

Efecto de Higuierilla (*Ricinus Communis*) como Alternativa Forrajera para Ovinos de Pelo en  
Época de Verano en el Municipio de Concepción Santander

Freddy Alexander Ríos Niño, Julio Francisco Sánchez Murcia

Trabajo de Grado para Optar el Título de Zootecnista

Director

Daniel Eduardo Aguilar Rodríguez

Magister en Producción Animal

Universidad Industrial De Santander

Instituto De Proyección Regional y Educación A Distancia IPRED

Programa De Zootecnia

Málaga

2018

### Dedicatoria

Al dueño de la vida y gran hacedor del universo, por permitirnos alcanzar un peldaño más y acercarnos más nuestras metas

A nuestros padres **ROSA NIÑO HERNÁNDEZ, SARA MURCIA PARRA Y JAIME HERNANDO SÁNCHEZ FLORIÁN** por apoyarnos en este largo camino de aprendizaje y formación, por los sabios consejos, por animarnos a continuar en los momentos en los que el camino se tornaba tortuoso y difícil, por los valores de crianza, por compartir su sabiduría, en busca de formar personas con valores y principios, por motivarnos a su culminación y por su comprensión durante todo este tiempo. A nuestros hermanos y hermanas, tíos y primos, de igual manera, por su colaboración, apoyo, por la perseverancia para que alcanzáramos las metas e ideales. A nuestra familia, por animarnos y alentarnos, por creer en nosotros y en nuestras capacidades por acarrearlos en el buen camino que nos llevaría a la realización de nuestros sueños.

A nuestros profesores y compañeros de clase, por ayudarnos en este arduo proceso, por su dedicación y comprensión. A los amigos, sinceros amigos, por ser una voz de aliento, por su apoyo en los malos momentos y por los buenos ratos vividos. A todos aquellos que compartieron con nosotros tantos momentos maravillosos, que nos permitieron disfrutar y amar aún más esta profesión.

### Agradecimientos

Los autores del proyecto agradecen a:

Principalmente a Dios por ser nuestro soporte y fortaleza, por brindarnos la capacidad y energía que necesitamos en todo momento.

A los señores y abuelos **ISABEL HERNÁNDEZ** y **PRÍNCIPE NIÑO** por apoyarnos, por motivarnos, por su gran colaboración, por permitirnos realizar nuestro proyecto de grado en su finca **LOS EUCALIPTUS** y por su acogimiento, por sus enseñanzas, por aquellos consejos tan sabios, por corregirnos en nuestros errores y por compartir con nosotros su sabiduría y experiencia en aquel momento.

A nuestros compañeros y amigos por sus buenos y locos consejos, por sus comprensión y palabras de aliento en los momentos difíciles, por ser unos verdaderos amigos, por sus ideas y ser una buena fuente que llevo a un mejor trabajo.

A nuestros padres mil gracias por su dedicación, por creer en nosotros, por apoyarnos siempre, por formarnos como personas integra, por animarnos para que no nos diéramos por vencidos, por compartir con nosotros buenos momentos, por sus enseñanzas que nos permitieron crecer como las personas que somos hoy en día.

A nuestros profesores quienes nos ayudaron, guiaron paso a paso quienes se fueron convirtiendo en grandes amigos, que confiaban en nosotros y nos motivaron a seguir y brindaron sus conocimientos para la consolidación de este trabajo, nuestro proyecto de grado.

## Tabla de Contenido

Introducción	14
1. Objetivos	17
1.1 Objetivo general	17
1.2 Objetivos específicos	17
2. Marco Referencial	18
2.1 Antecedentes	18
2.2 Marco teórico	22
2.2.1 Generalidades de los ovinos	23
2.2.2 Consumo de materia seca	24
2.2.3 Sistemas de alimentación	25
2.2.4 Sistemas de producción	27
2.2.5 Descripción de la higuierilla ( <i>Ricinus communis</i> )	28
2.2.6 Compuestos tóxicos presentes en <i>Ricinus communis</i>	32
2.3 Marco conceptual	34
3. Diseño Metodológico	36
3.1 Tipo de estudio	36
3.2 Localización	36
3.3 Toma de muestras de higuierilla.	37

3.4 Recolección de las hojas de higuera.	37
3.5 Recolección del material para alimentación animal.	38
3.6 Animales, alojamiento y manejo.	38
3.7 Diseño experimental	39
3.8 Pesaje de los animales.	40
3.9 Ensayo de aceptabilidad.	41
3.10 Dietas experimentales	41
3.11 Parámetros evaluados	42
3.12 Análisis estadístico	43
4. Resultados	45
4.1 Determinación del comportamiento productivo de la higuera	45
4.2 Composición química de la higuera	50
4.3 Evaluación del comportamiento productivo de los ovinos de pelo frente a la suplementación con higuera	54
4.4 Valoración económica de la suplementación de higuera	56
5. Discusión	60
6. Conclusiones	63
7. Recomendaciones	64
Referencias Bibliografía	66

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Clasificación ovina	24
Tabla 2. Consumo de MS en diferentes categorías de ovinos (% peso vivo)	25
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la higuera ( <i>Ricinus communis</i> ).	29
Tabla 4. Dosis letal para algunos animales domésticos	33
Tabla 5. Porcentaje de ricinina presente en la higuera	34
Tabla 6. Actividades realizadas durante el periodo experimental	39
Tabla 7. Porcentajes de inclusión de higuera, en tres dietas para corderos	42
Tabla 8. Altura y producción de hojas en plantas de higuera 2 y 3 meses de nacidas	46
Tabla 9. Altura y producción de hojas en plantas de higuera 1, 2 y 3 meses de rebrote	46
Tabla 10. Comparación en variables No. De hojas y Peso de las hojas entre los dos meses y 3 niveles de corte	47
Tabla 11. Comparación de producción de Biomasa a dos edades de corte.	49
Tabla 12. Información composicional de la higuera (2 meses).	50
Tabla 13. Información composicional (tres meses higuera).	51
Tabla 14. Información composicional (dos meses rebrote higuera).	52
Tabla 15. Información composicional (tres meses rebrote higuera)	53
Tabla 16. Consumo de alimento promedio por semana	55
Tabla 17. Ganancias de peso promedio día por tratamiento	55
Tabla 18. Comportamiento productivo de ovinos alimentados con higuera.	56
Tabla 19. Costos de producción de corderos alimentado con diferentes niveles de inclusión de la dieta, en un periodo de 31 días por tratamiento.	57
Tabla 20. Porcentaje de representación del costo de alimentación en costos totales de producción en corderos alimentados con la dieta, en un periodo de 45 días.	58

Tabla 21. Costo de producción de un kilogramo de peso vivo, mediante la inclusión en diferentes niveles, de higuerilla (*Ricinus communis*) en la alimentación corderos. 59

Tabla 22. Utilidad neta obtenida en la producción corderos alimentados con la dieta, en un periodo de 31 días 59

Tabla 23. Rentabilidad obtenida en la producción de corderos alimentados con la dieta, en un periodo de 31 días 60

**Lista de Figuras**

Figura 1. Planta de higuera ( <i>Ricinus communis</i> ) (2016)	30
Figura 2. Hoja higuera ( <i>Ricinus communis</i> ) (2016)	31
Figura 3. Fruto higuera ( <i>Ricinus communis</i> ) (2016)	32
Figura 4. Tamaño de las hojas en diferentes niveles de corte (2016).	48
Figura 5. Diferencia del peso de las hojas de higuera a diferentes niveles de corte	49

## RESUMEN

**TITULO:** EFECTO DE HIGUERILLA (*Ricinus communis*) COMO ALTERNATIVA FORRAJERA PARA OVINOS DE PELO EN ÉPOCA DE VERANO

**AUTORES:** FREDDY ALEXANDER RÍOS NIÑO y JULIO FRANCISCO SÁNCHEZ MURCIA\*\*

**PALABRAS CLAVES:** RICINO, CORDEROS, ALIMENTACIÓN, TOXICIDAD, HIGUERILLA.

### DESCRIPCIÓN:

El presente estudio fue realizado con la finalidad de evaluar la utilización de higuera (*Ricinus communis*), sobre la respuesta productiva en ovinos de pelo en un periodo de 31 días; en la primera fase se determinaron algunos parámetros productivos de la higuera como número de hojas (entre 39.8-92.9) altura (de 1.87 a 2.16 m.) y peso (86.94-180.56 g.), mientras se tomaban las muestras para determinar su composición química donde cabe resaltar: proteína curda (PC), entre 24.0-31.6 g 100 g<sup>-1</sup> MS y un total de nutrientes digestibles (TDN) de 68.5 a 74.2. Durante la segunda fase se realizó la recolección, secado y almacenamiento de la higuera, además se llevó a cabo una prueba piloto para determinar su aceptación por parte de los corderos. Para la tercera fase fueron empleados 9 ovinos de pelo machos, F1 (Dorper \* Santa Ines) los cuales fueron divididos aleatoriamente en tres tratamientos y tres replicas cada uno; con diferentes niveles de inclusión de higuera 0% (T0), 5% (T1) y 10 % (T2), respectivamente, como parte del total de la dieta. Además de parámetros referentes a las plantas y corderos, tales como, consumos semanales promedio, peso corporal, producción de biomasa y contenido nutricional. Estos resultados indicaron que, tras un periodo de acostumbramiento, los animales consumieron la harina de higuera sin presentar síntomas de intoxicación. Con relación al rendimiento en producción de Hoja y tallo y su calidad nutricional, la recolección a los tres meses mostro mejores valores. Desde el punto de vista económico, la inclusión del 5% mostro una mejor rentabilidad frente a los demás tratamientos.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Director: Daniel Eduardo Rodríguez Aguilar, Zootecnista, MSc. Producción Animal

**ABSTRACT**

**TITLE:** HIGUERILLA (*Ricinus communis*) AS A FORAGE ALTERNATIVE FOR HAIR SHEEP IN THE DRY PERIOD\*

**AUTHORS:** FREDDY ALEXANDER RÍOS NIÑO and JULIO FRANCISCO SÁNCHEZ MURCIA\*\*

**KEYWORDS:** CASTOR OIL PLANT, LAMS, FEED STRATEGY, TOXICITY

**DESCRIPTION:**

The present study was performed in order to evaluate the use of castor oil plant (*Ricinus communis*), on the productive response in hair sheep over a period of 31 days. In the first phase were evaluate some productive parameters plant as the leaf number (between 39.8-92.9 leaf for plant), height (from 1.87 to 2.16 m.) and weight (86.94-180.56 g.). The nutritional quality of the plant was determined: crude protein (CP) (24.0 - 31.55 g 100 g<sup>-1</sup> MS), total digestible nutrients (TDN) (68.5 to 74.2). During the second phase the castor oil leaf was harvested, dried and stored. A feed acceptability test was conducted to determine to leaf acceptance by the lambs. It was corroborated that a progressive exposure and period of habituation, the castor flour is consumed normally for lambs. Nine male hair sheep, F1 (Dorper \* Santa Ines) which were randomly divided into three treatments and three replicates each; with different inclusion levels of the total diet. In addition to parameters referring to plants and lambs, such as average weekly consumption, body weight, biomass production and nutritional content. These results indicated that after a period of adjustment, the animals consumed the castor bean meal without negative effects. In relation to the plant production and nutritional quality, the collection at three months showed better values. An economic level, the inclusion of 5% showed a better profitability compared to the other treatments.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Zootecnia. Director: Daniel Eduardo Rodríguez Aguilar, Zootecnista, MSc. Producción Animal

## Introducción

Los efectos negativos producidos por el cambio climático se convierten en una seria amenaza para el mantenimiento de la seguridad alimentaria mundial, el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza (FAO, 2009a). Estos cambios son un reto para los profesionales del sector agropecuario, quienes deben buscar conocimientos y alternativas productivas que aseguren de manera integral explotaciones sostenibles, no solo en el ámbito económico, sino que también en el aspecto social, humano y ambiental.

Diversas evidencias muestran que la tasa de emisión de metano por fermentación ruminal, está relacionada con las características físico-químicas de la dieta, las cuales afectan el nivel de consumo y la frecuencia de alimentación. Por esto una subnutrición contribuye a incrementar las emisiones de metano (Carmona *et al.*, 2005), por consiguiente los ovinos y caprinos pueden llegar a contribuir a una degradación considerable de la cobertura vegetal, compactación del suelo, afectando la capacidad de regeneración del bosque, y anudado a esto aportar a las emisiones de gases de efecto invernadero de manera considerable. (FAO, 2009b). Lo anterior conduce a pérdida de biodiversidad y efectos negativos en los flujos y la calidad del agua, siendo factores ambientalmente nocivos para el desarrollo de estos sistemas productivos bajo las condiciones de la Región de García Rovira y otras regiones ecológicas similares en el país.

