversidad. De esta biodiversidad se favorece el sector agropecuario, sector que aprovecha los recursos para la producción de materias primas, productos finales y demás insumos para otros sectores y consumidores finales. La ganadería es la actividad económica que más se beneficia pues se encuentra como principal

participante en el campo colombiano. Así mismo, esta mueve en gran medida la economía del país siendo generadores de empleo en un 16% en relación a los índices de empleo nacional (FEDEGAN 2018).

En Colombia, en 2016 el hato ganadero sumaba cerca de 23,8 millones de animales. Por su tamaño, el hato bovino colombiano es el número doce del mundo, quinto de América y cuarto de Latinoamérica. Esto muestra que el sector bovino, es un sector prometedor y en constante crecimiento pese a las condiciones climáticas que lo puedan afectar (Figura 1). A pesar de algunas tendencias al no consumo de las llamadas “carnes rojas”, la preferencia de los consumidores colombianos sigue orientada a la “carne de res”, en lo cual la tradición y el gusto juegan un papel importante, aunque la variable precio representa una restricción (FEDEGAN 2018).

Figura 1 Participación de la ganadería en la economía colombiana

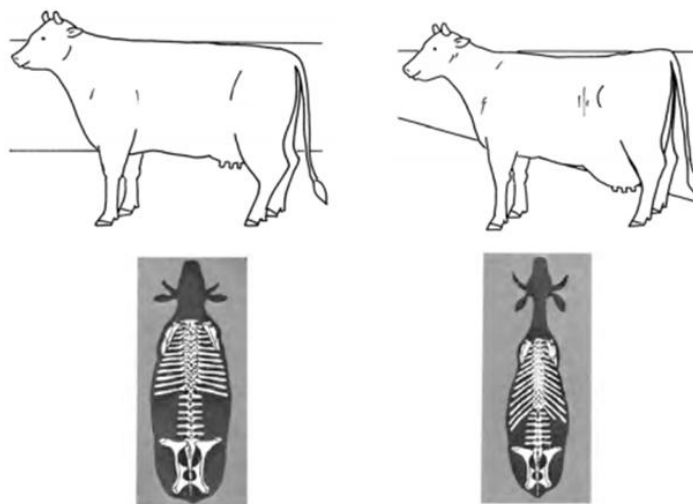


Fuente: FEDEGAN 2018

Ganado

El ganado es el conjunto de animales que son criados o domesticados por los humanos, para el aprovechamiento de sus productos, bien sea carne, leche y sus derivados que tendrán como finalidad, ser utilizados en la alimentación humana. El ganado se encuentra clasificado según su finalidad principal, encontrándose ganado para leche y ganado para carne. Estos dos grupos se diferencian en la forma del cuerpo. El ganado de carne es rectangular y el área del cuerpo es mayor, ya que este debe tener mayor espacio para la acumulación de carne, sin embargo; el ganado de leche tiene la característica de presentar cuerpo triangular, poca musculatura y grandes ubres. En cuanto a la conformación ósea, el ganado de carne posee huesos y cuero gruesos y presenta acumulación de grasa, por lo que se ven robustos y curvilíneos. Por el contrario, el bovino de leche posee huesos delgados y un cuero fino, viéndose más flacos y angulosos en comparación con los bovinos carne (Figura 2).

Figura 2 Diferencias en la conformación muscular y ósea entre el ganado de carne y el ganado de leche.



Fuente: Finagro 2008

Ganado para producción de leche

El ganado para producción de leche utiliza los nutrientes que consume, para la producción de leche. Este fue mejorado para que la ubre sea grande, con gran potencial para producir leche, mucho más de lo que necesita la cría para su desarrollo. Dentro de sus características frente a otros, es su facilidad de ordeño. Gracias al gran tamaño de la ubre y su gran capacidad de almacenamiento de leche, esto favorece la mayor producción en cuanto número de litros de leche producido, obteniéndose mayor rendimiento. La investigación y la tecnología han permitido que razas bovinas sean seleccionadas y mejoradas para que su producción sea mucho mayor. Razas especializadas como la Frisona y la Jersey tienen altos rendimientos lecheros pero no se adaptan bien a entornos difíciles. Así es que requieren niveles elevados de manejo, alimentación, alojamiento y atención veterinaria. De no ofertar estos escenarios, las vacas lecheras mejoradas no expresarán su potencial genético (FAO2008). Las principales razas lecheras utilizadas en Colombia son: Holstein-Friesian, Ayrshire y Jersey

Ganado para producción de carne

El ganado para producción de carne fue mejorado para que el alimento que consume, se transforme en nutrientes para la posterior producción de carne y grasa. Este a su vez produce leche solamente para el mantenimiento de su cría. Sin embargo, el ganado lechero ha sido mejorado para producir grandes cantidades de leche, mucho más de lo que su cría puede consumir.

