



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



TESIS

**Atributos agronómicos y composición química de la Moringa (*Moringa oleifera* Lam.),
como forraje bajo diferentes densidades de siembra, en la parte baja del valle Chancay –
Lambayeque, 2018**

**Para optar el título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por:

Bach. De La Cruz Barrios Williams

Bach. Chapoñan Vidaurre José Javier

Asesor:

I.Z.M.Sc. Edgar Eli Vega Figueroa

LAMBAYEQUE – PERÚ, 2019

“Atributos agronómicos y composición química de la Moringa (*Moringa oleifera* Lam.), como forraje bajo diferentes densidades de siembra, en la parte baja del valle Chancay – Lambayeque, 2018”

POR:

Bach. De La Cruz Barrios Williams

Bach. Chapañan Vidaurre José Javier

Presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, para optar el título profesional de:

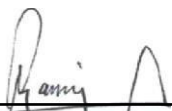
INGENIERO AGRONOMO

Aprobado por los jurados:



Dr. Wilfredo Nieto Delgado

Presidente



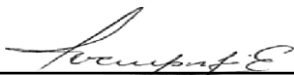
Ing. Isaac Ramirez Lucero

Secretario



Dr. Celada Becerra Américo

Vocal



I.Z.M.Sc. Edgar Vega Figueroa

Patrocinador

LAMBAYEQUE, 2021

RESUMEN

La presente investigación, se realizó en el distrito de Lambayeque, región Lambayeque-Perú entre los meses de junio 2018 a febrero del 2019, cuyo objetivo fue determinar los atributos agronómicos y composición química de *Moringa oleifera* L. como forraje bajo diferentes densidades de siembra. Las condiciones edafoclimáticas fueron adecuadas. Se estableció dos cortes (C_1 y C_2), cada uno de ellos con cinco tratamientos (T_0 : 0.50 x 0.50; T_1 : 0.10 x 0.10; T_2 : 0.20 x 0.20; T_3 : 0.30 x 0.30; T_4 : 0.40 x 0.40 m), con tres repeticiones. Se adecuó al Diseño Experimental de Bloques Complementarios Randomizados (BCR), para analizar la variancia individual y combinado de los tratamientos por corte. También se efectuó la composición química de cada uno de los cortes. Los resultados promedio para rendimiento de forraje verde (FV) y materia seca (MS), fueron: T_1 (7916.67, 2417.75), T_3 (7500.00, 2225.25), y T_2 (7158.33, 2099.54 kg/ ha), respectivamente; las cuales fueron mejores que T_4 (5179.17, 1622.63) y T_0 (4073.33, 1172.71kg/ ha). Asimismo, C_2 con 7020.00 y 2028.78 kg/ ha, destacó sobre C_1 que tuvo 5711.00, y 1763.56 kg/ ha de forraje verde y materia seca, correspondientemente. En tanto las interacciones del C_2 con densidades de siembra menores, superan al C_1 con sus correspondientes densidades. La composición química promedio de dos cortes de moringa para materia seca, proteínas, cenizas, extracto etéreo, fibra detergente ácida y fibra de detergente neutro fue: 29.89, 20.36, 10.76, 4.68, 47.23 Y 54.27 %, respectivamente. Asimismo, el rendimiento de FV, presentó el más alto grado de asociación (93%), con relación al resto de los componentes de rendimiento.

Palabras claves: Moringa, cortes o cosechas, densidad de siembra, atributos agronómicos

SUMMARY

The present research was carried out in the district of Lambayeque, Lambayeque-Peru region between June 2018 and February 2019, whose objective was to determine the agronomic attributes and chemical composition of Oil Moringa L. as fodder under different planting densities. Edaphoclimatic conditions were adequate. Two cuts (C_1 and C_2) were established, each with five treatments (T_0 : 0.50 x 0.50; T_1 : 0.10 x 0.10; T_2 : 0.20 x 0.20; T_3 : 0.30 x 0.30; T_4 : 0.40 x 0.40 m), with three repetitions. It was in addition to the Experimental Design of Randomized Complementary Blocks (BCR), to analyze the individual and combined variance of cut treatments. The chemical composition of each of the cuts was also made. The average results for yields of green fodder (FV) and dry matter (MS) were: T_1 (7916.67, 2417.75), T_3 (7500.00, 2225.25), and T_2 (7158.33, 2099.54 kg/ha), respectively; which were better than T_4 (5179.17, 16.22.63) and T_0 (4073.33, 1172.71kg/ha). Likewise, C_2 with 70.20.00 and 2028.78 kg/ha, highlighted C_1 which had 5711.00, and 1763.56 kg/ ha of green fodder and dry matter, correspondingly . Meanwhile the interactions of C_2 with lower planting densities, they exceed C_1 with their corresponding densities. The average chemical composition of two moringa cuts for dry matter, proteins, ash, ethereal extract, acidic detergent fiber and neutral detergent fiber was: 29.89, 20.36, 10.76, 4.68, 47.23 and 54.27 %, respectively. In addition, the performance of PV, presented the highest degree of association (93%), compared to the rest of the performance components.

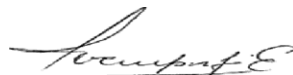
Keywords: Moringa, cuts or crops, planting density, agronomic attributes

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

YO, I.Z.M.Sc. Edgar Eli Vega Figueroa en condición de Asesor de la Tesis Titulada: **Atributos agronómicos y composición química de la Moringa (Moringa oleifera Lam.), como forraje bajo diferentes densidades de siembra, en la parte baja del valle Chancay – Lambayeque, 2018,** .presentado por los Bachilleres: **De La Cruz Barrios Williams y Chapoñan Vidaurre José Javier**, a efecto de optar por el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO** habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de uso del sistema anti plagio considerando que el reporte del software TURNITIN dio un porcentaje de coincidencia de 19% de la tesis antes citada, y de acuerdo a los criterios de evaluación de originalidad **NO HA SIDO PLAGIADO NI CONTIENE DATOS FALSOS**. En caso se demostrará lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Se emite la presente constancia para fines de proseguir con el trámite respectivo.

Lambayeque, 01 de agosto 2023



I.Z.M.Sc. Edgar Eli Vega Figueroa



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA



UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A los cinco días del mes octubre del año dos mil veinte, siendo las diecisiete horas, se reunieron de manera virtual mediante la Plataforma Google meet con enlace virtual <https://meet.google.com/bxv-fitg-pkc>, los miembros del jurado, dando inicio a la lectura del Decreto N° 035-2020-VIRTUAL-UI-FAG de fecha 29 de setiembre del 2020, mediante el cual autoriza la sustentación de la tesis, dicho jurado está conformado por los siguientes docentes:

Dr. WILFREDO NIETO DELGADO
ING. YSAAC RAMÍREZ LUCERO
Dr. AMÉRICO CELADA BECERRA
ING. EDGAR ELI VEGA FIGUEROA

Presidente
Secretario
Vocal
Patrocinador

Para evaluar y calificar el trabajo de Tesis Titulado: "Atributos agronómicos y composición química de la Moringa (Moringa oleífera Lam.), como forraje bajo diferentes densidades de siembra, en la parte baja del valle Chancay - Lambayeque, 2018", presentado por los Bachilleres José Javier Chapoñan Vidaurre y Williams de la Cruz Barrios.

Después de escuchar la exposición y las respuestas a las preguntas formuladas por los Miembros del Jurado, se acordó calificar el trabajo como:

.....BUENO.....

En consecuencia, los Bachilleres en referencia quedan aptos para recibir el Título Profesional de **INGENIERO AGRONOMO**, de conformidad con la Ley Universitaria, Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Para constancia de ello firman:

Vº Bº DR. WILFREDO NIETO DELGADO
Presidente

Vº Bº ING. YSAAC RAMÍREZ LUCERO
Secretario

Vº Bº DR. AMÉRICO CELADA BECERRA
Vocal

Vº Bº ING. EDGAR ELI VEGA FIGUEROA
Patrocinador

OBSERVACIONES:

DEDICATORIA

A Dios, Jehová, por darme fuerzas para poder enfrentar todas las adversidades y concederme sabiduría para alcanzar mis metas.

A mis padres Miguel De la cruz Calderón y Julia Barrios Reyes, quienes con su ejemplo me han enseñado valores y con su esfuerzo el logro de esta meta.

A mis hijos Jully, Williams y Hellen que son mi motor y motivo de luchar día a día para darles lo mejor.

A mis hermanos: Joselito, Miguel, Cesar, Eddie, Charles y David, por su atención cariño y apoyo en pro de mi desarrollo profesional.

A mis abuelitos Miguel Barrios y Pascuala Reyes, mis segundos padres, mediante sus reflexiones, continúan siendo un pilar fuerte e inquebrantable en mi vida.

Bach. Williams de la cruz barrios

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, por proporcionarme fuerzas para poder enfrentar todas las dificultades y regalarme juicio para alcanzar mis metas.

A mis padres José Manuel Chapoñan Acosta y María Julia Vidaurre Sandoval, quienes con su modelo me han enseñado valores y con su sacrificio lograr este propósito..

A mis hermanos: Hubert Armando, Janet del Milagro, Manuel James, Yulissa Rosmery, por su consideración, afecto y apoyo en pro de mi crecimiento profesional.

A mis abuelitos Juan Antonio Vidaurre Valdera y María Jesús Sandoval Sandoval, mis segundos padres, ellos con sus consejos y entrega, permanece estando una columna firme e intangible en mi vida.

Bach. José Chapoñan Vidaurre

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por donarnos fortaleza y sapiencia para la culminación de nuestros estudios universitarios, por ofrendarnos la oportunidad de seguir alcanzando metas. A ti Dios todo poderoso te consagramos la cosecha de nuestras vidas.

A nuestro asesor el I.Z.M.Sc. Edgar Vega Figueroa, por sus consejos y ser nuestro guía en el presente trabajo de investigación.

A todos los docentes de la facultad de agronomía, que de una u otra manera han contribuido con sus valiosas enseñanzas en nuestra formación profesional.

