

Evaluación de la densidad de siembra sobre los contenidos de nitrógeno en la biomasa de canavalia (*canavalia ensiformis*) utilizada como abono verde

Fanny Elizabeth Burgos Gualdrón

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECA
Programa Agronomía
2022

Evaluación de la densidad de siembra sobre los contenidos de nitrógeno en la biomasa de canavalia (*canavalia ensiformis*) utilizada como abono verde

Fanny Elizabeth Burgos Gualdrón

Trabajo para optar al título de Agronomo

Director:
Dayro Enrique Cortes Martínez
Zootecnista, Esp.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA
Programa Agronomía
2022

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del jurado

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al gran apoyo que recibí de muchas personas de las que me siento afortunada de estar rodeada.

A mi director de trabajo investigativo Dayro Enrique Cortes Martínez, por su ayuda constante y desinteresada en cualquier momento, siempre me ayudo a mejorar y me motivaba a seguir.

A mi Universidad Nacional Abierta y a Distancia, porque de ella aprendí lo que soy en estos momentos. Se aprende en este caminar educativo a socializar, debatir, intercambiar temas, ideas no importa si son buenas o malas. Son incontables los agradecimientos por acompañarme en este recorrido académico.

Resumen

los abonos verdes son una alternativa orgánica que permite incorporar contenidos de nitrógeno en los suelos se presenta a la canavalia (*Canavalia ensiformis*), esta es una especie de la familia Fabaceae que por su buen desarrollo bajo condiciones adversas de suelo y humedad es considerada como una alternativa eficiente como fuente de biomasa ideal en la producción de abonos de tipo orgánico y teniendo en cuenta que se requieren alternativas disponibles y aplicables, esta investigación se planteó como objetivo la evaluación de diferentes densidades de siembra de *C. ensiformis*, sobre las variables, altura de las plantas, el peso verde y seco, y los contenidos de nitrógeno estimados con el método de Kjeldahl. Para dar cumplimiento se manejaron cuatro parcelas con un factor diferencial relacionado con las densidades de siembra a evaluar, sobre el surco central se seleccionaron, completamente al azar, 10 plantas sobre las cuales se evaluaron las variables de estudio, se realizó un análisis de varianza ANOVA y una prueba de Duncan ($< 0,05$) para establecer diferencias entre los tratamientos. La altura de las plantas en el tratamiento con mayor densidad fue de 74,6cm, significativamente menor que los demás tratamientos ($< 0,05$), sin embargo, el peso verde y seco fue mayor en el tratamiento más denso con valores de 25,4 ton/ha, y 6,8 ton/ha respectivamente. El mayor contenido de nitrógeno se registró en el tratamiento con mayor densidad donde se reportan 221 kg/ha, respecto a los tratamientos menos densos, los cuales no superaron los 184 ton/ha, lo que permite inferir que la densidad juega un papel importante al analizar resultados de aporte de nutrientes al suelo

Palabras clave: Nutrición vegetal. Amoniac. Manejo orgánico. Fabaceae.

Abstract

Bearing in mind that green manures are an organic alternative that allows the incorporation of nitrogen content in the soil, the canavalia (*Canavalia ensiformis*) is presented. This is a species of the Fabaceae family that, due to its good development under adverse soil and humidity conditions, is considered as an efficient alternative as an ideal biomass source in the production of organic fertilizers and taking into account that efficient, available and applicable alternatives are required, in this research the evaluation of different planting densities of *C. ensiformis*, on the variables, plant height, green and dry weight, and nitrogen content estimated with the Kjeldahl method. To comply, four plots were managed with a differential factor related to the planting densities to be evaluated, on the central furrow 10 plants were selected, completely at random, on which the study variables were evaluated, an ANOVA analysis of variance was performed. and a Duncan test (<0.05) to establish differences between treatments. The height of the plants in the treatment with the highest density was 74.6 cm, significantly lower than the other treatments (<0.05), however, the green and dry weight was higher in the denser treatment with values of 25, 4 ton/ha, and 6.8 ton/ha respectively. The highest nitrogen content was recorded in the treatment with the highest density, where 221 kg/ha were reported, compared to the less dense treatments, which did not exceed 184 ton/ha, which allows inferring that density plays an important role in analyze results of nutrient supply to the soil

Key words: Plant nutrition. Ammonia. Organic management. Fabaceae.

Tabla de Contenido

Resumen.....	5
Introducción.....	10
Planteamiento del problema y Justificación.....	12
Objetivos	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos.....	13
Marco Teórico.	14
Plagas y enfermedades	15
Importancia de los abonos verdes	16
Materiales y métodos	19
Metodología.....	19
Preparacion del terreno y siembra.....	20
Variables de estudio	20
Discusión y análisis de resultado.....	22
Crecimiento en altura de las plantas de canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) bajo diferentes densidades de siembra	22
Biomasa aportada por el follaje de las plantas de canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) bajo diferentes densidades de siembra	24
Contenidos de nitrógeno en la biomasa de las plantas de canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) bajo diferentes densidades de siembra	26
Conclusiones	29
Recomendaciones	30
Referencias Bibliográficas	31
Unidireccional	39

Lista de tablas

Tabla 1. Especificaciones de los tratamientos, separación entre surcos y plantas, y densidad de siembra de *Canavalia ensiformis* 30

Lista de ilustraciones

- Figura 1.** Altura promedio de las plantas de *Canavalia ensiformis*, según la densidad de siembra, a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.....24
- Figura 2.** Peso verde en kilogramos por hectárea del follaje de *Canavalia ensiformis*, a diferentes densidades de siembra.....25
- Figura 3.** Peso seco en kilogramos por hectárea del follaje de *Canavalia ensiformis*, a diferentes densidades de siembra26
- Figura 4.** Contenido de nitrógeno en kilogramos por hectárea del follaje de *Canavalia ensiformis*, a diferentes densidades de siembra28
- Figura 5.** Contenido de nitrógeno en gramos por planta de *Canavalia ensiformis*, a diferentes densidades de siembra.....29

Introducción

El nitrógeno es uno de los elementos fundamentales para la producción agrícola en el mundo, ya que interviene en los procesos fisiológicos vitales como la producción de aminoácidos y proteínas, de gran importancia en la actividad celular y como componentes del ADN, el nitrógeno hace parte de la clorofila, compuesto que transforma la energía lumínica en energía química, dentro del metabolismo de las plantas (Solís. 2019). Durante miles de años, la demanda de nitrógeno por parte de la producción agrícola, no fue un problema, sin embargo, la reducción de la disponibilidad de nitrato en el suelo a principios del siglo XX impulso el desarrollo de tecnologías que de forma industrial transformarían el nitrógeno atmosférico en amoníaco líquido, y disponible para la industria agrícola (Morales, et al. 2019), este avance tecnológico no solo permitió la sostenibilidad de la agricultura, sino que hizo parte fundamental de la revolución verde que se gestó entre los años 1940 y 1960 y que sigue siendo base de la agricultura hoy en día (Gutiérrez. 2020). A pesar de ello la implementación masiva de fertilizantes nitrogenados ha traído como consecuencia, lo que se denomina flujo de nitrógeno no utilizado, el cual es 300 veces más contaminante que el dióxido de carbono (Montenegro. 2020).

