

Efecto de dos Sistemas de Fertilización y Siembra Sobre la Altura y el Número de Hojas De las Plantas de Maíz (*Zea. Mays*) y Canavalia (*Canavalia Ensiformis*) con Fines de Ensilaje en la Finca la Catara en el Municipio de Puerto Lleras – Meta.

Jenny Paola Piñeros Arias

Román Ricardo Guio Gómez

Director:

Dayro Enrique Cortes Martinez

Zootecnista Esp

Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad Cead – Acacias

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa Agronomía

Acacias

2020

Efecto de dos Sistemas de Fertilización y Siembra Sobre la Altura y el Número de Hojas De las Plantas de Maíz (*Zea. Mays*) y Canavalia (*Canavalia Ensiformis*) con Fines de Ensilaje en la Finca la Catara en el Municipio de Puerto Lleras – Meta.

Elaborado Por:

Jenny Paola Piñeros Arias

Román Ricardo Guio Gómez

**Trabajo de Grado Presentado como Requisito Parcial para
Optar al Título de Agrónomo**

Asesor Dayro Enrique Cortes Martinez

Zootecnista Esp

Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad Cead – Acacias

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Programa Agronomia

Acacias

2020

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del jurado

Dedicatoria

Dedico este trabajo primeramente a Dios quien me guía en mi vida, a mi señor padre, Aurelio a mi señora madre, Paulina quienes me educaron y me enseñaron a luchar por mis sueños. A mi esposo Carlos Gaona, mi compañero de lucha y apoyo incondicional.

Agradecimientos

Le expreso mi gratitud a Dios por permitirme realizar este trabajo, a mis padres por estar siempre apoyándome en mi diario vivir, a mi esposo quien con su apoyo y dedicación permitió que este proyecto se culminara, a mi tutor de tesis Dayro Cortes, quien fue mi guía, no solo en la elaboración del trabajo, sino a lo largo de mi carrera universitaria y por haberme brindado el apoyo para el desarrollo profesional y seguir cultivando mis valores.

Le agradezco al doctor Luis Carlos Avellaneda por permitirme realizar la investigación en sus predios ya que, sin él, me hubiese sido más difícil realizar mi proyecto de investigación.

Le agradezco a mis hermanos, sobrinos y demás familiares por ser apoyo de una manera u otra, a la universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, en especial a los tutores de ECAPMA quienes compartieron conmigo sus conocimientos, logrando en mí no solo una profesional sino una mejor persona. DIOS LOS BENDIGA

Jenny Paola Piñeros Arias

Agradecimiento

Mi eterna gratitud a Dios por permitirme cumplir esta meta.

A mi Madre Melba Clemencia, mi Padre Román Gilberto, muchas gracias por darme la oportunidad de ser una mejor persona.

Pero, sobre todo Gracias a Deisy Acevedo por ser una parte muy importante de mi vida, por estar a mi lado en los buenos y malos momentos, sobre todo por su paciencia y amor incondicional,

A mis hijos Mariana y Sebastián quiénes son el motor de mi vida.

A mi tutor Dayro Cortes por su gran apoyo en la evolución y desarrollo del proyecto.

A mi gran amiga Jenny Piñeros por haber sido una excelente compañera de Tesis, por haberme tenido la paciencia necesaria y por motivarme a seguir adelante en los momentos difíciles y sobre todo hacer de su familia una familia para mí.

Finalmente, a mis amigos que sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos y a todos aquellos que estuvieron a mi lado apoyándome para que este sueño se hiciera realidad

Román Ricardo Guio Gómez

Tabla de Contenido

1	Resumen	9
2	Abstract	10
3	Introducción	11
4	Justificación.....	12
5	Objetivos	13
5.1	Objetivo General	13
5.2	Objetivos Específicos.....	13
6	Marco Conceptual y Teórico.....	14
6.1	Ensilaje de Maíz (<i>Zea. mays</i>).....	14
6.2	Ensilaje de Maíz (<i>Zea. mays</i>) asociado con leguminosas	15
6.3	Ensilaje de Maíz (<i>Zea. mays</i>) asociado con Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>).	16
7	Materiales y métodos.....	18
7.1	Área de estudio	18
7.2	Metodología	18
7.2.1	Preparacion del terreno.....	18
7.2.2	Plan de fertilizacion quimica	18
7.2.3	Control de plagas convencional.....	19
7.2.4	Plan de fertilización orgánica	20
7.2.5	Control de plagas Orgánico	20
7.3	Tratamientos	21
7.4	Recolección de datos en campo.	22
7.5	Análisis de los datos.....	23
8	Resultados y discusión	24
8.1	Altura y numero de hojas Maíz (<i>Zea mays</i>)	24
8.2	Altura y numero de hojas Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>)	26
8.3	Altura y numero de hojas combinación Maíz (<i>Zea. mays</i>) y Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>).....	29
8.4	Contenidos del ensilaje Maíz (<i>Zea. mays</i>) y Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>), con tratamiento convencional y orgánico.	29
9	Conclusiones	31
10	Referencias Bibliográficas.....	32

Lista de Tablas

Resultados de los análisis bromatológicos de los ensilajes Maíz (*Zea. mays*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis*), provenientes de los tratamientos orgánicos y convencionales..... 30

Lista de Ilustraciones

Figura 1. A. Mecanización del área de estudio. B. Delimitación de las parcelas de los tratamientos. C. Aplicación de Atrazina como herbicida pre emergente. D. Terreno listo para la siembra.....	20
Figura 2. Recipientes de 200 L donde se elaboraron los fertilizantes orgánicos caldo de lombricompos, caldo supermagro, caldo agromil	22
Figura 3. Siembra de las parcelas según las especificaciones de los tratamientos	23
Figura 4. Altura de planta y número de hojas promedio del Maíz (<i>Zea mays</i>) evaluadas cada 10 días hasta los 70 días después de la siembra	26
Figura 5. Altura de planta y número de hojas promedio del Maíz (<i>Zea mays</i>) evaluadas a los 70 días después de la siembra	26
Figura 6. Altura de planta y número de hojas promedio de la Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) evaluadas cada 10 días hasta los 70 días después de la siembra	28
Figura 7. Altura de planta y número de hojas promedio de la Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) evaluadas a los 70 días después de la siembra	28