El ganado para producción de carne se divide en dos especies: *Bovidae taurus*, de origen europeo, que aporta en mayor proporción a la producción de leche y carne; y *Bovidae indicus*, originada en la India, que se reconoce por su joroba en la cruz y gran potencial de adaptabilidad en el trópico, lo que le ha permitido extenderse en África, Asia y América (Finagro 2009).

La ganadería que está encaminada a la producción de carne, cuenta con diversas razas, las cuales a su vez se dividen teniendo en cuenta su calidad. Esta se clasifica en carne de primera, segunda y tercera calidad. Su clasificación se da reconociendo características como suavidad, jugosidad y sabor de la carne. Dentro de las razas que producen carne de primera se encuentran Aberdeen Angus, Charolais, Hereford y Shorthorn. Razas producto de cruces de las mencionadas anteriormente con cebú producen carne de segunda como la raza: Santa Gertrudis, Brangus y Charbray. Y finalmente, las razas que producen carne de tercera son cebú y criolla, siendo estas las que aportan el 80% de la carne para el consumo en Latinoamérica (DANE 2016).

Ganado de Raza Brahman

El ganado Brahman fue desarrollado a fines del siglo XIX e inicios del siglo XX por ganaderos americanos que buscaban un tipo de ganado que pudiera resistir a condiciones adversas como el calor, la humedad, los insectos y las enfermedades prevalentes. Estos ganaderos les gustaban las características de las razas de como Angus, Hereford y Shorthorn, pero no lograban que sobrevivir al desfavorable clima subtropical. Estos animales fueron celosamente cruzados, rigurosamente seleccionados y estrechamente desechados para crear

una nueva raza de carne con tipologías *Bos indicus* que se adaptara bien a los climas tropicales y subtropicales más discrepantes del mundo. Actualmente el Brahman se encuentra bien instaurado en más de 60 países del mundo. Este es conocido mundialmente por su rusticidad y resistencia; así como de poder digerir eficazmente alimentos fibrosos tales como enredaderas y especies arbustivas. Los ejemplares de engorde alcanzan productivas ganancias de peso consumiendo dietas altas en forraje, lo cual es provechoso en regiones donde los alimentos en grano son insuficientes. Así mismo, esta raza es considerablemente resistente al calor y a la alta humedad; expresa muy bien a buenas pasturas, pero al mismo tiempo se desempeña perfectamente en condiciones de campos pobres o prolongadas sequías (LR 2015).

Características raciales

El pelaje varía su de tonalidad, desde un rojo claro, hasta el negro siendo el gris el color predominante. El hocico, pezuñas y la terminación de la cola son negros y cuernos oscuros.

Macho: Los toros deben poseer giba de amplio tamaño, bien definida y moderada densidad, localizada directamente en la cima de los hombros. El prepucio debe ser de mediano tamaño y bien ajustado, no penduloso. El desarrollo excesivo del prepucio o del ombligo es discutible. Cola de terminación negra, prudentemente larga es deseable. La piel debe estar densamente cubierta con pelos de mediana textura, grasos al tacto y capaces de moverse hacia los lados. La papada debe estar bien desarrollada con piel suave y plegable distribuida en hojas, extendiéndose desde la mandíbula inferior hasta la base del pecho. Las hembras muestran un desarrollo de una giba moderada, más oval en su forma y localizada en la cima de los

hombros. La cola debe estar prolijamente adherida al cuerpo a nivel de la línea superior o un poco más abajo. Cola de terminación negra, prudentemente larga es deseable. La piel debe estar densamente cubierta con pelos de mediana textura, grasos al tacto y capaces de moverse hacia los lados. La papada debe estar bien desarrollada con piel suave y plegable distribuida en hojas, extendiéndose desde la mandíbula inferior hasta la base del pecho (Gimenez 2016).