Frente a este panorama es que la agricultura orgánica ha venido constituyéndose en un movimiento que está tomando fuerza en las distintas cadenas de producción en el mundo, las practicas de agricultura orgánica pretenden disminuir el uso de fertilizantes nitrogenados en sus procesos de producción, reduciendo también su huella de carbono (Soto. 2020) y una de las alternativas que toma fuerza, en la implementación de abonos verdes, que mejoren las condiciones biológicas de los suelos, incentivando la colonización de microorganismos que de forma natural permitan que los nutrimentos en el suelo queden disponibles para las plantas (Soto. 2020). La

producción de abonos verdes requiere de especies vegetales, que sean eficientes en la transformación de los recursos en biomasa, y que evolutivamente presente simbiosis con diferentes microorganismos que sean eficientes en la fijación de nutrimentos en el suelo (Castro, et al. 2017).

De acuerdo a lo anterior el estudio encuentra en la canavalia *C. ensiformis*, a una planta de la familia fabácea, que presenta un rápido desarrollo, una buena producción de biomasa y cuyo comportamiento es bueno incluso bajo condiciones deficientes de fertilidad y humedad (Ojeda, et al. 2019), lo que la convierte en una especie interesante para el desarrollo de abonos verdes. Es así como esta investigación, se propuso evaluar el efecto de la densidad de siembra, sobre el desarrollo y los contenidos de nitrógeno en la biomasa de canavalia, con el fin de estimar los aportes de nitrógeno de esta especie como abono verde. A partir del desarrollo de la investigación se estimó que el nitrógeno aportado en densidades de 83.250, 66.600, 55248 y 47.286 plantas por hectárea. Lo que indica que existe un mayor aporte de Nitrógeno en los tratamientos 1 y 3 con 221.02 N/Ha y 183.80 N/Ha respectivamente.

Planteamiento del problema y Justificación

La degradación de las áreas de cultivo a causa de las malas prácticas en las explotaciones agrícolas, aunado al alza sostenida de los precios de los insumos agrícolas en la última década, son algunas de las causas de la pérdida de productividad de los suelos, con impactos negativos considerables en las agroindustrias de producción masiva de alimentos, las cuales basan su producción vegetal en la adecuación de tierras con grandes cantidades de enmiendas y fertilizantes químicos (Gudiño. 2018), esta realidad ha impulsado a científicos y productores a buscar alternativas de nutrición de sus cultivos y una de estas alternativas, es la implantación de abonos verdes a base de la biomasa de los residuos vegetales, principalmente de forrajes de hoja ancha, pertenecientes a la familia de las fabáceas o leguminosas, las cuales además de tener una conversión eficiente de recursos en biomasa, presenta relaciones simbióticas con bacterias nitrificantes y hongos micorrízicos, que fijan de forma natural en el suelo, nutrientes elementales para el desarrollo de las plantas (Padrón, et al. 2020).

Una de las fabáceas, que ha registrado un comportamiento aceptable bajo condiciones extremas de suelo y déficit hídrico, es la Canavalia (*C. ensiformis*), especie que por su rápido desarrollo y contenidos nutricionales en biomasa se ha convertido en una de las plantas promisorias para su implantación como fuente de biomasa para incorporación de abonos verdes (Padrón, et al. 2020), en esta investigación, se evaluó la dinámica de crecimiento, el peso verde y seco y los contenidos de nitrógeno en el follaje de *C. ensiformis* bajo cuatro densidades de siembra, en Acacias Meta.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar de la densidad de siembra sobre los contenidos de nitrógeno en la biomasa de canavalia (*Canavalia ensiformis*) utilizada como abono verde.

Objetivos Específicos

Determinar la dinámica de crecimiento en altura de las plantas de canavalia (*Canavalia ensiformis*) bajo diferentes densidades de siembra.

Establecer la cantidad de biomasa aportada por el follaje de las plantas de canavalia (*Canavalia ensiformis*) bajo diferentes densidades de siembra.

Estimar los contenidos de nitrógeno en la biomasa de las plantas de canavalia (*Canavalia ensiformis*) bajo diferentes densidades de siembra.

Marco Teórico.

La Canavalia ensiformis es una leguminosa cuyo origen se encuentra en discusión, según Machicado Paco (2018) hay dos posturas en autores que indican que es originaria de india occidental y por otro dice que es originaria de América Central y del Sur de México, se le conoce con varios nombres comunes tales como canavalia, frijol de chanco, frijol espada, frijol machete, frijol mantequilla, frijol de vaca, frijolón, haba blanca Tórrez Lira & Tórrez Gutiérrez (2019). Esta planta es usada principalmente como abono verde en alimentación animal (forraje - ensilajes), insecticida (control de hormiga arriera *Atta spp*, babosas del campo,) y como parte fundamental en sistemas agroforestales entre otros.

Nombre científico	Canavalia ensiformis
Reino	Plantea
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	Canavalia
Especie	Canavalia ensiformes

Fuente: Muñoz, 2019.

Canavalia ensiformis es una leguminosa cuyo origen se encuentra en discusión, según Machicado Paco (2018) hay dos posturas en autores que indican que es originaria de india occidental y por otro dice que es originaria de América Central y del Sur de México, se le conoce con varios nombres comunes tales como canavalia, frijol de chanco, frijol espada, frijol machete, frijol mantequilla, frijol de vaca, frijolón, haba blanca Tórrez Lira & Tórrez Gutiérrez (2019). Esta planta es usada principalmente como abono verde en alimentación animal (forraje - ensilajes),

insecticida (control de hormiga arriera *Atta spp*, babosas del campo,) y como parte fundamental en sistemas agroforestales entre otros.

La planta es robusta presenta un ciclo anual a semi-perenne sus hojas constan de 3 folíolos membranáceos en forma de huevo, son ovadas de 6 a 12 cm de longitud y de color verde oscuro, su crecimiento vegetativo continua después de la floración y formación de vainas, su ciclo vegetativo oscila entre 14 semanas hasta 6 meses. Las inflorescencias aparecen aproximadamente a los tres meses y son de color blanco a rosados, las vainas son planas, largas y duras miden aproximadamente 30 centímetros de largo y 3,5 centímetros de ancho y sus granos son blancos con pesos superiores a un gramo, Hernández (2017). La siembra puede realizarse durante todo el año, pero hay que sincronizarlas de tal manera que las floraciones no ocurran en épocas de alta precipitación ya que ocasiona perdida de flores por el impacto de las lluvias y por ende la producción de semillas se ve comprometida. Hernández (2017). Su gran capacidad de adaptación le da un margen muy positivo para ser usada en suelos de mediana a baja fertilidad, en temporadas secas preferiblemente, ya que posee un sistema radicular profundo que le permite mantenerse con las reservas de humedad almacenadas en su estrato profundo. Lo que garantiza un crecimiento adecuado en condiciones de humedad y exposición directa a luz solar o con cobertura parcial (Hernández, 2017).

Plagas y Enfermedades

Los cultivos de canavalia no reportan problemas de plagas y pocas veces es atacado por insectos que no llegan a afectar su normal desarrollo, por el contrario, atrae abejas polinizadoras especialmente *Apis mellifera* en su periodo de floración (Ojeda, 2019).

