

EVALUACIÓN DEL BANCO DE PROTEINA *Leucaena leucocephala* Y *Axonopus scoparius* PARA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*), EL PEÑOL, NARIÑO

BRAYAN ALEXANDER BURBANO GALINDEZ
OMAR ARMANDO DIAZ ORTEGA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2019

EVALUACIÓN BANCO DE PROTEINA *Leucaena leucocephala* Y *Axonopus scoparius*
PARA ALIMENTACIÓN DE CUYES (*Cavia porcellus*), EL PEÑOL, NARIÑO

BRAYAN ALEXANDER BURBANO GALINDEZ
OMAR ARMANDO DIAZ ORTEGA

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de

INGENIERO AGROFORESTAL

Presidente

IVÁN ANDRÉS DELGADO VARGAS I.AF. M.Sc

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2019

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado, son de responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1° del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma presidente de tesis

Firma de jurado

Firma de jurado

AGRADECIMIENTOS

A nuestro presidente de tesis Iván Andrés Delgado, I.AF. M. Sc y a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño; por sus aportes y colaboración.

A nuestros jurados de tesis Jorge Fernando Navia Estrada Ph.D. y Efrén Insuasty MSc. Docentes de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño; por su asesoramiento y compromiso durante el desarrollo de nuestra tesis.

A Lesby Ramos, Zoot. Por toda su colaboración y asesoría en este proceso.

A Gloria Sandra Espinosa Narváez, técnica de Laboratorio Bromatología – Abonos Orgánicos de la Universidad de Nariño, por su asesoría, tiempo y gentileza.

Al biólogo Felipe Benavides Ph.D. Investigador del grupo ARENA, por la colaboración prestada en el análisis estadístico de nuestro trabajo.

Agradecemos a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en esta investigación, pues sin su ayuda no habría sido posible su realización.

DEDICATORIA

Gracias Dios, tu amor y bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda.

Gracias a mi madre, Lorena Galindez quien me enseñó que en medio de la humildad y sencillez se forjan los más bellos valores, quien nunca descansa para verme como un profesional, sacrificó su felicidad y compañía para brindarnos una oportunidad, ahora solo me queda demostrarle que su sacrificio nunca será en vano, te amo mamá

A mi abuela Aura Muñoz, a quien mi corazón está estrechamente aferrado desde el momento que tengo uso de razón, la persona que ha sido mi guía, a quien le debo, la sabiduría en sus palabras, el amor y bondad por el prójimo y lo que soy como persona.

A mi abuelo Serbio quien se ha hecho cargo de mí y de mi familia en aquellos momentos más difíciles.

A mi padre Hermes Burbano, porque me enseñó que la mejor manera de corregir un hijo es con amor y buen ejemplo, quien mientras trabajamos me decía que las cosas se hacen bien hechas o simplemente no se hacen.

A mi compañera de vida, mi esposa Anyela Rosero quien se atrevió a creer con mí a sacrificarse por nuestros sueños, quien ha sido mi apoyo, mi bastón a ella mi gratitud infinita, además por haberme dado la oportunidad de ser padre, de la más preciosa niña, mi motor de vida, Valeria esa persona que no deja de sorprenderme en cada instante, cada momento junto a ella es conocer el amor más puro y sincero que el ser humano puede sentir.

A mi hermano Jeison quien junto a mí crecimos compartiendo lo poco o mucho que teníamos, siendo correctos a nuestros principios, con amor y bondad en cada acción, cada palabra, quien desde muy pequeño me enseñó a ser padre y la importancia del buen ejemplo que le debes mostrar a un hermano menor.

A mi compañero de tesis por el apoyo, dedicación y disposición en el desarrollo de esta investigación.

A todos los profesores, que me ayudaron compartiendo sus conocimientos y experiencias, en especial a I.AF. M. Sc Iván Delgado por ser esa persona quien nos brindó su apoyo, quien estuvo ahí en los momentos más difíciles de esta investigación, gracias por la gran calidad humana que me ha demostrado, gracias por brindarme su amistad.

A los compañeros, amigos y familiares que de una u otra forma ayudaron en el desarrollo de esta investigación.

Siembra una buena y sincera amistad, y muy probablemente el tiempo te permita disfrutar de una agradable cosecha.

Brayan Alexander Burbano Galindez

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi padre Armando y mi madre Lidia por brindarme su cariño y apoyo incondicional, porque gracias a ellos he llegado hasta este punto, a mis hermanos Daniel y Fernando por sus consejos, a mis abuelitos por recordarme la importancia de los principios y valores, a mis tíos por compartir momentos significativos y siempre estaré dispuesto a escucharlos y a mis primos por compartir su vida conmigo como hermanos.

A mi novia por su cariño, amor, apoyo y compañía.

A mi compañero de tesis por el apoyo, ser el consejero y mantener la perseverancia en el desarrollo de esta investigación.

A todos los profesores, que me ayudaron compartiendo sus conocimientos y experiencias, en especial a I.AF. M. Sc Iván Delgado por toda la colaboración brindada, durante la elaboración y desarrollo de la investigación.

A los compañeros y amigos que de una u otra forma ayudaron en el desarrollo de esta investigación.

A mi coordinador de semestre practico M.V Lucas Castillo por la gran calidad humana que me ha demostrado con su amistad.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en el proceso de mi formación profesional, muchas gracias.

Omar Armando Diaz Ortega

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
MATERIALES Y MÉTODOS	4
Localización.....	4
Hipótesis	4
Tratamientos	4
Diseño experimental	5
Muestreo	5
Variables Agronómicas	5
Análisis Bromatológico	6
Variables Productivas	6
Análisis de la información	7
Diseño de arreglo silvopastoril	7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
Capacidad de rebrote y cantidad de biomasa.....	8
Análisis bromatológico.....	9
Consumo de alimento	10
Ganancia de peso	11
Diseño del arreglo banco de proteína	15
Manejo de sistema	15
Costos de implementación.....	16
Estimación de aprovechamiento.....	18
CONCLUSIONES.....	20
RECOMENDACIONES	20
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variables productivas en leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>) vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.	8
Tabla 2. Cantidad de biomasa en pasto imperial (<i>Axonopus scoparius</i>) vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.	8
Tabla 3. Parámetros bromatológicos de leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>), vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.....	9
Tabla 4. Parámetros bromatológicos en pasto imperial (<i>Axonopus scoparius</i>) vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.....	10
Tabla 5. Análisis de varianza mixto de efecto aleatorio y fijos de cada tratamiento, vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.....	13
Tabla 6. TCA individual para cada alimento suministrado y calibración de TCA y su efecto en el peso total final por tratamiento en <i>C. porcellus</i> , vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.	14
Tabla 7. Costos de implementación del arreglo banco de proteína, vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.....	17
Tabla 8. Producción total de biomasa de <i>L. leucocephala</i> vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.....	19
Tabla 9. Producción total de biomasa de <i>A. scoparius</i> vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comparación de la GPR entre los tratamientos de alimentación elegidos para <i>C. porcellus</i> vereda La Cuchilla. El Peñol, periodo 2018 – 2019.	12
Figura 2. Comparación de la TCA entre los tratamientos de alimentación elegidos para <i>C. porcellus</i> vereda La Cuchilla. El Peñol, periodo 2018 – 2019.	13
Figura 3. Comparación de la GPR entre los tratamientos de alimentación elegidos para <i>C. porcellus</i> vereda La Cuchilla. El Peñol, periodo 2018 – 2019.	13
Figura 4. Comparación de la TCA entre los tratamientos de alimentación elegidos para <i>C. porcellus</i> vereda La Cuchilla. El Peñol, periodo 2018 – 2019.	14

Evaluación del banco de proteína *Leucaena leucocephala* y *Axonopus scoparius* para alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*), el Peñol, Nariño

Evaluation of fodder banks *Leucaena leucocephala* and *Axonopus scoparius* for feeding of cuyes (*Cavia porcellus*), the Peñol, Nariño.

Brayan Alexander Burbano G¹
Omar Armando Diaz O²
Iván Andrés Delgado V³

¹ Estudiante de Ingeniería Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia. omardi71@gmail.com. 2019.

² Estudiante de Ingeniería Agroforestal. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia. brayan10g@hotmail.com. 2019.