Ganado Brahman en Colombia

En 1913 llegaron primeros ejemplares Cebú a Colombia. A la postre, en 1927 de Brasil llegaron 4 vacas y un toro llamado “Palomo”. Rápidamente a partir de varias importaciones efectuadas en 1915 desde Estados Unidos, de lotes de ejemplares puros Brahman, comenzó el mestizaje con las razas existentes en el país. Sólo diez años después fue posible obtener animales 7/8 cebú, las cuales transferían a las vacadas criollas rusticidad incorporada a una mejor conformación cárnica, crecimiento y precocidad en condiciones extremas en el medio ambiente tropical (ASOCEBÚ).

Leucaena leucocephala

La *Leucaena leucocephala* es un árbol tropical del orden de los fabales (Tabla 1), que ha despertado interés a nivel mundial por sus propiedades como recurso forrajero, y que se desarrolla bien en el norte y centro del país, utilizándolo en siembras densas y pastoreo directo intensivo que lo muestran como muy promisorio para la producción de leche y carne (Pachas 2014).

Tabla 1 Taxonomía *Leucaena leucocephala*

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta (plantas vasculares)
Superdivisión	Spermatophyta (plantas con semillas)
División	Magnoliophyta (plantas con flor)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales

Fuente: De Stefano (2010)

Las hojas de la *Leucaena leucocephala* son bipinadas. Con 4 a 9 pares de pinas situadas a lo largo del raquis de 15 a 20cm de largo. Las inflorescencias son blancas con 100 a 180 flores. Vainas delgadas de hasta 20cm de longitud y 2cm de ancho y contiene entre 15 y 25 semillas.

Establecimiento

Esta especie está bien adaptada a gran variedad de condiciones climáticas. Es normal conseguirla en áreas formándolas relativamente compactas. Estas son usadas generalmente en la alimentación de animales bajo el sistema de corte y acarreo. Para establecerla se recomienda realizarlo en épocas de lluvia. La humedad adecuada del suelo en fase de establecimiento es indispensable para maximizar el crecimiento (INTTAS 2002)

Densidad de siembra

La densidad de siembra varía de acuerdo al objetivo. Si este es como banco de proteína la mejor distancia es entre surcos de 60 a 75cm. Pero cuando se desea usar en pastoreo, la mejor distancia es en surcos entre 1,6 y 1,5m (INTTAS 2002).

Competencia con otras plantas

Se observa gran competencia durante el establecimiento de la *Leucaena leucocephala*, por lo que se sugiere hacer un estricto control de arvenses en las primeras cuatro semanas después de la siembra. De no realizarse, la producción de forraje se puede reducir en hasta un 30% (Alfonso et al 1987).

Calidad nutricional del forraje

Dentro de los atributos más sobresalientes está su gran aceptación por parte de los animales y su alto porcentaje de proteína (Tabla 2). A pesar de esto, se ha restringido el uso de esta forrajera en un 30% en rumiantes en lugares donde ha sido introducida ya que presenta mimosina un aminoácido tóxico. Se ha observado que en lugares donde la leucaena *leucocephala* es nativa, no hay presencia de la mimosina (Alfonso et al 1987).

Tabla 2 Composición Química y de degradación de la *Leucaena leucocephala*

PC	25,6
FDN	31,7
FDA	21,9
MS	80,3
Digestibilidad	52,2

Fuente Cruz (1999)

PC= Proteína Cruda; FDN= Fibra Detergente Neutra; FDA= Fibra Detergente Ácida; MS= Materia Seca

Leucaena leucocephala para alimentación de bovinos de carne

La inclusión de 35% de *Leucaena leucocephala* en la alimentación ha demostrado buenos resultados. Se han obtenido pesos de 250 a 300kg animal/año en pasturas asociadas con esta forrajera (Wildin 1994). Además de esto, otras ventajas como el aumento de forraje, causado por la capacidad de mayor aprovechamiento de recursos por parte del forraje (Alfonso et al 1987).

Beneficios económicos

El uso de *Leucaena leucocephala* ha mostrado una ganancia anual por encima del 50%, siendo superior a otros, viéndose reflejado en la venta de animales engordados a edades más tempranas. Así mismo, su establecimiento no representa elevados costos siempre y cuando se realicen los controles rutinarios que requiere la forrajera (Beale 1980).