La canavalia es muy utilizada en estrategias alternativas de fertilización en base a abonos verdes, para que esta se desarrolle depende ciertas condiciones climáticas, el ciclo del cultivo es de 170 a 240 días Tórrez y Tórrez (2019), con una altura entre 60 y 100 cm Tórrez y Tórrez (2019), requiere iluminación completa, aunque también tiene un buen desarrollo bajo sombra, se desarrolla sin limitantes desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm, requiere una precipitación mínima de 700 mm al año, y se adapta a temperaturas entre 15 y 28 °C, es una planta típica de día corto (10 a 12 horas de duración). Machicado Paco (2018), no es muy exigente en suelo, manejando un amplio rango de textura desde suelos arcillosos y húmedos, pasando por suelos francos y presenta algunas limitaciones en suelos arenosos, crece en suelos superficiales y profundos aunque la raíz pivotante se desarrolla mejor en suelos profundos, tolera pH entre 4.0 a 6.5, aunque su desarrollo es mayor en pH de 6.5 Hernández (2017), su crecimiento es herbáceo – rastrero. Produce de 3 – 7 t de MS/ha por año (Tórrez y Tórrez, 2019).

Importancia de los Abonos Verdes

Se entiende por abono verde el uso de determinadas plantas, tanto individualmente como mezcladas, generalmente de crecimiento rápido, que preceden o suceden a los cultivos comerciales, con el fin de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. García & Martínez (2004); los citados autores mencionan dentro de los múltiples beneficios la mejora significativa en los suelos en lo referente a aireación y circulación de agua, la humificación de las plantas dejan una importante cantidad de minerales que son absorbidas directamente por las raíces de las plantas beneficiadas y en relación a la actividad biológica se estimula el crecimiento de la población de microorganismos que le dan salud al suelo.

Otras ventajas económicas sobresalientes de los abonos verdes son que, una vez introducidos en las fincas, se pueden destinar pequeñas áreas a la producción de semillas, lo cual hace que disminuyan los costos por concepto de su adquisición e incluso, se pueden vender las semillas sobrantes y constituir una nueva fuente de ingresos para los campesinos Alonso (2015). Los abonos verdes tienen como objetivo el aumento y conservación de la materia orgánica del suelo y los nutrientes, especialmente el nitrógeno (N) este elemento puede ayudar a aumentar la bio-disponibilidad que es fundamental para el desarrollo de las plantas Rojas, (2020). El uso de Abonos Verdes en la agricultura actual es necesario ya que los fertilizantes de uso sintético vienen alterando el medio biológico y produciendo daños en los diversos ecosistemas Padrón, et al. (2020). los más utilizados en el mercado son la urea (46-0-0), monofosfato de amonio (MAP) (11-52-0), difosfato de amonio (DAP) (18-46- 0) y otros (Padrón, 2020)

La realidad de la sobreexplotación de los suelos agrícolas y el uso de fertilizantes químicos han causado rendimientos importantes a altos costos por lo que los abonos verdes son una estrategia tecnológica amigable con el medio ambiente que pueden incrementar los niveles de nitrógeno y materia orgánica en los suelos para promover los rendimientos en los cultivos. Es de resaltar lo descrito por Rodríguez y Jiménez (2018) en donde menciona los aspectos relevantes que favorecen los abonos verdes con el uso de plantas que mejoren la fertilidad, proporcionen carbono orgánico, materia orgánica y nitrógeno al suelo y estos deben encontrarse en estado de floración. Para efectos de este trabajo la leguminosa *Canavalia ensiformis* puede mejorar la fertilidad y disminuir la erosión del suelo como abono verde por su rápido crecimiento y aporte de nitrógeno al suelo, los abonos verdes son una práctica agroecológica que en el suelo estimula el

crecimiento y la actividad biológica, mineralización de los nutrientes que las plantas necesitan, esto incrementa la fertilidad y calidad de los suelos a largo plazo (Machicado Paco, 2018).

Otros autores presentan esta estrategia como una solución donde hay bajo uso de insumos externos Castro (2018), reducción en la emisión de CO₂, CH₄ y N₂O del suelo Sosa-Rodrigues & García-Vivas (2019), control de plagas y enfermedades Betancourth (2021) y estimulación en la mineralización y consecuentemente la dinámica del C y de las diferentes fracciones de N en el suelo Sosa-Rodrigues et al. (2019).

Es muy importante trabajar sobre alternativas de sustitución de fuentes nitrogenadas provenientes de síntesis Sosa (2019) citando a la FAO en 2015 manifiestan que en el mundo en el 2018 se utilizarían 200 millones de toneladas de fertilizantes sintéticos, cuya eficiencia no supera el 33%.

Materiales y Métodos

Esta investigación se adelantó en las instalaciones de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD - CEAD Acacias, ubicada en el km 3 vía Acacias – Villavicencio, en el departamento del Meta, a una altura de 498 msnm con una temperatura promedio de 24°C , precipitación anual de 2814 mm en un régimen de lluvias unimodal. (Alcaldía municipal de Acacias, 2019)

Materiales

Semillas de *Canavalia ensiformis* cosechada en el Departamento del Meta (No certificada)

Bolsas papel tamaño oficio (220 mm × 340 mm)

Balanza Analítica para laboratorio Gram FS Modelos FV-120C

Estufa con circulación y renovación de aire – Modelo TE- 394/1 – MP

Equipo Kjeldahl – Digestor (Bloque digestor macro con Touch screen – Modelo TE – 0081/50 – Destilador de Nitrógeno – Modelo TE – 0365/1

Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se requirió del establecimiento de cuatro parcelas de 3 x 15m cada una, donde se establecieron plantas de canavalia (*Canavalia ensiformis*) de acuerdo a las densidades de siembra proyectadas en los tratamientos del estudio y que corresponden con 83.250, 66.600, 55.248 y 47.286 plantas por hectárea, la unidad experimental fue la planta y las variables de respuestas, fueron la altura y el peso del follaje tanto fresco como seco, con estos valores se estimaron los contenidos de nitrógeno para cada tratamiento. Para reducir el efecto de borde, las plantas evaluadas se seleccionaron de forma aleatoria en el surco

central, se tomaron los datos de 10 plantas por tratamiento, se les aplicó a análisis de varianza ANOVA, bajo el paquete estadístico SPSS de IBM.

Preparación del Terreno y Siembra.

Seleccionada el área de siembra, se realizó la limpieza total de la capa vegetal, posteriormente se procedió a descompactar el suelo, con la ayuda de herramientas agrícolas, se realizaron los caballones y se conformaron las parcelas y los surcos. La siembra se realizó con semillas botánicas del cultivo de *Canavalia ensiformis*, con dos semillas por punto de siembra, manejando el equivalente a las densidades evaluadas (Tabla 1).

Tabla 1

Especificaciones de los tratamientos, separación entre surcos y plantas, y densidad de siembra de Canavalia ensiformis

Tratamiento	Separación entre surcos (m)	Separación entre plantas (m)	Densidad de siembra plantas/hectárea
1	0.40	0.30	83.250
2	0.50	0.30	66.600
3	0.60	0.30	55.248
4	0.70	0.30	47.286

Fuente: el autor.

Variables de Estudio

Crecimiento: Durante el desarrollo del cultivo, se tomaron registros de altura a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra, seleccionando al azar 10 plantas del surco central de cada tratamiento, a las cuales se les tomó la distancia en centímetros desde el suelo hasta el ápice terminal de la hoja, sin estirla.