³I, AF. M. Sc. Docente investigador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia. ivandelgado5@gmail.com. 2019.

RESUMEN

La alimentación juega un rol muy importante en todo sistema pecuario, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción; mediante los sistemas agroforestales se permite lograr una alimentación nutricional balanceada en combinación de forraje de gramíneas y arbóreas. Esta investigación evaluó el banco de proteína *Leucaena leucocephala* y *Axonopus scoparius* para alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) con variables productivas consumo de alimento, ganancia de peso y tasa de conversión alimenticia, asimismo, para ambas especies se evaluaron variables agronómicas capacidad de rebrote, cantidad de biomasa y análisis bromatológico, en la vereda la Cuchilla del municipio el Peñol, Departamento de Nariño, a 1740 m.s.n.m., coordenadas 77° 26' 35''O y 1° 27' 42''N, temperatura media de 18°C y precipitación anual de 1600 mm. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, donde se estableció tres animales por unidad experimental. Se estimó una cantidad promedio de biomasa forrajera de *L. leucocephala* de 900 g/árbol y una capacidad de rebrote de *L. leucocephala* de 17 rebrotes/árbol, el promedio de biomasa forrajera para *A. scoparius* fue de 2000 g/m². Con un porcentaje de proteína cruda para *L. leucocephala* de 10,80% y para *A. scoparius* 17,30%. Hubo diferencias estadísticas en el análisis de variables productivas,

con un promedio de 10,67%, presentando los mayores valores en T0 (146,23g) y T1 (142,95g). Los bancos de proteína de *L. leucocephala* y *A. scoparius* se presentan como alternativa sostenible en la producción cuyícola para las zonas cálidas y templadas del Norte de Nariño.

Palabras clave: Sistema, biomasa, nutrición, diseño, silvopastoril.

ABSTRACT

Feeding plays a very important role in all the livestock system, the adequate nutrients supply leads to a better production, through agroforestry systems is possible to achieve a balanced nutritional diet in combination of forage grasses and trees. This research evaluated the protein bank *Leucaena leucocephala* and *Axonopus scoparius* to feed guinea pigs (*Cavia porcellus*) with productive variables food consumption, weight gain and feed conversion rate, also for both species were evaluated agronomic variables resprouting capacity, amount of biomass and bromatological analysis, in the village of Cuchilla del municipio el Peñol, Department of Nariño, at 1740 meters above sea level, coordinates 77° 26' 35"W and 1° 27' 42"N, average temperature of 18°C and annual precipitation of 1600 mm. A completely random design was used (DCA), with four treatments and four repetitions, where three animals per experimental unit were established. An average amount of forage biomass of *L. leucocephala* of 900 g/tree and a resprouting capacity of *L. leucocephala* of 17 shoots/tree were estimated, the average forage biomass for *A. scoparius* was 2000 g/m². With a percentage of crude protein for *L. leucocephala* of 10,80% and for *A. scoparius* 17,30%. There were statistical differences in the analysis of productive variables, with an average of 10,67%, presenting the highest values in T0 (146,23g) and T1 (142,95g) due to a higher percentage of commercial concentrate supplied in diets. The protein banks of *L. leucocephala* and *A. scoparius* are presented as sustainable alternative in guinea pig production for the warm and temperate zones of northern Nariño.

Keywords: System, biomass, nutrition, design, silvopastoral.

INTRODUCCIÓN

La alimentación animal se debe enfocar en un mejoramiento continuo de las condiciones de los animales, que satisfaga sus requerimientos nutricionales (en cantidad y calidad) y les permita un buen desempeño (FAO, 2000). Se señala que los sistemas de producción animal en el trópico alto, se basan en el uso de gramíneas forrajeras en monocultivo, presentándose a mediano y largo plazo un bajo valor nutritivo y disponibilidad irregular (Ramírez *et al.*, 2005), llevando a la disminución de los niveles de productividad y rentabilidad, así como por la generación de efectos ambientales negativos.

Esto causa que el campesino busque nuevos lugares para la producción de pasturas, incrementando las tasas de deforestación, acompañados de procesos de degradación de suelos, causados por la presencia de monocultivos donde escasea la cobertura arbórea, fragmentación de paisajes, pérdidas de biodiversidad y reducción del nivel de ingresos. (Harvey *et al.*, 2008).

Esta degradación de praderas causada por el desconocimiento y el inadecuado manejo de pasturas, reduce la capacidad productiva de forraje que afecta directamente los rendimientos de carne y/o leche de los animales, dicha pérdida se evidencia en el vigor de las plantas, manifestado por el bajo índice de verdor en las hojas, hojas más angostas y baja capacidad de rebrote o producción de biomasa; presentándose una pérdida de cobertura de la especie forrajera y dando espacio al desarrollo de otras especies poco palatables o dejando suelo descubierto que favorece la compactación (Rincón, 2006).

Entre las alternativas de mejora, se presentan los Sistemas Silvopastoriles, el cual es un sistema de manejo integral sostenible, que permite aumentar el rendimiento neto por hectárea a mediano y largo plazo; el objetivo principal es asociar árboles y pasturas, que permite la producción de bienes y servicios al campesino (Zuluaga, 2010). La combinación de especies arbustivas y gramíneas representan altos índices de producción, combinando los contenidos de proteínas, tipos de digestibilidad y grado de palatabilidad (Rodríguez *et al.*, 2000; Rodríguez y Tupue, 2008). Los sistemas silvopastoriles han sido identificados como una alternativa para la recuperación de áreas en proceso de degradación, diferentes estudios realizados han mostrado que la presencia de sistemas silvopastoriles contribuyen a mejorar las condiciones del suelo, aumenta la presencia de materia orgánica permitiendo que una

fracción representativa de los nutrientes que son extraídos de la solución edáfica sea retornada a ella mediante la deposición, en la superficie del suelo, del follaje y residuos de pastoreo o podas (Mahecha, 2002).

En el departamento de Nariño, la producción de especies menores como cuyes (*Cavia porcellus*), se ha constituido en una de las principales fuentes de ingresos familiares, la cual representa una inclusión de género, siendo las mujeres las encargadas de esta actividad (Ramos *et al.*, 2013). Por lo cual, se hace necesario explorar nuevos sistemas de alimentación con la finalidad de mejorar los sistemas de producción y determinar el método más apropiado para tal fin (Rodríguez y Tupue, 2008).

Por lo tanto el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la productividad del arreglo silvopastoril banco de proteína con pastura forrajera imperial (*Axonopus scoparius*) y la leñosa perenne leucaena (*Leucaena leucocephala*) con el fin de encontrar una alternativa nutricional en la producción cuyicula; con un mayor rendimiento y rentabilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La investigación se llevó a cabo en la vereda la Cuchilla, municipio el Peñol, Departamento de Nariño, con coordenadas: 77°26'35''O y 1° 27'42''N, a una altitud de 1740 m.s.n.m., temperatura media de 18°C, precipitación anual de 1600 mm (IDEAM, 2011).

Hipótesis. Si se alimenta a cuyes con la combinación de leñosa perenne leucaena (*Leucaena leucocephala*) más la pastura forrajera imperial (*Axonopus scoparius*), es posible que se obtenga una alternativa sustituyente mejor en cuanto a consumo de alimento y ganancia de peso, en comparación al sistema de alimentación tradicional de pasto más concentrado en cuyes post destete.

Tratamientos. Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera.

- T0 Concentrado comercial 100 %
- T1 80 % *Axonopus scoparius* + 20 % Concentrado comercial
- T2 70 % *Axonopus scoparius* + 30 *Leucaena leucocephala*
- T3 80 % *Leucaena leucocephala* + 20% Concentrado comercial

T4 100 % *Axonopus scoparius*

Diseño experimental. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos, cuatro replicas por tratamiento y tres unidades experimentales por réplica; los animales fueron distribuidos en los diferentes tratamientos, en período experimental de 90 días. Los bloques (replicas) se hicieron con el objetivo de tener replicas aleatorias.

Muestreo. El arreglo establecido banco de proteína *L. leucocephala*, en la vereda la Cuchilla del municipio el Peñol, con un área de 4927,03 m² y una densidad poblacional de 4927 con distancias de siembra 1 m entre planta y 1 m entre surco. Dicho sistema había sido implementado hace dos años, con el corte y la poda de la especie ya establecida se pretendió determinar capacidad de rebrote y cantidad de biomasa ofrecida en el arreglo.