Metodología

Lugar de la investigación

El presente estudio, se desarrolló en la finca Los Recuerdos ubicada en el km 18 en la Vereda Oripaya en el municipio de San José de Cúcuta, vía que conduce a Puerto Santander. Cuenta con una altitud de 144 msnm, una temperatura promedio de 31C y una precipitación de 0.0mm

Manejo del cultivo de Leucaena leucocephala

El cultivo de Leucaena leucocephala, ya se encontraba establecido en la finca. Se realizaron prácticas de manejo agronómicas como control de malezas y riego por aspersion. Para determinar el momento de suministro a los bovinos, se tuvo en cuenta las recomendaciones dadas por Solorio & Solorio en el 2008 quien afirma que el momento adecuado para su utilización es cuando la planta alcanza 2,5m de altura.

Determinación de la composición nutricional de Leucaena leucocephala

Para la determinación de la composición nutricional de esta leguminosa, se tomó una muestra de un kilogramo de forraje verde, y se remitió al laboratorio de Somex. Las metodologías para el análisis de cada parámetro nutricional de la Leucaena leucocephala se describen a continuación, según los Métodos Oficiales de Análisis de AOAC® Internacional (2001):

Materia Seca

Método gravimétrico. Pérdida de peso de la muestra en la estufa a 110°C hasta peso constante.

Proteína

Método de Kjeldahl, factor de conversión 6,25. Digestión de proteínas con H₂SO₄ y catalizadores transformándose el nitrógeno orgánico en amoníaco que se destila y se titula con una solución ácida normalizada.

Grasa

Método de Soxhlet. Extracción continua con éter etílico. Propiedad de la grasa de solubilizarse en solventes orgánicos generándose una extracción por agotamiento.

FDN y FDA

Método de Van Soest. Obtención de un residuo indigerible resistente a ácidos y álcalis diluidos en ebullición.

Cenizas

Calcinación directa a 550°C. Destrucción y volatilización de la materia orgánica dejando como residuos óxidos y sales minerales.

Digestibilidad in vitro

Modificaciones del procedimiento de dos etapas de Tilley y Terry (1963) que está diseñado para obtener la digestibilidad verdadera del líquido ruminal, por determinación de los constituyentes no digeridos de las paredes celulares.

Deshidratación de Leucaena leucocephala

Para el proceso de deshidratación de la *Leucaena leucocephala* se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

Una vez alcanzada la altura de 2,5m, necesaria para la utilización, se procedió a realizar el corte de las ramas.

Las ramas cortadas fueron ubicadas en una zona techada con el fin de iniciar el proceso de deshidratación y evitar que estas se deterioraran producto de lluvias (Figura 3).

Figura 3 Leucaena leucocephala en deshidratación



Fuente: Rojas 2019

Diariamente, las ramas puestas a secar, fueron manipuladas, volteándose, de tal manera que estas perdieran agua gracias a la presencia de aire en el medio.

Finalmente, y pasados 4 días, la planta perdió gran cantidad de agua, lo que permitió la fácil manipulación a la hora de separar las hojas de los tallos (Figura 4) y así obtener la hoja de Leucaena leucocephala deshidratada (Figura 5).

Figura 4 Tallos de Leucaena leucocephala



Fuente: Rojas 2019

Figura 5 *Leucaena leucocephala* deshidratada



Fuente: Rojas 2019

Posterior a la separación de las hojas al tallo, se procedió con el suministro del alimento a los animales sometidos a tratamiento.

Animales y manejo

Para esta investigación, se emplearon un total de 20 animales bovinos destetos cuya edad está comprendida en los 18 meses con un componente racial Brahman. Estos animales fueron divididos en dos grupos de manera aleatoria para conformar el grupo control (T0) y el tratamiento 1 (T1) cada uno con 10 animales, siendo cada uno una réplica. El manejo nutricional estuvo comprendido por pastoreo rotacional, ofreciendo a voluntad forraje, además de una suplementación con alimento balanceado a razón de 2,3 kg por animal. (Figura 6).

Figura 6 .Bovinos en periodo experimental en sistema de pastoreo rotacional



Fuente: Rojas 2019

Los animales del tratamiento 1, recibieron 800g día de *Leucaena leucocephala* como suplemento adicional respecto al grupo control, con el fin de evidenciar los efectos que tienen sobre los parámetros productivos y los costos por concepto de suplementación con *Leucaena leucocephala* por cada kilogramo de carne producido. (Figura 7)

Figura 7 Bovinos recibiendo suplementación con *Leucaena leucocephala*



Fuente: Rojas 2019

Para llevar el control en cada uno de los parámetros productivos evaluados, cada animal fue identificado, contando con un registro individual que permitió realizar un seguimiento detallado e individualizado para finalmente realizar las conclusiones de la investigación.