La producción pecuaria tiene un gran impacto en recursos como el agua, la tierra y la biodiversidad y contribuye significativamente al cambio climático directa o indirectamente, a través del pastoreo o de la producción de cultivos forrajeros (Steinfeld *et al.*, 2009). Para reducir o mitigar el impacto ambiental de los sistemas comerciales de producción de especies menores, es necesario desarrollar sistemas que aprovechen de manera eficiente los recursos vegetales disponibles, estudiando su valor nutricional. (Sandoval *et al.*, 2013).

La contribución de la producción pecuaria a la seguridad alimentaria de millones de pobladores rurales es muy importante, ya que los productos de origen animal son los alimentos que mayor proporción de proteína de alto valor biológico aportan a la nutrición humana, los cuales se pueden obtener parcialmente de sus propios animales domésticos (Giraldo, 2008).

Según la FAO en 2009b, las perspectivas de los últimos años han mostrado un aumento constante y continuo de la demanda mundial de productos pecuarios y la dependencia de una gran parte de la población del ganado como medio de subsistencia, siendo prioritario mejorar la eficiencia del uso de los recursos naturales en la producción pecuaria y reducir su impacto medido como huella de carbono.

En este sentido, Zervas y Tsiplakou (2011) indican que los sistemas de producción ovinos en su mayoría son empresas familiares que se ubican generalmente en las zonas menos favorecidas, con capacidad de ofrecer ventajas ambientales, socioeconómicas o nutricionales, siendo empleados para obtener productos como leche, carne y lana desde hace miles de años y constituyen recursos renovables diversos en términos de potencial genético, distribución, función y productividad, debido a su prolificidad y la posibilidad de obtener mayor producción de carne por unidad de área, creciendo y reproduciéndose en circunstancias adversas, donde otras alternativas pecuarias o agrícolas no prosperan (MADR, 2006).

La herencia genotípica africana presente en los ovinos de pelo, les otorga una mayor tolerancia a temperaturas altas, prolongados periodos de sequía, adaptación al pastoreo y ramoneo en caminatas extensas (Barrios, 2007). Así mismo, contribuyen con la seguridad alimentaria, economía de subsistencia, generación de trabajo y prácticas culturales arraigadas.

Según el DANE (2015), Santander es el tercer departamento con mayor producción (superado solo por la Guajira y el Cesar) ovino-caprina con 6.5% de la producción nacional (118.104 animales), de estos el 43.42% corresponden a ovinos.

Bajo este contexto, es necesario explorar nuevas alternativas alimenticias, con capacidad para mantener una oferta de forraje durante las épocas de verano, asegurando el sostenimiento de los animales y el rendimiento del sistema productivo de ovinos de pelo, siendo una alternativa económicamente rentable para el productor.

Dentro de las especies forrajeras de uso no convencional existen aquellas de tipo proteico viables para combatir el déficit de alimentos de buena calidad para rumiantes (Murillo *et al.*, 2009). Entre ellas, la planta de la Higuierilla (*Ricinus communis*) que se desarrolla bien en los trópicos, se caracteriza por su tolerancia a la sequía, lo cual le permite inclusive ser sembrada en zonas áridas y semiáridas, áreas marginales para otros cultivos, de manera tal, que no compite con otras oleaginosas de uso comestible tales como la soya, canola, maíz, entre otras (Mazzani y Rodríguez, 2009).

Por lo tanto, este trabajo plantea aportar conocimiento sobre la Higuierilla (*Ricinus communis*) como una posible alternativa alimenticia que en combinación con las fuentes de alimento tradicional como el kikuyo (*Cenchrus clandestinus*), pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*), pasto de corte o asociaciones de estos con algunas leguminosas como trébol (*Trifolium spp*), maní forrajero (*Arachis pintoii*) permitiendo enfrentar las épocas de baja disponibilidad de alimento por los veranos prolongados logrando mejorar la rentabilidad y productividad, de las explotaciones ovinas de la provincia de García Rovira.

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la higuera (*Ricinus communis*) como alternativa forrajera para ovinos de pelo en época de verano en el municipio de Concepción.

### 1.2 Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento productivo de la higuera (*Ricinus communis*).
- Analizar la composición química de la higuera (*Ricinus communis*).
- Evaluar el comportamiento productivo de los ovinos de pelo frente a una suplementación con higuera (*Ricinus communis*).
- Valorar los costos implícitos de la elaboración de una dieta con higuera y su repercusión económica en la producción ovina.

## 2. Marco Referencial

### 2.1 Antecedentes

Actualmente la información disponible sobre el uso de la Higuierilla (*Ricinus comunnis*) en alimentación animal es bastante limitada, siendo países como Brasil, México y Sudáfrica, los que han trabajado la higuierilla como fuente alimenticia.

La semilla de Higuierilla ha sido catalogada como tóxica, así lo evidencia Alexander *et al.* (2008) en su documento titulado “Ricina (de *Ricinus communis*) como sustancia indeseable en la alimentación animal, reportando que las ovejas presentan una mayor tolerancia entre los rumiantes. En caballos se han observado cólicos graves y la muerte después de una sola dosis de aproximadamente 7-8 mg de ricina / kg x p.v. Se han reportado efectos tóxicos en cerdos y aves, así como intoxicaciones accidentales en perros con vómitos, depresión y diarrea como los principales signos clínicos. De otro lado, la utilización de la harina de semilla de ricino detoxificada ha sido viable en vacas lactantes por un periodo de 14 meses, sin presentar efectos desfavorables en producción y reproducción, siendo la concentración de ricina suministrada entre 0,04 -0,08 mg /Kg peso vivo, frente al contenido de la harina sin tratar (11,6 mg / Kg). Los autores mencionados anteriormente concluyeron que los rumiantes pueden llegar a acostumbrarse a dosis moderadas de dicha harina, por lo que parecen tolerar niveles relativamente altos de ricina. En novillas con un periodo de acostumbramiento pueden llegar a tolerar hasta 4.1 – 5.5g / Kg PV, mientras ovinos sin periodo de acostumbramiento con tan solo 1,4 g / Kg PV llega a generar cambios fisiológicos en tejidos como hepático, renal y el tracto gastrointestinal.

En un estudio desarrollado por Tokarina *et al.* (1974) titulado “Intoxicación experimental en bovinos por las hojas de *Ricinus communis*”, donde usaron hojas de higuierilla para alimentar 37

bovinos jóvenes destetados, no reporto diferencia en la toxicidad entre las hojas de tallo blanquecino y aquellas de tallo morado, pero se encontró que dosis de 20 g/kg de hojas frescas, recién cosechadas causaron la muerte en ocho de 12 animales, dosis de diez – 12,9 g/Kg solo causó la muerte a uno de 11 animales. No se demostró efecto acumulativo por parte de la planta y se presume un desarrollo de cierto grado de tolerancias a la ingestión de la planta. De otra parte, cuando las hojas fueron cosechadas 19 semanas antes de su administración y almacenadas a temperatura ambiente, se observó una pérdida de hasta el 50% de su toxicidad.

Los principales síntomas de intoxicación en los bovinos por las hojas de *Ricinus communis*, en todos los experimentos fueron de orden neuromuscular. Se observó desequilibrio, evidente decaimiento después de corta marcha, dificultades al postrarse, temblores musculares, producción excesiva de saliva y eructos, movimientos vacíos de masticación, recuperación o muerte rápidas. Los primeros síntomas aparecieron entre 3 y 6 horas después de la ingestión de la planta (Tokarina *et al.*, 1974).

Con referencia a los síntomas de intoxicación en ovinos Aslani *et al.* (2006), reportaron por el consumo de la semilla de higuierilla, síntomas como debilidad, salivación excesiva, diarrea acuosa profusa, deshidratación, dilatación de la pupila, rechinamiento de dientes, hipotermia e incapacidad de levantarse. Los análisis revelaron gastroenteritis severa, hemorragia y necrosis cardíaca, hepática y tubular aguda en riñones.

La utilización de la torta de semilla de Higuierilla también ha sido evaluada. Un ensayo conducido por Gowda, *et al.* (2009) evaluó la inclusión de torta de semilla de Higuierilla sin decodificar y detoxificada con 4% de cal (peso/peso) y una dieta testigo con harina de torta de soya en la ración de 24 ovejas durante 150 días. Los autores reportan un efecto positivo de la cal para disminuir la toxicidad de la ricina hasta en un 58%, sin mostrar efectos negativos en cuanto a

ganancia de peso corporal, patrón de fermentación ruminal ni características de la canal. Sin embargo, se encontró un aumento en el nivel de inmunoglobulinas plasmáticas en las ovejas alimentadas con torta de higuera. Estos autores sugieren la no presentación de efectos adversos en términos nutricionales de ovejas adultas, debido probablemente a la incorporación de la torta de higuera cruda o tratada en una ración mixta, lo que conduce a una dilución de la concentración de ricina o al desarrollo de inmunidad a la glicoproteína ricina, garantizando su utilización a largo plazo bajo concentraciones que permitan dicha adaptación.

Con relación al uso potencial de la higuera por el ganado, Del viento *et al.* (2014) en su documento “Higuera (*Ricinus communis* L.) ¿Forraje alternativo para el ganado en sistemas silvopastoriles?”, proponen el uso de la hoja de higuera como una planta de gran valor alimenticio para la ganadería. Estos autores reportan en asociaciones naturalmente establecidas de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) con higuera, los animales consumían únicamente las hojas de *Ricinus communis* despreciando los tallos, peciolo y frutos. Frente a su composición bromatológica, reportaron valores de materia seca (MS) de 25,99 %  $\pm$  1,23 %; proteína cruda (PC) de 21,98 %  $\pm$  1,03 %; fibra cruda (FC) 12,63 %  $\pm$  1,05% y una digestibilidad *in situ* de MS 93,21%  $\pm$  4,06 %. Los autores concluyen que la higuera puede llegar a ser una alternativa proteica en sistemas silvopastoriles, dada su calidad nutricional y al no reportarse intoxicación alguna. De otro lado, Gemiyo *et al.* (2013) En su estudio “Composición química y digestibilidad de los principales recursos de alimentación en el sistema de agricultura mixta del sur de Etiopía”, indicaron valores de materia seca de 94,9 %, un contenido de proteína cruda de 24,34 %, además FND alrededor de 27,94 % y una digestibilidad de materia seca *in vitro* (DIVMS) de 6,93%, siendo demasiado baja y por tanto clasificada como una planta no comestible.

En un estudio desarrollado por Moreira *et al.* (2014), se discutieron los efectos de la suplementación con torta de ricino desintoxicada en la dieta de ovejas durante la gestación, parto, post parto y el desarrollo del peso corporal de las crías hasta el sacrificio. No se observaron efectos negativos sobre la respuesta reproductiva después de la sincronización del estro y el retorno a la ciclicidad, siendo similar al control, con un promedio de 47 días después del parto. En las crías no se encontraron diferencias en los componentes anatómicos, el peso de la canal y la composición proximal de esta. En términos generales, la suplementación de harina de semilla de higuierilla desintoxicada (hasta un 15 %) en la dieta no afectó la gestación, parto, prolificidad, el regreso a la ciclicidad, la producción de leche, la química sanguínea y las características de la canal.

De otra parte, Gemiyo *et al.* (2015), evaluaron los principales recursos alimentarios de cuatro sistemas mixtos de cultivo y ganadería, en el sur de Etiopía, determinaron valores de calidad nutricional tales como, Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Acido (FDA), Fibra Detergente Neutro (FDN) y Digestibilidad de Materia Seca *In Vitro* (IVDMD). Entre estos recursos se encuentra la planta higuierilla, para la cual el autor reportó; PC 243,4 gr/ Kg ms, FDN 279 gr/ Kg ms, FDA 268 gr/ Kg ms y IVDMD 693 gr/ Kg ms.

En un estudio, Lara *et al.* (2015) tuvieron como objetivo evaluar la preferencia y el consumo de las diferentes partes morfológicas (hojas, tallos, peciolo) de higuierilla en ovinos. Para esto emplearon cuatro borregos pelibuey con peso de  $26,4 \pm 4,4$  Kg Pv, previamente desparasitados y vitaminados, los cuales fueron puestos en jaulas metabólicas individuales por un periodo de 32 días, el ensayo fue dividido en dos periodos, el primero tuvo una duración de 20 días, en este periodo los animales fueron adaptados a las jaulas por siete días, pero sin adaptación a la dieta y con agua a libre acceso. Los tratamientos consistían en; Harina de hoja (HRc), peciolo (PRc), tallo (TRc) planta completa (PCRc) y la dieta base. A cada borrego le suministraron 40 gr de cada

tratamiento, para que realizara la elección de su preferencia. Al finalizar este periodo se evidencio una preferencia de consumo mayor para la harina de hoja con 72,9 gr / día en promedio, seguido por la harina de hoja + tallo con 6,9 gr / día.

El segundo periodo tuvo una duración de 12 días, tiempo en el cual solo se oferto la hoja durante 24 horas, la cantidad de harina de la hoja fue la misma que la ingestión obtenida en el primer periodo, posteriormente se incrementó en múltiplos de 40 según su consumo.

Adicionalmente reporta los contenidos nutricionales de las diferentes partes morfológicas, (que para el interés del presente documento se evidencia el resultado de las hojas) la harina de hojas obtiene; MS 92,9 %, PC 27,6 %, FDN 31,2 %, FDA 24,8 % y cenizas de 7,2 %.