Se seleccionaron 51 cuyes hembras destetos, con un peso promedio de 400 g raza mejorada de la Granja Experimental Botana, Universidad de Nariño, en cada repetición se estableció tres animales por unidad experimental, en jaulas de 2,10 m de largo, 0,90 m de ancho y 0,50 m de alto, provistas de comedero, en un galpón de 4,20 m de fondo y 3 m de frente, piso en concreto, muros en ladrillo y techo de zinc, iluminación natural y artificial, con temperatura promedio de 18±2°C.

Se utilizó una balanza gramera electrónica con capacidad de 5000 g y sensibilidad de 1 g para el pesaje quincenal de los animales y el pesaje diario del alimento ofrecido y rechazado. Se tomó datos por día, para la recolección y pesaje del alimento no consumido (gramínea y arbustiva). El material vegetal suministrado fue cosechado en diferentes lotes para la gramínea, mientras que para la arbustiva se obtenía del banco ya establecido, estos se sometían a un período de oreo de 12 horas, para disminuir su humedad.

Variables Agronómicas. *Capacidad de rebrote:* Se tomó 3 árboles al azar del banco de proteína *L. leucocephala*, de dos años de edad promedio, con un área de 4927,03 m², a los árboles seleccionados, se realizó una poda completa a una altura de 1,20 m teniendo en cuenta la metodología de (Rooke y Solorio, 2004); se registró datos a los 15, 30, 60 y 90 días respectivamente, realizando el conteo del número de rebrotes (**Nr**), crecimiento en

altura (**Ca**) bajo la metodología de (Legarda *et al.*, 2001). En *A. scoparius* se hizo un corte a ras de suelo correspondiente a un área de 296,63 m².

Cantidad de biomasa: Realizado la poda completa de los 3 árboles de *L. leucocephala*, siguiendo la metodología de (Meneses y Casierra, 2003), en la última toma de datos (90 días) se recolecto el material vegetal (hojas) y se pesó en una balanza. Para la medición de biomasa de *A. scoparius*, a los 90 días después del corte, se realizó tres aforos de 1 m², recolectando el material vegetal (hojas y tallos), método de doble muestreo por rango visual propuesto por la metodología de (Uribe, 2014) y se pesó en una balanza.

Análisis Bromatológico. El material vegetal extraído de *L. leucocephala* se recolecto de manera homogénea, se tomó las hojas sanas, libres de enfermedades y contaminaciones (tierra, insectos, agua, estiércol, entre otros.); para *A. scoparius* a los tres meses se realizó un muestreo al azar del lote, se recolectó la pastura de manera homogénea, posteriormente se pesó en balanza 1 kg, y recolectado en sobres de papel debidamente etiquetados con las especificaciones del laboratorio especializado de la Universidad de Nariño. Se dispuso las muestras el mismo día de su recolección para que el material no sufra ningún deterioro y determinar los parámetros bromatológicos de proteína (P), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), fibra cruda (FC), energía (E), Calcio (Ca) y Fósforo (P).

Variables Productivas. *Consumo alimento:* En el transcurso de tres meses del experimento se asumió que el alimento total ingerido (ofrecido – rechazado) por cada animal, estuvo en función del peso inicial de cada animal. El alimento suministrado se dividió en tres raciones y ofrecido por peso animal, lo cual para estimar el consumo se tuvo en cuenta la ecuación descrita por (Jácome, 2010) siendo esta la siguiente:

$$MI_i = \frac{MT}{R} \times \frac{MC}{\mu MCr}$$

Dónde: *MI_i*: masa de alimento individual ingerida en cada réplica y tratamiento al final del experimento; *MT*: masa total ingerida en cada réplica y en cada tratamiento; *R*: número de réplicas por tratamiento; *MC*: masa de cada animal en cada réplica y tratamiento al final del experimento; μMCr : promedio de peso animal, réplica y tratamiento al final del experimento.

MT: se calculó como la diferencia entre la masa de alimento ofrecida menos rechazada en cada réplica y tratamiento al final del experimento.

$$MT = MO - MR$$

Dónde: *MT*: masa total ingerida; *MO*: masa de alimento ofrecida; *MR*: masa de alimento rechazada.

Ganancia de peso: Se calculó la ganancia de peso relativa (GPR), la cual es independiente del peso inicial del animal, lo que la hace comparable entre tratamientos y permite estimar sus efectos, los cuales fueron calculados empleando la ecuación descrita por (Jácome, 2010).

$$GPR = \frac{PF - PI}{PI} \times 100$$

Donde GPR: ganancia de peso relativa; PF: peso final del animal; PI: peso inicial del animal.

Tasa de conversión alimenticia - TCA: Se calculó TCA por cada tratamiento, representa el porcentaje de masa de alimento que se convierte efectivamente en biomasa para el animal, ya que otras porciones se convierten en excreción y generación de energía. La TCA para cada individuo, en cada réplica y tratamiento, se determinó mediante el uso de la formula descrita por (Jácome, 2010).

$$TCA = \frac{PF - PI}{MIi} \times 100$$

Dónde: *TCA*: Tasa de conversión alimenticia; *PF* y *PI*: peso del animal al final e inicio; y *MIi*: masa de alimento individual ingerida.

Análisis de la información: Los datos obtenidos en cuanto a capacidad de rebrote y producción de biomasa del arreglo silvopastoril se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) y en cuanto a consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), las medias se compararon mediante la prueba de Tukey y una comparación de medias mínimo cuadráticas de los tratamientos.

Diseño de arreglo silvopastoril: Con los insumos anteriores, se propone el diseño silvopastoril con la leñosa perenne leucaena (*Leucaena leucocephala*) y la pastura forrajera imperial (*Axonopus scoparius*), con respecto al costo de establecimiento y el material de alimentación de cuyes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capacidad de rebrote y cantidad de biomasa. Mediante la tabulación de los datos obtenidos para la capacidad de rebrote y cantidad de biomasa, bajo la altura de corte (1,20 m) y frecuencia de poda (90 días) se procedió a calcular los promedios, que posteriormente se emplearon en el análisis de varianza (ANDEVA). El promedio de producción de biomasa verde de *L. leucocephala* fue de 900 g, con rango de 750 a 1020 g/árbol, siendo directamente proporcional con el número de rebrotes que en promedio fue de 17 rebrotes/árbol a los 90 días después de haber realizado la poda completa (Tabla 1). Se obtuvo un alto rendimiento, en comparación a lo reportado por Francisco (1996) quienes evaluaron la producción de rebrotes a tres diferentes alturas de corte (40, 100 y 150 cm) obteniendo mayor producción a 150 cm con 6750 y 5300 kg/ms/ha.

Al respecto Toral y Iglesias, (2007) menciona que la mayor altura de poda garantiza en las plantas la presencia de un área adecuada de tejido parenquimático reservante y tejido meristemático activo, factores necesarios en el desarrollo del rebrote. Estas condiciones permiten un mayor engrosamiento del tallo y emisión de rebrotes, incrementándose, por consecuencia, los rendimientos de biomasa (García *et al.*, 2001).

Tabla 1. Variables productivas en leucaena (*Leucaena leucocephala*) vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.

Descriptores estadísticos	Número de rebotes	Altura (cm)	Biomasa (G)
Media	17	79,89	900
Desviación estándar	3,09	46,58	112
Coef. de variación	10 %	50 %	10 %
Máximo	20	195	1020
Mínimo	13	25	750

La estimación de biomasa verde de *A. scoparius* fue de 2000 g/m², con un rango de 1200 a 2600 g/m², en un lapso de tiempo de tres meses posteriores al corte (Tabla. 2). Valores similares a los reportados por Ortiz (2015) de 2240 g/m², sin embargo, Usca y Gallegos (2009) reportaron valores de 2962 g/m².

Tabla 2. Cantidad de biomasa en pasto imperial (*Axonopus scoparius*) vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.