Bach. Williams De la cruz Barrios

Bach. José Javier Chapoñan Vidaurre

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	15
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1.	Antecedentes	17
2.2.	Base teórica	20
2.2.1.	Historia de la Moringa oleifera	20
2.2.2.	Clasificación Taxonómica.....	20
2.2.3.	Morfología	21
2.2.4.	Condiciones climáticas y edáficas	22
2.2.5.	Manejo de cultivo	23
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1.	Ubicación y duración del Estudio	25
3.2.	Material Experimental	25
3.2.1.	Tratamiento en estudio.....	25
3.2.2.	Material biológico	26
3.2.3.	Materiales y equipos experimentales	26
3.3.	Metodología Experimental	27
3.3.1.	Población y muestra.....	27
3.3.2.	Técnica de muestreo	28
3.3.3.	Establecimiento y manejo del cultivo de moringa.....	31
3.3.4.	Atributos agronómicos, composición química y rendimientos evaluados	32
3.3.5.	Diseño experimental y análisis estadístico	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1.	Análisis de varianza	36
4.2.	Análisis de los atributos evaluados	37

4.2.1. Altura de planta	37
4.2.2. Diámetro de tallo	41
4.2.3. Número de hojas por rama.....	44
4.2.4. Número de ramas por planta.....	48
4.2.5. Número de hojas por planta.....	51
4.2.6. Relación hojas – tallo	55
4.2.7. Rendimiento de forraje verde, porcentaje de materia seca y rendimiento de materia seca. 59	
4.3. Composición química de la <i>Moringa oleifera</i> L.....	64
4.4. Regresión y correlación combinado simple entre rendimiento de forraje verde y sus componentes.....	67
V. CONCLUSIONES	69
VI. RECOMENDACIONES.....	70
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
VIII. ANEXOS	74
IX. FOTOS DEL EXPERIMENTO.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla N° 01. Análisis físico-químico del suelo experimental.....	27
Tabla N° 02. Datos meteorológicos observados durante la conducción experimental	28
Tabla N°03. Análisis de variancia individual y combinado de los atributos agronómicos.....	35
Tabla N°04. Altura de planta, según corte	36
Tabla N°05. Altura de planta, según densidad de planta	37
Tabla N°06. Altura de planta, según corte por tratamiento... ..	38
Tabla N°07. Diámetro de tallo, según corte.....	39
Tabla N°08: Diámetro de tallo, según densidad de planta.....	40
Tabla N°09. Diámetro de tallo, según corte por tratamiento... ..	41
Tabla N°10. Número de hojas por rama, según corte	43
Tabla N°11. Número de hojas por rama, según densidad de planta	44
Tabla N°12. Número de hojas por rama, según corte por densidad de planta	45
Tabla N°13. Número de ramas por planta, según corte	46
Tabla N°14. Número de ramas/planta, según tratamientos.....	47
Tabla N°15. Número de ramas por planta, según corte por tratamiento.....	48
Tabla N°16. Número de hojas por planta, según corte	50
Tabla N°17. Número de hojas por planta, según densidad de planta.....	51
Tabla N°18. Número de hojas por planta, según corte tratamiento... ..	52
Tabla N°19. Peso de hoja, peso de tallo y relación hoja-tallo según corte	54
Tabla N°20. Peso de hojas, peso de tallos y relación hojas-tallos, según tratamientos	55
Tabla N°21. Peso de hojas, peso de tallos y relación hojas-tallos, según corte tratamiento.....	56
Tabla N°22. Rendimiento de forraje verde, porcentaje de materia seca y rendimiento de materia seca, según corte.....,,,,,	59
Tabla N°23. Rendimiento de forraje verde, porcentaje de materia seca y rendimiento de materia seca según tratamientos.....	60
Tabla N°24. Rendimiento de forraje verde, porcentaje de materia seca y rendimiento de materia seca, según corte por tratamiento... ..	61
Tabla N°25. Análisis de la composición química (BS*)... ..	63
Tabla N°26. Regresión y correlación combinado simple entre rendimiento de forraje verde por hectárea y sus componentes.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura N°01. Promedio de temperatura mensual (°C) y humedad relativa (%), durante el Experimento	28
Figura N°02. Altura de planta, según corte.....,	36
Figura N°03. Altura de planta, según tratamientos.....	37
Figura N°04. Altura de planta, según corte por tratamiento.....	38
Figura N°05. Diámetro de tallo, según corte.....	40
Figura N°06. Diámetro de tallo, según tratamientos.....	41
Figura N°07. Diámetro de tallo, según corte por tratamientos.....	42
Figura N°08. Número de hojas por rama, según corte.....	43
Figura N°09. Número de hojas por rama, según tratamientos.....	44
Figura N°10. Número de hojas por rama, según corte por tratamientos.....	45
Figura N°11. Número de ramas por planta, según corte.....	47
Figura N°12. Número de ramas por planta, según tratamientos.....	48
Figura N°13. Número de ramas por planta, según corte por tratamientos.....	49
Figura N°14. Número de hojas por planta, según corte.....	50
Figura N°15. Número de hojas por planta, según tratamientos.....	51
Figura N°16. Número de hojas por planta, según corte por tratamiento.....	52
Figura 17. Peso de hoja, peso de tallo y relación hoja-tallo, según corte.....	54
Figura N°18. Peso de hojas, peso de tallos y relación hojas-tallos, según tratamientos.....	55
Figura N°19. Peso de hojas, peso de tallos y relación hojas-tallos, según tratamiento.....	56
Figura N°20. Rendimiento de forraje verde y rendimiento de materia seca según corte.....	59
Figura N°21. Rendimiento de forraje verde y rendimiento de materia seca según tratamientos.....	60
Figura N°22. Rendimiento de forraje verde y rendimiento de materia seca, según corte por tratamiento.....	61
Figura N°23. Regresión y correlación entre rendimiento de forraje verde y materia sec	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Página

1A: Análisis de varianza combinado de altura de planta de <i>Moringa oleifera</i> L.....	72
2A: Análisis de varianza combinado de diámetro de tallo de <i>Moringa oleifera</i> L.....	72
3A: Análisis de varianza combinado de número de hojas/rama de <i>Moringa oleifera</i> L.....	72
4A: Análisis de varianza combinado de número de ramas/planta de <i>Moringa oleifera</i> L.....	73
5A: Análisis de varianza combinado de número de hojas/planta de <i>Moringa oleifera</i> L.....	73
6A: Análisis de varianza combinado peso de hojas de <i>Moringa oleifera</i> L	73
7A: Análisis de varianza combinado de peso de tallo de <i>Moringa oleifera</i> L.....	74
8A: Análisis de varianza combinado de relación hojas/tallo de <i>Moringa oleifera</i> L.....	74
9A: Análisis de varianza combinado de rendimiento de forraje verde (Kg/ha) de <i>Moringa oleifera</i> L.....	74
10A: Análisis de varianza combinado de % de materia seca de <i>Moringa oleifera</i> L.....	75
11A: Análisis de varianza combinado de rendimiento de materia seca (Kg/ha) de <i>Moringa oleifera</i> L.....	75

I. INTRODUCCIÓN

El árbol de Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) crece en el sur del Himalaya, en el noreste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se llaman Palo Jeringa, Acacia y Jazmín Francés, y se pueden encontrar casi en todo el mundo y América Central. Además, no tolera el encharcamiento y crece en cualquier tipo de suelo, incluso en condiciones de sequía; crece en un pH de 4.5 an 8.0, excepto en arcillas pesadas; prefiere suelos neutros o ligeramente ácidos (Pérez et. al, 2010).

En diversos eventos, agricultores y profesionales ligados a la explotación de ganado de carne y leche. Existe consenso de que, dentro de la problemática del sector agropecuario, una alternativa de solución es la de ampliar el área forrajero actual, el cual representa la fuente de mayor disponibilidad en el mundo entero y la modalidad más económica de cubrir gran parte de los requerimientos nutricionales de los rumiantes y herbívoros no rumiantes y más aún cuando se trata de forrajes cultivados como el caso de la moringa.

En la actualidad existen en la región Lambayeque alrededor de 5000 has de pasto cultivados, destacando la alfalfa en un 60 a 70 % del área total (MINAGRI, 2016). Cabe hacer mención que la región cuenta con condiciones edafo-climáticas adecuados para sembrar la Moringa como forraje, bajo diferentes densidades de siembra por lo que constituye una alternativa para los agricultores y ganaderos de la región, ya que, en una gran parte del año, hay deficiencia de pastos por falta de agua. Asimismo, con este forraje no solo se obtendrán altos rendimientos de biomasa forrajera, sino también un alto contenido de nutrientes a través de su composición química, lo que va permitir incrementar la leche y carne de la región, así como beneficiar al suelo, protegiéndolo de la erosión, de la desecación y altas temperaturas. Además de sumar otros factores de naturaleza económica, social y ambiental que apuntan a una agricultura más sustentable; siguiendo los siguientes objetivos:

➤ **Objetivo general**

- Determinar los atributos agronómicos y composición química de la moringa como forraje, bajo diferentes densidades de siembra.

➤ **Objetivos específicos**

- Determinar los atributos agronómicos más destacables de la Moringa bajo diferentes densidades de siembra como: altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas por planta, número de ramas por planta, número de hojas por rama, porcentaje de materia seca.
- Determinar los rendimientos de forraje verde y materia seca.
- Determinar la composición química de la Moringa: proteína total, minerales, grasas o lípidos, fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA).
- Determinar el análisis de regresión y correlación simple entre la biomasa forrajera y sus atributos agronómicos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Gonzales, et al. (2003) examinaron los efectos de dos horas de corte y varias frecuencias de corte sobre la composición química del marango (*Moringa oleifera* Lam). Carazo, Diriamba, 2003-2004. Hallaron, que la materia seca y la fibra bruta tuvieron los mejores resultados a la edad de 50 días, con 14.525 % y 18.213 % respectivamente; la proteína bruta tuvo los mejores resultados a la edad de 40 días, con 22.678 %, y los lípidos totales a la edad de 45 días, con 5.373 %. Los rendimientos de biomasa fresca, materia seca, proteína bruta y fibra bruta fueron los más altos a 50 días, con 209.05 (ton/ha/año), 30.808 (ton/ha/año) y 6.743 (ton/ha/año), respectivamente. Los rendimientos de lípidos totales fueron los más bajos a 45 días, con 1.364 (ton/ha/año). En la fracción de hojas, los porcentajes más altos de proteína se obtuvieron en la frecuencia de corte de 40 días con el 33.54 %, lípidos totales a los 40 días con el 8.75 % y materia seca a los 30 días con el 19.30 %.