1 Resumen

La asociación de maíz (*Z. mays*) y Canavalia (*C. ensiformis*) como material vegetal para la producción de ensilaje, se ha convertido en una alternativa en la zona de los llanos orientales de Colombia, sin embargo es importante ajustar los sistemas de siembra a las condiciones locales de cada predio, esta investigación se desarrolló en la finca La Catara en el municipio de Puerto Lleras – Meta, donde se evaluaron dos densidades de siembra, bajo dos sistemas de fertilización, convencional y orgánica, en el cual se registró la altura de las plantas y el número de hojas como variables de desarrollo, se manejó un diseño en bloques y se realizó un análisis de varianza ANOVA y el test de Duncan ($< 0,05$) para establecer diferencia entre los tratamientos. Los sistemas orgánicos presentaron diferencias significativas ($< 0,05$) con una mayor altura y número de hojas por planta que los sistemas convencionales, la siembra a mayor densidad con fertilización orgánica, fue el tratamiento más eficiente, ya que presentó la mejor altura promedio de las plantas y el segundo mejor promedio en el número de hojas, que se ve compensado con un mayor número de plantas por unidad de área dada la mayor densidad de siembra.

Palabras clave: Ensilaje. Maíz. Canavalia. Manejo Orgánico. Manejo convencional

2 Abstract

The association of corn (*Z. mays*) and Canavalia (*C. ensiformis*) as plant material for silage production has become an alternative in the eastern plains of Colombia, however it is important to adjust planting systems To the local conditions of each farm, this research was carried out on the La Catara farm in the municipality of Puerto Lleras - Meta, where two planting densities were evaluated, under two fertilization systems, conventional and organic, where the height of the plants and the number of leaves as development variables, a block design was handled and an analysis of variance ANOVA and Duncan's test (<0.05) were performed to establish difference between treatments. Organic systems presented significant differences (<0.05) with a higher height and number of leaves per plant than conventional systems, planting at higher density with organic fertilization was the most efficient treatment, since it presented the best average height of the plants and the second best average in the number of leaves, which is offset by a greater number of plants per unit area given the higher planting density.

Key words: Silage. Corn. Canavalia. Organic Management. Conventional handling

3 Introducción

El maíz (*Zea. mays*) es una de las especies más utilizadas en el ensilaje de material vegetal para la alimentación de semovientes, por su variabilidad genética, rápido crecimiento y alto valor nutricional y energético, condiciones que favorecen el mejoramiento genético y la obtención de variedades mejoradas adaptadas a las condiciones locales de cada región (Trigo y Montenegro, 2002). El ensilaje de maíz, frecuentemente es asociado con especies leguminosas, las cuales también presentan gran número de especies adaptadas a las condiciones particulares de suelo y que le aportan un mayor porcentaje de proteína y de material fresco disponible para el ensilaje (Titterton y Bareeba, 2001), dentro de las leguminosas que presentan gran adaptabilidad a suelos pobres nutricionalmente, se encuentra la Canavalia (*Canavalia ensiformis*), que adicionalmente aporta valor nutricional al ensilaje, mejora la estructura y disponibilidad de nitrógeno en el suelo, gracias a su raíz pivotante y a su relación simbiótica con bacterias nitrificantes, tolera la acidez del suelo, entre otras ventajas.

Las condiciones de los suelos, son particulares en cada finca, incluso en cada lote y uno de los errores más comunes, es querer implementar en suelos locales, tecnologías desarrolladas bajo condiciones ajenas a estas, por consiguiente, poder establecer un sistema de siembra con base en la experimentación en parcelas locales, suele ofrecer los mejores resultados. En esta investigación, se evaluaron cuatro sistemas de siembra de maíz (*Z. mays*) en asociación con Canavalia (*C. ensiformis*), con fines de ensilaje bajo las condiciones propias de la finca La Catara en el municipio de Puerto Lleras – Meta.

4 Justificación

La creciente consumo mundial de proteína, a reevaluado los sistemas de producción con el fin de abastecer esta demanda, y la investigación juega un papel importante en la adaptación de los sistemas de siembra y materiales genéticos, a las condiciones de clima, suelo y en ocasiones socioculturales, propias de cada localidad (Plazas, 2002), el ensilaje de material vegetal, permite sostener una producción continua de proteína animal a los largo del año y el contenido nutricional es fundamental en la calidad. El ensilaje con el uso asociado de material vegetal de Maíz (*Z. mays*) y Canavalia (*C. ensiformis*), proporciona un producto aceptable en calidad y rendimiento (Jiménez et al. 2005). Sin embargo, para lograr el verdadero potencial de los sistemas de siembra, es importante que se tenga en cuenta las condiciones locales tanto ambientales como de suelo. En esta investigación se establece el mejor sistema de siembra de la asociación *Z. mays* y *C. ensiformis*, con base en la altura y el número de hojas de las plantas, bajo las condiciones de cultivo de la finca La Catara en el municipio de Puerto Lleras – Meta.

5 Objetivos

5.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de dos sistemas de fertilización y siembra sobre la altura y el número de hojas de las plantas de maíz (*Zea. mays*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis*) con fines de ensilaje.

5.2 Objetivos Específicos

Establecer el efecto de dos sistemas de fertilización y siembra sobre la altura y el número de hojas de las plantas de Maíz (*Z. mays*) en asociación con Canavalia (*C. ensiformis*).

Establecer el efecto de dos sistemas de fertilización y siembra sobre la altura y el número de hojas de las plantas de Canavalia (*C. ensiformis*) en asociación con Maíz (*Z. mays*).

Describir la asociación de Maíz (*Z. mays*) y Canavalia (*C. ensiformis*) bajo el efecto de dos sistemas de fertilización y siembra.