Descriptorios estadísticos	Biomasa (G)
Numero de aforos (3)	5900
Media	2000
Desviación estándar	579
Coef. de variación	20 %
Máximo	2600
Mínimo	1200

Análisis bromatológico. La *L. leucocephala* con una edad promedio de dos años, presentó un bajo contenido de proteína (10,80 %) y calcio (0,96%), en comparación a lo reportado por Gaviria *et al.*, (2015) con valores de proteína del 29,4% y calcio del 1,20 %; pero infiere con Moreno (2005), con un valor 20 a 30% de proteína, los bajos contenidos del valor nutritivo se puede presentar por el manejo y edad del sistema esto lo confirma Lazo y Cardoza, (2009) quien menciona que el valor nutritivo del follaje de *L. leucocephala* varia con el lugar, edad y estación de la cosecha. Los tallos tiernos y legumbres son una adecuada fuente de proteína y minerales (Jones, 1979; Machado *et al.*, 1978). Se presentó un contenido de fibra detergente neutro (FDN) de 49,57 %, una fibra detergente ácido (FDA) de 28,80% y fosforo del 0,29%, siendo datos superiores a lo reportado por Sandoval *et al.* (2005) quienes obtuvieron 23,4 % de FDA, 39,5% de FDN y 0,25 % de Fosforo (Tabla. 3).

Tabla 3. Parámetros bromatológicos de leucaena (*Leucaena leucocephala*), vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.

Parámetros	%
Proteína (P)	10,80
Fibra Detergente Neutro (FDN)	49,57
Fibra Detergente Acido (FDA)	28,80
Fibra cruda (FC)	15,28
Energía (Kcal/100g) (E)	482
Materia seca (M.S)	26,22
Humedad	73,78
Calcio (Ca)	0,96
Fosforo (P)	0,29

Los datos obtenidos en el análisis bromatológico de *A. scoparius* indican un alto contenido en proteína del 17,30%, fibra detergente neutro (FDN) de 75,52 %, fibra detergente ácido (FDA) de 45,28%, en relación a lo reportado por Ortiz (2015) con un porcentaje de proteína

de 8,24 % en un estado de madurez de 90 días; López (2018) quien presentó un promedio de 8,5 % de proteína, 55,75 % de FDN, 45% de FDA. Como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Parámetros bromatológicos en pasto imperial (*Axonopus scoparius*) vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.

Parámetros	%
Proteína (P)	17,30
Fibra Detergente Neutro (FDN)	75,52
Fibra Detergente Acido (FDA)	45,28
Fibra cruda (FC)	36,63
Energía (Kcal/100g) (E)	423
Materia seca (M.S)	19,93
Humedad	80,07
Calcio (Ca)	0,14
Fosforo (P)	0,26

Consumo de alimento: El mayor consumo se presentó en el tratamiento T1 (*Axonopus scoparius* + concentrado comercial) con 516 g y 78 g; lo anterior se asemeja a lo reportado por Guerrero *et al.*, (2013) con 59.38 y 81.95 g respectivamente. El consumo de alimento está influenciado por la densidad nutricional de las raciones, la palatabilidad y el peso de los animales (Caycedo, 2000), esto es de gran importancia porque se ve relacionado con la ganancia de peso.

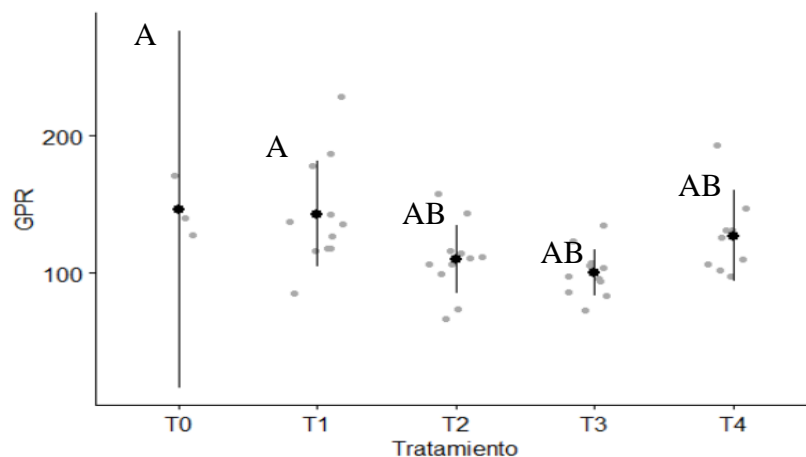
Para el tratamiento T2 (*Axonopus scoparius* + *Leucaena leucocephala*) se presentó un consumo de 454 g y 154 g, para T3 (*Leucaena leucocephala* + concentrado comercial) con 450 g y 90 g respectivamente; la notoria diferencia entre el consumo de los tratamientos T2 y T3 pudo estar relacionado con el bajo contenido nutricional de la leucaena, debido a lo cual los animales alteraron su consumo pretendiendo satisfacer sus requerimientos nutricionales sin obtener los resultados esperados (Caycedo, 1992).

Los menores consumos observados en el T4 pudieron ser consecuencia a la baja oferta energética de la pastura forrajera *A. scoparius*, Burgos y Esparza, (2006), manifiestan que se debe tener en cuenta que los animales como el cuy, consumen alimento en función de su tamaño, estado fisiológico y temperatura ambiental, pero la densidad energética es decisiva, en relación a lo manifestado por Cheeke (1997) quien sostiene que a niveles bajos de energía se requiere una mayor cantidad de alimento, para cubrir los requerimientos

energéticos, por lo que se da una menor eficiencia de transformación de alimento y el animal tiende a auto-balancearse en el consumo.

Chauca (1997), afirma son animales exigentes en la calidad de su alimento, recomendándose raciones con 18% de proteína total y 3000 Kcal de energía digestible.

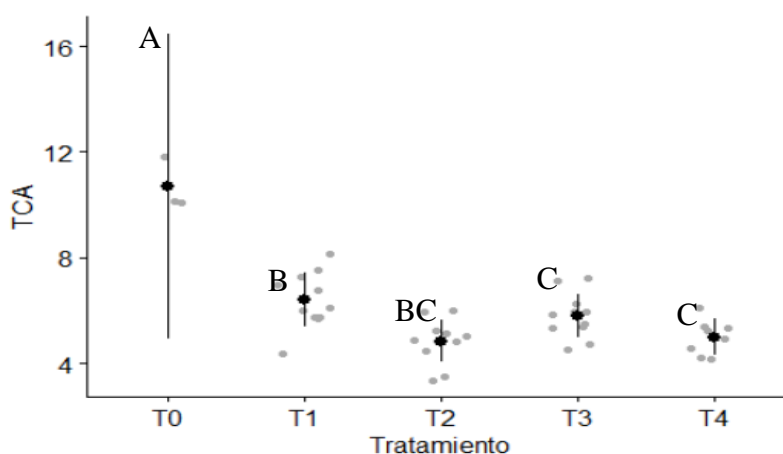
Ganancia de peso. En cuanto a la ganancia de peso relativa (GPR), se diferenciaron dos grupos de tratamientos, T0 y T1 (con promedios de 146,23 y 142,95 g al mes respectivamente), y T4, T2 y T3 (con 127,05; 109,55 y 100,10 g al mes respectivamente). Representadas por la presencia de un mayor porcentaje de concentrado comercial. Obteniendo mayor GPR con la implementación de concentrado a cantidades del 100, 70 y 30% respectivamente; la ganancia de peso está relacionada con la calidad y cantidad de alimento suministrado en este caso el concentrado con niveles de proteína del 20% al igual que los altos contenidos de proteína en *A. scoparius* 17,30%, la literatura señala que el requerimiento de proteína es del 20%, siempre que esté compuesta por más de dos fuentes proteicas; Caycedo (2000) reporta que con raciones de un 13 a 18% de proteína se logran óptimos resultados en el incremento de peso sobre las diferentes etapas de la vida del cuy, como son las fases de crecimiento y engorde. Se obtuvo lo menores valores en T2, indicando una baja eficiencia para la ganancia de peso y la conversión del material vegetal en biomasa animal (Acosta, 2008), como se observa en la Figura 1.



Dónde: Se representa el promedio de cada tratamiento. Los puntos negros representan el promedio de cada tratamiento, las barras verticales los intervalos de confianza al 99% y los puntos grises son los valores observados de cada unidad experimental. No se tuvo en cuenta el efecto aleatorio de los bloques (réplicas), letras diferentes representan diferencias significativas según la prueba post-hoc de Tukey.

Figura 1. Comparación de la GPR entre los tratamientos de alimentación elegidos para *C. porcellus* vereda La Cuchilla. El Peñol, periodo 2018 – 2019.