Al analizar la composición fitoquímica de seis especies no leguminosas (*Azadirachta indica*, *Cnidioscolus aconitifolius*, *Ficus carica*, *Moringa oleifera*, *Morus alba* y *Trichantera gigantea*) encontradas en el estado Trujillo de Venezuela. Todas las plantas tenían altos niveles de proteína cruda, pero la morera tenía un nivel significativamente superior al resto (21.4 %). Debido a su fracción fibrosa (48.9 %), *A. indica* sobresalió, mientras que *T. gigantea* mostró las cantidades más altas de nitrógeno no proteico (3.5 %). Las máximas concentraciones de K y Na se observaron en *M. oleifera* (2.65, 0.24 y 2.55, 0.26 %), mientras que los niveles de P, Ca y Mg no mostraron variaciones significativas entre las arbóreas (García, et al., 2006).

López, (2014) al trabajar con tres distanciamientos de siembra en el cultivo de *Moringa oleifera* Lam. (0.20 m x 0.20 m, 0.40 m x 0.40 m, y 0.80 m x 0.80 m), llegó a la conclusión de que el distanciamiento de siembra recomendado para producir materia fresca es de 0.20 x 0.20 m o menos, y el distanciamiento de siembra recomendado para producir semillas es de 0.80 x 0.80 m. El desarrollo del árbol, las ramas y las raíces mejoró como resultado de este distanciamiento. En climas templados (500 - 600 m.s.n.m.) las plantas también crecen bien, pero el costo de producción es más alto debido a la utilización de complementos nutricionales. De la misma forma el desarrollo de este cultivo en condiciones mayores que los 700 m. s. n. m. hay buena germinación pero de

crecimiento lento de las plantas, susceptibles a ser dañadas por las fuertes precipitaciones, fuertes vientos y mayor desarrollo de enfermedades fungosas.

Al evaluar el efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam.), utilizando un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y cinco tratamientos representados por cinco distanciamientos de siembra (10 cm x 10 cm, 10 cm x 15 cm, 15 cm x 15 cm, 15 cm x 20 cm y 20 cm x 20 cm), durante cuatro meses, periodo en el cual se hicieron seis cortes. Los resultados mostraron que los distanciamientos de siembra 10 cm x 10 cm, obtuvieron el mayor promedio para el rendimiento en materia fresca con 7,46 ton/ha secundada por la combinación (Sosa, *et al.* 2016)

Amador (2016), al efectuar el análisis bromatológico ex vitro de macronutrientes y micronutrientes de hojas frescas de *Moringa oleifera*, halló : Materia seca(78.3 %), humedad (21.7 %), proteína cruda (6 %), cenizas (2.6 %), fibra cruda (1.3 %), ELN (9.7 %), energía (79.9 %), cobre (0.1 mg), hierro (5.7 mg), manganeso (1.2 mg), zinc (0.9 mg), potasio (308.6 mg), sodio (58.9 mg), calcio (531.3 mg), y magnesio (46.6 mg).

Al investigar la composición química, digestibilidad y producción de la biomasa de forraje de moringa (*Moringa oleifera*). Se descubrió que los contenidos de MS, MO, FDN y fitato aumentaron ($P < 0.05$), mientras que los contenidos de PC y EB disminuyeron ($P < 0.05$). Debido a la gran variabilidad entre plantas, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en el contenido de FDA, celulosa y lignina entre los tiempos de corte. El aumento de la madurez de los tejidos de la planta, donde la proporción de tallos sobre hojas aumenta, lo que aumenta la proporción de fibra (FDA) y disminuye la proporción de proteína, es la razón del descenso de la PC al segundo y al tercer corte (Ammar *et al.*, 2004 citados por Aguilera, *et al.*, 2017)

Al evaluar el cultivo de *Moringa oleifera* Lam. descubrieron que, en comparación con otras especies de árboles forrajeros, esta especie tiene un rápido crecimiento y una alta producción de biomasa fresca (hasta 25.8 ton/ha/año). Sus hojas son altas en proteína (más de 18 %) y bajas en fibra (menos de 32 %), lo que permite aumentar la producción animal. Además, *M. oleifera* puede interactuar con varios microorganismos del suelo en el campo, lo que mejora la eficiencia de la absorción de nutrimentos del suelo. Además, en 4 semanas de incubación, sus hojas muestran una rápida tasa de descomposición (85.3 %) y una alta liberación de N al suelo (89.0 %), lo que podría contribuir a mejorar las propiedades físico-químicas del suelo (Casanova, *et al.* 2017).

Al hacer el análisis físico químico en hojas molidas de *Moringa oleífera* Lam., del mejor tratamiento, encontraron: Humedad (8.95 %), proteína (26.33 %), grasa (3.8 %), fibra (13.5 %), cenizas (7.32 %), sólidos solubles (62 %), pH (7.96 %), azúcares reductores (12.24 %), sólidos totales (91.1 %), carbohidratos (40.09), acidez (0.677 %) (Inostroza, *et al.* 2017).

Al evaluar el efecto de la distancia de siembra sobre la producción de biomasa foliar de la Moringa (*Moringa oleífera* Lam.), estudió diferentes distancias de siembra (0,5 m x 0,5 m; 1,0 m x 0,5 m y 1,0 m x 1,0 m); encontrando que en el tratamiento de 0,5 m x 0,5 m y de todas las repeticiones se obtuvo un mayor rendimiento en la producción de biomasa con 8870 kg/ha (Lluisupa, 2018).

Al examinar la caracterización fisicoquímica de la moringa (*Moringa oleífera*) se analizaron los porcentajes de humedad, proteína, ceniza, fibra y pH utilizando los procedimientos establecidos para el análisis de alimentos según la AOAC. Los resultados fisicoquímicos de la moringa (*Moringa oleífera*) en las hojas fueron el 76.98 % de humedad, el 9.07 % de proteínas, el 2.56 % de fibra y el 1.60 % de ceniza. La corteza contenía un 71.88 % de humedad, un 8.73 % de proteína, un 1.83 % de fibra y un 1.13 % de ceniza, respectivamente. El fruto fresco tenía un 13.61 % de proteína, un 2.55 % de fibra y un 1.62 % de ceniza, respectivamente. Los valores de pH en hojas fueron de 6.215, corteza de 5.807 y fruto fresco de 5.439 (Melon, 2017).

Al estudiar el diagnóstico de la fertilidad de los suelos con fines agrícolas, menciona la clasificación del pH del suelo según (USDA): neutro (6.6 - 7.3 %), ligeramente alcalino (7.4 - 7.8 %), moderadamente alcalino (7.9 - 8.4 %), fuertemente alcalino (8.5 - 9.0 %), ligeramente ácido (6.1 - 6.5 %), moderadamente ácido (5.6 - 6.0 %) y fuertemente ácido (5.1 - 5.5 %); también la clasificación de la C.E. menciona: no salino (0 - 2 mS/cm), muy ligeramente salino (2 - 4 mS/cm), ligeramente salino (4 - 8 mS/cm), moderadamente salino (8 - 16 mS/cm) y fuertemente salino (> 16 mS/cm); sobre el nitrógeno: extremadamente pobre (< 0.032 %), pobre (0.032 - 0.063 %), medianamente pobre (0.064 - 0.095 %), medio (0.096 - 0.013 %), medianamente rico (0.013 - 0.158 %), rico (0.159 - 0.221 %) y extremadamente rico (>0.221 %); en cuanto a fosforo (P) clasifica: bajo (< 7 ppm.), medio (7 - 14 ppm.) y alto (> 14 ppm.); para potasio (K): bajo (< 100 ppm.), medio (100 - 200 ppm.) y alto (> 200 ppm.) y materia orgánica pobre (< 2), medio (2 - 4) y muy alto (> 8) (Ardiles 2019).

2.2. Base teórica

2.2.1. Historia de la *Moringa oleifera*

Según ADNAgro (2016), su origen se encuentra en el Alto Indo, a los pies del Himalaya, en Pakistán actual. La planta fue mencionada, con el nombre de sigru o shigru, como una de las veinticinco plantas utilizadas como verduras de hoja en la época de los cazadores y recolectores del Mesolítico (10000 - 7500 a.c.), según los primeros datos disponibles sobre ella. Se sabe que se cultivó entre 2850 y 2500 a.c. Los sánscritos, los antiguos hindúes, quienes lo recogieron en el Ayurveda, y los egipcios sabían que tenía propiedades medicinales. La moringa también se menciona por sus propiedades depuradoras del agua. La semilla contiene ácido oleico similar al aceite de oliva y un aceite de alta calidad apto para consumo humano. Este aceite, también conocido como aceite de Ben o Behen, se utilizó hasta finales del siglo XIX como lubricante para maquinaria de precisión y cosméticos. Los malayos esparcieron esta planta por el sur de Asia y las islas del Índico y del Pacífico a través de antiguas rutas comerciales. En África Central, los egipcios abrieron rutas para difundirla y Nao de Manila introdujo la planta desde Filipinas a los Estados Unidos.

2.2.2. Clasificación Taxonómica

Se indica en Cáceres y Díaz (2005), citado por Merlos, *et al.*(2016).

Reino : Planta

Subreino : Tracheobionta

Filo : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Subclase : Dilleniidae

Orden : Capparales

Familia : Moringaceae

Género : Moringa

Especie : Oleifera

2.2.3. Morfología

2.2.3.1. Hojas.

La moringa es un árbol de crecimiento rápido que puede llegar a una altura de hasta 12 metros y tiene una vida media de 20 años. Es perennifolio, que crece en climas tropicales y de hoja caduca en climas subtropicales, pierde sus hojas debido al estrés hídrico. Las ramas jóvenes son pelosas, con tricomas erectos y crespos de hasta 0,3 mm. Las hojas son alternas, bi-triimpairipinnadas y de tamaño 15 - 35 x 8 - 25 cm. Sus folíolos son de 0.4 a 2.4 x 0.3 - 1.2 cm y están obovados. Su haz y envés son pelosos, con tricomas de hasta 0.3 mm, erectos y crespos. Las estípulas son de 1.5 a 2.0 mm y de tamaño linear a subulado. Las brácteas son angostas y deltadas a lineares, con una medida de 1.5 a 2 mm (Muhl et al., 2011; Lamarck, J-B.P.M., 1975, citado por Arias, 2014).

2.2.3.2. Raíz.

La raíz principal es de tipo globosa y pivotante, con una medida de varios metros, lo que le permite tener cierta resistencia a la sequía, además se produce una goma de color rojizo parduzco cuando se le hacen cortes (Alfaro 2008, como se citó en Arias, 2014).