Modelo estadístico

Se manejó un diseño de bloques completos aleatorizados con un total de 20 bovinos, un grupo control (T0) y un tratamiento (T1), siendo cada animal una unidad experimental. El modelo estadístico se resume en la siguiente ecuación:

$$Y_{ijklmno} = \mu_i + B_j + T_k + R_l + S_m + E_n + Cov_o$$

Donde:

Y: indicadores productivos bovinos en fase de ceba

μ : es la media general,

B_j : es el efecto del bloque,

T_k : es el efecto del tratamiento,

R_l : es el efecto de la raza o cruce,

S_m : es el efecto del sexo,

E_n : es el error general.

Cov_o : peso inicial del bovino

Toma de datos

Se procedió a tomar los datos de manera semanal de la siguiente manera:

Ganancia de peso

Se registró en kilogramos mediante la fórmula (Graillet, Arieta, Aguilar, Alvarado & Rodríguez, 2017):

$$GP = PF (g) - PI (g)$$

Dónde:

GP= Ganancia de peso

PF= Peso final

PI= Peso inicial

Conversión alimenticia

Para establecer esta medida, se dividió el alimento consumido entre el peso ganado. Para el cálculo de esta variable se empleó la siguiente fórmula (Bustamante, 2015):

$$CA = \frac{AC}{GP}$$

Dónde:

CA= Conversión alimenticia

AC= Alimento consumido

GP= Ganancia de peso

Eficiencia alimenticia

Se determinó dividiendo la ganancia de peso entre el alimento consumido (Mac Loughlin, 2013):

$$EA = \frac{GP}{AC}$$

Dónde:

EA= Eficiencia alimenticia

AC= Alimento consumido

GP= Ganancia de peso

Rendimiento en canal

Es la correlación entre el peso de la canal caliente y el peso vivo del animal. Esta variable se expresó en porcentaje (Trujillo, 2015).

Costos de producción

La rentabilidad de cada tratamiento se determinó calculando los costos del alimento por bovino y el costo de producción de kilogramo de carne de por alimento únicamente, para lo cual se emplearon las ecuaciones 1 y 2 (López, 2002):

Costo de alimentación por bovino: Ecuación 1

Ecuación 1 = [Consumo de alimento por bovino (kg)] * [costo de kg de alimento (\$)]

Costo de kg de carne de bovino: Ecuación 2

$$\text{Ecuación 2} = \frac{\text{Costo de alimentación por Bovino (\$)}}{\text{Peso final (kg)}}$$

Análisis estadístico

Se aplicaron pruebas de estadística descriptiva, análisis de varianza y análisis de separación de medias mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$), para determinar el efecto y las diferencias entre el tratamiento de inclusión de *L. leucocephala* y el testigo como suplemento alimenticio sobre los parámetros productivos de bovinos en fase de ceba. De la misma manera, se realizó un análisis de correlación para determinar el efecto de la raza, edad y el sexo sobre estos parámetros.

Resultados y discusión

Los resultados de la presente investigación se relacionan a continuación:

Tabla 3 Análisis de varianza de los indicadores productivos de bovinos en engorde suplementados con *Leucaena leucocephala*

Variable	Unidad	Tratamiento		P valor
		Testigo (T0)	Suplementación (T1)	
GP	Kg	10,06 ± ,16	12,02 ± ,20	,000
CA		4,64 ± ,76	3,98 ± ,07	,000
EA		0,22 ± ,003	0,25 ± ,004	,000
RC	%	52,11 ± ,23	51,54 ± ,36	,211

GP: ganancia de peso (kg semana); CA: conversión alimenticia; EA: eficiencia alimenticia; RC: rendimiento en canal.

Letras diferentes en las filas indican diferencia estadística significativa $P < 0,05$

Fuente: Rojas 2019

Teniendo en cuenta los indicadores productivos evaluados estadísticamente, tales como ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y rendimiento en canal, registrados en la tabla 3 se muestra que:

En cuanto a la ganancia de peso, la suplementación con *leucaena leucocephala* fue superior en promedio por 1,96Kg semana respecto al testigo, lo que indica una ganancia media de 1,71Kg animal día incluyendo este forraje en la alimentación de los bovinos.