Los resultados obtenidos muestran la tasa de conversión alimenticia (TCA) con diferencias significativas (Figura 2), en el tratamiento T0, con un promedio de 10,67% donde se empleó solo concentrado comercial, lo anterior concuerda con lo expuesto por Acosta (2008) donde expresa la TCA con un 3,85 % es más eficiente cuando se emplea 100% concentrado en alimentación de cuyes, esto es significativamente el doble en comparación al T4 *A. scoparius* ($p < 0.001$) el cual tiene una TCA de 5,0% en alimentación solo con forraje, sin embargo, estos resultados difieren a los reportados por Andrade *et al*, (2016) quienes registraron una TCA de 9,7% para *A. scoparius* ofrecido en mezcla con concentrado comercial, la baja TCA del T4 se debe a que *A. scoparius* puede ser a que no es un alimento balanceado que cubra las necesidades por el animal; según Jácome (2010) menciona que los alimentos balanceados, son una mezcla sólida de diferentes alimentos que aportan proteína, energía, minerales y vitaminas a los animales que se ven reflejados en la conversión alimenticia, seguido del T1 con un promedio de 6,3%, el tratamiento T2 con un promedio de 4,8%, y el tratamientos T3, con promedio de 5,7%.



Dónde: Se representa el promedio de cada tratamiento. Los puntos negros representan el promedio de cada tratamiento, las barras verticales los intervalos de confianza al 99% y los puntos grises son los valores observados de cada unidad experimental. No se tuvo en cuenta el efecto aleatorio de los bloques (réplicas), letras diferentes representan diferencias significativas según la prueba post-hoc de Tukey.

Figura 2. Comparación de la TCA entre los tratamientos de alimentación elegidos para *C. porcellus* vereda La Cuchilla. El Peñol, periodo 2018 – 2019.

Al comparar TCA y GPR entre los tratamientos, excluyendo el T0 y considerando el efecto aleatorio de las réplicas anidadas dentro de los tratamientos, se encontró que el tipo de alimento y las cantidades de estos presentan diferencias significativas sobre ambas variables (Tabla 5), lo que significaría que la variación capturada por los bloques (replicas) es importante para evaluar los efectos del tratamiento de alimentación en este experimento (Figuras 3 y 4).

Tabla 5. Análisis de varianza mixto de efecto aleatorio y fijos de cada tratamiento, vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.

	Efectos aleatorios		Efectos fijos		
	Efecto	Varianza	Tratamiento	Efecto	Error estándar
TCA	Réplicas anidadas en tratamientos	0,22**	Intercepto (T1)	6,42	0,31***
			T2	-1,59	0,44***
	Residual	0,44	T3	-0,64	0,44
			T4	-146	0,45***
GPR	Réplicas anidadas en tratamientos	165,8*	Intercepto (T1)	143,4	9,91***
			T2	-33,9	14,02*
	Residual	618,4	T3	-43,56	14,02**
			T4	-17,16	14,47

* indica efecto significativas con $p < 0,05$, ** $p < 0,001$ y *** $p < 0,001$

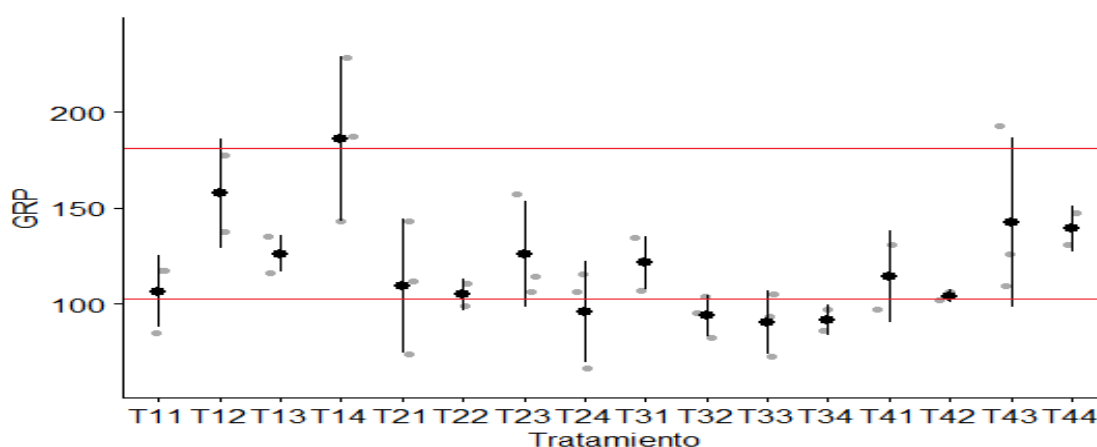
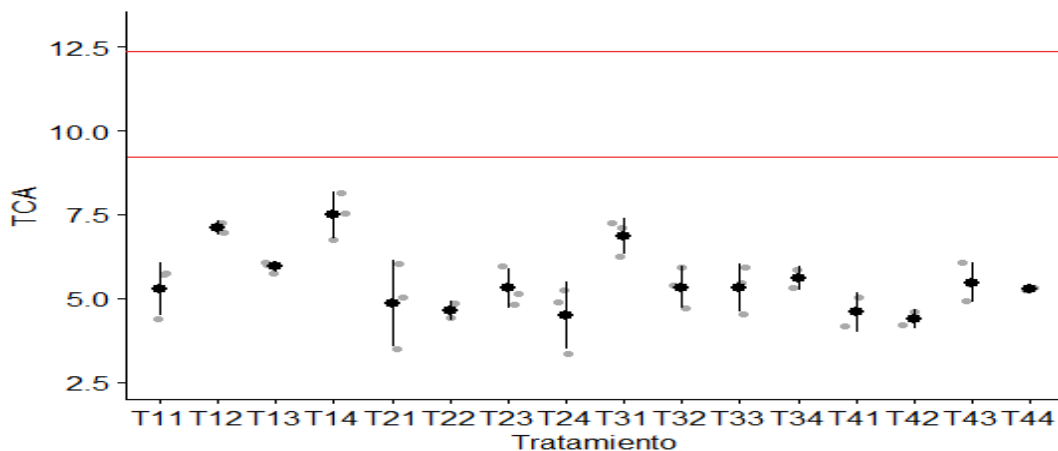


Figura 3. Comparación de la GPR entre los tratamientos de alimentación elegidos para *C. porcellus* vereda La Cuchilla. El Peñol, periodo 2018 – 2019.



Dónde: La figura 3 y 4 representan la comparación de la GPR y TCA entre los tratamientos de alimentación elegidos para *C. porcellus*. Los puntos negros representan el promedio de cada tratamiento, las barras verticales los intervalos de confianza al 99%, los puntos grises son los valores observados de cada unidad experimental y las líneas rojas el intervalo de confianza al 99% para la media de T0, cuyos datos no fueron incluidos debido a la escasa replicación. En este caso, los análisis están hechos teniendo en cuenta el efecto aleatorio de los bloques (réplicas).

Figura 4. Comparación de la TCA entre los tratamientos de alimentación elegidos para *C. porcellus* vereda La Cuchilla. El Peñol, periodo 2018 – 2019.

Se realizó análisis de calibración para la tasa de conversión alimenticia a cada tipo de alimento y su interacción al suplementarse en mezclas, siendo diferente a cuando estos se ingieren solos. La TCA del concentrado comercial aumentó de 10,67 a 12,0% en asocio con *A. scoparius*; observándose mejoras en el sistema de alimentación mixto (forraje más concentrado) igualmente Jácome (2004) encontró valores similares para TCA entre 8 a 12% en mezcla con forraje, este efecto está relacionado con el mayor consumo de alimento expuesto en el T1 (*A. scoparius* + concentrado comercial). La GPA calibrada por tratamiento se ajustó con un R^2 de 0,99 a la GPA observada, lo que permitió comprobar que las TCA estimadas y posteriormente calibradas para cada alimento tuvieron alta precisión. Como se observa en la Tabla 6.

Tabla 6. TCA individual para cada alimento suministrado y calibración de TCA y su efecto en el peso total final por tratamiento en *C. porcellus*, vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.