6 Marco Conceptual y Teórico.

El ensilaje de material vegetal para su conservación y posterior utilización como alimento de semovientes en temporadas donde la disponibilidad de material in situ, fresco y de calidad no está disponible, ya sea por factores climáticos estacionales, o por el manejo de las praderas, ha sido una alternativa de sostenibilidad y continuidad productiva de proteína animal (McDonald et al., 1991; Molina et al., 2004; Matta, 2005), sin embargo, los procesos de ensilaje, las especies vegetales utilizadas, las estrategias de siembra y manejo del cultivo, entre otros factores, tienen incidencia en la calidad de este (Jiménez et al. 2005)., por lo que establecer como estos factores, impactan la calidad del ensilaje, a nivel local, he incluso de las condiciones propias de cada predio o finca, es relevante dentro del sistema productivo individual.

6.1 Ensilaje de Maíz (*Zea. mays*).

Históricamente el maíz (*Z. mays*) se ha manejado como uno de los pilares de la alimentación humana y de los animales utilizados como fuente de proteína (Membiela y Cid, 1998), El maíz tiene sus orígenes en México, donde la cultura alrededor de este cereal, perdura en la actualidad (Trigo y Montenegro, 2002), el ciclo productivo del maíz está directamente relacionado con la luminosidad y la temperatura, en términos generales, el ciclo de desarrollo de las plantas de maíz es más rápido en cuanto más luminosidad y temperatura reciba (Raya y Peña, 1996), por lo que bajo las condiciones de los llanos orientales, se pueden obtener madures fisiológica del ciertas variedades de maíz, a partir de los 65 días después de la siembra (Rincón 2007), el rápido desarrollo de las plantas de maíz bajo las condiciones de la Orinoquia colombiana, permite el rápido abastecimiento de las materias primas para la elaboración del ensilaje, convirtiéndose en

una alternativa de nutrición animal durante la época de sequía, sin embargo, los contenidos nutricionales del ensilaje de maíz, contienen deficiencias en algunos de sus parámetros, como por ejemplo el contenido de proteína (Villa, et al., 2010), por lo que la asociación con especies leguminosas con fines de ensilaje, se ha presentado como una de las alternativas para mejorar los valores nutricionales del ensilaje (Titterton y Bareeba, 2001).

6.2 Ensilaje de Maíz (*Zea. mays*) Asociado con Leguminosas.

El uso de especies leguminosas como complemento proteico del ensilaje de maíz, se ha generalizado entre los productores, y las alternativas son numerosas y están ligadas a las zonas donde se cultiven (Titterton y Bareeba, 2001). Especies como la alfalfa (*Medicago sativa*) y el trébol rojo (*Trifolium pratense*), son utilizadas en países con estaciones (Titterton y Bareeba, 2001), mientras que especies como calliandra (*Calliandra calothyrsus*) y el cacahuate forrajero (*Gliricidia sepium*), son implementados en las zonas húmedas de centro américa (Titterton y Bareeba, 2001) y una de las leguminosas más ampliamente utilizadas en la preparación de ensilaje, desde el sur de Estados Unidos hasta argentina es la soja (*Glycine max*) (Titterton y Bareeba, 2001). En los llanos orientales de Colombia se han utilizado para ensilaje en asociación con el maíz, leguminosas como la ya mencionada soja (*G. max*), el frijol Caupí (*Vigna unguiculata*), el kudzu (*Pueraria phaseoloides*), Desmodium (*Desmodium ovalifolium*), con resultados variables y asociados a las condiciones particulares de los suelos (Plazas, 2002).

Una de las leguminosas que está siendo más estudiada por su rápido crecimiento, cobertura, aportes nutricionales, manejo de plagas, asociación con microorganismos del suelo como

micorrizas y bacterias nitrificantes, entre otras cualidades, es el frijol blanco Canavalia (*Canavalia ensiformis*) (Jiménez et ál. 2005).

6.3 Ensilaje de Maíz (*Zea. mays*) Asociado con Canavalia (*Canavalia ensiformis*).

La Canavalia (*Canavalia ensiformis*), es una leguminosa veranera, eficiente fijadora nitrógeno con buenas características de asociación con cultivos anuales, produce vainas grandes dehiscentes, las cuales contiene de 12 a 20 semillas blancas lisas (Bernal y Jiménez, 1990), es tolerante a suelos pobres por lo que es utilizada en la restauración de suelos poco fértiles o agotados por el uso agrícola (Binder, 1997). La Canavalia es bastante rústica, resistente al ataque de insectos fitófagos y a factores adversos como la sequía, utilizada como controladora de malezas, dada la buena cobertura sobre el suelo, como atrayente de entomofauna benéfica (Vázquez, 1995), esta especie, también ha sido utilizada como abono verde, ya que permite incorporar al suelo grandes cantidades de materia orgánica, mejorando las condiciones de suelo, el establecimiento de microorganismos y la disponibilidad de nutrientes para los cultivos asociados (Castro, et al., 2017) y en los últimos años ha sido bastante estudiada por su aporte proteico en la preparación de ensilaje (Plazas, 2002).

La demanda de proteína por parte de los países en desarrollo y los recursos que estos están dispuestos invertir para obtenerla, son argumentos sólidos para incentivar la búsqueda de especies vegetales que incrementen el valor nutricional del ensilaje, y la Canavalia (*C. ensiformis*), por sus contenidos de proteína y su adaptabilidad a las condiciones de suelo deficientes, representa una alternativa de asociación con el maíz para silo (Jiménez et ál. 2005).

El establecimiento de cultivos asociados para la elaboración de ensilaje, mejora a eficiencia del uso del suelo, respecto a la disponibilidad de proteína para la alimentación de los animales, y la conservación y mejoramiento de las condiciones productivas del suelo (Jiménez et ál. 2005).

Dentro de los factores que influyen en el desarrollo de las plantas, en este caso el Maíz (*Zea. mays*) asociado con Canavalia (*Canavalia ensiformis*), es la condición local de los suelos, por lo tanto el desarrollo de trabajos de investigación, con el fin de establecer estrategias de manejo de cultivo a nivel de parcela resultan ser relevantes, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de dos sistemas de fertilización y siembra sobre la altura y el número de hojas de las plantas de maíz (*Zea. mays*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis*) con fines de ensilaje en la finca la catara en el municipio de Puerto lleras – Meta.