Un estudio desarrollado por Moreira *et al.* (2015) Para observar el efecto del uso de harina de higuierilla como remplazo de fuente proteica en dietas de caprinos durante el periodo de monta y su impacto durante la preñez; empleando 60 cabras mestizas, repartidas al azar en tres grupos, a los cuales fueron alimentados con; harina de higuierilla sin detoxificar (15% de la dieta), harina de *Ricinus communis* detoxificada y sin incorporación de la harina. Todos los animales fueron sincronizados y servidos por medio de monta natural. No reportan efecto alguno del tipo de dieta sobre la sincronización del estro, niveles plasmáticos de Progesterona (P4), tasa de embarazo y desarrollo embrionario/fetal. Los autores concluyen, que una inclusión del 15% de harina detoxificado de higuierilla en la dieta de cabras no afecta el desempeño reproductivo, así como el desarrollo embrionario y fetal y metabolitos en la sangre.

## **2.2 Marco teórico**

**2.2.1 Generalidades de los ovinos:** autores como Gonzáles et al. (2011) afirman que la población de ovinos en Colombia como en el resto del mundo, en su mayoría está en manos de pequeños productores, cumpliendo una importante función económica en las comunidades rurales y otras zonas de concentración de pobreza. Además, la producción de estos animales está muy dispersa, sin embargo, estos sistemas poseen una serie de ventajas sobre las especies bovinas y caprinas como son:

**Adaptabilidad:** las razas de origen africano soportan bien las temperaturas elevadas y prolongados tiempos de sequía, pueden prosperar en zonas inhóspitas con pastos escasos. Son animales ágiles, recursivos e inteligentes y se adaptan bien a los diferentes sistemas de manejo (Cabrera, 2008).

**Prolificidad:** se tiene claro que los ovinos tienen una ventaja importante sobre los bovinos como lo es la mayor capacidad reproductiva (dos partos por año), con un intervalo entre partos entre los 6 y 7 meses, mayor número de crías por parto, siendo normal el gemelo o el trillícero. Por lo tanto, presenta las siguientes condiciones: a). Mayor docilidad y facilidad de manejo, en comparación al ganado caprino; b). Capacidad de conversión alimenticia: la mayor capacidad de conversión alimenticia, es decir, comer menos en volumen y producir más en carne, lana o leche y c). mayor resistencia a las alturas, menor precio de compra por animal. Tienen la posibilidad de usarse para el consumo de la familia por su fácil sacrificio, mayor calidad en la carne, que dependerá igualmente del proceso de crianza y manejo del animal, mayor calidad en la leche para derivados como el queso y en la piel para procesos de curtiembre (Cabrera, 2008). A continuación, en la Tabla 1 se evidencia la clasificación taxonómica de los ovinos.

Tabla 1.  
*Clasificación ovina*

Reino	Animal
Sub reino	Mamífero
Tipo	Cordados
Clase	Mamíferos
Orden	Ungulado
Sub orden	Artiodáctilos
Familia	Bóvidos
Genero	Ovis
Especie	Ovis aries

**2.2.2 Consumo de materia seca:** el consumo de materia seca (CMS), es un parámetro de gran importancia en el componente nutricional de los sistemas de producción de ovinos y caprinos, debido a que establece la cantidad de nutrientes disponibles para cubrir la demanda del animal, su salud y producción (Tarazona *et al.*, 2012). La estimación real o segura del CMS, es importante para la formulación de dietas. La prevención de deficiencias o excesos en el consumo de nutrientes y en promover el uso eficiente de los mismos (Cardona, 2001).

En la Tabla 2 se relaciona el consumo de materia seca con el peso corporal de corderos pelibuey en crecimiento. Es evidente que una mayor ganancia de peso corporal se presenta con un mayor porcentaje de consumo, siendo congruente con el peso vivo del animal. El valor de consumo de MS dependerá del estado fisiológico en que el animal se encuentre, como también de la digestibilidad y disponibilidad de la MS ofrecida.

Tabla 2.

*Consumo de MS en diferentes categorías de ovinos (% peso vivo)*

Categoría de ovino	Consumo de MS (%del peso vivo)
Corderos de 30Kg	4.3
Corderos de 40KG	3.8
Ovejas de 50-60 Kg	1.8-2.0
Mantención	2.8-3.4
Gestación tardía	3.8-4.2 (simples)
Lactancia temprana (6-8 semanas)	4.3-4.8-(dobles)
Flushing	2.8-3.2

*Nota:* \*Consumo de materia seca en ovinos. Adaptado de Castellaro, G., et al. (2015). *Manual básico de nutrición y alimentación de ganado ovino*. Recuperado de <http://ficovino.agronomia.uchile.cl/wp-content/uploads/2016/07/Manual-B%C3%A1sico-de-Nutrici%C3%B3n-y-Alimentaci%C3%B3n-Ovina.pdf>.

**2.2.3 Sistemas de alimentación:** en Colombia, la alimentación de los ovinos se basa fundamentalmente en el consumo de plantas forrajeras, que cuando no son la única fuente de nutrimentos, constituyen la mayor parte de la dieta consumida. En consecuencia, la producción de los ovinos bajo cualquier sistema de alimentación, depende en gran parte de la calidad y cantidad de forraje consumido y del potencial del animal para producir.

**Sistema de alimentación bajo pastoreo:** probablemente la mejor manera de explotar los ovinos de pelo en los trópicos, es por medio de la implementación de los sistemas extensivos, utilizando la vegetación nativa, en este sistema los ovinos pueden estar permanentemente en un solo potrero o puede este estar sub dividido en dos o más áreas, sin embargo, no existe manejo para las pasturas ni suplementación para con los animales. De esta manera se puede aprovechar la rusticidad de estas razas, además del recurso forrajero durante las épocas de abundancia. Este sistema puede ser apropiado para el autoconsumo de la población de las zonas rurales (Duarte, 2000).

**Sistemas de alimentación silvopastoriles:** la diferencia con el sistema tradicional, es que antes se pensaba que tener una sola variedad de pasto establecido era suficiente para la alimentación animal. A eso se le llama monocultivo. Hoy en día se entiende, que los animales usualmente necesitan una dieta más elevada, la cual puede obtenerse con una diversidad de forrajes. Pero un factor decisivo fue el reconocimiento de que el pasto monocultivo tiende a ser muy afectado por la sequía, lo que puede llevar a degradación de los suelos (PRESAAC, 2016).

De acuerdo a Sánchez (1999), también existen algunos limitantes en estos tipos de sistemas, entre los cuales se pueden resaltar: la identificación de especies vegetales idóneas para cada estrato, la tecnología idónea para incorporación de especies, las metodologías para la conversión a nivel de finca, el financiamiento para las inversiones, la mano de obra calificada y la tenencia de tierra

**Sistema de alimentación corte y acarreo:** los sistemas de crianza de pequeños rumiantes bajo confinamiento han sido practicados en forma tradicional en el sudeste de Asia (Indonesia, Vietnam). Los animales son mantenidos en corrales elevados que permiten un medio ambiente más favorable para los animales en climas calurosos y húmedos y adicionalmente, la recuperación de excretas para abono o para compostas.

En estos lugares los animales son alimentados con forrajes (pastos y hierbas) recogidos en los lugares públicos, con follajes de árboles y con residuos de cosecha (Sánchez, 2013). Por lo tanto, este sistema de alimentación en la práctica se expande rápidamente.

**Sistema de alimentación de finalización bajo confinamiento:** el complemento ideal de la producción de corderos y de cabritos bajo sistemas de pastoreo / ramoneo, es la finalización en confinamiento. En algunos casos, debido al grave problema de los parásitos intestinales, el llevar a los destetes a peso de mercado en sistemas intensivos de alimentación se hace una necesidad.

Numerosos alimentos de varios tipos (residuos de cosecha, subproductos agroindustriales, forrajes de corte, granos, etc.) son utilizados en el engorde de los pequeños rumiantes (Sánchez, 2013).

**2.2.4 Sistemas de producción:** los sistemas de producción agropecuarios se definen como el conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas y pecuarios (Jouve, 1988). Los sistemas de producción han sido clasificados de acuerdo a sus características en:

**Sistema extensivo:** según Boyazoglu (1998), un sistema extensivo se caracteriza por: número limitado de animales por unidad de superficie; uso restringido de los avances tecnológicos; baja productividad por animal y por hectárea de superficie; alimentación basada principalmente en el pastoreo natural y en el uso de subproductos de la agricultura de la explotación; uso reducido de energía fósil; etc.

**Sistema semi intensivo – semi extensivo:** los animales pastorean durante el día y reciben una suplementación en el comedero, al final de la tarde. Cuando hay ausencia de predadores, son suficientes algunos árboles para servir de abrigo, este sistema es indicado para criar animales de tipo mixto para la producción de lana y carne, o leche y carne (Vargas *et al.*, 2012). Requiere la inversión en instalaciones y alimentos concentrados. Generalmente, presenta mejores rendimientos productivos que en el sistema extensivo (Aréchiga *et al.*, 2008).

**Sistema de producción intensivo:** en los sistemas de producción intensivos, los animales se encuentran estabulados, manteniéndose encerrados la mayor parte de su vida. Estos sistemas son totalmente artificiales, creados por el hombre, y los animales están confinados, se le crean condiciones en la infraestructura destinada para este fin, como son condiciones de temperatura, luz y humedad principalmente (Pereira *et al.*, 2011).

Estos sistemas deben ser eficientes productivamente y su propósito es incrementar la producción en el menor periodo de tiempo posible; pero requieren principalmente de muchos recursos externos e inversiones económicas para brindar las condiciones de infraestructura, tecnología, alimentación, mano de obra e implementos y equipos sofisticados (Pereira *et al.*, 2011).

**Sistema agro-pastoril:** este sistema integra el sector agrícola y pecuario, a través de la integración de árboles frutales y la producción ovina, teniendo un efecto de controladores de vegetación rastrera dentro del cultivo (Duarte, 2000).

**2.2.5 Descripción de la higuierilla (*Ricinus communis*):** la higuierilla (*Ricinus communis*) es una planta arborescente perteneciente a la familia de las EUPHORIBIACEAS genero *Ricinus* y especie *communis* (Weiss, 1983). En la Tabla 3 se muestra la clasificación taxonómica de la higuierilla).

La planta varía en el color del follaje y del tallo, tamaño de la semilla, contenido de aceite y en sus hábitos de crecimiento, siendo algunas veces desde perenne, que a menudo se desarrollan como arboles (>7 m), hasta plantas enanas, anuales y de ciclo corto (Weiss, 1983) En relación con el porte, las plantas de higuierilla se clasifican en enanas (<1,8 m), medias (1,8 a 2,5 m) y altas (>2,5 m), las cuales pueden llegar hasta los 10m de altura y lograr ciclos de hasta 10 años, cuando las condiciones ambientales, especialmente, temperatura y disponibilidad de agua lo permitan (Moshkin, 1986 y Beltrao *et al.*, 2001).

Varios autores (Weiss, 1983; Moshkin, 1986; Amorim *et al.*, 2001; Beltrão *et al.*, 2001 y Severino *et al.*, 2012) sugieren que el cultivo de higuierilla sea desarrollado en altitudes no mayores a los 1.500 m.s.n.m., dado que, los ambientes fríos afectan el desempeño de la especie, retardan la

germinación, favorece el desarrollo vegetativo, disminuye la producción de grano, y la cantidad y la calidad final del aceite.

Tabla 3.

*Clasificación taxonómica de la higuera (Ricinus communis).*

Clasificación Taxonómica	
Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta (plantas vasculares)
Súper división	Spermatophyta (plantas con semilla)
<i>División</i>	Magnoliophyta (plantas con flores)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Sub clase	Rosidae
Super orden	Rosidas
Orden	Euphorbiales
Familia	Euphorbiaceae
Sub familia	Acalyphoideae
Tribu	Acalypheae
Sub tribu	Ricininae
Genero	Ricinus
Especie	<i>Ricinus comunis</i>
Nombre científico	<i>Ricinus comunis L</i>

*Nota:* \*Clasificación de la higuera . Adaptado de Sánchez, H. M. (2013). *Sistemas de alimentación para pequeños rumiantes en los trópicos*. Recuperado de <http://www.aleprycs.net/documents/21709/28520/SISTEMAS+DE+ALIMENTACI%C3%93N+PARA+PEQUE%C3%91OS+RUMIANTES+EN+LOS+TR%C3%a93PICOS.pdf>

A continuación, se realiza una descripción de las partes de la planta, ya que para su manejo y explotación es importante conocer las características básicas de la higuera, siendo estas:

**Raíz:** presenta una raíz pivotante, la cual presenta raíces ramificadas y superficiales, el sistema radicular puede llegar a medir más de 6 metros en plantas de ciclo perenne (Amorim *et al.*, 2001).