Tratamiento	TCA sin calibrar (%)			TCA calibrado (%)			GPA total por tratamiento (Kg)	GPA calibrado total por tratamiento (Kg)
	Concentrado comercial	Pasto Imperial	Leucaena	Concentrado comercial	Pasto Imperial	Leucaena		
T0	10,67±1,7	-	-	10,65±1,7	-	-	1,68	1,68
T1	10,67±1,7	5,0±0,6	-	12,0±1,7	5,0±0,6	-	5,92	5,90
T2		5,0±0,6	5,2±1,05	-	5,1±0,6	4,1±1,05	5,29	5,34
T3	10,67±1,7		5,2±1,05	10,67±1,7	-	4,9±1,05	5,17	5,16
T4	-	5,0±0,6	-	-	5,0±0,6	-	4,03	4,06

Diseño del arreglo banco de proteína. De acuerdo a los resultados obtenidos se plantea un arreglo para corte y acarreo diseñado a una 1ha. Con una densidad poblacional de 13.333 plántulas/ha de *L. leucocephala*, con distancias de siembra de 75 cm entre planta y surco, cuando se intenta utilizar leucaena (*L. leucocephala*) como banco de proteína, la mejor distancia entre surcos es entre 60 a 75 cm (Brewbakery y Hutton, 1979); para la gramínea *A. scoparius* se requiere 12 bultos (450 a 500 kg/ha) de rizomas (tallos), a distancia de siembra de 50 cm entre surco y una profundidad de 30 cm, en sistema de siembra surcos, en dirección este–oeste, con el propósito de hacer el mejor aprovechamiento de la luz solar y minimizar la posible competencia por este factor (Álvarez y Sanchez, 2003). En este sentido, la distancia de siembra es un factor que influye en la producción agrícola de la mayoría de los cultivos, ya que aumentar o disminuir el espacio entre plantas puede provocar afectaciones en el rendimiento, debido a la competencia que se establece a nivel interespecífico, lo cual está dado por el espacio vital que exige cada especie para su desarrollo (Leyva *et al.*, 2017).

Manejo de sistema. El primer aprovechamiento se realiza cuando los arbustos tienen un desarrollo adecuado a una altura entre 1,5 y 2 metros. Se realiza el primer corte total a 1,20 m de altura con frecuencia de corte cada 3 meses (Cruz y Nieuwenhuyse, 2008; Franco *et al.*, 2010). Partiendo de los resultados presentados en este estudio para estimar la cantidad de biomasa, nos permite sugerir esta altura de corte (1,20 cm) de *L. leucocephala* donde se puede obtener 12 Ton/ha cada tres meses a distancias de siembra de 75 cm entre planta y surco, en comparación a lo reportado por Becerra *et al.*, (2000) quienes encontraron un

efecto significativo ($p < .01$) sobre la producción de MS atribuible a la altura de corte (30, 60 y 90 cm); es decir, que a mayor altura de corte (90 cm) se obtuvo mayor producción de forraje 6.84 Ton/ha, asimismo se encontró un efecto significativo ($p < .01$) atribuible a la frecuencia de corte (30, 40 y 50 días), mientras más largo fue el intervalo (50 días) mayor fue la producción de MS.

Para *A. scoparius* el primer aprovechamiento se realiza a los tres meses después del establecimiento, con un tiempo de recuperación 50 a 70 días (Rúa, 2008; Restrepo, 2008).

Costos de implementación. Para la implementación del sistema silvopastoril, a 1ha de *Leucaena leucocephala*, se elimina la vegetación más vigorosa como árboles y arbustos mediante rocería, seguido se realizan aplicaciones con herbicida para eliminar las hierbas no deseadas en el lote.

Una vez limpio el terreno se realiza un trazado para seguir con el ahoyado. Se sugiere como regla general sembrar por lo menos tres meses antes que inicie la época seca, con el fin de no afectar el desarrollo de las plántulas por falta de humedad en el suelo; los meses preferiblemente indicados son (Febrero - Marzo) y/o (Octubre – Noviembre), se dispone a sembrar una planta por sitio con distancias de siembra de 75 cm entre planta y surco para un total de 13.333 plantas.

Después de la siembra se realiza un conteo de las plántulas muertas para posterior a esto realizar una resiembra, pasado un lapso de tiempo cortó y dependiendo de la aparición de malezas se lleva a cabo las primeras limpias con machete.

Cuando las plántulas tengan una altura promedio de 1 m se fertiliza con aproximadamente 8 g/planta de abono compuesto con fórmula (20 – 20 – 0), la segunda limpia depende de las condiciones del desarrollo de las hierbas no deseadas que se presenten en el lote.

En *A. scoparius* la preparación del terreno se lleva a cabo mediante rocería o aplicación de herbicida según las condiciones del terreno, se dispone a realizar un surqueado con distancias de siembra de 50 cm entre surco a una profundidad de 30 cm, para lo que se dispone 12 bultos (450 – 500 kg) rizomas (tallos).

Las primeras limpiezas se realizan manualmente para evitar daños mecánicos, pasado unos días después de las limpiezas, se da paso a la fertilización con abono comercial inorgánico (Urea) por el método (al boleado).

Los bancos forrajeros son sistemas altamente dependientes de la aplicación de fertilizantes (orgánicos o inorgánicos) para mantener la producción adecuada de forraje (Sánchez y Sánchez, 2008), para *A. scoparius*. Para *L. leucocephala* se aplica fertilización orgánica de cuynaza con 100 g/planta (Rey, 2006). Actividades y costos de implementación del arreglo banco de proteína, se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Costos de implementación del arreglo banco de proteína, vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.

ARREGLO BANCO DE PROTEINA				
Distancia de siembra <i>Leucaena leucocephala</i>		0,75m x 0,75m	Surco	
Distancia de siembra <i>Axonopus scoparius</i>		50 cm	Surco	
Número de plantas <i>Leucaena leucocephala</i> por ha			13.333 plantas/ha	
Número de plantas <i>Axonopus scoparius</i> por ha			(450 a 500 kg/ha)	
Costo por jornal día			12 bultos	20.000
Costos de implementación <i>L. leucocephala</i> (1 ha)				
Mano de obra	Unidad	Cantidad (und./ha)	Costo unitario	Total
Adecuación de terreno	Jornal	3	20.000	60.000
Trazado y Hoyado	Jornal	10	20.000	200.000
Siembra	Jornal	5	20.000	100.000
Fertilización	Jornal	2	20.000	40.000
Resiembra	Jornal	1	20.000	20.000
MANTENIMIENTO				
Primeras limpiezas	Jornal	3	20.000	60.000
Segundas limpiezas	Jornal	3	20.000	60.000
INSUMOS				
Plántulas		13.333	200	2'666.600
Abono	Bulto	3	85.000	255.000
Transporte (materiales)				50.000

e insumos)				
TOTAL				3'511.600
Costos de implementación <i>A. scoparius</i> (1 ha)				
Mano de obra	Unidad	Cantidad (und./ha)	Costo unitario	Total
Adecuación de terreno	Jornal	3	20.000	60.000
Surqueado	Jornal	5	20.000	100.000
Siembra	Jornal	5	20.000	100.000
Fertilización	Jornal	1	20.000	20.000
MANTENIMIENTO				
Primeras Limpias	Jornal	2	20.000	40.000
INSUMOS				
Rizomas(tallos)	Bulto	12	25.000	300.000
Abono	Bulto	2	60.000	120.000
Transporte (materiales e insumos)				30.000
TOTAL				770.000
TOTAL FINAL				4'281.600

Estimación de aprovechamiento. De acuerdo a la relación oferta/demanda de biomasa, se estimó la cantidad de biomasa necesaria de cada alimento para llevar a un animal promedio a un peso ideal de comercialización (PIC) de 1000 g a partir del momento de destete.

La comercialización de los cobayos se los realiza cuando el animal a alcanzado un peso aproximado de 1000 a 1300 g, el mismo que se lo obtiene en aproximadamente tres meses, cuando la carne es óptima para su consumo (Ordoñez, 2016).