7 Materiales y Métodos

7.1 Área de Estudio

El trabajo se desarrolló en la finca La Catara, ubicada en el km 9 vía Puerto Lleras – Puerto Dali, en el municipio de Puerto Lleras en el departamento del Meta, con 243 msnm en promedio, clima tropical, 25,6°C de temperatura media, precipitación anual de 2814 mm, con tiempo seco de diciembre a marzo y lluvias durante el resto del año.

7.2 Metodología

7.2.1 Preparación del Terreno.

La preparación de área de estudio, se realizó con dos intervenciones de rastra y dos intervenciones de pulidor (Fig. 1A), una vez preparado el terreno, se delimito el área de los cuatro tratamientos en cuatro parcelas de 484 m² (Fig. 1B), las parcelas donde se desarrollaron los tratamientos convencionales fueron aplacadas con Atrazina, como herbicida pre emergente (Fig. 1C).

7.2.2 Plan de Fertilización Química

Una vez preparado el terreno, y antes de la siembra, se realizó la aplicación manual y en líneas, de 5kg de campofos, 3 kg de urea, 3 kg de kieserita, por parcela. La segunda aplicación se realizó a los 15 días posteriores a la siembra, cuando el maíz presento de 4 a 6 hojas formadas, se aplicaron 1,5 kg de cloruro, 1,5 kg de campofer zinc y 5 kg de urea, la tercera aplicación se realizó 45 días después de la siembra, cuando el maíz presentaba entre 8 y 10 hojas formadas, se aplicaron 5 kg de cloruro, 3kg de campofer y 3 kg de zulcamac (Fig. 1D).



Figura 1. **A.** Mecanización del área de estudio. **B.** Delimitación de las parcelas de los tratamientos. **C.** Aplicación de Atrazina como herbicida pre emergente. **D.** Terreno listo para la siembra.

7.2.3 Control de Plagas Convencional

Para el manejo del cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* se realizó la aplicación directamente sobre los cogollos de las plantas de 250 cc de la mezcla de 50 cc de Lorsban en 20 L de agua, las siguientes aplicaciones se realizaron según las observaciones del desarrollo de la plaga, con el uso de inhibidores de quitina y Cipermetrina. Para el manejo de la Mancha de asfalto *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*, se aplicó carbedazil y tropiconazoles, según las observaciones del avance de la enfermedad.

7.2.4 Plan de Fertilización Orgánica

Dentro de esta propuesta, se realizó la activación de las semillas, con el uso de un purín, el cual se elaboró con la mezcla de panela y las buenazas, que son un conjunto de microorganismos eficientes, que se dejó fermentar por dos días, una vez fermentado, se colocaron en imbibición las semillas por 8 horas, posteriormente se procedió a la siembra. Tres días después de la germinación, se aplicó directamente a la raíz, un caldo de lombricompos, elaborado con 1 kg de melaza disuelto en 20 L de agua y 5 kg de lombricompos. 15 días después de la germinación, se aplica nuevamente el caldo de lombricompos y adicionalmente se aplica un caldo supermagro, compuesto por 200 L de agua lluvia, 60 kg de estiércol fresco, 12 kg de melaza, 1 kg de cal agrícola, 1 kg de sulfato de cobre, 1 kg de sulfato de magnesio, 1 kg de sulfato de zinc, ½ kg de sulfato de manganeso, ½ kg de sulfato de hierro, 1 kg de bórax y 10 L de leche de vaca o suero de leche. A los 30 días después de la germinación, se aplicó nuevamente el caldo súper magro y se adiciono caldo agromil, el cual está compuesto por 20 kilos de estiércol de vaca, 8 planta recogidas en el cultivo y en el monte, 100 L de agua y 5 kg de melaza. A los 45 días realizamos una última aplicación de caldo supermagro.

7.2.5 Control de Plagas Orgánico

Para el manejo del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, se aplicó una solución orgánica que contenía 500 g de ortiga (*Urtica dioica*), 50 g de melaza y 20 L de agua, esta mezcla se filtró y se aplicaron 250 cc directamente en los cogollos de las plantas. El manejo de *S. frugiperda* se reforzó con la aplicación de una solución de 100 g de ajo (*Allium sativum*) y 100g de ají (*Capsicum annum*) en 20 L de agua, esta mezcla se filtró y se aplicaron 250 cc directamente en

los cogollos de las plantas. Para el manejo de la Mancha de asfalto se aplicaron 250 cc de caldo bordelés, que es una solución de 200 g de sulfato de cobre y 200 g de la cal viva en 20 L de agua, y se reforzó con la aplicación de 200 cc de caldo sulfacalcico, que es una solución de 2 Kg de azufre y 1 Kg de cal viva en 20 L de agua.



Figura 2. Recipientes de 200 L donde se elaboraron los fertilizantes orgánicos caldo de lombricompos, caldo supermagro, caldo agromil.

7.3 Tratamientos

Una vez adecuado el terreno y delimitadas las parcelas para cada tratamiento, se sembraron siguiendo las siguientes especificaciones: Tratamiento 1 (Convencional menor densidad)= Fertilización química, distancia entre surco de maíz 1,0 metros, Canavalia en medio de dos surcos de maíz, distancia de siembra entre planta y planta 0,5 metros. Tratamiento 2 (Orgánico menor densidad)= Fertilización orgánica, distancia entre surco de maíz 1,0 metros, Canavalia en

medio de dos surcos de maíz, distancia de siembra entre planta y planta 0,5 metros. Tratamiento 3 (Convencional mayor densidad)= Fertilización química, distancia entre surco de maíz 0,8 metros, Canavalia en medio de dos surcos de maíz, distancia de siembra entre planta y planta 0,3 metros. Tratamiento 4 (Orgánico mayor densidad)= Fertilización orgánica, distancia entre surco de maíz 0,8 metros, Canavalia en medio de dos surcos de maíz – distancia de siembra entre planta y planta 0,3 metros) (Fig. 3).



Figura 3. Siembra de las parcelas según las especificaciones de los tratamientos.