**Tallo:** es de tallo circular erecto y parcialmente hueco, ramificado y varía de longitud. De color verde, rojo o morado, puede tener o no presencia de cera la cual lo recubre. Está bien definido por

un número de nudos, a partir de los cuales emerge una hoja en cada uno; los entrenudos tienden a ser cortos en la base e incrementar en longitud a una mayor altura sobre la planta (Weiss, 1983).

Según Beltrão *et al.* (2001) el tallo es succulento y a medida que madura se vuelve succulento.



*Figura 1.* Planta de higuierilla (*Ricinus communis*) (2016)

**Hoja:** planta bien foliada, las hojas se distribuyen de forma alterna, con filotaxia 2/5; son Palmadas, con 5 a 11 lóbulos acuminados, las márgenes son cerradas, con o sin cera y varían en longitud y coloración, desde verde, roja hasta el morado (Weiss, 1983).



Figura 2. Hoja higuierilla (*Ricinus communis*) (2016)

**Flores:** las flores son monoicas, en forma de racimo, donde la parte basal es ocupada por flores masculinas y el ápice por flores femeninas las flores masculinas pueden estar intercaladas con las femeninas y representar entre un 30 – 50%. No son comunes las flores dioicas (Moshkin, 1986).

**Fruto:** el fruto es una capsula tricarpelar, con una semilla por carpelo; de forma esférica o alargada, (figura 3) dehiscente o indehiscente y puede ser lisa o con estructuras semejantes a espinas, denominadas acúleos. Éstos se distribuyen en racimos que pueden ser cónicos, esféricos o cilíndricos, de longitud variable, en función del cultivar y de las condiciones ambientales (Moshkin, 1986 y Beltrao *et al.*, 2001).



Figura 3. Fruto higuerilla (*Ricinus communis*) (2016)

**Semilla:** la semilla es oval, rara vez esférica o alargada, de 0,8 a 3 cm de longitud, 0,6 a 1,5 cm de ancho y 0,4 a 1,0 cm de espesor (Moshkin, 1986). Este órgano está cubierto por un tegumento (testa) duro y quebradizo, por debajo del cual se encuentra una fina capa que envuelve el albumen, que es blanco, compacto y rico en aceite. (Weiss, 1983 y Beltrão *et al.*, 2001).

Está constituida por un 25 % a un 35 % de epicarpio (testa) y un 65% a un 75 % de endospermo; su composición química está dada por agua (5,5 %), aceite crudo (48,6 %), proteína cruda (17,9 %), fibra bruta (12,5 %), cenizas (2,5), carbohidratos (13 %) (Freire, 2001).

La carúncula que es una estructura rica en lípidos, proteínas, almidones y vitaminas, se halla adherida al embrión. Esta le confiere propiedades a la semilla para ayudar la a germinar bajo condiciones adversas (baja humedad) (Severino, 2012).

**2.2.6 Compuestos tóxicos presentes en *Ricinus communis*:** dentro de los compuestos secundarios que se hallan en *R. communis* se encuentran: alcaloides, flavonoides, taninos, compuestos fenólicos, terpenoides, saponinas, y glucósidos. Su presencia o cantidad pueden variar

de acuerdo con la parte anatómica de la planta. Entre ellas tenemos la ricina y la ricinina principalmente (Lara, 2015).

**La ricina:** Franz y Jaax, (2007) Godoy *et al.*, (2009) Olsnes y Kozlov, (2011) (como se citó en Ramírez, 2017) la describen como una proteína perteneciente a la familia tipo II de proteína inhibidoras del ribosoma (RIB), con un peso de 66KDa, compuesta por una enzima inhibidora del ribosoma, llamada cadena A o RTA, unida a través de un puente de disulfuro a una lectina ligadora de Galactosa/N-acetil glucosamina, llamada cadena B o RTB.

Según (Ramírez, 2017) los animales domésticos tienen diferentes grados de sensibilidad a la ricina. Los equinos parecen ser los más sensibles, seguido de gansos, conejos, suinos y rumiantes, mientras que la gallina y los patos parecen ser los animales más resistentes. De los rumiantes, los caprinos toleran contenidos de ricina más altos con respecto a los bovinos y ovinos, siendo este último el más susceptible a intoxicaciones. Beltrão *et al.* (2009) indica que esta proteína solo se halla en el endospermo de las semillas. En la tabla 4 se aprecian las dosis letales para algunos animales domésticos.

Tabla 4.  
*Dosis letal para algunos animales domésticos*

Especie Animal	Dosis Letal (gr. Semilla / Kg PV)
Equino	0,1
Vaca	2,0
Becerro	0,5
Suino	1,4
Ovino	1,3
Caprino	5,5
Gallina	14

*Nota:* \*Dosis letal de la higuera en la alimentación animal. Adaptado de: Balint, (1974), citado por Ramírez, I. (2017). *Potencial de uso de la torta de higuera (Ricinus communis) como suplemento alimenticio para la producción bovina* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

**La ricinina:** según (Ramírez, 2017) el contenido de este compuesto varia en diferentes partes de la planta, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5.  
*Porcentaje de ricinina presente en la higuera*

Parte de la planta	Porcentaje del alcaloide (ricinina)
Tallo	0,237
Hojas tiernas	2,362
Hojas verdes	3,285
Cascara	1,220
Semilla	0,043

*Nota:*\*Porcentaje de ricinina presente en la higuera Adaptado de: Wen, (2008), citado por Ramírez, I. (2017). *Potencial de uso de la torta de higuera (Ricinus communis) como suplemento alimenticio para la producción bovina* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

### 2.3 Marco conceptual

**Aceite de ricino:** el aceite de ricino es un líquido viscoso, amarillento pálido, no volátil, con un sabor blando, utilizado como purgante, con un olor característico que difiere del aceite crudo que posee un olor acre y causa náuseas después de saborear. En relación con otros aceites vegetales, tiene una buena durabilidad y no se vuelve rancio a menos que sea sometido a calor excesivo (Ogunniyi, 2006). Además, es una materia prima importante para la industria química, con innumerables aplicaciones, desde su uso en pinturas, cosméticos, polímeros y lubricantes hasta la obtención de biodiesel (Zhiericey, 2001).

**Alimentación:** se refiere a la conversión de los componentes químicos de los forrajes y granos en carne, lana y leche. El nitrógeno, carbono y minerales de los forrajes y otros alimentos se convierten en músculo, leche y lana a través de los procesos de digestión, absorción y asimilación

en el cuerpo de un animal. La eficiencia en que ocurren estos procesos depende de la calidad y cantidad de los alimentos disponibles, así como la categoría del animal y su estado fisiológico (Romero *et al.*, 2012).

**Carpelo:** el carpelo es el antofilo especializado en la producción de óvulos. Los carpelos constituyen siempre el verticilo más interno de la flor y ocupan el centro del eje floral o tálamo (Huaranca, 2010).

**Dioicas:** en griego significa “dos hogares”. Son plantas que producen un único tipo de gametos y, por lo tanto, sólo forman flores femeninas o flores masculinas. Los órganos reproductivos se presentan separados sobre plantas distintas (Pérez, 2010).

**Leguminosa:** prácticamente todas las leguminosas forrajeras y pratenses pertenecen a la subfamilia Papilionoideae, con la principal característica diferenciadora de tener una prefloración vexilar (*vexilium* = estandarte, y este envuelve a los otros pétalos) con corola amariposada. El nombre de leguminosas les viene dado por el fruto, que recibe el nombre de legumbre (fruto seco, dehiscente generalmente, procedente de un sólo carpelo). Puede ser de grano (judía, soja, haba, lenteja, garbanzo, guisante, algarroba, altramuza, cacahuete, etc.) o forrajeras (alfalfas, tréboles, vezas, etc.) (INTA *et al.*, 2009).

**Materia seca:** el porcentaje de materia seca se refiere a la cantidad de alimento menos el agua contenida en dicho alimento, en otras palabras, si una muestra de alimento "X" se somete a un calor moderado (típicamente 65°C por 48 horas) de tal modo que toda el agua se evapore, lo que queda es la porción de materia seca de ese alimento (Ramírez *et al.*, 2011).

**Nutrientes:** cualquier elemento o compuesto químico que forma parte de la alimentación (o se administra por vía parental en casos especiales) y mantiene la reproducción, el crecimiento y la

lactancia normales, o proporciona la energía necesaria para que se realicen procesos vitales (Church *et al.*, 2002).

**Sialorrea:** también conocida como ptialismo o hipersalivación, es un trastorno en que se segrega una excesiva cantidad de saliva, la cual es causada por la ricina (Sisneros *et al.*, 2017).

### 3. Diseño Metodológico

#### 3.1 Tipo de estudio

El trabajo realizado corresponde a una investigación de tipo experimental, cuyo propósito fue identificar el comportamiento productivo de los ovinos de pelo (*Ovis aries*), con una suplementación de higuera (*Ricinus communis*), el cual se dividió en tres etapas (determinación química y comportamiento productivo de la higuera, prueba piloto y fase experimental).

#### 3.2 Localización

El estudio fue realizado en la vereda Tenerife del municipio de Concepción Santander, en la finca Los Eucaliptos, propiedad del señor Príncipe Niño Reyes; la cual se ubica a 6°42'03.5"N de latitud norte y 72°40'18.0" de latitud oeste, la cual se encuentra a una altura de 2299 msnm y una temperatura promedio de 19 °C.

### **3.3 Toma de muestras de higuera.**

Las muestras fueron tomadas en dos etapas. En el primer muestreo se tomaron muestras de un cultivo ubicado en el municipio de concepción, Santander, en la vereda Junín; donde se realizó el seguimiento de un grupo de plantas previamente escogidas al azar e identificadas desde la fecha de la siembra hasta los dos y luego tres meses, donde se efectuó:

**Dos meses:** ubicación de las plantas previamente identificadas, conteo de las hojas y medición de la altura de las mismas, además se tomó la primera muestra de hojas, las cuales fueron pesadas en campo para luego ser secadas en un horno con la finalidad conocer su materia seca.

**Tres meses:** usando las plantas previamente identificadas se llevó a cabo el procedimiento mencionado anteriormente.

En una segunda etapa, se tomaron muestras de un cultivo ya establecido en el cual se procedió realizando una selección aleatoria de las plantas objeto del estudio, identificación y corte de las mismas, para luego realizar los mismos procedimientos de la primera etapa en el mes dos y tres.

### **3.4 Recolección de las hojas de higuera.**

Luego de la selección del material, se procedió a realizar una primera deshidratación de las muestras y su secado en los hornos de la Universidad Industrial de Santander. Posteriormente fueron molidas y se enviaron al Laboratorio de Nutrición Animal del Centro de Investigación de Corpoica Tibaitata, donde realizaron cada uno de los respectivos análisis por medio de la metodología NIRS, con las curvas de calibración propias manejadas por dicho Laboratorio y

ecuaciones de predicción, bajo el programa desarrollado de ALIMENTRO (Recursos Alimenticios para Animales de Trópico).

### **3.5 Recolección del material para alimentación animal.**

Tomando como referencia los resultados del bromatológico realizado y el comportamiento productivo de las plantas se decidió trabajar con el rebrote de las plantas ya establecidas a edad de tres meses dado que a esta edad presentan un punto de equilibrio entre producción de biomasa y calidad nutricional.

Luego de realizar la recolección de las hojas, estas se colocaban en costales, de manera que no quedaran sobrepuestas para evitar la formación de hongos, dichos costales eran puestos al sol, realizando volteos periódicos para garantizar un secado homogéneo y evitar la formación de hongos. Posteriormente las hojas ya secas se trituraban y molían luego eran empacadas en bolsas ziploc con la finalidad de evitar la absorción de humedad ambiental.

### **3.6 Animales, alojamiento y manejo.**

Para la etapa 2 (prueba piloto) del proyecto se utilizaron 12 ovinos de pelo mestizos hembras, con peso promedio de  $20.72 \pm 1.42$  Kg, provenientes del aprisco Villa Helena, ubicado en el municipio de Concepción Santander. Estos fueron divididos al azar en tres grupos (cada grupo con cuatro animales), para el alojamiento fue acondicionada las instalaciones de una piara.

En la tercera etapa(fase experimental), se emplearon nueve ovinos de pelo machos (F1 Dorper por Santa Inés), entre dos a tres meses de edad y con un peso promedio de  $21.64 \pm 2.24$  Kg,

provenientes del aprisco La María ubicado municipio de Los Santos Santander, los cuales fueron alojados en un aprisco elevado adecuado con el fin de garantizar un compartimento por animal con aérea aproximada de 4m<sup>2</sup> además de un comedero y un bebedero, adicional a esto al aprisco se le instalaron cortinas con el fin de evitar corrientes de aire que pudieran afectar a los animales. En la Tabla 6 se realiza una descripción de las actividades de manejo realizadas durante el periodo experimental.