2.2.3.3. Flores.

Las flores son bisexuales y tienen inflorescencias racimosas de 1.0 – 3.3 x 0.4-.1.0 cm. Tienen cinco sépalos y cinco pétalos blancos o cremosos, con pequeños matices rojizos en la base. Hay cinco estambres fértiles con anteras amarillas y cinco estambres estériles sin anteras. Tienen un estilo delgado y los peciolos verdes pueden volverse morado como la vaina fresca (Pérez, 2012, como se citó en Arias, 2014).

2.2.3.4. Frutos.

El fruto es una vaina lineal de 20 a 45 (125) cm de largo y de 1 a 2 cm de grosor. Está formado por tres lígulas y, si se corta transversalmente, se puede ver una sección triangular con 12 a 25 semillas dispuestas longitudinalmente (Foild et al., 1999; Lamarck, 1999, citados por Arias 2014).

2.2.3.5. Las semillas.

Son carnosas y aladas, con tres alas que miden entre dos y tres milímetros. El endospermo es blanquecino y muy oleaginoso y está cubierto por una cáscara fina de color café que se puede retirar. Las semillas carecen de periodo de latencia, por lo que pueden plantarse en cuanto estén maduras, y conservan la capacidad germinativa hasta un año, además un árbol puede producir entre 300 y 400 (1.600) vainas por año (Foild et al., 1999; Lamarck, 1999; Alfaro, 2008; Navie & Csurhes, 2010, citados por Arias 2014).

2.2.4. Condiciones climáticas y edáficas

López (2014) indica las condiciones edafoclimáticas óptimos para el buen desarrollo del cultivo de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) son:

2.2.4.1. Clima.

Puede sobrevivir en una amplia gama de tipos de suelo y clima, Crece en áreas donde la precipitación oscila entre 250 y 3,000 mm. En condiciones de abundante precipitación, la planta puede crecer con éxito en alturas de hasta 1,110 metros sobre el nivel del mar, alcanzando alturas de hasta 1,110 metros sobre el nivel del mar, como en la Finca Transito Bolivar, ubicada a 1071 m.s.n.m

2.2.4.2. Suelo

López 2014).Indica que la planta de *Moringa oleifera* crece bien en suelos duros o pesados, con poca capacidad de retención de humedad y hasta con poca actividad biológica. En general, porque esta planta no soporta el encharcamiento, el terreno donde se planta debe tener un buen drenaje.

2.2.5. Manejo de cultivo

Pérez et al., (2010) recomienda las siguientes buenas prácticas agronómicas en el cultivo de moringa:

2.2.5.1. Semilla.

Cuando se cultiva bajo riego, la semilla puede remojar, pero no es necesario, esto se debe a que la humedad del terreno es suficiente para una buena germinación. Si no hay opciones de riego, es mejor no hacerlo ya que se corre el riesgo de comenzar la germinación anticipadamente. Si las lluvias se retrasan, las plantas morirían al no tener suficiente agua. Para cultivar 250 mil plantas por hectárea con la variedad Culiacán, se necesitan 62,5 kg de semilla, aunque se recomienda agregar un 10 % más debido a la posible disminución de la calidad.

2.2.5.2. Siembra.

En condiciones de temporal, la siembra se debe realizar cuando las lluvias se hayan regularizado, generalmente en la primera o segunda semana de julio. Se pueden sembrar manualmente (al voleo) alrededor de 25 plantas por metro cuadrado. En el cultivo intensivo bajo riego, se puede aumentar la densidad de siembra a 500 mil plantas por hectárea para aumentar los rendimientos. En este caso, la separación entre plantas cambia y se coloca el doble de plantas por hilera. También es importante señalar que la siembra debe ser casi superficial, a una profundidad máxima de 3 cm, para que la semilla esté en condiciones de germinar.

2.2.5.3. Deshierbo.

Es fundamental realizar deshierbes manuales o mecánicos (con azadón o machete), o utilizar productos químicos para evitar que las malezas compitan con el cultivo. A los 21 días después de la emergencia de las plantas de moringa, es el momento adecuado para deshierbar. El control de la maleza es crucial porque su proliferación puede afectar negativamente el desarrollo de las plantas de moringa. El coquillo, el bleo, la malva, la mala mujer, el toloache, la yesquilla y el coquillo fueron las malas hierbas más comunes en el lote experimental de Elota.

2.2.5.4. Riegos.

Aunque la planta es tolerante la sequía, cuando le falta el agua necesaria para su crecimiento, no es muy productiva y tiende a perder su follaje. Según la investigación actual, aplicar al menos un riego cada dos semanas puede generar rendimientos satisfactorios. El riego puede ser por goteo, rodado o por aspersión (mediante cañones), según las posibilidades de cada productor. El riego por inundación de melgas se utilizó durante el proyecto actual hasta una altura de 10 cm.

2.2.5.5. Plagas y enfermedades.

Las plagas y enfermedades más comunes en el cultivo de moringa en el municipio de Elota fueron mochos y pudrición de tallo y raíz. Para controlar los mochos u hormigas, se aplicó un cebo con Patrón CG o FMC directamente al hormiguero. Se puede controlar la pudrición de tallo y raíz aplicando 20 mililitros de una mezcla de Ridomil 480 (01 l. por 200 l. de agua), Previcur Energy (1.5 l. por 200 l. de agua) y Derosal (250 mm. por 200 l. de agua) en la base del tallo de la planta enferma.

2.2.5.6. Fertilización.

Para aumentar los rendimientos en el cultivo de temporal se puede fertilizar una sola vez por temporada, con una fórmula apropiada a las condiciones del suelo. En el lote demostrativo de Elota se utilizaron por hectárea 350 kilogramos de una mezcla compuesta por 105 kilogramos de fosfato monoamónico (11 – 52 - 00), 17.5 kg de urea (46 – 00 - 00), nitrato de potasio (12 – 00 - 45 - 01) y sulfato de amonio (21 – 00 – 00 – 24 S). La aplicación se realizó manualmente, colocando el fertilizante en los bordes interiores de la melga, para que al momento de las lluvias se distribuyera solo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y duración del Estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Fundo “La Peña” (Foto N°01) de la Facultad de Agronomía de la UNPRG, Lambayeque, más o menos a 1.0 Km. al oeste de la Ciudad Universitaria, geográficamente ubicado a 5°10' de Latitud Sur y a 78.45' de Longitud Oeste y una altitud de 18 m.s.n.m, durante los meses de junio 2018 a febrero del 2019.

Mapa satelital de ubicación del campo experimental



3.2. Material Experimental

3.2.1. Tratamiento en estudio

El experimento en estudio conformado por 05 tratamientos, incluyendo el testigo en distintos tratamientos de densidad de siembra.

T₀: 0.50 m x 0.50 m = 40.000 plantas/ha (Testigo).

T₁: 0.10 m x 0.10 m = 1.000.000 plantas/ha

T₂: 0.20 m x 0.20 m = 250.000 plantas/ha

T₃: 0.30 m. x 0.30 m = 111.111 plantas/ha

T₄: 0.40 m. x 0.40 m. = 62.500 plantas/ha

3.2.2. *Material biológico*

El material biológico, lo constituyó las semillas de *Moringa oleifera* cuyo tamaño en edad adulta no supera los 12 metros.

3.2.3. *Materiales y equipos experimentales*

3.2.3.1 Materiales.

- ✓ Letreros de identificación de tratamientos
- ✓ Fichas de evaluación
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Balanza
- ✓ Envases
- ✓ Regla recta graduada de 30 cm.

3.2.3.2. Herramientas.

- ✓ Martillo
- ✓ Clavos
- ✓ Espátula
- ✓ Wincha
- ✓ Palana

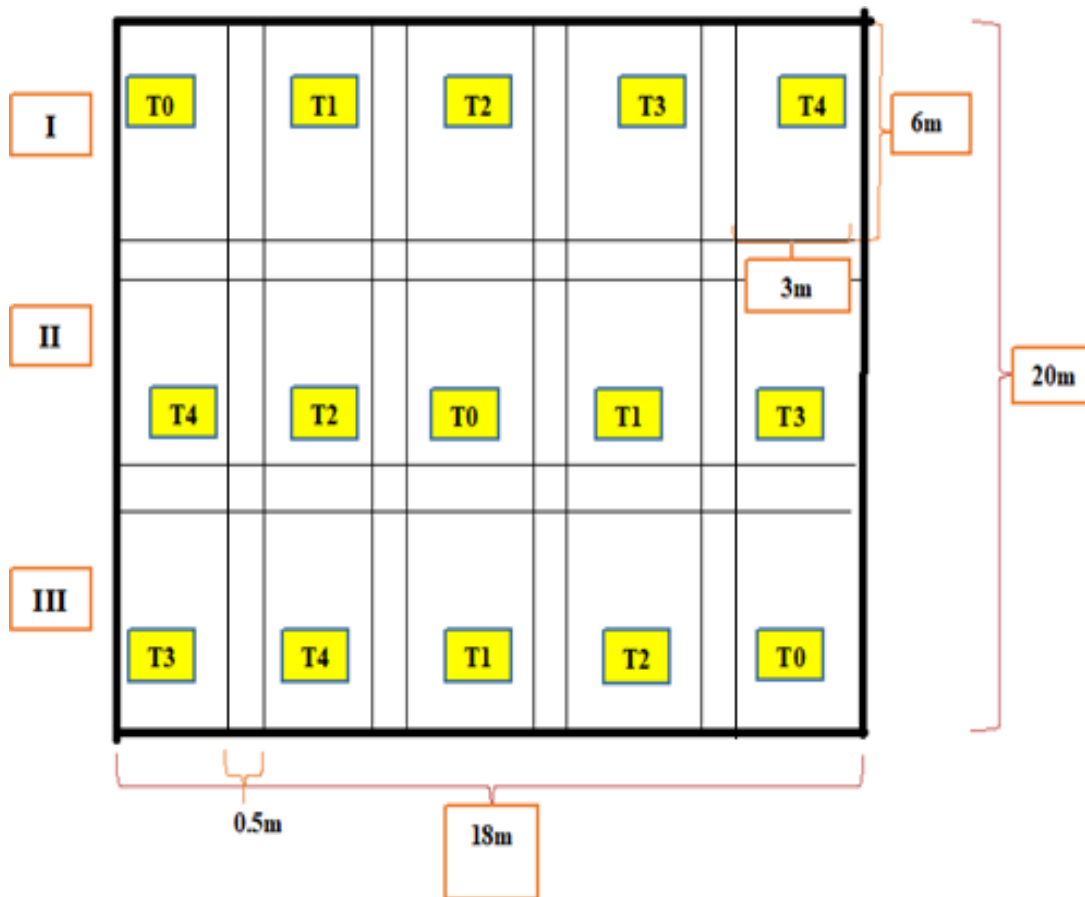
3.2.3.3. Equipos.