7.4 Recolección de Datos en Campo.

La toma de datos se inició 10 días después de la siembra, y se continuo cada 10 días hasta los 70 días después de la siembra, las variables que se evaluaron fueron la altura de las plantas y el

número de hojas de las plantas de Maíz (*Z. mays*) como de las plantas de Canavalia (*C. ensiformis*). Por último se realizó un análisis bromatológico del ensilaje del tratamiento 1 y del ensilaje del tratamiento 4.

7.5 Análisis de los Datos.

Después de verificar los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas, de las variables altura y número de hojas de las especies, Maíz (*Z. mays*) y Canavalia (*C. ensiformis*) se procede a hacer un Análisis de Varianza ANOVA para establecer si existen diferencias entre los tratamientos, y un análisis de comparación de medias (Test de Duncan), para establecer los tratamientos que presentan estas diferencias. Se realizó un análisis cualitativo de los resultados arrojados por los estudios bromatológicos.

8 Resultados y Discusión

8.1 Altura y Numero de Hojas Maíz (*Zea mays*)

Los resultados sugieren que durante el desarrollo del maíz, (*Z. mays*), la altura de las plantas y el número de hojas, fue similar entre los tratamientos convencional y orgánico a menor densidad y el orgánico a mayor densidad, el tratamiento convencional a mayor densidad fue el que menos altura registro, pero fue el tratamiento que a los 50 días después de la siembra, registro el pico respecto al número de hojas, sin embargo al finalizar las evaluaciones a los 70 días después de la siembra, presento una disminución considerable incluso por debajo de los demás tratamientos (Fig. 4). la altura de las plantas de maíz, está relacionado de forma positiva con la cantidad de materia seca que se obtiene, que es uno de los factores importante al momento de hacer el ensilaje (Aello, 2008).

Los tratamientos orgánicos, presentaron un mejor desarrollo en altura de las plantas (Fig. 5), esto pudo estar asociado a una mayor interacción de las plantas con los microorganismos del suelo, ya que el uso de abonos orgánicos estimula el establecimiento y desarrollo de microorganismos que ayudan a las plantas aumentando su capacidad de absorción de nutrientes (Jiménez, et al., 2019), los tratamientos de menor densidad de siembra, presentaron los mejores resultados tanto en altura de plantas como en número de hojas, contrario a lo que muestran estudios realizados donde la densidad de siembra se relaciona de forma directa con la altura de las plantas dada la etiolación de las por competencia lumínica (Sánchez, et al., 2000), sin embargo en este trabajo, las densidades de siembra del maíz en asociación con la Canavalia, fueron menores que las que se manejan con la siembra de solo maíz.

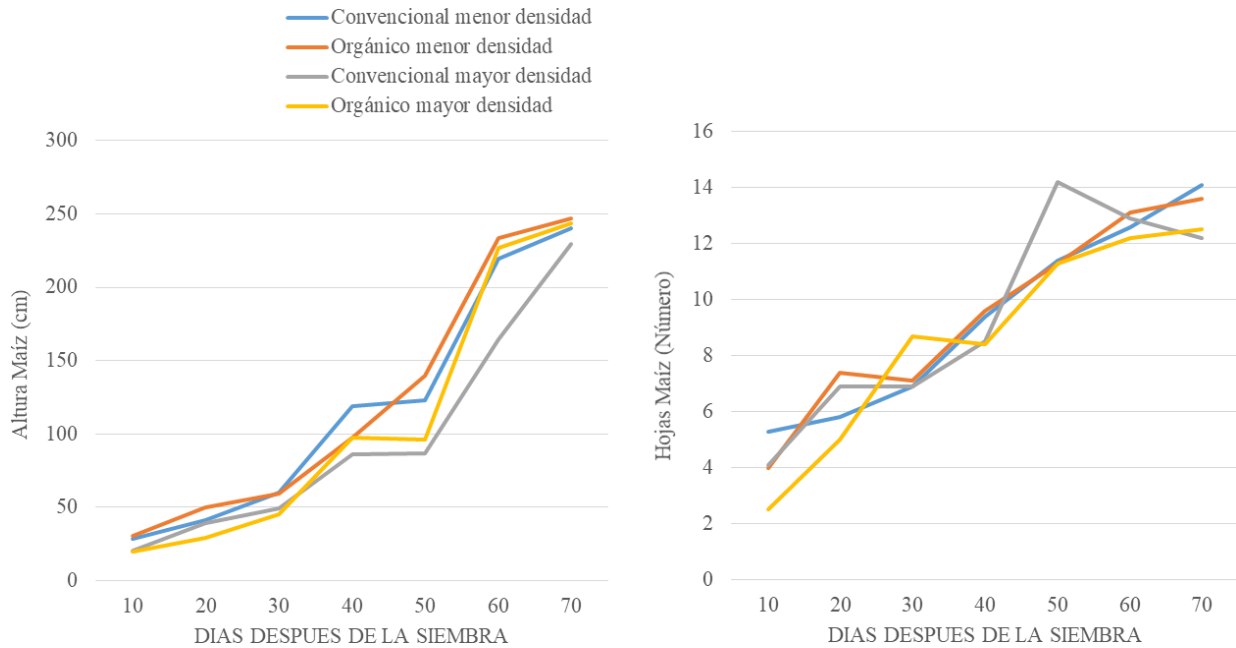


Figura 4. Altura de planta y número de hojas promedio del Maíz (*Zea mays*) evaluadas cada 10 días hasta los 70 días después de la siembra.