Tabla 6.  
*Actividades realizadas durante el periodo experimental*

<b>Hora</b>	<b>Tarea</b>
06:00 a.m.	Recolección y pesaje de residuos de la oferta diaria de alimento Oferta alimento balanceado
08:20 a.m.	Apertura de cortinas Oferta de Kikuyo Recambio diario de agua
10:40 a.m.	Oferta de alimento balanceado
01:00 p.m.	Oferta de pasto de corte (maralfalfa)
03:20 p.m.	Oferta de Kikuyo
05:40 p.m.	Oferta de pasto de corte

Los animales eran pesados en ayunas cada ocho días en una balanza suspendida marca JDECNA tipo reloj con una precisión ( $\pm 200$  gr), para determinar la ganancia de peso.

### **3.7 Diseño experimental**

Todos los animales fueron repartidos al azar, en tres tratamientos; el tratamiento testigo (T0), el tratamiento uno (T1) y tratamiento dos (T2). Con inclusión de harina de hoja de higuierilla de 0%, 5% y 10% respectivamente.

Para la aplicación del diseño experimental se plantearon dos fases así: a). Prueba piloto con duración de 15 días; b). Fase experimental, con una duración de 31 días. Se utilizaron un total 21 animales repartidos entre la etapa dos y tres en grupos de 12 y 9 respectivamente. Durante la etapa dos, fueron empleados 12 borregos hembras mestizos con peso promedio de  $20,72 \pm 1,42$  Kg. Posteriormente para la etapa tres se utilizaron 9 borregos machos F1 entre Santa Inés y Dorper, con peso promedio de  $21,64 \pm 2,24$  Kg.

En la etapa 1 el alimento era suministrado *ad libitum*, cabe aclarar que en esta parte del experimento solo se buscaba hacer una prueba del consumo de la harina de hoja de *Ricinus communis*.

Se determinó la cantidad inicial de alimento a suministrar según el peso vivo de cada animal, posteriormente se reajustaba al consumo del día anterior, basados en un 5% de rechazo del alimento ofrecido. El alimento se proporcionó en seis (6) raciones al día, 6:00 a.m., 8:20 a.m., 10:40 a.m., 1:00 p.m., 3:20 p.m. y 5:40 p.m.

### **3.8 Pesaje de los animales.**

Los animales fueron pesados en ayunas en intervalos de ocho días, para un total de tres (3) pesajes (pesaje inicial y dos pesajes control) para la prueba piloto. Y seis (6) pesajes (pesaje inicial y cinco pesajes control) para la fase experimental. Resaltando que tan solo transcurrieron tres (3) días para el último pesaje.

### **3.9 Ensayo de aceptabilidad.**

Este se realizó con 12 ovinos de pelo hembras de raza mestiza de aproximadamente cuatro meses de edad y un peso promedio de  $20,72 \pm 1,42\text{Kg}$ , los cuales se estabularon para dicho fin. A estos animales se les empezó a ofrecer harina de higuierilla junto con pasto de corte picado tres veces por día para comprobar la aceptación de la higuierilla; al inicio de la prueba se observó cómo los animales escogían las hojas de pasto de corte limpias o que menor cantidad de harina tenían, pero con el pasar de los días se notó como los ovinos empiezan a consumir con normalidad la mezcla de hojas con higuierilla; hasta que el día 12 se decide ofertar la harina de forma individual y se evidencia cómo se da un consumo regular de la harina de higuierilla.

### **3.10 Dietas experimentales**

Con la finalidad de evaluar tres diferentes niveles de inclusión de higuierilla (0%, 5% y 10%) y su efecto en la ganancia de peso de corderos durante un periodo de 31 días. Se formularon tres dietas isoenergéticas e isoproteicas, por medio del sistema UFFDA.( User-Friendly Feed Formulation, Done Again) En la tabla 7 se muestra detalladamente la participación de las materias primas para cada tratamiento.

Tabla 7.  
*Porcentajes de inclusión de higuierilla, en tres dietas para corderos*

	0%	5%	10%
<b>Ingredientes</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
Kikuyo	37.50	37.50	37.50
Torta de Palmiste	21.50	19.54	14.72
Maralfalfa	17.46	17.36	17.50
Repila de Arroz	10.00	10.00	10.00
Melaza	5.00	5.00	5.00
Torta de Soya	4.62	1.73	0.00
Romisal	1.50	1.50	1.50
Carbonato de Calcio	1.25	1.09	1.07
Aceite de Palma	0.90	0.90	0.99
Fosfato Tricalcico	0.28	0.39	0.35
Higuierilla		5.00	10.00
Repila de Maíz		0.00	1.37
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

### 3.11 Parámetros evaluados

**Consumo de alimento diario:** se realizó con el fin de ajustar la cantidad de alimento diaria a suministrar y evaluar el consumo de la dieta proporcionada. Se efectuó el pesaje del alimento suministrado durante el día y el pesaje del alimento rechazado. El pesaje del alimento rechazado se hizo en horas de la mañana, antes del primer suministro de alimento. Para determinar el consumo diario, se halló la diferencia entre la cantidad de alimento suministrado y la cantidad de alimento no rechazado por borregos.

El alimento no consumido por los animales era recogido y desechado y /o suministrado a los demás animales presentes en la finca, esto para evitar suministrarlo nuevamente y de esta manera no variar las cantidades de materias primas incluidas. En todos los casos los animales dispusieron de agua a voluntad.

**Ganancia de peso:** para su determinación se pesaron en ayunas los animales, con intervalos de ocho (8) días, para un total de seis (6) pesajes (un pesaje inicial y cinco pesajes control. Aclarando que para el último pesaje tan solo transcurrieron tres días) Esto permitió evaluar el progreso de los animales durante el tiempo de la fase experimental.

**Conversión alimenticia:** la conversión fue determinada, teniendo en cuenta la información de las variables anteriores, consumo de alimento y ganancia de peso; se determinó el total de kilogramos de alimento consumido por los animales, para ganar un kilogramo de peso vivo.

**Costos de producción y rentabilidad del sistema productivo:** una vez culminado el proyecto investigativo, se evaluaron costos de producción mediante la aplicación de la tasa de retorno marginal o rentabilidad marginal de cada tratamiento obtenidos al implementar la dieta con la materia prima no convencional Higuierilla (*Ricinus communis*), comparados con los obtenidos al alimentar con una dieta de tipo convencional con inclusión de soya (*Glicine max*) y maíz (*Sea maíz*) (grupo testigo); al igual que los ingresos alcanzados como producto de la venta de los animales. Se determinó el costo de un kilogramo de la dieta a implementar, frente al valor de un kilogramo de la dieta convencional. La Mortalidad fue evaluada durante la totalidad de la duración del experimento, no se registró ninguna muerte en el transcurso del experimento.

### 3.12 Análisis estadístico

Para determinar las diferencias establecidas en el número de hojas y la altura en las plantas nacidas y en los rebrotes y las variables altura, peso del tallo Biomasa Apta consumo y Biomasa Total se utilizó un diseño completamente al azar (Steel y Torrie, 1992), cuya descripción es:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$\mu$ : Media poblacional

$A_i$ : Efecto del i-enésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$ : Error experimental

i: 3 meses

j: 15 réplicas

$Y_{ij}$ : Valor observado de la variable

Para determinar el efecto de los diferentes tratamientos sobre el comportamiento de los animales en torno a las variables consumo de alimento, peso corporal, ganancia de peso corporal y conversión alimenticia se trabajó un Modelo de Efectos Mixtos con medidas repetidas en el tiempo, cuya descripción es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (A_i * B_j) + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$\mu$ : Media poblacional

$A_i$ : Efecto del i-enésimo tratamiento

$B_j$ : Efecto de j-enésima semana

$A_i * B_j$ : Efecto de la interacción de los tratamientos con cada una de las semanas

$\epsilon_{ij}$ : Error experimental

i: 3 tratamiento

j: 5 semanas

k: 3 réplicas

$Y_{ijk}$ : Valor observado de la variable

Los datos fueron analizados por ANOVA usando el procedimiento GLM de SAS versión 9.2 (2007). Cuando se presentaron diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey para separar la media de los tratamientos experimentales ( $P < 0.05$ ).

## 4. Resultados

### 4.1 Determinación del comportamiento productivo de la higuera

Una de las características más destacada de esta planta es la resistencia a la sequía, pudiendo ser sembrada en zonas áridas y marginales para otros cultivos, de manera que no compite con otras oleaginosas de uso comestible (soya, canola, cártamo entre otras) Mazzani y Rodríguez. 2009.

En las tablas 8 y 9 se aprecia las diferencias en cuanto a producción (No. de hojas y altura) en dos fincas ubicadas en el municipio de Concepción a una altura promedio de 1907 m.s.n.m. En la tabla 8 se observan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para los dos parámetros evaluados, evidenciando una mayor producción de biomasa en las plantas con tres meses de nacidas.

Para estas mismas variables en la Tabla 9 no se observaron diferencias significativas en el número de hojas para las plantas de rebrote al mes y dos meses, aun cuando se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), entre los meses anteriores con las plantas de tres meses. En cuanto al parámetro de altura se hallaron diferencias ( $P < 0.05$ ) para las tres diferentes edades de rebrote.

Tabla 8.

*Altura y producción de hojas en plantas de higuierillas 2 y 3 meses de nacidas*

Mes	N° Hojas	CME	Altura total	CME
2	3.882±0.587b	0.076	1.828±0.017b	0.002
3	5.667±0.730a	0.136	1.992±0.024a	0.004

Tabla 9.

*Altura y producción de hojas en plantas de higuierillas 1, 2 y 3 meses de rebrote*

Mes	N° Hojas	CME	Altura Total	CME
1	39.800±24.604b	4.853	1.865±0.076c	0.017
2	49.933±13.019b	6.266	1.988±0.107b	0.022
3	92.857±31.783a	6.486	2.157±0.053a	0.023

La tabla 10 demuestra una mayor producción de biomasa para los estratos de corte medio y alto, donde se observa la variable número de hojas y peso a dos edades de corte; existiendo una diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) entre ambas muestras.

Se realizó una comparación de tres estratos de corte (alto, medio y bajo), para la edad de corte tres meses rebrote (tabla 10), al observar no existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para el parámetro número de hojas entre los niveles de corte bajo y alto, pero si entre estos y el nivel medio de corte. Por otra parte, existe diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los tres niveles de corte para el parámetro peso de las hojas.

Tabla 10.

*Comparación en variables No. De hojas y Peso de las hojas entre los dos meses y 3 niveles de corte*

	Variables	
	No. Hojas	Peso
Mes		
2	15.48±4.78b	106.11±25.99b
3	20.81±6.87a	176.30±77.41a
CME	0.76	4.64
Nivel		
Bajo	15.5±3.97b	86.94±19.63c
Medio	24.11±6.61a	156.11±40.64b
Alto	14.83±3.66b	180.56±84.15a
CME	0.94	5.69
Fuente de Variación		
Pr > F		
Mes	<.0001	<.0001
Nivel	<.0001	<.0001
Mes*Nivel	0.0503	<.0001

A pesar que para el numero de hojas para los estratos bajo y alto no se evidencia una diferencia significativa este si se presenta para el parámetro peso de hojas; lo cual se atribuye a que las hojas presentes en el estrato de corte bajo tienden a presentar muerte celular y poseer una menor captación de luz. En el nivel medio se encuentran los valores más altos para el número de hojas y uno intermedio para el parámetro peso de hoja debido a que en este estrato se presenta un mayor número de hojas de menor tamaño (ilustración 4), además de las ya establecidas. En el nivel de corte alto a pesar de no poseer una diferencia significativa en cuanto a número de hojas presenta el más alto valor para parámetro peso de hojas, lo cual es atribuible al gran tamaño de las hojas.



*Figura 4.* Tamaño de las hojas en diferentes niveles de corte (2016).

Como para la variable peso se encontró diferencia ( $P < 0.05$ ) en la interacción, en la figura 1 se muestra dicha interacción, donde se observa que a un nivel bajo un diferencial en la pendiente de las curvas entre los meses 2 y 3, lo cual conlleva a que a niveles medio y alto, se presente por ende una mayor cantidad de biomasa para el mes 3.

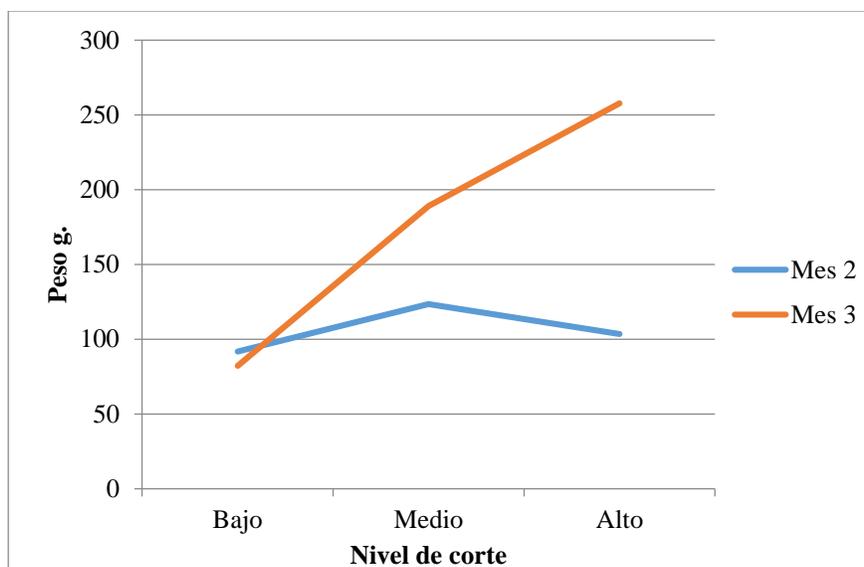


Figura 5. Diferencia del peso de las hojas de higuera a diferentes niveles de corte

En la tabla 11 se contrasta los resultados de los aforos realizados a las plantas de rebrote (dos y tres meses) donde se encuentran diferencias significativas para los parámetros evaluados (altura, peso de tallo, biomasa total y biomasa aprovechable) y donde se reafirma la suposición de una mayor producción de biomasa en las plantas de tres meses rebrote, lo que asegura una mayor disponibilidad de recursos forrajeros para los animales en épocas de escases.