Biomasa: Para la estimación de la biomasa, a los 60 días después de la siembra, se tomaron las plantas del surco central de cada tratamiento, se cortaron las plantas a 10 cm del suelo y se registró el peso de cada planta, estableciendo el promedio del peso verde por planta, el cual se multiplica por el número de plantas por hectárea en cada tratamiento para estimar los valores por hectárea, en esta investigación se trabajó con el follaje de las plantas. Para la estimación del peso seco por hectárea, se tomaron muestras de 300g de materia verde, para cada tratamiento, las cuales fueron secadas al horno y pesadas, para estimar la proporcionalidad entre el peso verde y seco y de esta forma estimar el peso seco por hectárea.

Nitrógeno: la estimación del nitrógeno se realizó en el laboratorio de química de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, en el CEAD de Acacias, con el equipo automatizado de estimación bajo el método Kjeldahl; con el uso de ebullición, ácido sulfúrico concentrado que efectuó la destrucción oxidativa de la materia orgánica de la muestra y la reducción del nitrógeno orgánico a amoníaco, el amonio se retuvo como bisulfato de amonio y se determinó *in situ* por destilación alcalina y titulación (Sáez, 2019).

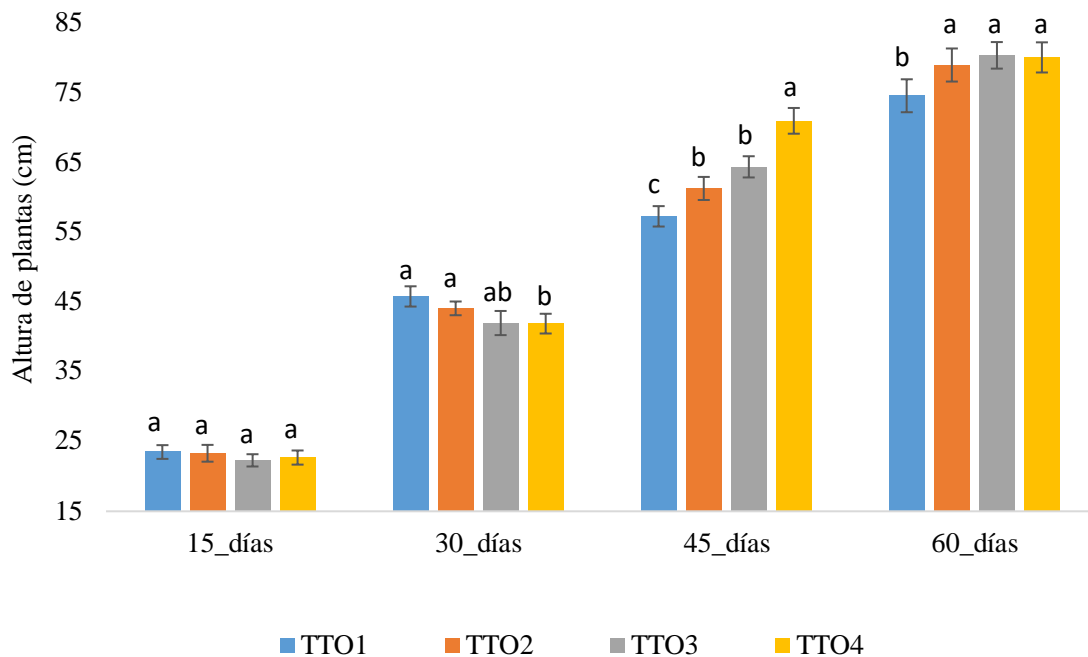
Discusión y Análisis de Resultado

Crecimiento en Altura de las Plantas de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) Bajo Diferentes Densidades de Siembra.

El crecimiento en altura de las plantas de canavalia durante los primeros 15 días después de la siembra, estuvo alrededor de los 23 cm, y no presento diferencias significativas entre las densidades de siembra (ANOVA $< 0,05$) (Fig. 1), esto puede ser atribuido a la calidad de la semilla, ya que en las primeras etapas de desarrollo de las plántulas, estas son alimentadas principalmente por las reservas nutricionales almacenadas en los cotiledones de las semillas Flores (2018), por lo tanto, no manifiestan el posible efecto de los tratamientos. A los 30 días después de la siembra la altura en los tratamientos 1 y 2 con promedios de 45,8 y 44,1 cm presentaron diferencias significativas (Duncan $< 0,05$) respecto del tratamiento 4 con una altura promedio de 41,9 cm, el cual es menos denso, este fenómeno puede estar asociado a la competencia por espacio en los tratamientos más densos, lo que ocasiona una elongación rápida en busca de una mayor radiación solar, pero con un costo energético importante Toledo (2017). A los 45 días después de la siembra, el tratamiento 4 registro el promedio más alto, con una altura promedio de 71 cm, siendo significativamente diferente a los demás tiramientos, los cuales registraron alturas inferiores a 64,4 cm (Duncan $< 0,05$), al tener un mayor espacio por planta, las plantas no tiene que competir tan pronto por los nutrientes y la luz, como sucedió a los 30 días después de la siembra en los tratamientos más densos, por lo tanto a medida que se van cerrando las calles, estas diferencias en altura se van reduciendo y al final del ciclo, 60 días después de la siembra, en los tres tratamientos con menor densidad las plantas presentaron alturas superiores a los 79 cm, presentando diferencias significativas respecto del tratamiento que fue sembrado a mayor densidad (Duncan $< 0,05$), como se aprecia en la figura 1.

Figura 1

Altura promedio de las plantas de Canavalia ensiformis, según la densidad de siembra, a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.



Fuente: el autor.

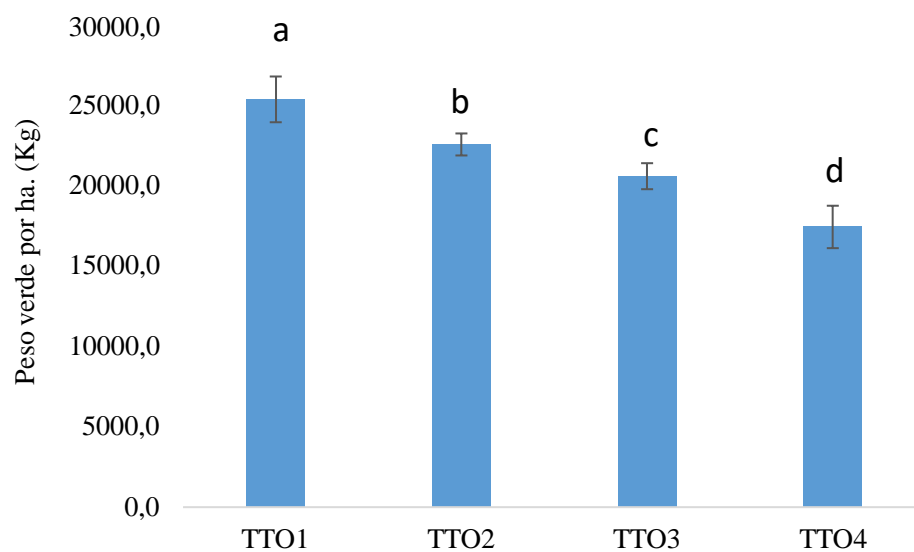
La altura de las plantas no es un parámetro que este estrechamente relacionado con la cantidad de biomasa disponible por planta, ya que variables como el número de hojas y su tamaño, están más relacionadas con el volumen que ocupan las plantas que por su altura Toledo (2017), en este caso, la biomasa total por hectárea está más correlacionada con el número de plantas por hectárea que por la altura de estas (Fig. 1). Se considera necesario estudiar otras posibilidades de densidad de siembra y su incidencia en la producción de biomasa.