- ✓ Mochila pulverizadora de 20Lts.
- ✓ Equipo meteorológico manual
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Vernier
- ✓ Computadora
- ✓ Calculadora

3.3. Metodología Experimental

3.3.1. Población y muestra

Para medir cada característica e indicadores, se tomaron muestras de número de plantas y pesos /m² para cada una de las densidades de siembra en cuya área experimental se hizo la distribución del siguiente croquis:



En donde:

T₀: 0.5 m x 0.5 m (Testigo)

T₁: 0.10 m x 0.10 m

T₂: 0.20 m x 0.20 m

T₃: 0.30 m x 0.30 m

T₄: 0.40 m. x 0.40 m

✓ Número de repeticiones	03
✓ Número de parcelas /repetición	05
✓ Número de surcos / parcela	: Según densidad
✓ Longitud de parcela	: 6 m
✓ Ancho de parcela	: 3 m
✓ Área de parcela	: 18 m ²
✓ Área neta	: 108 m ²
✓ Área total	: 360 m ²

3.3.2. Técnica de muestreo

3.3.2.1. Variables de estudio.

- ✓ Variable independiente: Densidad de siembra
- ✓ Variable dependiente: Atributos agronómicos, composición química, y rendimiento.

3.3.2.2. Análisis físico químico del suelo experimental.

✓ Muestreo de suelo

Se extrajeron muestras simples de suelo en forma de zig zag para formar muestras compuestas por cada repetición y luego llevados al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía para el análisis físico – químico, correspondiente.

✓ Análisis físico – químico

El análisis físico – químico, (Tabla 1) del presente trabajo de investigación se hizo usando los siguientes métodos:

- Textura: Método de Boyoucos
- Conductividad eléctrica : Extracto de saturación (conductividad eléctrica)
- pH : Extracto de saturación (potenciómetro)
- Materia Orgánica: Walkey – Black

- Fósforo disponible: Olsen modificado
- Potasio disponible: Peech (fotómetro)
- Nitrógeno disponible: Método Kjeldahl
- Carbonato de calcio: Gaseométrico

Tabla 1

Análisis físico-químico del suelo experimental. La Peña-Lambayeque 2018.

Bloque	C.E	p.H.	M.O.	N	P	K	Co Ca ₃	Clase
N°	mS/cm	-	%	%	p.p.m.	p.p.m	%	Textural
B-I	8.88	7.67	1.96	0.09	3.90	609.00	2.76	Fr Ao
B-II	6.19	7.60	2.10	0.10	4.30	620.00	1.91	Fr Ao
B-III	3.06	7.45	2.70	0.14	4.00	512.00	1.10	Fr Ar Ao
Promedio	6.04	7.57	2.25	0.11	4.07	580.33	1.92	

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la UNPRG.

Los resultados de la Tabla 1, señalan que el suelo experimental presenta las siguientes características físicas-químicas: moderadamente salino (4-8 mS/cm), pH ligeramente alcalino (7.4-7.8%), materia orgánica media (2-4%), nitrógeno medio (0.096-0.0126%), fosforo bajo (<7%), potasio alto (>200), (2019), ligeramente calcáreo (1-2%) y textura de franco arenoso a franco arcilloso arenoso.

3.3.2.3. Datos meteorológicos observados en el trabajo experimental.

En la Tabla 2 y Figura 1, indican temperaturas máximas, mínimas y medias de 25.4, 18.7 y 22.0°C, respectivamente; precipitación acumulada de 30.6 mm; humedad relativa de 70.8 % y 5.4 horas sol, condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Tabla 2

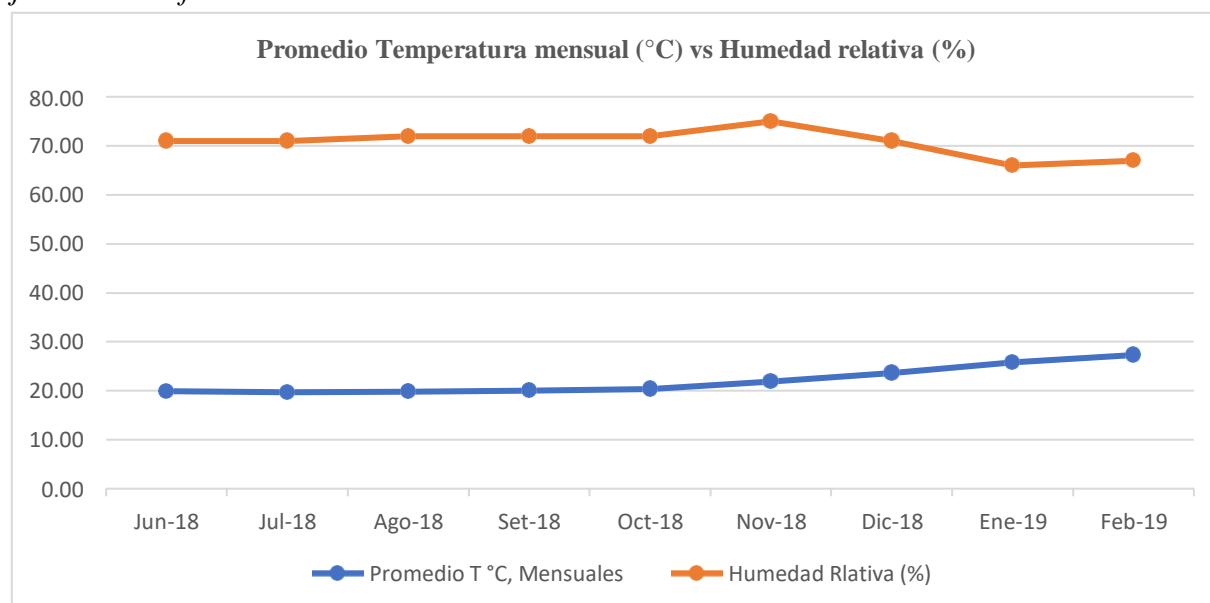
Datos meteorológicos observados durante la conducción experimental. La Peña Lambayeque, 2018-2019.

AÑO/MES	TEMPERATURA °C			HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACION (mm)	HORAS DE SOL (h.d)
	Máxima	Mínima	Media			
2018-2019						
Jun-18	22.5	17.3	19.9	71	0.1	3.4
Jul-18	22.6	16.8	19.7	71	-	3.9
Ago-18	23.0	16.6	19.8	72	-	5.2
Set-18	23.4	16.6	20.0	72	-	7.4
Oct-18	23.9	16.8	20.4	72	0.6	6
Nov-18	25.3	18.4	21.8	75	1.3	6.1
Dic-18	27.3	20.0	23.7	71	4.5	6
Ene-19	29.6	22.0	25.8	66	0.2	5.7
Feb-19	31.0	23.6	27.3	67	23.9	5.2
PROMEDIO	25.4	18.7	22.0	70.8	(Σ30.6)	5.4

Fuente: Estación Meteorológica de la UNPRG, 2019.

Figura 1

Promedio de temperatura mensual (°C) y humedad relativa (%), desde junio 2018 a febrero del 2019.



3.3.3. Establecimiento y manejo del cultivo de moringa

3.3.3.1. Preparación del terreno.

Se aró y niveló el terreno con un tractor y una rufa, respectivamente y luego se trazaron los bloques experimentales. Con una wincha se logró hacer en total 15 parcelas de 18 m² c/u, producto de 05 tratamientos por 03 bloques.

3.3.3.2. Siembra.

Se hizo la siembra directa y manual en el suelo, de acuerdo a los tratamientos en estudio de 10 x 10, 20 x 20, 30 x 30, 40 x 40 y 50 cm. x 50 cm., correspondientemente. La cantidad de semilla de *Moringa oleifera* empleado en este estudio fue de 1.92 kg en toda el área experimental (360m²), equivalente a 53 kg/ha.

3.3.3.3. Fertilización.

La fertilización se hizo incorporándose estiércol de ovino a cada tratamiento, la cantidad de 27 kg/parcela equivalente a 15 toneladas/ha. Asimismo, se aplicó abono foliar en la cantidad de 1litro/ha 60 días después de la siembra.

3.3.3.4. Riegos.

Se aplicó agua de riego por gravedad cada 15 días debido a la textura franco arenosa del suelo experimental.

3.3.3.5. Control de malezas.

Se hizo mensualmente y manualmente, encontrando las siguientes malezas: Yuyo (*Amaranthus virides*), *Leptochloa sp*, verdolaga (*Portulaca oleracea*), grama dulce (*Cynodon dactilon*), *Ambrosia peruviana*.

3.3.3.6. Control fitosanitario.

Las plagas que se encontraron en cada uno de los cortes en el presente trabajo, fueron: Gusano de tierra (*Agrotis ipsilon*), pulgón (*Mysus persicae*), cigarritas (*Empoasca sp.*), aplicándose para su control Midamín 15 ml/mochila de 20 litros, con lo cual se logró su control.

3.3.3.7 Cosecha.

Se efectuó de forma manual usando una hoz, con ayuda de un marco de madera de 1 m² para cada muestra por tratamiento, luego el forraje verde cortado se colocó en un lugar acondicionado y aireado para su secado antes de ser llevados a la estufa. El primer corte se hizo a los 152 días después de la siembra, y el segundo corte a los 46 días después del primer corte.