Tabla 11.

Comparación de producción de Biomasa a dos edades de corte.

	Variables			
	Altura	Peso Tallo	BiomasaAP	BiomasaT
Mes 2	70.67±16.55b	486.11±94.03b	318.33±64.37b	804.44±153.47b
Mes 3	109.78±20.23a	1210.00±170.44a	516.11±71.40a	1726.11±239.27a
CME	6.16	45.88	22.66	67

## 4.2 Composición química de la higuera

En las tablas 12 a la15 se puede observar la composición química de la higuera en diferentes edades (nacimiento y rebrote).

Tabla 12.

*Información composicional de la higuera (2 meses).*

<b>Análisis</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Referencia</b>
Materia seca total	g 100 g-1 MH	23.8	Cálculo
Materia seca 65°C	g 100 g-1 MS	25.7	NIRS
Proteína cruda	g 100 g-1 MS	24	NIRS
Ceniza g 100	g-1 MS	9.54	NIRS
Extracto etéreo	g 100 g-1 MS	1.55	NIRS
FDN	g 100 g-1 MS	28.4	NIRS
FDA	g 100 g-1 MS	12.4	NIRS
Lignina	g 100 g-1 MS	1.07	NIRS
Hemicelulosa	g 100 g-1 MS	16	Cálculo
Proteína Soluble (1)	% PC	37.1	NIRS
Proteína B (2)	% PC	55.3	NIRS
Proteína FDN (3)	% PC	30.5	NIRS
Proteína FDA (4)	% PC	7.78	NIRS
Fenoles Totales	g.100 g-1 MS	3.28	NIRS
Taninos Totales	g.100 g-1 MS	3.09	NIRS
Almidón Total	g 100 g-1 MS	9.1	NIRS
Carbohidratos No Estructurales	g 100 g-1 MS	11.2	NIRS
Carbohidratos Solubles	g 100 g-1 MS	2.1	NIRS
Calcio	g.100 g-1 MS	0.8	NIRS
Fósforo	g.100 g-1 MS	0.29	NIRS
Magnesio	g.100 g-1 MS	0.24	NIRS
Potasio	g.100 g-1 MS	2.53	NIRS
Sodio	g.100 g-1 MS	0.01	NIRS
Azufre	g.100 g-1 MS	0.23	NIRS
Cobre	mg.kg-1 MS	7.58	NIRS
Hierro	mg.kg-1 MS	96	NIRS
Manganeso	mg.kg-1 MS	38.5	NIRS
Zinc	mg.kg-1 MS	31.9	NIRS
Boro	mg.kg-1 MS	35.2	NIRS
NDT	g 100 g-1 MS	68.5	Cálculo
Digestibilidad	MS g 100 g-1 MS	74.8	Cálculo
Energía Bruta	kcal.kg-1 MS	4.19	NIRS
ED Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	3.13	Cálculo
EM Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	2.57	Cálculo
ENm Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.67	Cálculo
ENg Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.06	Cálculo
ENLRumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.56	Cálculo

*Nota:* \* Composicional de la higuera. Adaptado de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2017). *Cultivo de higuera*. Bogotá, Colombia: Agrosavia. Recuperado de <http://www.corpoica.org.co/publicaciones/red-de-permanentes/>

Tabla 13.  
*Información composicional (tres meses higuera).*

<b>Análisis</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Referencia</b>
Materia seca total	g 100 g-1 MH	24.19	Cálculo
Materia seca 65°C	g 100 g-1 MS	26.06	NIRS
Proteína cruda	g 100 g-1 MS	23.75	NIRS
Ceniza	g 100 g-1 MS	9.94	NIRS
Extracto etéreo	g 100 g-1 MS	1.75	NIRS
FDN g 100	g-100 g-1 MS	28.99	NIRS
FDA	g 100 g-1 MS	12.70	NIRS
Lignina	g 100 g-1 MS	1.24	NIRS
Hemicelulosa	g 100 g-1 MS	16.29	Cálculo
Proteína Soluble (1)	% PC	36.53	NIRS
Proteína B (2)	% PC	55.06	NIRS
Proteína FDN (3)	% PC	30.26	NIRS
Proteína FDA (4)	% PC	8.41	NIRS
Fenoles Totales	g.100 g-1 MS	3.36	NIRS
Taninos Totales	g.100 g-1 MS	3.13	NIRS
Almidón Total	g 100 g-1 MS	8.32	NIRS
Carbohidratos No Estructurales	g 100 g-1 MS	10.35	NIRS
Carbohidratos Solubles	g 100 g-1 MS	2.03	NIRS
Calcio	g.100 g-1 MS	0.82	NIRS
Fósforo	g.100 g-1 MS	0.29	NIRS
Magnesio	g.100 g-1 MS	0.24	NIRS
Potasio	g.100 g-1 MS	2.46	NIRS
Sodio	g.100 g-1 MS	0.01	NIRS
Azufre	g.100 g-1 MS	0.23	NIRS
Cobre	mg.kg-1 MS	7.25	NIRS
Hierro	mg.kg-1 MS	91.08	NIRS
Manganeso	mg.kg-1 MS	36.10	NIRS
Zinc	mg.kg-1 MS	30.10	NIRS
Boro	mg.kg-1 MS	35.47	NIRS
NDT	g 100 g-1 MS	68.16	Cálculo
Digestibilidad MS	g 100 g-1 MS	74.43	Cálculo
Energía Bruta	kcal.kg-1 MS	4.20	NIRS
ED Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	3.13	Cálculo
EM Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	2.56	Cálculo
ENm Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.66	Cálculo
ENg Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.05	Cálculo
ENL Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.56	Cálculo

FDN: Fibra Detergente Neutra FDA: Fibra Detergente Acida NDT: Nutrientes Digestibles Totales EM: Energía Metabolizable ENm: Energía Neta de mantenimiento ENg: Energía Neta de ganancia ENL: Energía Neta de lactancia.

*Nota:* Composicional de la higuera. Adaptado de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2017). *Cultivo de higuera*. Bogotá, Colombia: Agrosavia. Recuperado de <http://www.corpoica.org.co/publicaciones/red-de-permanentes/>

Tabla 14.  
*Información composicional (dos meses rebrote higuierilla).*

Análisis	Unidad	Valor	Referencia
Materia seca total	g 100 g-1 MH	22.55	Cálculo
Materia seca 65°C	g 100 g-1 MS	24.06	NIRS
Proteína cruda	g 100 g-1 MS	27.67	NIRS
Ceniza	g 100 g-1 MS	10.52	NIRS
Extracto etéreo	g 100 g-1 MS	1.5	NIRS
FDN	g 100 g-1 MS	27.26	NIRS
FDA	g 100 g-1 MS	12.6	NIRS
Lignina	g 100 g-1 MS	1.64	NIRS
Hemicelulosa	g 100 g-1 MS	14.66	Cálculo
Proteína Soluble (1)	% PC	35.87	NIRS
Proteína B (2)	% PC	56.26	NIRS
Proteína FDN (3)	% PC	34.16	NIRS
Proteína FDA (4)	% PC	7.92	NIRS
Fenoles Totales	g.100 g-1 MS	4	NIRS
Taninos Totales	g.100 g-1 MS	3.62	NIRS
Almidón Total	g 100 g-1 MS	7.81	NIRS
Carbohidratos No Estructurales	g 100 g-1 MS	9.66	NIRS
Carbohidratos Solubles	g 100 g-1 MS	1.85	NIRS
Calcio	g.100 g-1 MS	0.91	NIRS
Fósforo	g.100 g-1 MS	0.27	NIRS
Magnesio	g.100 g-1 MS	0.23	NIRS
Potasio	g.100 g-1 MS	2.35	NIRS
Sodio	g.100 g-1 MS	0.01	NIRS
Azufre	g.100 g-1 MS	0.23	NIRS
Cobre	mg.kg-1 MS	8.12	NIRS
Hierro	mg.kg-1 MS	65.04	NIRS
Manganeso	mg.kg-1 MS	35.1	NIRS
Zinc	mg.kg-1 MS	29.32	NIRS
Boro	mg.kg-1 MS	41.03	NIRS
NDT	g 100 g-1 MS	71.09	Cálculo
Digestibilidad	MS g 100 g-1 MS	77.59	Cálculo
Energía Bruta	kcal.kg-1 MS	4.27	NIRS
ED Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	3.31	Cálculo
EM Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	2.69	Cálculo
ENm Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.77	Cálculo
ENg Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.15	Cálculo
ENL Rumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.64	Cálculo
FDN: Fibra Detergente Neutra FDA: Fibra Detergente Acida NDT: Nutrientes Digestibles			
Totales EM: Energía Metabolizable ENm: Energía Neta de mantenimiento ENg: Energía			
Neta de ganancia ENL: Energía Neta de lactancia			

Nota: \*Composicional de la higuierilla. Adaptado de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2017). *Cultivo de higuierilla*. Bogotá, Colombia: Agrosavia. Recuperado de <http://www.corpoica.org.co/publicaciones/red-de-permanentes/>

Tabla 15.

*Información composicional (tres meses rebrote higuierilla)*

<b>Análisis</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Referencia</b>
Materia seca total	g 100 g-1 MH	18.45	Cálculo
Materia seca 65°C	g 100 g-1 MS	19.65	NIRS
Proteína cruda	g 100 g-1 MS	31.55	NIRS
Ceniza	g 100 g-1 MS	7.82	NIRS
Extracto etéreo	g 100 g-1 MS	1.46	NIRS
FDN	g 100 g-1 MS	23.90	NIRS
FDA	g 100 g-1 MS	11.76	NIRS
Lignina	g 100 g-1 MS	1.45	NIRS
Hemicelulosa	g 100 g-1 MS	12.14	Cálculo
Proteína Soluble (1)	% PC	42.55	NIRS
Proteína B (2)	% PC	49.37	NIRS
Proteína FDN (3)	% PC	29.63	NIRS
Proteína FDA (4)	% PC	7.77	NIRS
Fenoles Totales	g.100 g-1 MS	4.91	NIRS
Taninos Totales	g.100 g-1 MS	4.36	NIRS
Almidón Total	g 100 g-1 MS	7.11	NIRS
Carbohidratos No Estructurales	g 100 g-1 MS	9.30	NIRS
Carbohidratos Solubles	g 100 g-1 MS	2.18	NIRS
Calcio	g.100 g-1 MS	0.75	NIRS
Fósforo	g.100 g-1 MS	0.28	NIRS
Magnesio	g.100 g-1 MS	0.21	NIRS
Potasio	g.100 g-1 MS	2.54	NIRS
Sodio	g.100 g-1 MS	0.01	NIRS
Azufre	g.100 g-1 MS	0.23	NIRS
Cobre	mg.kg-1 MS	8.70	NIRS
Hierro	mg.kg-1 MS	48.26	NIRS
Manganeso	mg.kg-1 MS	28.29	NIRS
Zinc	mg.kg-1 MS	32.73	NIRS
Boro	mg.kg-1 MS	37.06	NIRS
NDT	g 100 g-1 MS	74.20	Cálculo
Digestibilidad	MS g 100 g-1 MS	80.93	Cálculo
Energía Bruta	kcal.kg-1 MS	4.39	NIRS
EDRumiantes	Mcal.kg-1 MS	3.55	Cálculo
EMRumiantes	Mcal.kg-1 MS	2.83	Cálculo
ENmRumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.89	Cálculo
ENgRumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.25	Cálculo
ENLRumiantes	Mcal.kg-1 MS	1.70	Cálculo

FDN: Fibra Detergente Neutra FDA: Fibra Detergente Acida NDT: Nutrientes Digestibles Totales EM: Energía Metabolizable ENm: Energía Neta de mantenimiento ENg: Energía Neta de ganancia ENL: Energía Neta de lactancia.