Biomasa Aportada por el Follaje de las Plantas de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) Bajo Diferentes Densidades de Siembra.

La biomasa fresca de canavalia (*Canavalia ensiformis*) establecida como el peso verde por hectárea presenta diferencias significativas entre los tratamientos (Duncan < 0,05) mostrando una tendencia directa entre la densidad y el peso verde, esto nos indica que una mayor densidad de siembra (T1,T2,T3 y T4) está relacionada con una mayor cantidad de peso verde por hectárea ver

Figura 2

Peso verde en kilogramos por hectárea del follaje de Canavalia ensiformis a diferentes densidades de siembra.



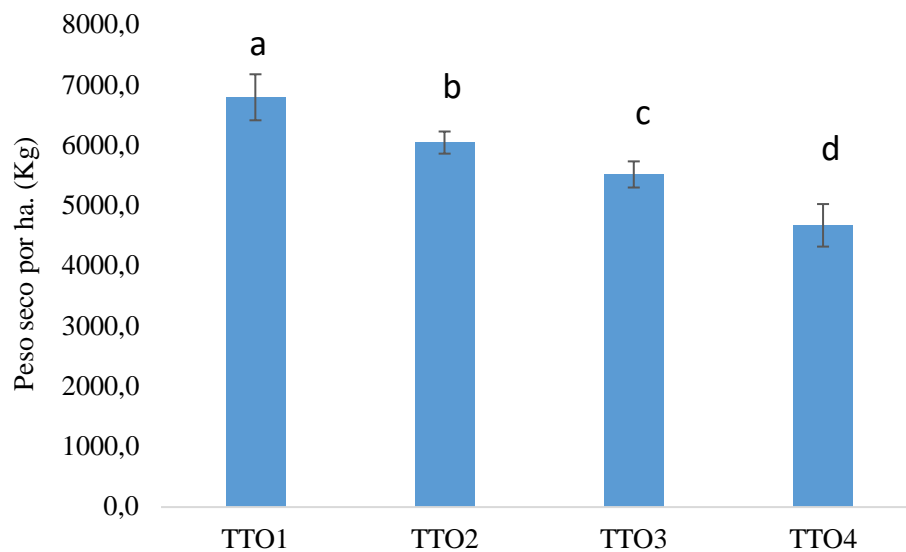
Fuente: el autor.

Aunque de forma individual las plantas en los tratamientos menos densos lograron mayor altura a los 60 días después de la siembra, el hecho de que el tratamiento 1, presente un 20% más de plantas por unidad de área, hace que los datos de peso verde para este tratamiento sean

significativamente diferentes a la media de las demás densidades, y que este valor decrezca sostenidamente en los tratamientos con menor densidad de siembra (Fig. 2). Los resultados de la variable peso seco, presentan diferencias significativas (Duncan < 0,05), asociadas también a la densidad de siembra, y es de esperar si tenemos en cuenta los contenidos de humedad en porcentaje, son relativamente constantes por unidad de masa, por lo tanto, si varía la masa, la humedad lo hará en similar proporción (Castro, 2018).

Figura 3

Peso seco en kilogramos por hectárea del follaje de Canavalia ensiformis, a diferentes densidades de siembra.



Fuente: el autor.

La cantidad de materia seca es relevante ya que con estos se estimaron los contenidos de nitrógeno que puede aportar el follaje de canavalia como abono verde. Los resultados de materia seca, obtenidos en este trabajo, sugieren que el mejor tratamiento con 6,8 ton/ha (figura 3), es el

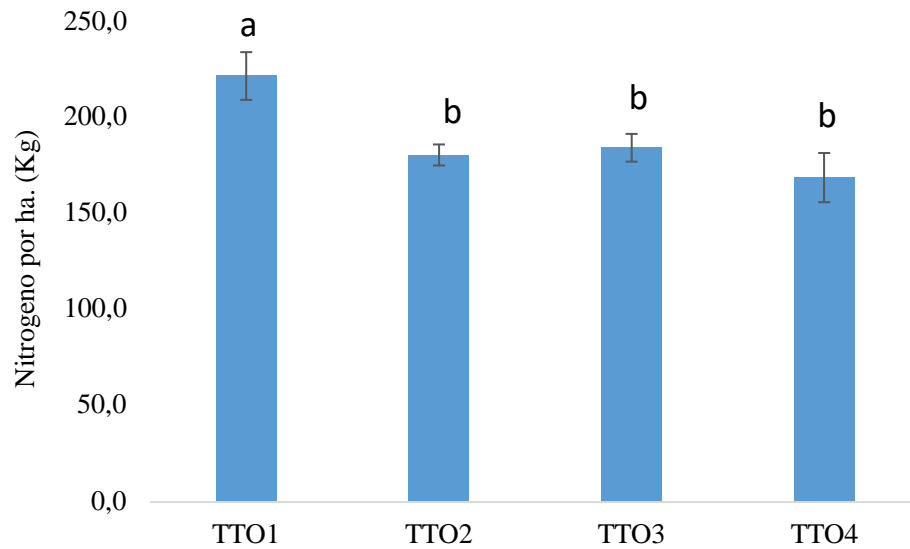
de mayor densidad, sin embargo, estos registros son bajos si los comparamos con reportes de materia seca en canavalia obtenidos en diferentes trabajos de investigación, los cuales oscilan entre 16 y 20 toneladas por hectárea, esto, teniendo en cuenta que en este trabajo no se tuvieron en cuenta las cantidades de biomasa presentes en las vainas, ni en las raíces que son las estructuras de la planta que más biomasa acumulan (Torres y Torres, 2019).

Contenidos de Nitrógeno en la Biomasa de las Plantas de Canavalia (*Canavalia ensiformis*) Bajo Diferentes Densidades de Siembra.

La cantidad de kilogramos de nitrógeno por hectárea, nos indica que el tratamiento con mayor densidad de siembra fue el que más nitrógeno registro, con 221 Kg/ha (Figura 4), con diferencias significativas (Duncan < 0,05), respecto de las otras densidades, las cuales, registraron valores de entre 168 y 184 Kg/ha, sin diferencias significativas entre estos (Duncan < 0,05). Si analizamos la cantidad de materia seca registrada para cada tratamiento y la comparamos con los contenidos de nitrógeno, se puede observar, que si bien el tratamiento con más materia seca, registro más nitrógeno, el costo de incrementar esa materia seca, medido en un mayor número de semillas, insumos y manejos agronómicos, aumenta el valor por unidad de nitrógeno, lo que sugiere que el contenido de nitrógeno por planta, en los tratamientos menos densos, es superior en comparación con el tratamiento de mayor densidad, esto puede estar conexo con la capacidad de asimilación y almacenamiento de nutrientes que tienen las plantas, la cual está relacionada con un mejor desarrollo de follaje, medido en área foliar, y el volumen de los tallos y nervaduras, (Torres y Torres, 2019).

Figura 4

Contenido de nitrógeno en kilogramos por hectárea del follaje de Canavalia ensiformis, a diferentes densidades de siembra.