Leucaena leucocephala: Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en esta investigación; una planta de leucaena (*Leucaena leucocephala*), con altura de +/- 2m produce en promedio 900 g de biomasa verde en 3 meses, entonces en una hectárea con 13.333 plantas producen 12.000 kg/3meses/ha, teniendo en cuenta la TCA de leucaena en la dieta pasto-leucaena es de 4,1+-1,05 (Tabla 6), la biomasa potencial de proteína de la *L. leucocephala* en límite inferior es 366 kg/3meses/ha y para el límite superior 618 kg/3meses/ha, lo que significa que la disponibilidad de biomasa potencial de proteína en este arreglo oscilaría entre 366 y 618 kg cada 3 meses, estos valores son similares a lo reportado por Reyes *et al.*, (2015) quienes obtuvieron valores de 204 y 497 kg de MS/mes/ha. Si se quiere llevar a los cuyes a 1000 g bajo este sistema de alimentación y sabiendo que se destetan a partir de 300

a 400 g promedio, debo aumentar cada uno en 600 g, entonces con los valores obtenidos para ambos límites se logra establecer un rango de producción de 610 a 1030 cuyes cada 3 meses; lo que significaría (2440 – 4120 cuyes al año), como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Producción total de biomasa de *L. leucocephala* vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.

Área	Número de plantas	Producción de biomasa trimestral	Cantidad de biomasa total (kg)	T.C.A de <i>L. leucocephala</i> .	Biomasa potencial trimestral	No cuyes/ 3 meses
1 ha	13.333	900 g/planta	12000 kg	4,1+-1,05 Lim inf (0,0305) Lim sup (0,0515)	366 - 618 kg	610- 1030

Axonopus scoparius: En un m² de pasto (*Axonopus scoparius*) produce en promedio 2000g/m² de biomasa verde en tres meses; esto significa 20.000kg/3 meses/ha, teniendo en cuenta la TCA del pasto 5+- 0,6 ver (Tabla 6), la biomasa potencial de proteína de *A. scoparius* en límite inferior es 880 kg /3 meses/ha y para el límite superior 1120 kg/3 meses/ha, esto quiere decir que la disponibilidad más baja de biomasa proteica que puede presentar este sistema es de 880 kg en tres meses, mientras que la más alta es 1120 kg a los tres meses, estos son similares de acuerdo a lo reportado por Maurig y Bernardis, (2017) con valores de 215 y 290 kg de MS/mes/ha, sabiendo que para llevar a los cuyes a 1000 g, los cuales se destetan a partir de 300 a 400 g promedio debo aumentar cada uno en 600 g, entonces estos rangos obtenidos permiten calcular el número de cuyes que se puede producir 1467 - 1867 cada tres meses; es decir (5868 -7468 cuyes al año), como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9. Producción total de biomasa de *A. scoparius* vereda La Cuchilla, El Peñol, período 2018 – 2019.

Área	Producción de biomasa trimestral en 1 m ²	Cantidad de biomasa total (kg)	T.C.A de <i>A. scoparius</i> .	Biomasa potencial trimestral	No cuyes/ 3 meses
1 ha	2000 g/m ²	20.000 kg	5+-0,6 Lim inf. (0,044) Lim sup. (0,056)	880 - 1120kg	1467- 1867

CONCLUSIONES

La alimentación en especies menores con productos concentrados comerciales, presentan nutrientes y productos sintéticos que permiten obtener una mayor ganancia de peso, en poco tiempo, al realizar la mezcla con *A. scoparius* se obtuvo ganancias similares en tres meses (promedios de 146,23 y 142,95g respectivamente).

El banco energético de *A. scoparius* permite una mayor cantidad de forraje disponible de aproximadamente 20.000kg/ha, cada tres meses, lo que permite albergar y mantener un mayor número de cuyes, entre 5868 – 7468/año.

Los bancos de proteína de la leñosa perenne *L. leucocephala* en asocio con la pastura forrajera *A. scoparius* se presenta como alternativa sostenible en la producción cuyícola para las zonas cálidas y templadas del Norte de Nariño, fortaleciendo la alimentación balanceada y nutritiva en las especies menores como los cuyes.

RECOMENDACIONES

Dentro del trabajo de investigación con especies forrajeras en la alimentación de cuyes , se desea que haya una mejora del mismo; por lo tanto se recomienda a futuros estudiantes que tengan un interés comprometido con las necesidades de los productores, asesorándose de profesionales competentes en cada área, siendo esta la manera de evitar errores.

En el arreglo silvopastoril banco de proteína de leucaena (*Leucaena leucocephala*), realizar un estudio de la capacidad y cantidad de nitrógeno fijado y liberado al suelo.

Diseñar diferentes arreglos silvopastoriles como pasturas en callejones, arboles dispersos, barreras vivas, cortinas rompevientos, con las especies leucaena (*Leucaena leucocephala*) y pasto imperial (*Axonopus scoparius*) en busca del mejor arreglo en cuanto a eficiencia del sistema y costos de implementación.

Incluir diferentes alturas y frecuencias de corte para la especie leucaena (*Leucaena leucocephala*), y así obtener información más completa y posiblemente poder recomendar un manejo más eficiente a lo reportado en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, Y. (2008). Diferentes sistemas de alimentación en cuyes (*cavia porcellus*) de engorde con la utilización de insumos alimenticios producidos en la selva central. Tesis de Grado. (Ingeniero zootecnista). Universidad Nacional del centro de Perú, Facultad de zootecnia. Perú.

Álvarez, O. & Sánchez, A. (2003). Confinamiento de los sistemas ganaderos tradicionales, alimentando con recursos locales. Secretaría de Agricultura de Antioquia. 76p. Recuperada de [https://repositorio.espe.edu.ec > bitstream](https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream)

Andrade, Y., Fuentes, I., Vargas, J. C., Lima, R., & Jácome, A. (2016). Alimentación de cuyes en crecimiento-ceba a base de gramíneas tropicales adaptadas a la Región Amazónica. *REDVET - Revista electrónica de Veterinaria*.17 (1): 1 - 7.

Becerra, B; Zapata, B y Castellanos, A. (2000). Productividad de la leucaena (*leucocephala*) en la cuenca del rio hondo, quintana roo: efecto de la altura y frecuencia del corte. México D.F.

Burgos, M. y Esparza, E. (2006). Respuesta nutricional de los cuyes en fase de levante y engorde, alimentados con un suplemento proteico elaborado a base de harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) obtenida en residuos orgánicos. Universidad de Nariño. Pasto. Colombia.

Brewbakery, J.L. y Hutton, E.M. (1979). Leucaena, leguminosa versátil de árboles tropicales. Simposio Americano de la Asociación para el Avance de la Ciencia, Boulder, Colorado: Westview Press. En Ritchie, G.A. (ed.) Nuevos cultivos agrícolas. 207-259.

Caycedo, V.A. (1992). Investigaciones en cuyes. En: III Curso Latinoamericano de Producción de Cuyes. La Molina. Perú: UNA.

Caycedo, V. A. (2000). Experiencias investigativas en la producción de cuyes. PASTO: Graficolor. 100p.

Caycedo, V.A. (2008). Experiencias investigativas en la producción de cuyes (*C. porcellus*). Pasto- Colombia: Universidad de Nariño. 23p.

Chauca, F. (1997). Sistemas de Producción de cuyes en el Perú. I Curso Regional de Capacitación en Crianza de Cuyes. Cajamarca, INIA: 77-86.

Cheeke P. (1997). Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza - España.

Cruz, J, y Nieuwenhuyse, A. (2008). *El establecimiento y manejo de leguminosas arbustivas en bancos de proteína y sistemas en callejones*. Turrialba, C. R: CATIE.

FAO. (2000). Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Roma.

Francisco. (1996). Producción de biomasa de acacia (*Acacia lebbek*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*) para la producción de biomasa. Taller internacional “los árboles en los sistemas de producción ganadera” EEPF. Estación experimental indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 46p.

Franco, L; Hincapie, B, y Peters, M. (2010). Especies forrajeras multipropósito opciones para productores del trópico. Cali: CIAT.

García, H.; Nygren, P. y Desfontaines, L. (2001). Dinámica de carbohidratos no estructurales y rendimiento de biomasa en un árbol de leguminosas forrajeras a diferentes intensidades de cosecha. *Tree Physiol.* 21: 523-531.

Gaviria, X.; Rivera, J.E. y Barahona, R. (2015). Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. *Pastos y Forrajes.* 38 (2): 1- 8.