*Nota:* Composicional de la higuierilla. Adaptado de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2017). *Cultivo de higuierilla*. Bogotá, Colombia: Agrosavia. Recuperado de <http://www.corpoica.org.co/publicaciones/red-de-permanentes/>

### **4.3 Evaluación del comportamiento productivo de los ovinos de pelo frente a la suplementación con higuierilla**

Con relación al consumo de alimento durante el ensayo de aceptabilidad, el cual se llevó a cabo con el propósito de determinar el consumo y la mejor forma de suministrar la higuierilla. Se realizó el suministro de alimento *ad libitum*, adicionado a los tratamientos dos y tres, 10 y 14% de la dosis letal 50 (DL50) por kilogramo de peso vivo (PV), respectivamente. En la semana uno, inicialmente se realizó una prueba de palatabilidad, donde observó rechazo por parte de los animales. Como contramedida para mejorar la aceptación de la harina de higuierilla, fue vehiculizada utilizando Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*) picado y repila de maíz, donde se observó una mejora en la palatabilidad de la harina. Semana dos a partir de este punto y debido al aumento de consumo de higuierilla se realizó un doble racionamiento (mañana y tarde) de harina de higuierilla, para el final de esta semana se realizó una segunda prueba de palatabilidad, en la cual fue ofrecida la harina de higuierilla de forma separada a los demás componentes de la ración, en esta ocasión se evidenció una aceptabilidad del 100%. Esto puede ser atribuible al fenómeno de la eufagia.

Durante este periodo de tiempo no se evidenció ningún síntoma de intoxicación, pero sí un aumento en la ingesta de alimento.

.El consumo de alimento (tabla 16) fue mayor para el tratamiento con inclusión del 5% de harina de hoja de higuierilla en las semanas 1 y 2, mientras en las semanas 3, 4 y 5 el tratamiento con un mayor consumo fue el de 15% de inclusión de higuierilla.

Tabla 16.  
*Consumo de alimento promedio por semana*

Semana	T0	T1	T2
1	6140,85567	6142,13667	5760,99467
2	5921,29467	6337,74	6265,48933
3	6705,15617	7353,01633	7461,8155
4	7317,76	7598,925	7731,58867
5	4448,89018	4668,9543	4784,29063
Consumo total	30533,9567	32100,7723	32004,1788

En la tabla 17 se observa el peso con el cual los animales ingresan al experimento y el peso obtenido al final de este, también se muestra la ganancia de peso promedio día y la ganancia total en un periodo de 31 días.

Tabla 17.  
*Ganancias de peso promedio día por tratamiento*

TRATAMIENTO	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	GP/Replica (Kg)	GP Total (Kg) /Tto	GPD (Kg) /Tto
TO - R1	24	26,8	2,8		
TO - R2	23	27,4	4,4	12,4	0,13
TO - R3	23,6	28,8	5,2		
T1 - R1	19,2	23,2	4		
T1 - R2	22	28,2	6,2	15	0,16
T1 - R3	22,4	27,2	4,8		
T2 - R1	19,2	22,2	3		
T2 - R2	23,4	27,6	4,2	11,6	0,12
T2 - R3	18	22,4	4,4		

GP: Ganancia de Peso, GPD: Ganancia de Peso Día.

Los resultados del ensayo productivo se observan en la tabla 18. Se observaron diferencias ( $P < 0.05$ ) a nivel del consumo semanal y el consumo promedio por animal, diferencias dadas a la

capacidad individual presentada por cada uno de los individuos involucrados dentro del estudio, donde su capacidad de consumo y tolerancia a la inclusión de la higuera como es muestra para los tratamientos T1 y T2, no presento un menor consumo frente al tratamiento control.

Tabla 18.

*Comportamiento productivo de ovinos alimentados con higuera.*

Variables					
Tto	Con S. (gr MS)	Con Prm A (gr MS)	Peso Cral (Kg)	Eficiencia	Conversión
T0	6106.79±1106.60	967.73±125.98	26.32± 1.33 <sup>a</sup>	0.13±0.077	7.45±10.55 <sup>a</sup>
T1	6420.1±1199.30	1017.21±137.09	24.75±2.30 <sup>b</sup>	0.15±0.10	4.76±5.51 <sup>b</sup>
T2	6400.84±1462.35	1016.9± 205.52	22.83±2.77 <sup>c</sup>	0.12±0.068	12.67±10.16 <sup>a</sup>
CME	169.28	26.27	0.494	0.0187	2.3782
Efectos Fijos			Pr > F		
Semana	0.0105	0.0327	0.8714	0.7861	0.399
Tratamiento	0.3525	0.3211	<.0001	0.4452	0.0716
Replica*Semana	0.0274	0.0328	0.3431	0.8773	0.7858
Con S, consumo semana; Con Prm A, consumo promedio animal. Peso Cral, peso corporal Tto, Tratamiento. Valor medio±DS					

Con relación a las variables de eficiencia y conversión; por la variación dada a nivel individual, no se observaron diferencias entre los tratamientos experimentales ( $P>0.05$ ), aun cuando para el tratamiento T1 se observa numéricamente un valor más alto de eficiencia y una menor conversión alimenticia.

#### 4.4 Valoración económica de la suplementación de higuera

Para la evaluación económica se tuvo en cuenta los ítems expresados a continuación en la tabla 19. Donde se observa que el costo de producción de cordero estuvo influenciado por el nivel de

inclusión de las materias primas, así mismo por el consumo de las dietas, siendo la higuierilla (*Ricinus communis*) la materia prima más económica que se incluyó.

Se observó que el tratamiento testigo (T0) presentó el mayor costo de producción, mientras que el tratamiento T2, con mayor porcentaje de inclusión de Higuierilla presentó el menor costo de producción.

Tabla 19.

*Costos de producción de corderos alimentado con diferentes niveles de inclusión de la dieta, en un periodo de 31 días por tratamiento.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Vr. unit. (\$)</b>	<b>Vr. total (\$)</b>
T0	Mano de obra: (Aseo y desinfección. Pesaje. Alimentación).	5.13 (horas)	2,500	12.825
	Corderos.	3	117666.7	353.000
	Alimento.	91,601 (Kg)	506,87	46.430,24
	Otros			
<b>Total</b>				<b>\$ 412.255,24</b>
T1	Mano de obra: (Aseo y desinfección. Alistamiento de equipos y utensilios, Pesaje Alimentación.)	5.13 (horas)	2500	12.825
	Corderos.	3		
	Alimento	96,302 (Kg)	106.000	318.000
	Otros		454	43.721,25
<b>Total</b>				<b>\$ 374.546,25</b>
T2	Mano de obra: (Aseo y desinfección. Alistamiento de equipos y utensilios, Pesaje Alimentación.)	5.13 (horas)	2500	12825
	Corderos	3		
	Alimento	96 (Kg)	101.000	303.000
	Otros		454	40.650,24
<b>Total</b>				<b>\$ 356.475,24</b>

Los costos de alimentación se determinaron teniendo en cuenta el valor del kilogramo de cada materia prima empleada, así mismo se tuvo en cuenta el nivel de inclusión de las mismas en cada tratamiento.

Tomando como base los costos de alimentación y los costos totales de producción, se halló el porcentaje de representación del costo de alimento en los costos totales de producción, como se muestra en la tabla 20.

Se observó que el porcentaje máximo obtenido fue para el tratamiento T1, 11,67 % y el porcentaje mínimo fue de 11,26 % para el tratamiento sin inclusión de higuierilla (*Ricinus communis*).

Tabla 20.

*Porcentaje de representación del costo de alimentación en costos totales de producción en corderos alimentados con la dieta, en un periodo de 45 días.*

<b>Tratamiento</b>	<b>(%)</b>
T0	11,26
T1	11,67
T2	11,40

Se realizó la determinación del costo de producción de un kilogramo de peso vivo, mediante la inclusión en diferentes niveles de higuierilla (*Ricinus communis*) en la alimentación convencional de corderos, teniendo en cuenta el costo de producción por animal y el peso obtenido. En la tabla 21 se muestra el costo de producción del kilogramo de peso vivo promedio por tratamiento, siendo los menores valores para los tratamientos con inclusión de higuierilla (T1 0.5 y T2 10% de higuierilla, respectivamente) frente al control.

Tabla 21.

*Costo de producción de un kilogramo de peso vivo, mediante la inclusión en diferentes niveles, de higuera (Ricinus communis) en la alimentación corderos.*

<b>Tratamientos.</b>	<b>Costo de producción de un kg de peso vivo (pesos)</b>
T0	3956,91
T1	3001,49
T2	3522,72

Con relación a los ingresos totales obtenidos, se tuvo en cuenta el peso obtenido en pie y el costo de un kilogramo del mismo en el mercado, dando un valor agregado por concepto de genética. Para determinar la utilidad neta se halló la diferencia entre el ingreso total y el costo total de producción, el cual se observa en la tabla 22.

Tabla 22.

*Utilidad neta obtenida en la producción corderos alimentados con la dieta, en un periodo de 31 días*

<b>Tratamiento</b>	<b>Utilidad neta (\$)</b>
T0	70555,76
T1	82669.95
T2	63512.16

Se determinó finalmente la rentabilidad del ejercicio, para lo cual se empleó el valor obtenido de utilidad neta dividido en el costo total de producción, luego se multiplicó por 100. Los resultados se muestran en la tabla 23.

Tabla 23.

*Rentabilidad obtenida en la producción de corderos alimentados con la dieta, en un periodo de 31 días*

<b>Tratamiento</b>	<b>Rentabilidad (%)</b>
T0	17.11
T1	22.07
T2	17.82

Observando las rentabilidades obtenidas de los diferentes tratamientos se puede establecer que al evaluar las ganancias de peso en un periodo de 31 días empleando en la alimentación diferentes niveles de inclusión de higuierilla en la dieta. Se obtiene una menor rentabilidad para el tratamiento testigo (T0), dicha rentabilidad será mínima, comparada con la obtenida al suplementar las dietas con materias primas de gran valor proteico, económicas y de fácil consecución en el medio, como se hizo en los tratamientos T1 y T2.

## 5. Discusión

Con respecto a la harina y torta en alimentación de rumiantes es posible su inclusión entre un 5 y 15 % con respecto al total de la dieta y pudiendo reemplazar hasta el 100% de la tora de soya sin afectar los parámetros productivos. (Ramírez, I. 2017). Se planteó el uso de harina de la hoja de higuierilla, esto basado en los resultados obtenidos por Lara, C. *et, al.* 2015. Donde mediante una prueba de cafetería, suministrando harina de diferentes partes morfológicas (tallos, hoja, peciolo, hoja + tallo y planta completa) determinaron una preferencia de consumo superior para la harina de hoja de ricino, llegando a consumos de hasta 527 gr, representando esto hasta el 33% del total de la dieta sin presentación de signos de intoxicación. Esto fue corroborado por los autores del presente estudio en la prueba piloto, donde se llegó a obtener consumos de hasta 350 gr por tratamiento. Cabe destacar que el mayor consumo de harina de hoja de higuierilla se relaciona con

su alto valor energético lo que permite lograr un balance energético – proteico que favorece su consumo (De cruyennaere *et al.*, 2009). Siendo una alternativa de alimentación en ovinos, como un forraje de alto valor nutricional como lo describen Behl *et al.* (1986) y lo confirman Del Viento *et al.* (2014), con bovinos en pastoreo, a pesar de las diferencias morfológicas y de hábitos de consumo entre estas dos especies y del sistema de alimentación utilizado que influye sobre las características de cada especie animal (Mazorra *et al.*, 2009).y Basados en las aseveraciones realizadas por Tokarnia *et, al* 1974 que al desecar la planta puede llegar a perder hasta un 50% de su capacidad toxica .Así mismo Da Silva sugiere que los animales presentan un mecanismo de adaptación al principio toxico(cuando hay ingestas repetidas) contenido en las hojas, el alcaloide conocido como ricinina

Se encontró una mayor concentración de proteína cruda para las plantas de tres meses de rebrote con un valor de 31.55%, comparado con las plantas de dos y tres meses de nacidas y dos meses de rebrote (24.0, 23.7 y 27.67, respectivamente). Una mayor cantidad de TDN (74.2%) fue observada en las plantas de tres meses de rebrote, comparada con las plantas de dos y tres meses de nacidas y dos meses de rebrote (68.5, 68.2 y 71.1%, respectivamente). Una menor cantidad de FDN para las plantas de tres meses de rebrote con un valor de 23.9%, comparadas con las plantas de dos (28.4%) y tres (28.9%) de nacidas y dos meses de rebrote (27.3%).

Se halló un mayor porcentaje de calcio en las plantas con dos meses de rebrote (0.91%), comparadas con las plantas de dos (0.80%) y tres (0.82%) meses de nacidas y tres meses de rebrote (0.75%). En el caso del fosforo, las plantas con dos y tres meses de nacidas mostraron valores similares a las plantas con dos y tres meses de rebrote (0.29 vs. 0.27 y 0.28%, respectivamente).

Los resultados bromatológicos obtenidos en el presente trabajo para edades de corte de 2 y 3 meses son similares con los reportados por Ramírez, L *et al.* (2017). Donde analizaron la edad de

corte (30, 60, 120 y 180 días) sobre la composición química de la hoja de higuera. Afirmando que no existe una diferencia notable entre las edades de corte y su composición química, ni afecto la degradabilidad ruminal de la planta.