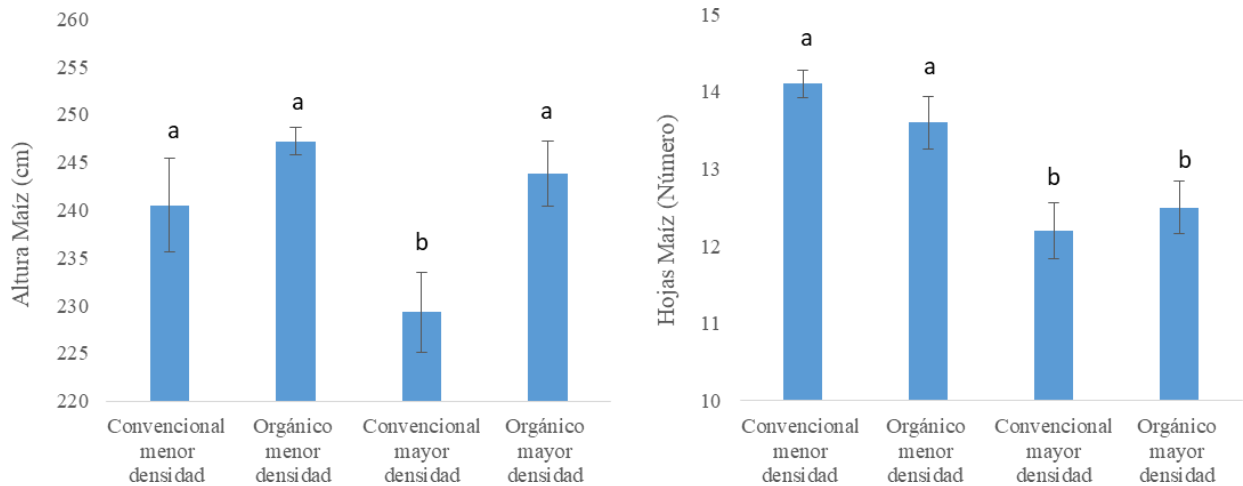


Figura 5. Altura de planta y número de hojas promedio del Maíz (*Zea mays*) evaluadas a los 70 días después de la siembra.

El tratamiento convencional con mayor densidad, registro los menores tamaños de las plantas de maíz (Fig. 5), probablemente este resultado este asociado a una mayor competencia por espacio y nutrientes (Sánchez, et al., 2000) y una reducción de la actividad microbiana en el suelo dada por la fertilización con base química (Rojas y Bedoya, 2013), el tratamiento biológico con mayor densidad presento diferencias significativas (Duncan $< 0,05$), respecto al tratamiento convencional con mayor densidad, lo que puede estar relacionada con la eficiencia de los microorganismos del suelo, que se ven estimulados positivamente por la fertilización biológica (Jiménez, et al., 2019). La aplicación de herbicidas como pre emergente en los tratamientos convencionales, pudo haber afectado desde el inicio de la investigación el desarrollo de los microorganismos en el suelo afectando la interacción de estos con las raíces de las plantas reduciendo la capacidad de llegar a los nutrientes de poca movilidad en el suelo (Rojas y Bedoya, 2013).

8.2 Altura y Numero de Hojas Canavalia (*Canavalia ensiformis*)

El desarrollo de las plantas de Canavalia (*C. ensiformis*), expresado en la altura y numero de hojas, fue mayor en el tratamiento orgánico a mayor densidad mostrando diferencias significativas con los demás tratamientos (Duncan $< 0,05$) (Fig. 7), seguido por el desarrollo de las plantas bajo el tratamiento el orgánico a menor densidad, el cual también presento diferencias significativas con respecto al desarrollo de las plantas en los tratamientos convencionales (Duncan $< 0,05$), los cuales no mostraron diferencias significativas entre sí (Duncan $< 0,05$).

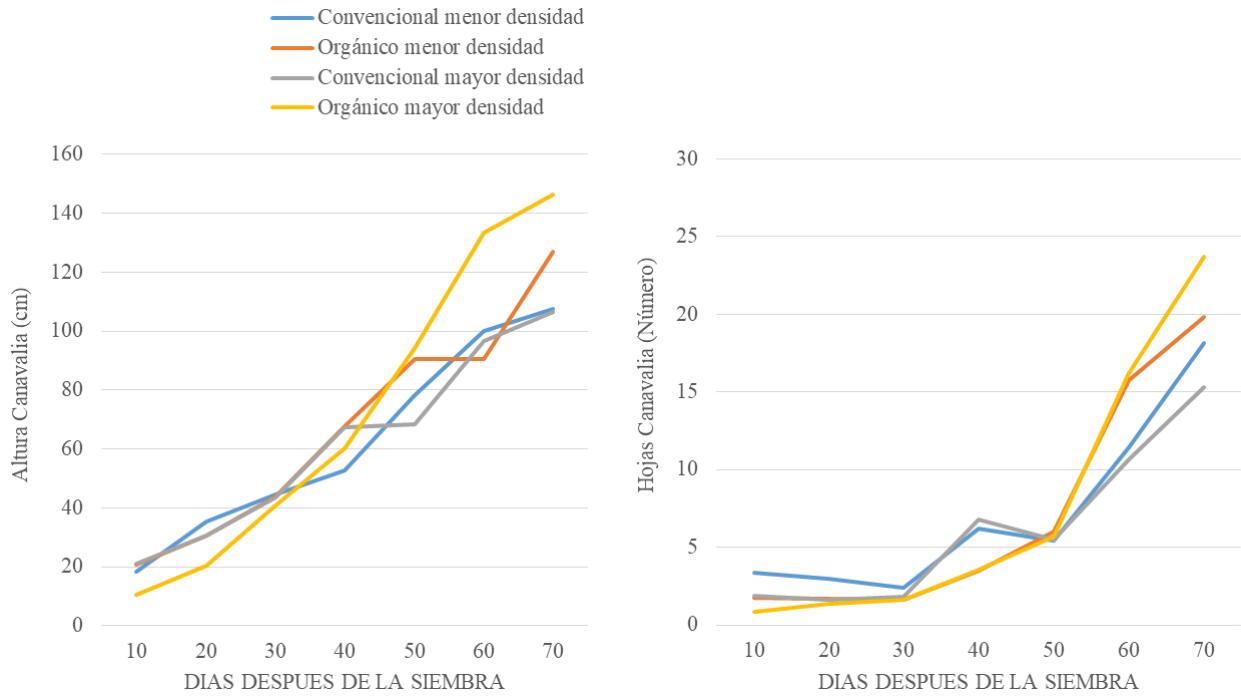


Figura 6. Altura de planta y número de hojas promedio de la Canavalia (*Canavalia ensiformis*) evaluadas cada 10 días hasta los 70 días después de la siembra.