3.3.4. Atributos agronómicos, composición química y rendimientos evaluados

Un día antes de la cosecha de forraje verde, se evaluaron en los surcos centrales con ayuda de un marco de madera de 1 m² en cada tratamiento, los siguientes atributos agronómicos:

- ✓ Altura de planta: se tomó 10 plantas al azar, medidas desde el suelo hasta la hoja más alta.
- ✓ Diámetro de tallo: de las 10 plantas que se usaron para medir la altura, se procedió a medir el diámetro de tallo expresado en “mm”, en la parte central de cada planta usando para ello un vernier o pie de rey.
- ✓ Número de hojas por planta: de las 10 plantas tomadas anteriormente, se contaron el número de hojas/tallo.
- ✓ Número de ramas/planta: de las 10 plantas tomadas al azar se contabilizaron el número de ramas por planta
- ✓ Número de hojas por rama: de las 10 plantas cogidas precedentemente, se registraron el número de hojas/rama.
- ✓ Relación de hoja – tallo: se pesaron dos muestras de 200 g de moringa por tratamiento, las cuales fueron identificadas previamente y luego llevadas a una estufa donde permanecieron a una temperatura de 65 °C por 72 horas. Las muestras se secaron para luego ser deshojadas y pesadas por separado las hojas y los tallos a través de una balanza de precisión, y mediante una regla de tres simple directa se obtuvo dicha relación.

- ✓ Porcentaje de materia seca: se obtuvo de las muestras de 200 g de moringa que se secó a la estufa (65°C/72 h), para obtener el porcentaje de materia seca, cálculo se hizo a través de la regla de tres simple directa.
- ✓ Rendimiento de forraje verde: en cada uno de los tratamientos se cortó el forraje de los dos surcos centrales a una altura de 15 a 20 cm. sobre el nivel del suelo, luego se pesó, mediante el uso de una balanza de precisión, cuyo peso se extrapoló para calcular el rendimiento de forraje verde/ha.
- ✓ Rendimiento de materia seca: para calcular este parámetro, primero se determinó el porcentaje de materia seca y luego el rendimiento de forraje verde/ha y por regla de tres simple directa, se halló el rendimiento indicado.
- ✓ Composición química: de las muestras que se usaron para determinar la relación hoja/tallo, éstas sirvieron para ser llevadas al laboratorio de Nutrición Animal de Ingeniería Zootecnia y determinar según el método de análisis químico a utilizar: proteína total, grasas o lípidos, minerales, fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN).

3.3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

Los atributos agronómicos, rendimientos de forraje verde y materia seca, se analizaron acorde al modelo matemático del Diseño Experimental para el trabajo de investigación. Se hizo el análisis correspondiente a lo señalado, siguiendo dos procedimientos.

3.3.5.1. Análisis de variancia individual.

Se hizo el análisis de variación individual para cada uno de los tratamientos cuyo modelo lineal es el siguiente (**Castillo, et al. 2013**).

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Siendo:

Y_{ijk} : Toneladas de forraje verde por hectárea referente al i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque o repetición del k-ésimo corte.

U: Media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

B_j : Efecto del j-ésimo bloque

E_{ijk} : Efecto aleatorio del error

FUENTES VARIABILIDAD	DE	G.L.
Bloques		02
Tratamientos		04
Error Experimental		08
TOTAL		14

3.3.5.2. Análisis de variancia combinado.

Se hizo el análisis combinado de tratamientos por corte, cuyo modelo lineal es el siguiente (Castillo, *et al.* 2013)

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_{j/k} + L_k + (TL)_{ik} + E_{ijk}$$

Siendo:

Y_{ijk} : Toneladas de forraje verde por hectárea referente al i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque o repetición del k-ésimo corte.

U : Media general

T_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

$B_{j/k}$: Efecto del i-ésimo bloque en el k-ésimo corte

L_k : Efecto del k-ésimo corte

$(TL)_{ik}$: Efecto de la interacción dentre el i-ésimo tratamiento y el k-ésimo corte.

E_{ijk} : Error experimental asociado a la observación Y_{ijk}

FUENTES DE VARIABILIDAD	G.L.
Bloques	02
Tratamientos	04
Tratamientos/Corte	08
Error Experimental	16
TOTAL	30

En caso de encontrarse diferencias estadísticas significativas para las fuentes de Variabilidad (prueba de F al 5 %), se llevó a cabo la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($P \leq 0.05$), así como se hizo el análisis de regresión y correlación simple entre el rendimiento de forraje verde y de materia seca y sus atributos agronómicos, señalados anteriormente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de varianza

El análisis de varianza de tratamientos y combinado de cortes por tratamiento de los atributos agronómicos.

La Tabla 03 y Anexos 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A, 10A, y 11A, señala que la fuente de variación cortes, todos los atributos agronómicos mostraron entre alta y muy alta significación estadística, lo que implica rechazar la hipótesis nula. En cuanto a la fuente de variación tratamientos, con excepción de la característica hojas/tallo, todos los atributos agronómicos tuvieron diferencias significativas entre alta y muy alta, es decir se rechaza la hipótesis nula. La interacción corte por tratamiento, señala que los atributos diámetro de tallo, rendimiento de forraje verde, porcentaje de materia seca y rendimiento de materia seca no fueron significativos estadísticamente. Los coeficientes de variabilidad, se consideran aceptables cuyos rangos de variación oscilan entre 3.08 a 25.59%. Estos valores se toman en cuenta de acuerdo al tipo de experimento, indicando que los rangos permisibles deben ser entre 6 a 8% para evaluación de cultivos, 10 a 12% para fertilización, y de 13 a 15% para ensayos de evaluación de plaguicidas, tal como lo indican Gómez (1984) y Patel *et al.* (2001), citados por **Gordón y Camargo (2015)**.

Tabla 3

Análisis de variancia individual y combinado de los atributos agronómicos, evaluados con su coeficiente de variabilidad.

Atributos agronómicos	Cuadrados medios			CV (%)
	Corte 1	Tratamiento 4	Corte x tratamiento 4	
Altura de planta	23320.18**	9796.65**	378.63*	20.75
Diámetro de tallo	0.0038*	0.02**	0.00024 NS	25.59
Número de hojas/rama	273.39**	6.59**	5.56*	8.36
Número de ramas/planta	0.65*	7.87**	0.93*	12.82
Número de hojas/planta	245.76**	71.64**	15.38**	13.61
Peso de hojas	0.02*	0.0021*	0.01*	3.79
Peso de tallo	0.14**	0.01*	0.01*	4.03
Relación hojas/tallo	0.07**	0.0014 NS	0.01*	15.02
Rendimiento forraje verde	0.17*	0.19**	0.003 NS	3.08
% Materia seca	59.00**	10.55*	4.29 NS	8.49
Rendimiento materia seca	0.09*	0.21**	0.003 NS	3.82

Significativo

** Altamente significativo

NS No significativo

4.2. Análisis de los atributos evaluados

4.2.1. Altura de planta

La Tabla 4 y Figura 2, señala que el factor corte muestra diferencias estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, en la que destaca el C₂, el cual obtuvo mayor la altura de planta con 86.36 cm y superó estadísticamente al C₁, que solo registró 67.78 cm.

La Tabla 5 y Figura 3, indica que el factor densidad de planta detectó diferencias significativas entre promedios, hallando cuatro subconjuntos diferentes, donde T₄ registró la mayor altura con 92.04 cm, superando al resto de tratamientos que alcanzaron 85.23, 81.65, 73.08 y 57.72 cm para T₃, T₀, T₂ y T₁, respectivamente.

La interacción corte por densidad de siembra detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, notando cinco subconjuntos diferentes, donde la combinación C₂ x T₄ obtuvo la mayor altura con 104.08 cm., superando estadísticamente al C₂ x T₀ (94.21 cm), C₂ x T₃ (92.87 cm), C₁ x T₄ (80.00 cm), C₂ x T₂ (79.73 cm), C₁ x T₃ (77.60 cm), C₁ x T₀ (69.08 cm), C₁ x T₂ (66.43 cm), C₂ x T₁ (66.03 cm) y C₁ x T₁ (49.40 cm), correspondientemente. Tabla 06 y Figura 04.

Las diferencias en cuanto a la altura de planta entre cortes, puede deberse a que el cultivo de moringa todavía en el corte 1, no habría alcanzado su mayor crecimiento y desarrollo y que a partir del tercer corte esta característica se establecerá. En lo referente a la densidad de siembra, T₁ obtuvo la menor altura probablemente debido a una mayor disputa entre plantas por luz, agua, nutrientes; haciendo que las plantas tengan menos crecimiento y desarrollo. La interacción C₂ x T₄, encontró la mayor altura de planta, la cual podría deberse a que ellas tuvieron mayor edad y los mejores espacios para obtener mayor crecimiento y desarrollo.

Tabla 4

Altura de planta, según corte. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Corte	Altura de planta (cm)
C ₂	86.36 A
C ₁	67.98 B
Promedio	77.17

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 2

Altura de planta, según corte

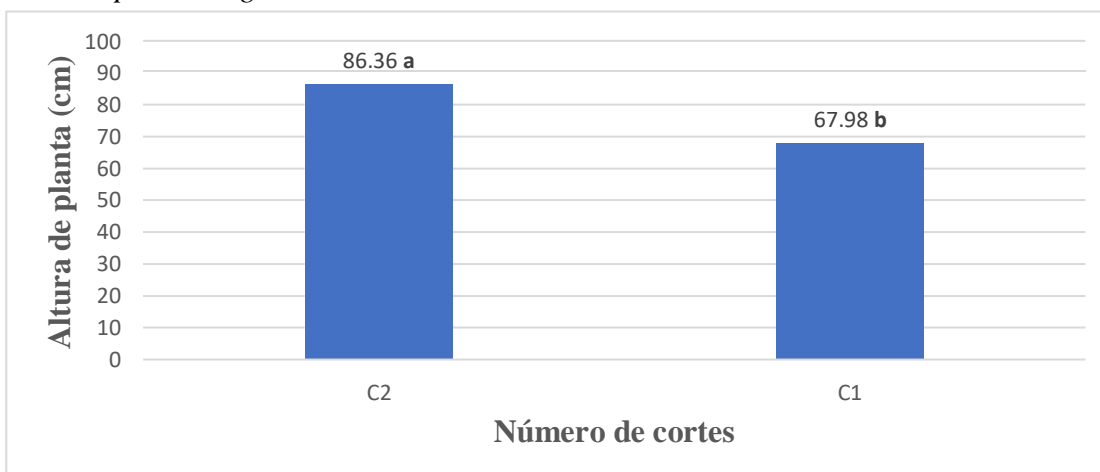


Tabla 5

Altura de planta, según densidad de planta. Fundo “La Peña”, UNPRG – Lambayeque, 2018.