Guerrero J, Tania C. y James S. (2013). Comportamiento productivo de cuyes (*cavia porcellus*) bajo arreglos silvopastoriles en clima medio del departamento de Nariño, Colombia. *Revista Investigación Pecuaria.* 2 (2): 41-48

Harvey, C.A., Guindon, C.F., Harber, W.A., Hamilton, D. & Murray, K.G. (2008). Importancia de los fragmentos de bosque, los árboles disperses y las cortinas rompevientos para la biodiversidad local y regional de Monteverde, Costa Rica. En: Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Eds. C.A.

IDEAM - Instituto De Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales. (2011). Nuestro municipio. Recuperada de <http://www.elpenol-narino.gov.co> › [municipio](#) › [nuestro-municipio](#)

Jácome, V. (2004). “Cría y mejora de cuyes”. Un modelo familiar tecnificado. Instituto Tecnológico Agropecuario Luis A. Martínez. Ambato, Ecuador. Recuperada de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7878/1/Tesis%2017%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20277.pdf>

Jácome, V. (2010). “Cría y mejora de cuyes”. Un modelo familiar tecnificado. Instituto Tecnológico Agropecuario Luis A. Martínez. Ambato, Ecuador. Recuperada de <https://pdfs.semanticscholar.org/cf65/9a919371e03109ab340634bc14189330f9b9.pdf>

Jones, R. J. (1979). El valor de la *Leucaena leucocephala* como pienso para rumiantes en los trópicos. *Rev. Mund. De Zootec.* 31: 13-23.

Lazo, M, y Cardoza, J. (2009). “Determinación del valor nutricional de leucaena (*Leucaena leucocephala*) cruda, lavada y con sulfato ferroso al 0.5% y 1% en raciones para pollos de engorde”. Universidad de el Salvador, Facultad de ciencias agronómicas, Departamento de Zootecnia, para optar: al título de licenciado en medicina veterinaria y zootecnia. San Salvador. 67p.

Legarda, B., Vicuña, L y Lagos, T.C. (2001). Diseño de experimentos agropecuarios. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto Colombia. *Revista Ciencias Agrícolas.* 17 (1): 135 -156.

Leyva, N., Yolai, M y Giraldo, J. (2017). Efecto de la distancia de siembra en el rendimiento de *Morus alba* (L.) var. *Pastos y Forrajes.* 40: 23-28

López, L. (2018). Importancia de la producción de biomasa pasto imperial (*Axonopus sp*) en sistemas silvopastoriles. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, Grupo de Investigación en Gestión de Agroecosistemas Andinos (GATA), Pereira-Risaralda-Colombia. Recuperada de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/9670>

Machado, R.; Milesa, M.; Menéndez, J, y García T, R. (1978). *Leucaena leucocephala* Lam. de wit). *Pastos y Forrajes* 1: 321-347.

Mahecha, L. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 226- 231.

Maurig, M & Bernardis, A. (2017). Producción de biomasa de imperial (*Axonopus sp*) cv. Marandú en dos sistemas silvopastoriles de pino (*Pinus elliottii*) en corrientes, Argentina. Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía, Facultad de Ingeniería Agrícola y Facultad de Ciencias Veterinarias. 33(2): 124-135.

Meneses, J. y Casierra, S. (2003). Evaluación de la producción de biomasa de tres especies arbóreas forrajeras en un banco de proteína en el C I Obonuco municipio de Pasto. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal. 88 p.

Moreno, JC. (2005). Evaluación de la producción de forraje de Moringa oleífera (Lam), *Cnidioscolus aconitifolium* (Mill) L.M. Johnst y *Leucaena leucocephala* (Lam) de wit, para banco proteico en Pacora, San Francisco Libre, Managua. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente Managua – Nicaragua. 89 p.

Ordoñez, E. (2016). Evaluación del crecimiento y mortalidad en cobayos suplementados con pulpa de naranja. Trabajo de titulación Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca. Cuenca – Ecuador. 101 p.

Ortiz, I. (2015). Comportamiento agronómico y composición química del pasto de corte gramalote morado (*Axonopus scoparius*) en diferentes estados de madurez en el cantón San Lorenzo – Esmeraldas. Tesis de Grado. (Ingeniero Agropecuario). Universidad técnica estatal de Quevedo. Unidad de estudios a distancia. Ecuador. 68 p.

Ramírez, L., Sandoval, C., Kuvera, J. & Estrada, J. (2005). Integración del componente arbóreo en los sistemas de producción animal tropical. Primer Simposio Internacional de Forrajes Tropicales en la Producción Animal. Eds. E. Velasco, R. Pinto y B. Martinez. p.111

Ramos, L.; Chamorro, E. M. y Benavides, J. P., (2013). Evaluación de harina de nabo (*Brassica campestris*) en Alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de la Facultad de Ciencias Pecuarias*, 2(2): 33 – 40.

Rooke H.C, Tzec S y Solorio S.F. 2004. Efecto de las frecuencias de rebrote sobre la producción y calidad del follaje del árbol "Ramón" (*Brosimum alicastrum Swartz*). *Livestock Research for Rural Development* 2000 (12). Recuperada de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5117/Evaluacion_de_la_disponibilidad_de_biomasa.pdf?sequence=1

Rúa, M. (2008). Pastos de corte para el trópico. Universidad de Antioquia. Medellín – Colombia. Recuperada de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/pastos-corte-tropico-t27580.htm>

Restrepo, B. (2008). Pastos para corte y pastoreo .Universidad pontificia Bolivariana. Editorial de la biblioteca. Medellin – Colombia. Recuperada de <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/view/324710/20782075>

Rey, A.M. (2006). Utilización estratégica de biofertilizantes en la producción y calidad de árboles. En: II Curso Intensivo de Silvopastoreo. Colombia-Cuba. 16 p.

Reyes, J.J.; Padilla, C.; Martín, P.C.; Gálvez, M.; Rey, S.; Noda, A. y Redilla, C. (2015). Consumo de forrajes tropicales por vacas lecheras, mestizas Siboney, manejadas en sistemas de estabulación. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 19 (1): 31-40.

Rincón A, (2006). Factores de degradación y tecnología de recuperación de praderas en los llanos orientales de Colombia. César Augusto Jaramillo Salazar, Transferencia de Tecnología CORPOICA C I. La Libertad. Segunda edición, Villavicencio, Meta, Colombia. Guadalupe Ltda.30 p.

Rodríguez, I., Crespo, G., Castillo, E. & Fraga, S. (2000). Comportamiento de la macrofauna del suelo en un sistema de ceba de toros, con utilización de la *Leucaena (L. leucocephala)*. En: IV Taller Internacional «Los árboles y arbustos en la ganadería tropical». EEPF «Indio Hatuey». Matanzas, Cuba.

Rodríguez, E. y Tupue, E. (2008). Evaluación comparativa de los pastos maralfalfa (*Pennisetum sp*) y King grass (*Pennisetum hibrydum*) en diferentes estados de crecimiento en la alimentación de cuyes. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias, Programa de Zootecnia.

Sánchez, F. y Sánchez, B. (2008). Manual de manejo agronómico de (*Leucaena leucocephala*). “Leucaena leucocephala, una opción forrajera en los sistemas de producción animal en el trópico”. Morelia Michoacán. Recuperada de <http://www.ganaderialaluna.com/pdf/9mich.pdf>

Sandoval, C. A.; Lizarraga, H. L. & Solorio, F. J. (2005). Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, in vitro gas production and in situ degradability. *Anim. Feed Sci. Tech.* 123-124 (1):277-289.

Toral, O. C. y Iglesias, J. M. (2007). Efecto de la poda en el rendimiento de biomasa de 20 accesiones de especies arbóreas. *Pastos y Forrajes.* 30 (3): 341-355.

Uribe, F. (2014). El aforo de forrajes, práctica que facilita un manejo apropiado de las praderas en la ganadería. CIPAV. Recuperada de <http://www.cipav.org.co/emssil/SSPiLeucaena.pdf>

Usca, J. y Gallegos E. (2009). Comportamiento agronómico y valor nutricional de los pastos de corte maralfalfa (*Pennisetum sp.*) King grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum Typhoides*) y Guatemala (*Tripsacum laxum*) en el canton Puyo. Tesis de Grado. Carrera Agropecuaria. Unidad de Estudios A Distancia. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 92 p

Zuluaga, S. (2010). “Los sistemas silvopastoriles como estrategia de ganadería ecológica y productiva”. Recuperada de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/los-sistemas-silvopastoriles-como-t28259.htm>