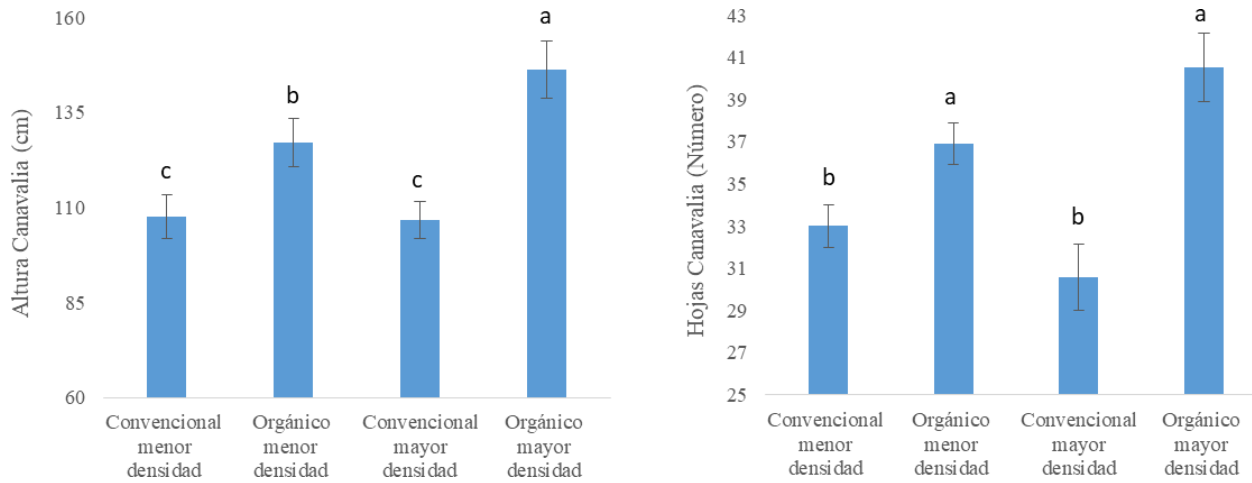


Figura 7. Altura de planta y número de hojas promedio de la Canavalia (*Canavalia ensiformis*) evaluadas a los 70 días después de la siembra.

El mayor crecimiento de las plantas bajo los tratamientos orgánicos, puede estar relacionada con una mayor actividad de los microorganismos del suelo (Rojas y Bedoya, 2013) y una mayor fijación del nitrógeno por parte de las bacterias nitrificantes presentes en la raíces de la *Canavalia*, microorganismos que probablemente se vieron afectados y su eficiencia se vio reducida en los tratamientos convencionales, razón por la cual su crecimiento y número de hojas fue significativamente menor ($Duncan < 0,05$) (Jiménez et ál. 2005).

La altura de las plantas de *Canavalia*, pudo estar influenciada por la mayor densidad, al tener que competir por espacio y luz (Herrera, et al., 2014), sin embargo, el tratamiento biológico a mayor densidad y una posible interacción más eficiente de los microorganismos del suelo con respecto al tratamiento convencional a mayor densidad, pudo hacer la diferencia en la respuesta de las plantas. Microorganismos en el suelo que han coevolucionado con el sistema radicular de ciertas plantas, se pueden ver beneficiados con la implementación de fertilizantes orgánicos, los cuales por su contenido de materia orgánica y la activación de microorganismos eficientes con la utilización de azúcares de rápida asimilación presentes en la melaza, ponen a disposición de la planta, un potencial de posibles asociaciones mutualistas con microorganismos que ayudan a que la exploración de las raíces en el suelo sea mayor y a cambio la planta provee a estos microorganismos de celulosa aminoácidos (Martín, et al., 2009), estas interacciones son las que probablemente se presentaron en las plantas con los tratamientos biológicos.

8.3 Altura y Numero de Hojas Combinación Maíz (*Zea. mays*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis*)

La mejor relación de desarrollo de las dos especies, Maíz (*Z. mays*) y Canavalia (*C. ensiformis*), se presentó en el tratamiento biológico a mayor densidad, donde la altura en ambas especies fue superior respecto a los demás tratamientos (Duncan < 0,05) (Fig. 6), el número de hojas para la Canavalia en este tratamiento también registro los mayores valores (Duncan < 0,05) (Fig. 7) y aun que el número de hojas en el maíz no fue el más alto, esta variable se puede ver compensada con un mayor número de plantas dada la mayor densidad de siembra de este tratamiento, como se evidencia en trabajos de evaluación de densidades de siembra de la asociación Maíz, Canavalia, que han arrojado resultados tendientes a que un menor desarrollo de las plantas puede ser compensado con el procesamiento de un mayor número de plantas (Sánchez, et al., 2000; Herrera, et al., 2014). Los contenidos de proteína en el ensilaje del maíz, son aumentados con la incorporación del material vegetal de la Canavalia (Jiménez et ál. 2005), por lo que el resultado de obtener mayor altura y numero de hojas en esta especie bajo el tratamiento bilógico a una mayor densidad, puede ayudar en el aumento del volumen de silo y de su contenido de proteína, mejorando la calidad y la eficiencia del proceso.

8.4 Contenidos del Ensilaje Maíz (*Zea. mays*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis*), con Tratamiento Convencional y Orgánico.

Los contenidos de materia seca fueron mayores en el ensilaje de las plantas que provenían de los tratamientos orgánicos, este es un factor importante en la calidad de ensilaje, ya que un menor contenido de agua aumenta el contenido energético del ensilaje (Jiménez et ál. 2005).

Tabla 1. Resultados de los análisis bromatológicos de los ensilajes Maíz (*Zea. mays*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis*), provenientes de los tratamientos orgánicos y convencionales

Ítem	Ensilaje tratamiento convencional	Ensilaje tratamiento orgánico
Materia seca (%)	20,6	22,6
Proteína cruda (%)	10,1	9,6
Ceniza (%)	7,2	7,4
pH.	4,1	4,2

Los contenidos de proteína cruda fueron superiores en el ensilaje proveniente del cultivo convencional, (Tabla 1), sin embargo el análisis de proteína cruda no brinda información concluyente respecto al contenido de aminoácidos y de la eficiencia digestiva de los animales, ya que este análisis no discrimina entre la proteína verdadera y el nitrógeno no proteico, por lo tanto no es un ítem decisorio (Flores, 2003). La ceniza está relacionada con el contenido de materia orgánica, a menor porcentaje de ceniza mayor es el porcentaje de materia orgánica (Flores, 2003), en los análisis se observa que la ceniza en el ensilaje orgánica es mayor, sin embargo la diferencia de 0,2 puntos porcentuales no representa una factor significativo en la calidad del ensilaje (Flores, 2003). El pH, ideal del silo esta alrededor de 4, (Flores, 2003), por lo que el pH obtenido en los dos ensilajes, cumple con los criterios de calidad.