Tratamiento	Altura de planta (cm)
T ₄	92.04 A
T ₃	85.23 B
T ₀	81.65 B
T ₂	73.08 C
T ₁	57.72 D
Promedio	77.94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 3

Altura de planta, según tratamientos

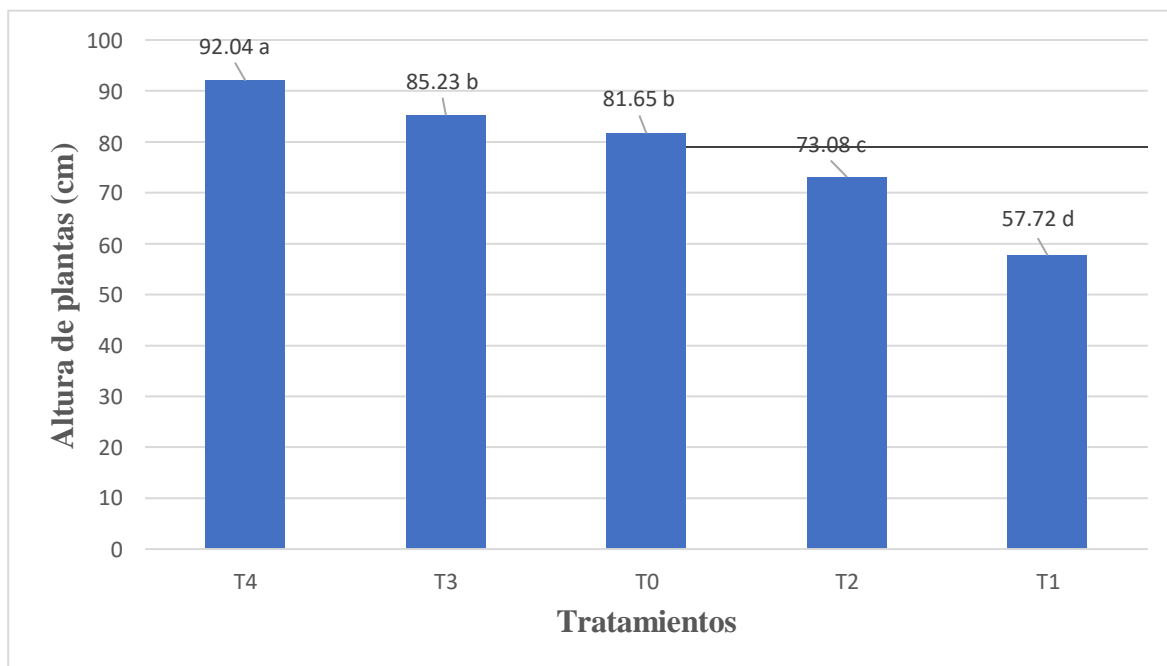


Tabla 6

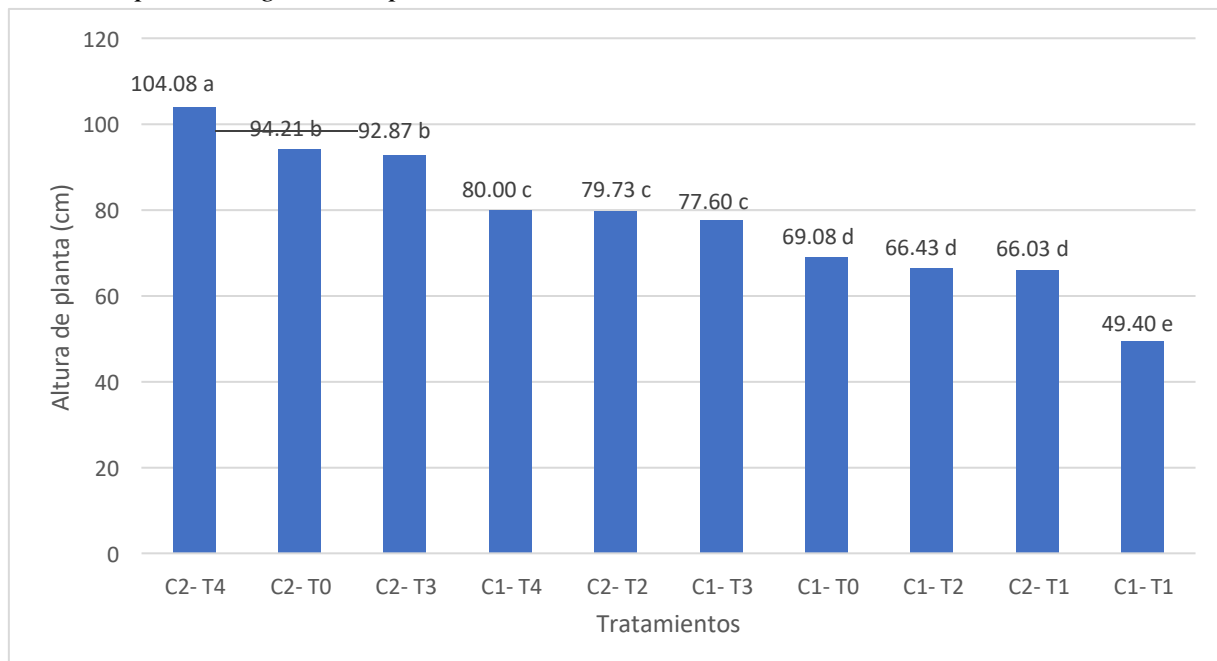
Altura de planta, según corte por tratamiento. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Corte por tratamiento	Altura de planta (cm)
C ₂ - T ₄	104.08 A
C ₂ - T ₀	94.21 B
C ₂ - T ₃	92.87 B
C ₁ - T ₄	80.00 C
C ₂ - T ₂	79.73 C
C ₁ - T ₃	77.60 C
C ₁ - T ₀	69.08 D
C ₁ - T ₂	66.43 D
C ₂ - T ₁	66.03 D
C ₁ - T ₁	49.40 E
Promedio	77.94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 4

Altura de planta, según corte por tratamiento.



4.2.2. Diámetro de tallo

En la Tabla 7 y Figura 5, nota que en el factor corte, no halló diferencias estadísticas significativas entre promedios donde C₁ y C₂ obtuvieron valores de 4.4 y 4.2 mm, respectivamente.

Para el factor densidad de planta, encontró disimilitudes estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos grupos distintos, el primero conformado por T₄ (5.1), T₃ (4.6), T₀ (4.6 mm) que superó al segundo grupo constituido por T₂ (3.9) y T₁ (3.4 mm), correspondientemente. Tabla 8, Figura 6.

La interacción corte por tratamiento, registró diferencias estadísticas a favor de C₁ x T₄ (5.1) y C₂ x T₄ (5.1) que fueron mejores que C₂ x T₂ (4.1), C₁ x T₂ (3.7), C₂ x T₁ (3.4) y C₁ x T₁ (3.4 mm) pero iguales estadísticamente a C₂ x T₀ (4.8), C₂ x T₃ (4.7), C₁ x T₃ (4.5) y C₁ x T₀ (4.4mm), en forma correspondiente. Tabla 9, Figura 7.

En el corte 2, si bien es cierto no hubo diferencias estadísticas con respecto al corte 1, se nota un valor aritmético a favor del primero, quizás debido a que la moringa a medida que va teniendo mayor edad tiende a tener mayor grosor de tallo. En lo referente a densidad de siembra las plantas de moringa con mayores espacios entre golpes poseen mayores engrosamientos, esto se debería a que hay menos competencia por los nutrientes, agua, luz. En tanto la interacción de corte por densidad refleja valores mayores a medida que las plantas de moringa tienen mayor número de cortes y mayor distanciamiento entre ellas.

Tabla 7

Diámetro de tallo, según corte. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Corte	Diámetro de tallo (mm)
C ₂	4.4 A
C ₁	4.2 A
Promedio	4.3

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 5

Diámetro de tallo, según corte

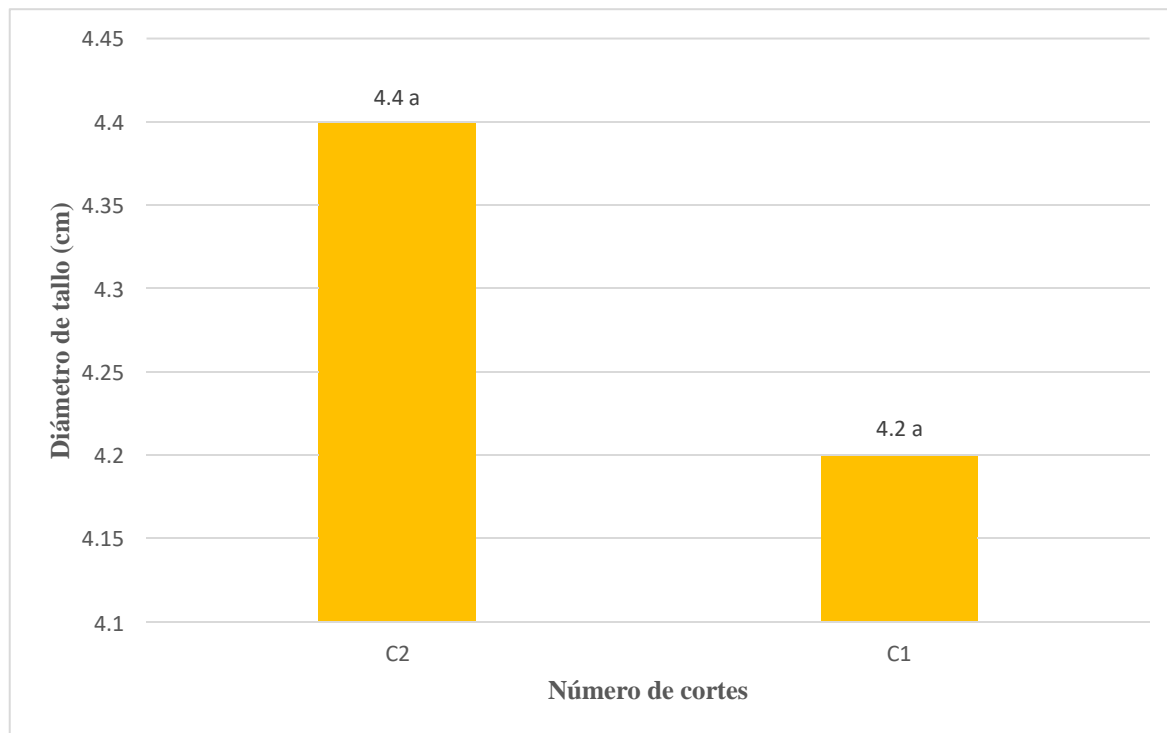


Tabla 8

Diámetro de tallo, según densidad de planta. Fundo “La Peña”, UNPRG – Lambayeque, 2018.