La conversión alimenticia, presentó el mejor tenor, con la inclusión de esta leguminosa en la dieta de los bovinos, con una media de 3,98. Al comparar este valor con el obtenido con el testigo, se puede observar que con la suplementación se requiere de 0,66Kg de ración menos para la producción de un kilogramo de carne.

Para la eficiencia alimenticia, la suplementación presentó la mejor media con un valor de 0,25 siendo ligeramente superior por 0,03 respecto al testigo.

El rendimiento en canal no presentó diferencias estadísticamente significativas, lo que quiere decir que la inclusión de *leucaena leucocephala* como suplemento alimenticio no influye en este parámetro productivo.

El nivel de correlación entre el sexo y estos parámetros productivos de los bovinos en fase de engorde, evidenció que no existe una relación lineal fuerte: 0,125; -0,128, 0,040 y -0,507 para ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia y rendimiento en canal respectivamente, lo que indica que el sexo no tiene influencia alguna sobre estas variables productivas.

Las hojas de *Leucaena leucocephala* son sumamente nutritivas y cuando se suministran como suplemento alimenticio para el ganado, pueden incrementar considerablemente el rendimiento de carne, en comparación con la dieta de referencia. Por ende, la siembra de plantas como la Leucaena dentro de una finca diversa puede incrementar la productividad por animal y al mismo tiempo aumentar la resiliencia ejerciendo un impacto sustancial sobre el ingreso. Asimismo, debido a que las hojas mejoran la dieta de las especies rumiantes, la cantidad de metano que produce cada animal por kilogramo de carne se reduce significativamente (Gaviria, Naranjo, Bolívar & Barahona, 2015).

En los últimos años se ha comprobado las ventajas nutricionales de *Leucaena leucocephala* para la alimentación de rumiantes y su contribución para generar sistemas más productivos y sostenibles en condiciones tropicales (Murgueitio et al., 2015; Gaviria, Naranjo & Barahona, 2015). Debido a su alta producción de forraje y calidad nutricional, en los sistemas que incluyen esta leguminosa es posible emplear una mayor carga animal por hectárea y obtener ganancias de peso en rumiantes, respecto a las que se alcanzan en otros sistemas forrajeros tropicales (Mohammed, Aguilar, Ayala, Bottini, Solorio & Ku, 2015).

El aprovechamiento de la *Leucaena leucocephala* como forraje suplementario puede aumentar directamente el ingreso familiar con el incremento de la productividad. Por ejemplo, suministrar un kilogramo de hojas de Leucaena por animal por día puede llegar casi a triplicar el incremento de peso vivo (Thornton & Herrero 2010). Esto se explica, debido a que parte de la proteína contenido en este forraje, escapa al ataque de las proteasas microbianas, favoreciendo el sobrepaso de esta al duodeno para su asimilación (Rodríguez, Mota & Castrillo, 2010).

La inclusión de *Leucaena leucocephala* en la dieta de novillos en fase de engorde, ha dado buenos resultados. Se han obtenido 250-300 kg por animal año en praderas asociadas con esta leguminosa, siendo similares a los resultados, cuando se maneja el sistema de corte y acarreo o pastoreo rotacional (Solorio & Solorio, 2008). Además de estas ventajas en la producción de carne, la incorporación de la leucaena en los sistemas de producción animal, ha mejorado la

producción de forraje (materia seca) causado principalmente por un mejor aprovechamiento de los recursos como lo son agua, luz y suelo (Armendariz, 1998).

Tabla 4 Costo de suplementación por kilogramo de carne

Tratamiento	Ganancia Peso (kg)	Kg <u>L.</u> <u>leucocephala</u>	\$ kg <u>L.</u> <u>leucocephala</u>	Kg Concentrado	\$ kg Concentrado	\$ Total	\$ Suplementación por kg de carne
<u>Leucaena</u> <u>leucocephala</u>	1,442.94	96	390	280	562	194,800	135.00
Testigo	1,207.28	--	--	280	562	157,360	130.34

La tabla 4 muestra valores del costo de suplementación por kilogramo de carne producido, donde se puede evidenciar que este fue de \$135 para el uso de la Leucaena leucocephala y de \$130.34 para el testigo concluyendo que el uso de leucaena en bovinos puede triplicar la ganancia de peso diaria (Thornton y Herrero 2010).