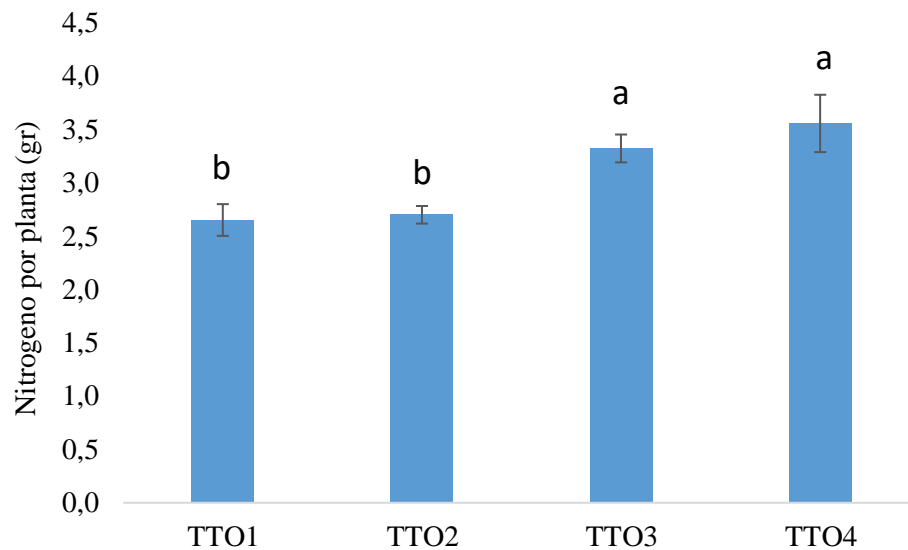


Fuente: el autor.

Desde el punto de vista agronómico, es importante poder manejar información en términos que sean más comprensibles por parte de productores y campesinos, de modo tal que se pueda relacionar el aporte de los abonos verdes producto del follaje de las plantas de canavalia, con la cantidad de fertilizante que se aplican.

Figura 5

Contenido de nitrógeno en gramos por planta de Canavalia ensiformis, a diferentes densidades de siembra.



Fuente: el autor.

Los contenidos de nitrógeno en el tratamiento con mayor densidad de siembra equivalen a la aplicación de 9,6 bultos por hectárea de Urea, teniendo en cuenta los contenidos de nitrógeno en esta, sin embargo, se deben diferenciar los conceptos de cantidad de nitrógeno y eficiencia de este, si bien la forma como las plantas toman el nitrógeno es en forma de Amonio o de Nitrato, las reacciones para que el nitrógeno quede disponible para las plantas, está muy relacionada con la actividad microbiana, por lo tanto, la eficiencia tanto de los fertilizantes químicos, como de los abonos orgánicos, va a estar directamente ligada a la salud microbiana del suelo (Nores, 2021).

Conclusiones

La dinámica de crecimiento registradas para las plantas de canavalia no está directamente relacionada con el volumen final de biomasa, si bien fluctúan las alturas durante los periodos de evaluación, al cabo de los 60 días después de la aplicación, estas diferencias se reducen y solo el tratamiento más denso presenta alturas significativamente menores a los demás tratamientos.

El peso seco de las plantas canavalia está relacionado directamente con el peso verde, sin embargo, ninguna de estas dos variables se puede relacionar directamente con los contenidos de nitrógeno en el follaje.

La densidad de siembra de canavalia está relacionada directamente con la cantidad de materia seca por unidad de área, pero no necesariamente con los contenidos de nitrógeno en el follaje de las plantas.

El contenido de nitrógeno por planta es mayor en los tratamientos menos densos, sin embargo, un mayor número de plantas, compensan el estimativo de nitrógeno por hectárea.

Recomendaciones

En el establecimiento y desarrollo de las parcelas de canavalia, que se manejaron en esta investigación, no se tuvo un plan de fertilización, ni un análisis de suelos, por lo que las condiciones nutricionales, originales del suelo, fueron las que sustentaron el desarrollo de las plantas, por consiguiente este es un factor de variabilidad que no se midió, se recomienda para el desarrollo de trabajos similares, partir de un análisis de suelos y un plan de fertilización estándar para todos los tratamientos, reduciendo este factores de variabilidad que pueden incidir sobre los tratamientos.

Las estimaciones de peso fresco, peso seco y los contenidos de nitrógeno, se tomaron del follaje de las plantas, sin tener en cuenta las vainas, los granos, parte del tallo y las raíces, estructuras que representan una gran cantidad de biomasa con una composición nutricional diferente. Se recomienda incluir variables como estas para estimar con mayor precisión los aportes reales de todo el cultivo.

En el desarrollo de este trabajo se estimaron los contenidos de nitrógeno en el follaje de las plantas de canavalia, y con base en ellos se estimaron unos valores de fertilizantes a suplir, sin embargo, se debe tener en cuenta la eficiencia del nitrógeno en el suelo, y en particular del nitrógeno presente el abono orgánico de canavalia se recomienda en futuros trabajos, incluir estas estimaciones para hacer conversiones más acertadas.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Municipal de Acacías. (2009). Nuestro municipio [versión electrónica]. Recuperado el 4 de mayo de 2022. Disponible en: <<http://acacias-meta.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mrComuna-4-&m=m>> p. 1-5.
- Betancourth, C. A., Sañudo, B. A., Flórez, C. A., Salazar, C. E., Betancourth, C. A., Sañudo, B. A., Flórez, C. A., & Salazar, C. E. (2021). Manejo de la costra negra de la papa (*Rhizoctonia solani*) con el establecimiento de abonos verdes. *Información tecnológica*, 32(2), 165-174. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000200165>
- Caceres, O., García, E. G., & Delgado, R. (1995). *Canavalias ensiformes*: Leguminosa forrajera promisoría para la agricultura tropical. *Pastos y Forrajes*, 18(2), 107-119.
- Castro-Rincón, E., Mojica-Rodríguez, J. E., Carulla-Fornaguera, J. E., & Lascano-Aguilar, C. E. (2018). Evaluación de leguminosas como abono verde en cultivos forrajeros para ganaderías en el Caribe seco colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 597-617.
- Castro-Rincón, E., Sierra-Alarcón, A. M., Mojica-Rodríguez, J. E., Carulla-Fornaguera, J. E., & Lascano-Aguilar, C. (2020). Efecto de la incorporación de abonos verdes de leguminosas y de la inoculación microbiana en la calidad de ensilajes de *Zea mays* L. *Pastos y Forrajes*, 43(4), 315-325.
- Castro, E., Rodríguez, J. E. M., Fornaguera, J. E. C., & Lascano, C. E. (2018). Abonos verdes de leguminosas: Integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 711-729.
- Flores, P., Poggi, D., Garcia, S., Catraro, M., & Gariglio, N. (2018). Descripción de patrones normales y anormales de plántulas de *Juglans nigra*. *Fave. Sección ciencias agrarias*, 17(2), 23-37.
- García, S., & Martínez, M. (2004). Abonos verdes. *México. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Montecillo*.
- Gudiño, M. E. (2018). Regulación del mercado para conservar suelo agrícola. Interfaz urbano-rural, zona metropolitana de Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 50(2), 155-172.
- Gutiérrez Núñez, N. L. (2020). Revolución verde en los suelos agrícolas de México. Ciencia, políticas públicas y agricultura del maíz, 1943-1961. *Mundo agrario*, 21(47), 142-142.