Al comparar los resultados de las cuatro muestras, se decide usar plantas de con tres meses de rebrote, ya que estas poseen una mayor cantidad de follaje y una calidad nutritiva buena, es decir que se encuentra un punto de equilibrio entre la calidad nutricional y la cantidad de biomasa producida por la planta. Esto fue confirmado por medio de los aforos, mediciones de parámetros productivos para este, número de hojas y altura de la planta y análisis bromatológicos

Se reporta un nivel de proteína más alto (31.55%) que la obtenida por Hassen et al. (2012) (24.34%), Del viento en el 2014 y 2016 (21.98, 27.6 % respectivamente) Dastagir en 2014 (24,9%). Gemiyo et al. (2015) (24.34%) Hossain en 2016 (21%) y wood s.f. (24.8%).

Otro aspecto de relevancia para el estudio fue el TDN, el cual fue 74.20 % para las plantas usadas en el experimento; valor similar al reportado por Del Viento et al. 2014, el cuales es de  $74.14 \pm 4.13$  %.

En cuanto a FDN se encuentran valores de 23.9 % siendo menor a reportes hechos por Hassen et al. (2012) y Gemiyo et al. (2015), con valores de 27,9 % y Del viento et al. (2016) de 31.2 %. Lo cual denota una menor presencia de fibra y mayor cantidad de sustratos digestibles para el animal.

Con relación al peso corporal, se observa un mayor peso para el tratamiento control, frente a los tratamientos T1 y T2, debido a que, desde el principio del experimento, se asignaron dos animales más pesados al control y dos animales más livianos al grupo T2, lo cual explica el diferencial de peso reportado entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ), a pesar de esto el tratamiento control obtuvo una ganancia de peso menor que los animales del grupo T2.

Al parecer el consumo está influenciado por el nivel de inclusión de harina de hoja de higuierilla, lo cual puede ser atribuible al efecto de mejorar la digestibilidad de los demás compuestos presentes en la dieta y por su mayor tasa de pasaje, lo cual coincide con lo planteado por Lara, C. 2015 en su tesis “efecto asociativo de *Ricinus communis L.* sobre la punta de caña de azúcar para rumiante. Donde plasma una mejor digestibilidad del material vegetal fibroso cuando es suministrada en asociación con harina de hoja de higuierilla.

Lo anterior posiblemente explica la mayor ganancia de peso en el tratamiento T1 debido a la presencia de torta de soya, la y al efecto de que posee la higuierilla de mejorar de digestibilidad.

Cabe aclarar que en la literatura consultada no se hallaron datos referentes a ganancias de peso influenciadas por el consumo de higuierilla

## 6. Conclusiones

La harina de hojas de higuierilla se muestra como una alternativa para la alimentación en épocas de verano para rumiantes, gracias a su contenido alto de proteína, su alta digestibilidad, además de buen contenido de minerales y poseer un nivel bajo de fibras, por lo cual puede considerarse como una materia prima potencial de alto valor biológico para la alimentación animal.

El secado de la hoja de higuierilla, permite una disminución efectiva de sus componentes tóxicos. Con lo cual se puede realizar una mayor inclusión en la dieta total de los animales.

Las plantas de rebrote a los tres meses de edad presentan un punto de equilibrio entre la cantidad de biomasa producida y calidad nutricional, donde la producción de hojas y la calidad nutricional se encuentran en un balance óptimo para su aprovechamiento en la alimentación animal.

Tras un periodo de exposición progresiva a la higuierilla se evidencia un aumento del consumo sin presentar rechazo o síntomas de intoxicación en los animales.

Le presencia de harina de higuierilla aumenta el consumo de alimento, y mejora la digestibilidad de las demás materias primas presentes en la dieta.

La higuierilla presenta un efecto positivo para el parámetro de ganancia de peso, debido a su alto valor biológico.

La harina de hoja de higuierilla suministrada bajo los niveles de inclusión planteados en el presente estudio no presenta toxicidad aparente en ovinos.

## **7. Recomendaciones**

A la hora de asignar las unidades experimentales, se debe realizar una correcta distribución de la variación de peso que se observa en la totalidad del lote, con el fin de evitar efectos de arrastre a lo largo del periodo experimental por características propias de cada individuo en torno a su capacidad de consumo y estado fisiológico.

Es necesario realizar mediciones de los parámetros ruminales (ph, producción de Ácidos grasos volátiles, etc.) y establecer parámetros en torno a poblaciones microbianas en el rumen y la producción de metano, con el fin de evaluar el efecto de los taninos y la ricina presentes en las hojas de higuierilla sobre la dinámica digestiva y por ende sobre la generación de gases de efecto invernadero.

Es necesario bajo las condiciones de altura sobre el nivel del mar, realizar mediciones de los metabolitos tóxicos presentes en la planta de higuierilla y realizar una verificación con datos reales bajo las condiciones locales de la disminución de toxicidad por efecto del secado de las hojas, como lo sugieren los resultados del presente estudio.

Con la finalidad de obtener mejores resultados de las capacidades nutritivas de la Higuierilla en ovinos, se recomienda usar valores y métodos de administración diferentes a los aquí planteados.

Dada la toxicidad de la higuierilla se hace pertinente realizar un análisis de residualidad en la canal y los posibles efectos para el consumidor final.

Es aconsejable valorar la Influencia de la higuierilla sobre las cargas parasitarias y su repercusión sobre el sistema inmune.

El importante diferenciar el contenido nutricional y toxico de las diferentes variedades de higuierilla presentes en la zona de influencia donde esta especie se desarrolla.

### Referencias Bibliografía

- Alexander, J., et al. (2008). Ricin (*from Ricinus Communis*) as undesirable substances in animal feed. *European Food Safety Authority*, 726 (1), 1-38.
- Aréchiga, C., Aguilera, J. y Rincón, R. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9(1), 1-14.
- Aslani, M., et al. (2006) Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. *Elsevier*, 49(1), 400 - 406.
- Barrios, C. (2007). *Guia practica de ovinocultura enfocada hacia la produccion de carne*. Bogota, Colombia: *Bacom ltda*, 48p.
- Behl, C., Pande, M., Pande, D. y Rodadia, M. (1986) Nutritive value of matured wilted castor (*Ricinus communis*) leaves for crossbred sheep. *Indian Journal Animal Science*, 56 (4), 473-474.
- Cabrera, C. (2008). *Evaluación de tres sistemas de alimentación (balanceado y pastos), con ovinos tropicales cruzados (dorper x pelibuey) para la fase de crecimiento y acabado en el cantón balzar* (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Cardona, H. j. (2001). *El modelo NRC 2001*. Recuperado de: [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Modelo\\_NRC\\_2001.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Modelo_NRC_2001.pdf)

Carmona, J., Bolivar, D. y Giraldo, L. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(1),49-63.

Castellaro, G., Orellana, C. y Escanilla, J. (2015). *Manual básico de nutrición y alimentación de ganado ovino*. Recuperado de <http://ficovino.agronomia.uchile.cl/wp-content/uploads/2016/07/Manual-B%20sico-de-Nutrici%20n-y-Alimentaci%20n-Ovina.pdf>.

Cesar, L. (2015). *Efecto asociativo de Ricinus comunis sobre la punta de caña de azúcar para rumiantes*.(tesis de maestría).Universidad Autonoma de Aguascalientes, Guadalajara,Mexico.

Church, D., Pond, W. y Pond, K. (2002). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. México D, F. México. Editorial Limusa.

Cisneros, J. y Hernández, M. (2017). Tratamiento del paciente con sialorrea. Revisión sistemática. *Investigación en discapacidad*, 6 (1), 17-24.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2017).*Cultivo de higuierilla*. Bogotá, Colombia: Agrosavia. Recuperado de <http://www.corpoica.org.co/publicaciones/red-de-permanentes/>

Da Silva, M., Riet, F., Medeiros, R. y Oliveira, O. (2006). Plantas toxicas para rumiantes e equideos no serido occidental e oriental do Rio Grande do Norte. *Pesquisa Vet. Brasil*, 26 (4), 234.

Decruyenareere, V., Buldgen, A. y Stilmant, D. (2009). Factors affecting intake by grazing ruminant and related quantification methods. *Agron. and Soc*, 13 (4), 559-573.

Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura. *Cambio climatico*. Roma, Italia.:FAO. Recuerdo de <http://www.fao.org/climate-change/es/>

Gonzales, C., Grajales, H., Manrique, C. y Téllez, G. (2011). Gestión de la información en los sistemas de producción animal: una mirada al caso de la ovino-caprinocultura. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 58(1), 176 - 193.

Huaranca, R (2010). *La flor, la inflorescencia y el fruto*. Recuperado de: <https://agronomiasustentable.files.wordpress.com/2012/09/la-flor-clasificacion.pdf>

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2009). *Manual de forrajes*. Recuperado de: [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/manuales/\\_archivos2/030000\\_Manual\\_de\\_Forrajes.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/manuales/_archivos2/030000_Manual_de_Forrajes.pdf)

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2006). La cadena ovinos y caprinos en Colombia. *Revista colombiana de ciencia animal*, 20(1), 47.

Mazzani, E. y Rodríguez, E. (2009). Estudio de la variabilidad presente en germoplasma de tártago (*Ricinus communis*) en cuanto a racimos frutos y semillas. *UDO Agrícola*, 9 (4), 765.

Mazzorra, C., Fontes, D., Cubilla, N. y De Vega, A. (2009). Estrategias para modificar el consumo voluntario y la selección de alimentos de los pequeños rumiantes en pastoreo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43 (4), 379-385.

Momento del Campo. (2011, mayo). Cultivo de la higuera. *Momento del Campo*. Recuperado de <http://www.momentodecampo.com.ar/>

Ogunniyi, D. (2005). *Castor oil: a vital industrial raw material*. Recuperado de <https://edoc.site/castor-oil-a-vital-industrial-raw-material-pdf-free.html>

Pereira, C., Maycotte, C., Restrepo, B., Mauro, F., Montes, A. y Velarde, M. (2011). *Sistemas de producción animal I*. Recuperado de [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4782/sistemas\\_produccion\\_animal\\_i.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4782/sistemas_produccion_animal_i.pdf)

Pérez, L. (2010) *Determinación del sexo en las plantas*. Recuperado de: [http://bioinformatica.uab.cat/base/documents/genetica\\_gen/portfolio/determinaci%C3%B3n%20del%20sexo%20en%20plantas2016\\_5\\_20P17\\_22\\_20.pdf](http://bioinformatica.uab.cat/base/documents/genetica_gen/portfolio/determinaci%C3%B3n%20del%20sexo%20en%20plantas2016_5_20P17_22_20.pdf)

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2016). *Establecimiento y uso de sistemas silvopastoriles en República Dominicana*. Recuperado de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/3018/1/BVE17068935e.pdf>

Ramírez, A., et al. (2011). *De qué hablan cuando dicen materia seca?*. Guanajuato, México: Sitio argentino de producción animal. Recuperado de: [http://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/42-Materia\\_Seca.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/42-Materia_Seca.pdf)

Ramírez, I. (2017). *Potencial de uso de la torta de higuera (Ricinus communis) como suplemento alimenticio para la producción bovina* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Ramírez, L., Del viento, A. y Palma, J. (2017). Evolución de la edad de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal *in situ* de lámina de hoja de *Ricinus communis* L. *Livestock Research for Rural Development*, 29 (4), 1-7.

- Romero, O., Bravo, S. (2012) *Alimentación y nutrición en los ovinos*. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR38521.pdf>
- Sandoval, C. Sarmiento, Luís y Santos R. (2013) ¿Qué son y cuál es el papel de las especies menores?. *Bioagrociencias*, 6 (2) ,20-27.
- Sánchez, D. (1999) Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical. *Agroforesteria para producción animal en latino América*, 1(1) ,1-52.
- Sánchez, H. M. (2013). *Sistemas de alimentacion para pequeños rumiantes en los tropicos*. Recuperdo de <http://www.aleprycs.net/documents/21709/28520/SISTEMAS+DE+ALIMENTACI%C3%93N+PARA+PEQUE%C3%91OS+RUMIANTES+EN+LO S+TR%C3%91PICOS.pdf>
- Steinfeld, H., et l. (2009) *La larga sombra del ganado*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>.
- Steel, G. y Torrie J. (1992). *Bioestadística. Principios y Procedimientos*. Mexico D.F., Mexico: Editorial Graf América. 622 p.
- Tarazona, A., Ceballos, M., Naranjo, J. y Cartas, C. (2012). Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(1), 473-487.
- Vargas, V., Estrada, A. y Hernández, S. (2011) *Guia practica para pequeños productores ovinos*. Recuperado de <https://studylib.es/doc/4617306/gu%C3%ADa-pr%C3%A1ctica-para-peque%C3%B1os-productores-ovinos>.

Weiss, E. (1983). *Oilseed crops*. Londres, Inglaterra: Longman.

Zervas G, Tsiplakou E. (2011). The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. *Small Rumin Res*, 101(1-3), 140-149. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.09.034.