Según (Pedreza et al., 1995 y La O, 2001) esta leguminosa posee buena digestibilidad y preferencias por los animales, al ser comparadas con otros alimentos para los rumiantes en el trópico. El consumo voluntario de este forraje, favorece las ganancias de peso diarias en bovinos (Rodríguez y Bazó, 1997).

Conclusiones

La mejor respuesta productiva de los bovinos, se observó con la suplementación con *leucaena leucocephala*, con medias de 12,02 kg, 3,98 y 0,25 para ganancia de peso semanal, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia respectivamente, en comparación a la ausencia de suplementación con este forraje.

Para el caso del rendimiento en canal, se presentó un comportamiento similar entre la suplementación con esta leguminosa y ausencia de la misma, con medias de 52,11% y 51,54% respectivamente.

Los costos por concepto de suplementación, muestran un promedio de \$135 para el uso de la *leucaena leucocephala* y de \$130.34 para el testigo, existiendo una diferencia de tan sólo \$4.66 por kilogramo de carne producido, lo que valida desde el punto de vista económico la inclusión de este forraje en los procesos de suplementación de bovinos en fase de engorde.

Lista de Referencias

- Agencia de cooperación internacional de Japón JICA. I TIPOS DE GANADO BOVINO.
Recuperado de: https://www.jica.go.jp/project/bolivia/3065022E0/04/pdf/4-3-1_05.pdf
- Aguirre, S. 2013. Prácticas básicas para la producción de forrajes. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
- Alfonso, R., Ramirez, R. & Escobar, A. (1987) Algunas consideraciones sobre la toxicidad de la leucaena.
- Armendariz, Y. 1998. Indigenous fodder legume trees: their influence on soil fertility and animal production on tropical pastures of Yucatan, México. Phd thesis. University of London, Wye College.
- ASOCEBU. Ganado Brahman. Recuperado de: <http://asocebu.com/asocebu/index.php/el-cebu/razas/brahman>
- Association of Official Agricultural Chemists, AOAC. 2001 International official methods of analysis. 16^o edición, 5^a revisión; Volumen 1: capítulo 4, p.25-26.
- Beale, C.I.A. (1980) Economic aspects of developing leucaena as a cash crop: a review of pre-investment studies in Malawi, 1974-1979. In Le Houereou, H.N. (ed). Browse in Africa, the Current State of Knowledge, 419-423. Addis Abada: International Livestock Centre for Africa.

Bustamante, R. 2015. Análisis de la eficiencia de conversión alimenticia, ganancia de peso y rendimiento de la canal de las razas europeas bovinas de carne. Universidad Autónoma Agraria Antonio Navarro. México. 54pp

Caro, O. 2013. Ganadería sostenible y conservación de la biodiversidad. Bogotá, Colombia. 23 p.

Costa, L (2011) HISTORIA DE LA GANADERIA EN COLOMBIA. Recuperado de <https://stravaganzastravaganza.blogspot.com/2011/02/historia-de-la-ganaderia-en-colombia.html>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2016) Ganadería bovina para la producción de carne en Colombia, bajo las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG)

Recuperado de:

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/Bol_Insumos_feb_2016.pdf

De Stefano, R. 2010. *Leucaena leucocephala*. Flora de la Península de Yucatán. Recuperado de: https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha_virtual.php?especie=1529

Drumond, M., & Ribaski, J. 2010. *Leucena* (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiple para o semiárido brasileiro. Embrapa Florestas ISSN 1517-5030 Colombo, PR.

Federación Colombiana de Ganaderos FEDEGAN (2018) Ganadería colombiana, Hoja de ruta 2018-2022. Recuperado de:

http://static.fedegan.org.co.s3.amazonaws.com/publicaciones/Hoja_de_ruta_Fedegan.pdf

Food and Agriculture Organization (FAO) 2008. Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en Latinoamérica y el Caribe: lecciones a partir de casos exitosos. Santiago de Chile. 101 p.