- Hernández-Montiel, W., Ramos-Juárez, J. A., Aranda-Ibáñez, E. M., Hernández-Mendo, O., Munguía-Flores, V. M., & Oliva-Hernández, J. (2017). Uso potencial y limitantes de la leguminosa *Canavalia ensiformis* en la salud y productividad de los ovinos. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 4(10), 187-200.
- 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.
- 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.
- Machicado Paco, C. (2018). Evaluación del cultivo de la canavalia (*Canavalia ensiformis* L.) para producción de abono verde en el municipio de Luribay comunidad de Achocara alta [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/20574>
- Martí, OR, Reyes, PP, Vila, YC, Rodríguez, MC, & García, MCN (2020). *Canavalia ensiformis* (L): en propiedades químicas de un suelo fluvisol diferenciado. *Revista científica del Amazonas*, 3 (6), 65-75.
- Martín Alonso, G. M., & Rivera Espinosa, R. (2015). Efecto económico de la rotación canavalia-maíz y de la sustitución parcial de fertilizantes minerales. *Cultivos Tropicales*, 36(3), 34-39.
- Montenegro, J. (2020). Efecto de diferentes fuentes de nitrógeno en la emisión de óxido nitroso en plantaciones de café en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(2), 111-130.
- Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, Á. R., &
- Morales-Rosales, E. J. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(8), 1875-1886.
- Muñoz, J. A. D. (2019). *RENDIMIENTO DE MAÍZ Y CANAVALIA EN MONOCULTIVO Y ASOCIACIÓN EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN EL TRÓPICO HÚMEDO MEXICANO*. <http://ri.ujat.mx/handle/20.500.12107/3512>
- Nores, I. G., Cabeza, A. J. M., Piqueres, J. M. V., Vigar, A. J., & Lobato, C. V.

- (2021). AVANCES EN EL METABOLISMO DEL NITRÓGENO: De los Microorganismos a las Plantas (Vol. 88). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.
- Ojeda-Quintana, L. J., Rivera-Espinosa, R., González-Cañizares, P. J., Rosa-Capote, J. J. D. L., Arteaga-Rodríguez, O., & Hernández-Rodríguez, C. (2019). Efecto del abono verde de *Canavalia ensiformis* (L.) micorrizada en el cultivo sucesor *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone Cuba CT-169. *Pastos y Forrajes*, 42(4), 277-284.
- Ojeda-Quintana, L. J., Rivera-Espinosa, R., González-Cañizares, P. J., Rosa-Capote, J. J. D. L., Arteaga-Rodríguez, O., & Hernández-Rodríguez, C. (2019). Efecto del abono verde de *Canavalia ensiformis* (L.) micorrizada en el cultivo sucesor *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone Cuba CT-169. *Pastos y Forrajes*, 42(4), 277-284.
- Padrón-Rodríguez, L., Arias-Mota, R. M., Medel-Ortíz, R., & la Cruz-Elizondo, D. (2020). Interacción de hongos micorrízicos arbusculares y una cepa fosfato solubilizadora en *Canavalia ensiformis* (Fabaceae). *Botanical Sciences*, 98(2), 278-287.
- Rojas, C. M., Sánchez, R. F. G., Perafán, J. A. B., & Florez, M. D. S. A. (2020). Efecto del abono orgánico líquido mineralizado en la producción y composición de forrajes para pastoreo. *RIAA*, 11(2), 3.
- Sáez Plaza, P., García Asuero, A., & Martín Bueno, J. (2019). Una anotación sobre el método de Kjeldahl. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia*, 85 (1), 14-19.
- Sosa-Rodrigues, BA, & García-Vivas, YS (2019). Emisión de gases de efecto invernadero en el suelo bajo el uso de abonos verdes. *Agronomía Mesoamericana*, 30 (3), 767-782.
- Sosa-Rodrigues, B. A., Sánchez-de-Prager, M., García-Vivas, Y. S., Espinoza-Guardiola, M. D., Rodríguez, J. A., Sosa-Rodríguez, G. M., Sosa-Rodrigues, B. A., Sánchez-de-Prager, M., García-Vivas, Y. S., Espinoza-Guardiola, M. D., Rodríguez, J. A., & Sosa-Rodríguez, G. M. (2019). Dinámica de nitrógeno del suelo en agroecosistemas bajo el efecto de abonos verdes. *Acta Agronómica*, 68(4), 257-264. <https://doi.org/10.15446/acag.v68n4.71963>
- Solis Santistevan, V. A. (2019). “El nitrógeno como base de la producción agrícola en cultivos de ciclo corto” (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019).
- Soto, G. (2020). El continuo crecimiento de la agricultura orgánica: Orgánico 3.0. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(1), 215-226.

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.

Tórrez Lira, E. L., & Tórrez Gutiérrez, J. R. (2019). Producción de biomasa con tres tipos de manejo de *Canavalia ensiformis* establecida en área de frutales, bajo el principio de conservación, UCATSE, 2018-2019 (Doctoral dissertation, Universidad Católica del Trópico Seco).

Tórrez Lira, E. L., & Tórrez Gutiérrez, J. R. (2019). Producción de biomasa con tres tipos de manejo de *Canavalia ensiformis* establecida en área de frutales, bajo el principio de conservación, UCATSE, 2018-2019 (Doctoral dissertation, Universidad Católica del Trópico Seco).

Anexos

Análisis estadístico

```
ONEWAY Al_15_días Al_30_días Al_45_días Al_60_días BY TTO
```

```
/STATISTICS HOMOGENEITY
```

```
/PLOT MEANS
```

```
/MISSING ANALYSIS
```

```
/POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05).
```

Unidireccional

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Al_15_días	Se basa en la media	,448	3	36	,720
	Se basa en la mediana	,299	3	36	,826
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,299	3	32,388	,826
	Se basa en la media recortada	,465	3	36	,708
Al_30_días	Se basa en la media	,455	3	36	,715
	Se basa en la mediana	,495	3	36	,688
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,495	3	29,093	,688
	Se basa en la media recortada	,501	3	36	,684
Al_45_días	Se basa en la media	,112	3	36	,953
	Se basa en la mediana	,015	3	36	,997
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,015	3	32,987	,997
	Se basa en la media recortada	,070	3	36	,976
Al_60_días	Se basa en la media	,256	3	36	,857
	Se basa en la mediana	,360	3	36	,782
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,360	3	33,874	,782
	Se basa en la media recortada	,264	3	36	,851

Fuente: El autor

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Al_15_días	Entre grupos	9,100	3	3,033	1,105	,360
	Dentro de grupos	98,800	36	2,744		
	Total	107,900	39			
Al_30_días	Entre grupos	104,500	3	34,833	6,621	,001
	Dentro de grupos	189,400	36	5,261		
	Total	293,900	39			
Al_45_días	Entre grupos	1003,400	3	334,467	48,434	,000
	Dentro de grupos	248,600	36	6,906		
	Total	1252,000	39			
Al_60_días	Entre grupos	216,275	3	72,092	5,695	,003
	Dentro de grupos	455,700	36	12,658		
	Total	671,975	39			

Fuente: El autor

Pruebas post hoc

Subconjuntos homogéneos

Al_15_días

Duncan^a

TTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3	10	22,30
4	10	22,70
2	10	23,30
1	10	23,50
Sig.		,148

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Fuente: El autor

Al_30_dias

Duncan^a

TTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
4	10	41,90	
3	10	42,00	
2	10		44,10
1	10		45,80
Sig.		,923	,106

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Fuente: El autor

Al_45_dias

Duncan^a

TTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
1	10	57,30			
2	10		61,30		
3	10			64,40	
4	10				71,00
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Fuente: El autor