9 Conclusiones

La altura de las plantas de maíz (*Zea. mays*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis*) se vieron beneficiadas por la fertilización orgánica y por una mayor densidad de siembra.

El número de hojas en las plantas de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) se vio beneficiada por la fertilización orgánica y una mayor densidad de siembra, el maíz (*Zea. mays*) no presentó un mayor número de hojas, pero esto se ve compensado con una mayor cantidad de plantas establecidas, una mayor cantidad de mazorca y probablemente una mejor calidad nutricional.

Los tratamientos biológicos, tuvieron mejores valores en altura en las plantas de maíz (*Zea. mays*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis*), probablemente relacionado con una mayor actividad de los microorganismos del suelo y mejor disponibilidad y asimilación de los nutrientes.

Los contenidos de los análisis bromatológicos, fueron limitados, por esta razón los análisis de valores nutricionales más detallados, son necesarios para poder hacer conclusiones más acertadas.

10 Referencias Bibliográficas

- Aello, M. S., di Marco, O. N., Parodi, G. M., & Gutiérrez, L. M. (2008). Corte de dos híbridos de maíz a alturas de 15 o 50 cm en el rendimiento del ensilaje y del rastrojo dejado por el corte alto. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 16(4), 205-214.
- Bernal, M., & Jiménez Bulla, L. C. (1990). Haba criolla *Canavalia ensiformis* (Linneo) De Candolle:(Fabaceae-Faboideae).
- Binder, U. (1997). *Manual de leguminosas de Nicaragua* (Vol. 1). Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central.
- Castro, R. E., Sierra, E., Mojica, J. E., Carulla, J. E., & Lascano, C. E. (2017). Efecto de especies y manejo de abonos verdes de leguminosas en la producción y calidad de un cultivo forrajero utilizado en sistemas ganaderos del trópico seco. *Archivos de zootecnia*, 66(253), 99-106.
- Flores Calvete, G. (2003). Factores que afectan a la calidad del ensilaje de hierba ya la planta de maíz forrajero en Galicia y evaluación de métodos de laboratorio para la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de estos forrajes ensilados (Doctoral dissertation, Agrónomos).
- Fernández, J. M., & Aranda Ibáñez, E. M. (2019). Influencia del estiércol compostado y micorriza arbuscular sobre la composición química del suelo y el rendimiento productivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.). *Nova Scientia*, 11(23).
- Herrera, D., Guerrero, B., & Gordón, R. (2014). Efecto de la Densidad de Siembra y Arreglo Espacial Sobre la Producción de Grano y de Forraje de *Canavalia ensiformis*, Los Santos, Panamá, 1994. *Síntesis de Resultados Experimentales del PRM 1993-1995*, 136.
- Jiménez Ortiz, M. M., Gómez Álvarez, R., Oliva Hernández, J., Granados Zurita, L., Pat
- Jiménez, P. A., Cortés, H., & Ortiz, S. (2005). Rendimiento forrajero y calidad del ensilaje de *Canavalia* en monocultivo y asociada con maíz. *Acta Agronómica*, 54(2), 31-36.
- Martín, G. M., Rivera, R., Arias, L., & Rentería, M. (2009). Efecto de la *Canavalia ensiformis* y micorrizas arbusculares en el cultivo del maíz. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 43(2), 191-199.

- Matta, L. S. (2005). Estrategias modernas para la conservación de forrajes en sistemas de producción bovina tropical. *Ciencia y tecnología agropecuaria*, 6(2), 69-80.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE (1991) *The Biochemistry of Silage*. 2a ed. Wiley. Chichester, RU. 340 pp
- Membiela, P., & Cid, M. C. (1998). Desarrollo de una unidad didáctica centrada en la alimentación humana, social y culturalmente contextualizada. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(3), 499-512.
- Molina, A. M. G., Roa, L. B., Alzate, S. R., León, J. G. S. D., & Arango, A. F. B. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista lasallista de investigación*, 1(1), 66-71.
- Plazas, B. (2002). Proyecto gramíneas y leguminosas tropicales. Llanos Orientales de Colombia: Convenio MADR-CIAT: Actividades año 2001-julio 2002.
- Raya, P. J., & Peña-Valdivia, C. (1996). Procesos Bioquímicos-Fisiológicos del Maíz Involucrados en la Tolerancia a la Sequía. *Developing Drought-and Low N-Tolerant Maize, El Batán (Mexico) 25-29 Mar 1996*.
- Rincón, A. C. (2007). Efecto del nitrógeno en la rehabilitación de pasturas de *Brachiaria decumbens* utilizando la asociación con maíz en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*, 2.
- Rojas, L. Y. O., & Bedoya, G. C. (2013). Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo. *Acta agronómica*, 62(1), 66-72.
- Sánchez, D. G. R., Mascorro, A. G., & Amaya, J. S. C. (2000). Respuesta del maíz para ensilaje a métodos de siembra y densidades de población. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 23(1), 37-47.
- Titterton, M., & Bareeba, F. (2001). Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los trópicos. *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. Serie Estudios FAO. Producción y protección vegetal*, 161, 53-56.
- Trigo, Y. M., & Montenegro, J. L. (2002). El maíz en México: biodiversidad y cambios en el consumo. *Análisis económico*, 17(36), 281-303.

Villa, A. F., Meléndez, A. P., Carulla, J. E., Pabón, M. L., & Cárdenas, E. A. (2010). Estudio microbiológico y calidad nutricional del ensilaje de maíz en dos ecorregiones de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(1), 65-77.