Food and Agriculture Organization (FAO) 2016. Ganado y Producción animal. Recuperado de: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/animal_production.html

Faría, J. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería doble propósito. X seminario de pastos y forrajes. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Gaviria, X., Naranjo, J., & Barahona, R. 2015. Nutritional quality and fractionation of carbohydrates and protein in the forage components of an intensive silvopastoral system. *Pastos y Forrajes*. 38 (2):194-201. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942015000200007

Gaviria, U., Naranjo, J., Bolivar, D., & Barahona, R. 2015. Consumo y digestibilidad en novillos cebuínos en un sistema silvopastoril intensivo. *Arch. Zootec*. 64 (245): 21-27. 2015.

Gimenez, J. 2016. RAZA BOVINA BRAHMAN. Recuperado de <http://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=8311>

Graillet, E., Arieta, R., Aguilar, M., Alvarad, L., Rodríguez, N. 2017. Ganancia de peso diario en toretes de iniciación en pastoreo suplementados con bloques nutricionales. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18 (1)

- Hernández, D., Flórez, D., Villamizar, C., Capacho, A. 2010. Materiales promisorios para la producción de pastos en el trópico alto de la provincia de Pamplona. Universidad de Pamplona, Pamplona. 15 p.
- INTTAS 2002. Boletín informativo. Tranferencia y asesoramiento para la ganadería, agricultura y recursos naturales. Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/110-leucaena.pdf
- López, F. 2002. Suplementación con morera (*Morus alba*) para vacas Holstein en lactancia en la meseta de Popayán. [Tesis maestría]. Colombia. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.
- López, K. 2016. Importaciones de Cárnicos a México en el año 2002. Tesis de maestría, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Colegio de Posgraduados, Texcoco, Estado de México. [Tesis maestría]. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mac Loughlin, R. 2013. Conversión alimenticia como herramienta de decisión durante los engordes de bovinos. Impacto sobre los precios de venta y el resultado económico. VII Congreso de Conservación de Forrajes y Nutrición. Octubre 3 y 4 de 2013. Rosario. Argentina.
- Mohammed, A., Aguilar, C., Ayala, J., Bottini, B., Solorio, F. & Ku, J. 2015. Evaluation of milk composition and fresh soft cheese from an intensive silvopastoral system in the tropics. *Dairy Sci. Technol.* 96 (2):159-172, 2015.

- Murgueitio, E., Xóchitl, M., Calle, Z, Chará, J., Barahon, R., Molina, C. 2015. Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. En: Florencia Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola y B. Eibl, eds. Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Turrialba, Costa Rica, Cali, Colombia: CATIE, CIPAV. p. 59-101
- Pérez, A, Wencomo, Hilda, Navarro, Marlen, Iglesias, J.M, Soca, Mildrey, Cepero, L, & Canchila, E.R. 2008. Consideraciones acerca de la *Leucaena leucocephala* cv. X: una nueva opción forrajera para un ecosistema ganadero con suelos ácidos e infértiles. *Pastos y Forrajes*, 31(4), 1. Recuperado en 19 de febrero de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942008000400007&lng=es&tlng=es.
- Roa, C. 2003. Sostenibilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos (CU., pp. 1–49). Bogotá
- Rodríguez, R.M., Mota, C. & Castrillo, M. 2010. In vitro rumen fermentation of the tropical grass *Pennisetum purpureum* and mixtures with browse legumes: effects of tannin contents. *J Anim Phys Anim Nutr*, 94: 696-705.
- Solorio, F., & Solorio, B. 2008. Manual de manejo agronómico de *Leucaena leucocephala*: “*Leucaena leucocephala* (Guaje), una opción forrajera en los sistemas de producción animal en el trópico”. 48pp.
- Stehr, W. 2004. Alimentos complementarios para producción de carne. CENEREMA, UACH. 6 p.

Thornton Pk, & Herrero, M. 2014. Climate change adaptation in mixed crop-livestock systems in developing countries. *Global Food Security* 3(2):99-107.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2014.02.002>

Trujillo, A. 2015. Eficiencia alimenticia en bovinos de carne en pastoreo. Proyecto FPTA-263

Evaluación del consumo residual de alimento como una medida de eficiencia

alimenticia en bovinos de carne en pastoreo. Instituto Nacional de Investigación

Agropecuaria, Uruguay. ISSN:1688-924X

Molina, L. & Vargas, B. 2006 Árboles para Cúcuta. Especies que fortalecen la Estructura

Ecológica Principal. *Revista nodo* N° 1, Volumen 1, Año 1: 45-62 Julio-Diciembre 2006