Al_60_dias

Duncan^a

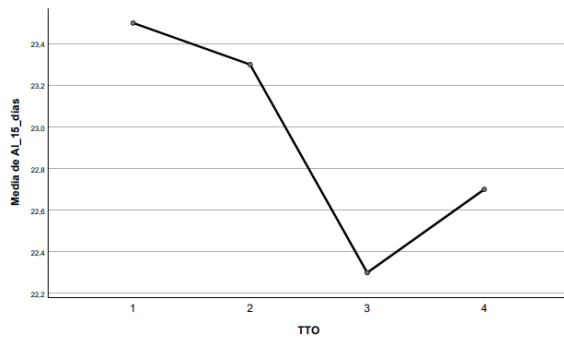
TTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	10	74,60	
2	10		79,00
4	10		80,10
3	10		80,40
Sig.		1,000	,414

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

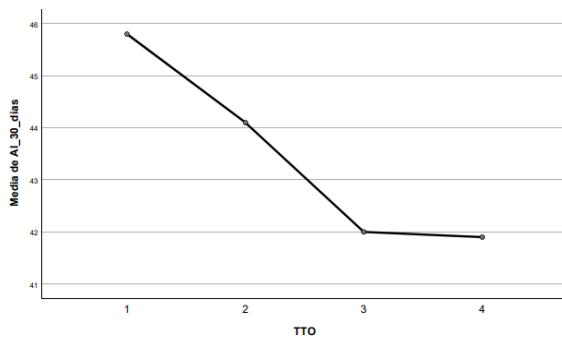
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Fuente: El autor

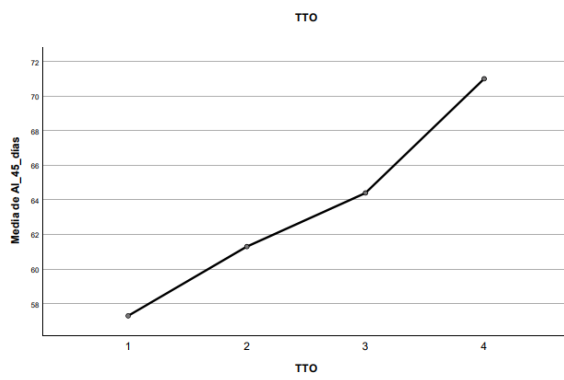
Gráficos de medias



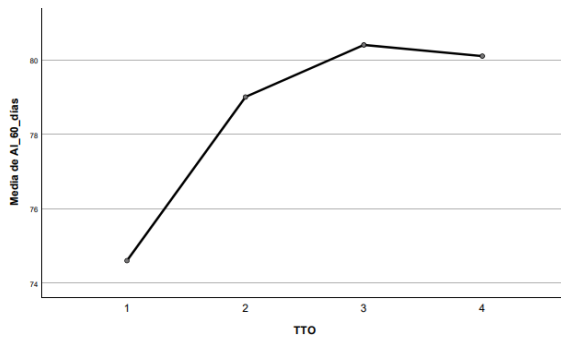
Fuente: El autor



Fuente: El autor



Fuente: El autor



Fuente: El autor

ONEWAY Nitrogenoha Peso_secohe Peso_verdeha BY TTO

/STATISTICS HOMOGENEITY

/PLOT MEANS

/MISSING ANALYSIS

/POSTHOC=DUNCAN ALPHA(0.05) .

Fuente: El autor

Unidireccional

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Nitrogeno/ha	Se basa en la media	2,698	3	36	,060
	Se basa en la mediana	2,681	3	36	,061
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,681	3	26,106	,068
	Se basa en la media recortada	2,702	3	36	,060
Peso_seco/he	Se basa en la media	2,402	3	36	,084
	Se basa en la mediana	2,422	3	36	,082
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,422	3	28,684	,086
	Se basa en la media recortada	2,428	3	36	,081
Peso_verde/ha	Se basa en la media	2,521	3	36	,073
	Se basa en la mediana	2,540	3	36	,072
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,540	3	29,078	,076
	Se basa en la media recortada	2,547	3	36	,071

Fuente: El autor

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Nitrógeno/ha	Entre grupos	1229137,408	3	409712,469	15,201	,000
	Dentro de grupos	970317,783	36	26953,272		
	Total	2199455,191	39			
Peso_seco/he	Entre grupos	2040333887	3	680111295,6	28,636	,000
	Dentro de grupos	855000387,4	36	23750010,76		
	Total	2895334274	39			
Peso_verde/ha	Entre grupos	3,351E+10	3	1,117E+10	35,060	,000
	Dentro de grupos	1,147E+10	36	318630396,9		
	Total	4,498E+10	39			

Fuente: El autor

Pruebas post hoc

Subconjuntos homogéneos

Nitrógeno/ha

Duncan^a

TTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
4	10	1746,249283	
2	10	1834,296348	
3	10	1885,998766	
1	10		2210,216904
Sig.		,079	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Fuente: El autor

Peso_seco/he

Duncan^a

TTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
4	10	48506,92452			
3	10		56670,63600		
2	10			61636,30200	
1	10				68048,55000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Fuente: El autor

Peso_verde/ha

Duncan^a

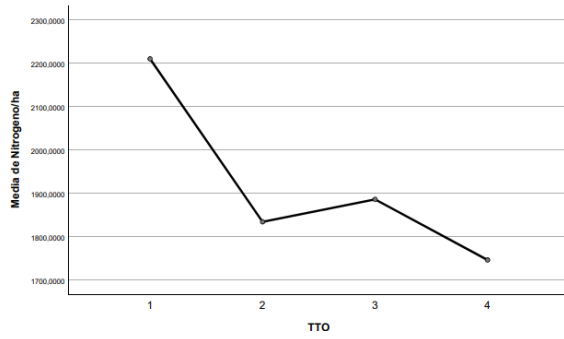
TTO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
4	10	174485,3400			
3	10		208075,0400		
2	10			225774,0000	
1	10				253912,5000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

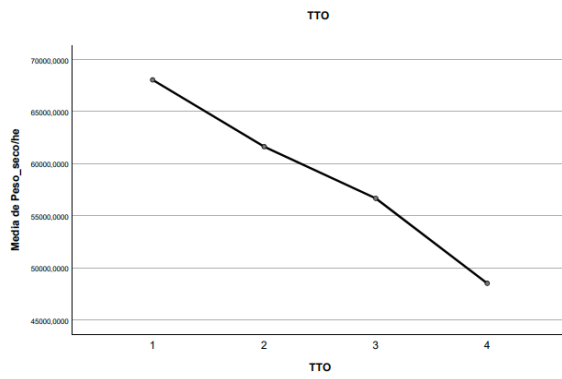
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.

Fuente: El autor

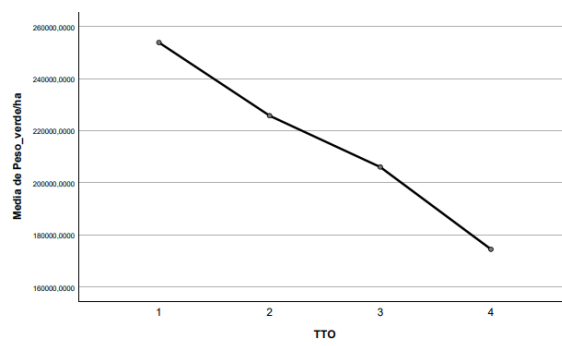
Gráficos de medias



Fuente: El autor



Fuente: El autor



Fuente: El autor