Tratamiento	Diámetro de tallo (mm)
T ₄	5.1 A
T ₃	4.6 A
T ₀	4.6 A
T ₂	3.9 B
T ₁	3.4 B
Promedio	4.3

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 6

Diámetro de tallo, según tratamientos

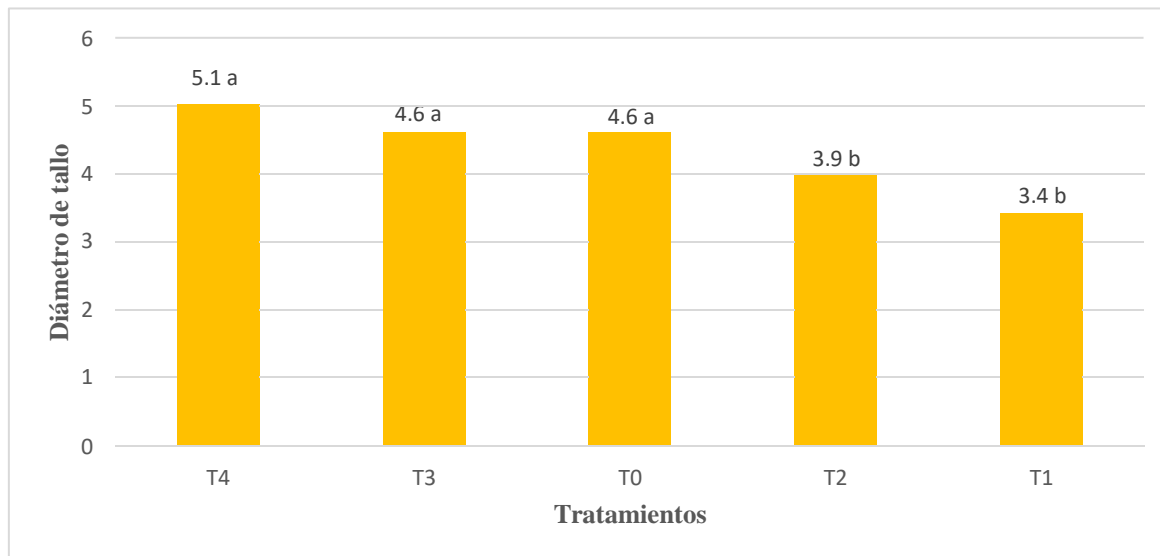


Tabla 9

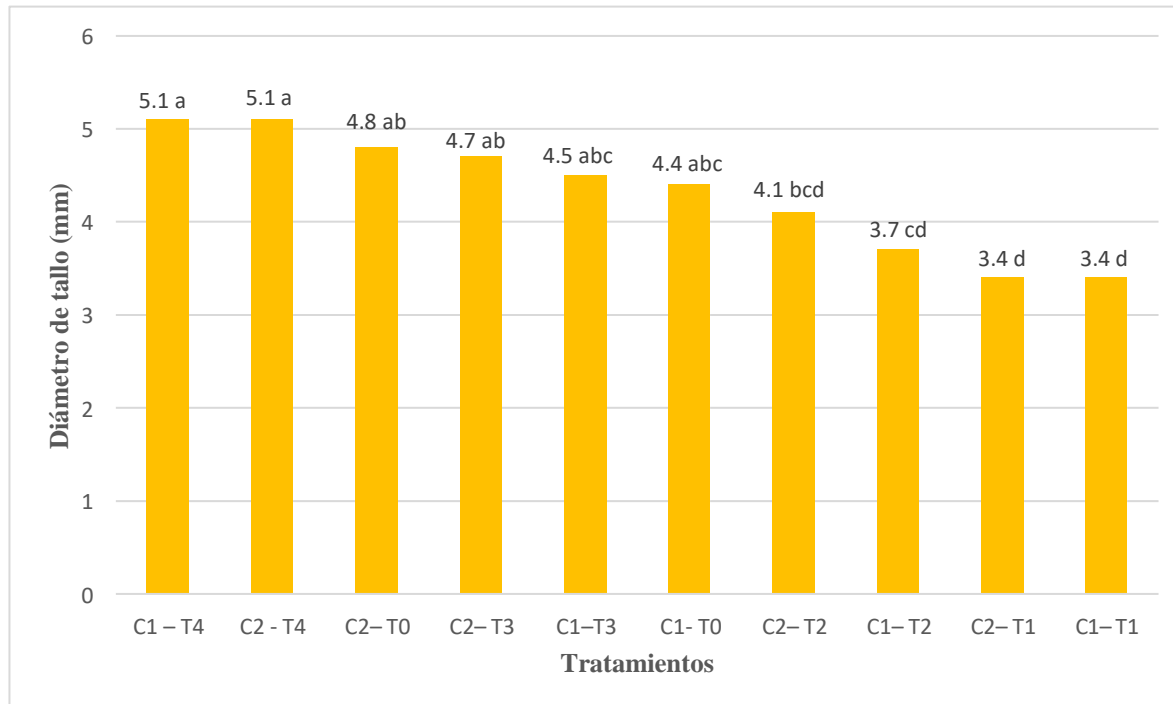
Diámetro de tallo, según corte por tratamiento. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Corte por tratamiento	Diámetro de tallo (mm)
C ₁ – T ₄	5.1 A
C ₂ - T ₄	5.1 A
C ₂ – T ₀	4.8 AB
C ₂ – T ₃	4.7 AB
C ₁ –T ₃	4.5 ABC
C ₁ - T ₀	4.4 ABC
C ₂ – T ₂	4.1 BCD
C ₁ – T ₂	3.7 CD
C ₂ – T ₁	3.4 D
C ₁ – T ₁	3.4 D
Promedio	4.3

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 7

Diámetro de tallo, según corte por tratamientos



4.2.3. Número de hojas por rama

En la Tabla 10 y Figura 8, indica que el factor corte, percibió desigualdades estadísticas significativas entre promedios, descubriendo dos subconjuntos diferentes, en la que el C₂, obtuvo el mayor número de hojas por rama con 7.57, superando al C₁, que solo tuvo 5.12 hojas por rama.

La Tabla 11 y Figura 9, refleja que el factor densidad de siembra, halló diferencias estadísticas entre promedios, hallando dos grupos diferentes, donde en primero integrado por T₀, T₄, y T₃ con valores de 6.75, 6.73 y 6.63 hojas/rama fue superior al segundo grupo conformado por T₂ (5.98) y T₁ (5.80 hojas/rama).

La interacción corte por tratamiento, encontró diferencias estadísticas significativas entre promedios, donde C₂ - T₀ con 8.75 hojas/rama, destacó estadísticamente sobre el resto de tratamientos que obtuvieron 7.96, 7.63, 7.00, 6.83, 5.63, 5.50, 5.13, 4.75 y 4.60 hojas/rama para los tratamientos C₂ -T₄, C₂ -T₃, C₂ - T₁, C₂ -T₂, C₁ -T₃, C₁ -T₄, C₁ -T₂, C₁ -T₀, y C₁ -T₁, correspondientemente. Tabla 12, Figura 10.

El número de hojas/rama, muestra una tendencia de comportamiento similar a lo encontrado para altura y diámetro de tallo ya que en el corte 2 con los mayores distanciamientos originarán mayores alturas de planta y mayores engrosamientos de tallos. En lo referente a la interacción de corte por densidad, se percibe que el segundo corte superó al corte 1 con sus respectivos distanciamientos de siembra.

Tabla 10

Número de hojas por rama, según corte. Fundo “La Peña”, UNPRG – Lambayeque, 2018.

Corte	Número de hojas/rama
C ₂	7.57 A
C ₁	5.12 B
Promedio	6.35

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 8

Número de hojas por rama, según corte

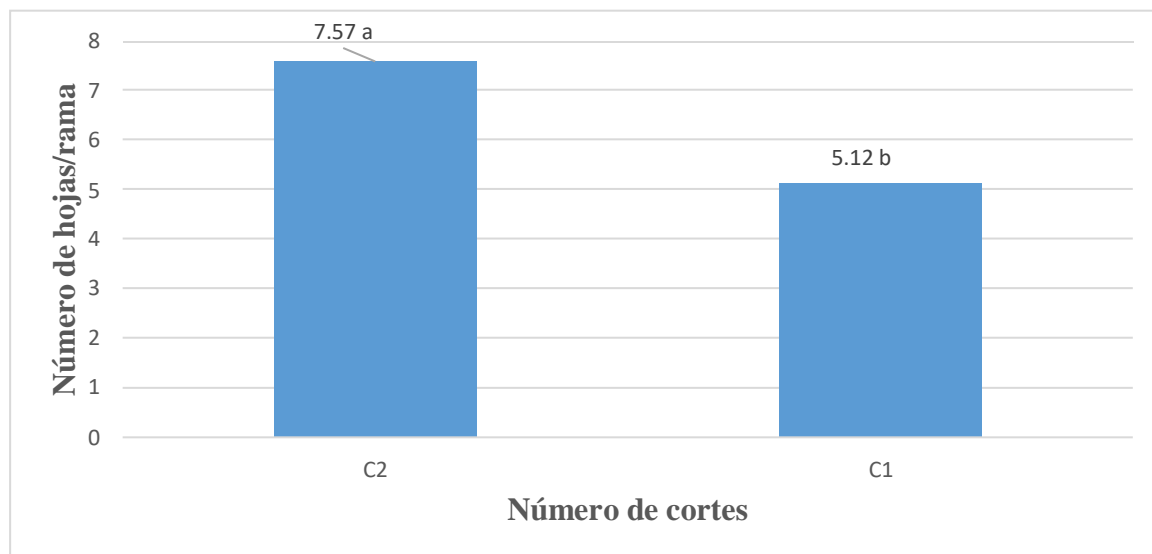


Tabla 11

Número de hojas por rama, según densidad de planta. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Tratamiento	Número de hojas/rama
T ₀	6.75 A
T ₄	6.73 A
T ₃	6.63 A
T ₂	5.98 B
T ₁	5.80 B
Promedio	6.38

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 9

Número de hojas por rama, según tratamientos

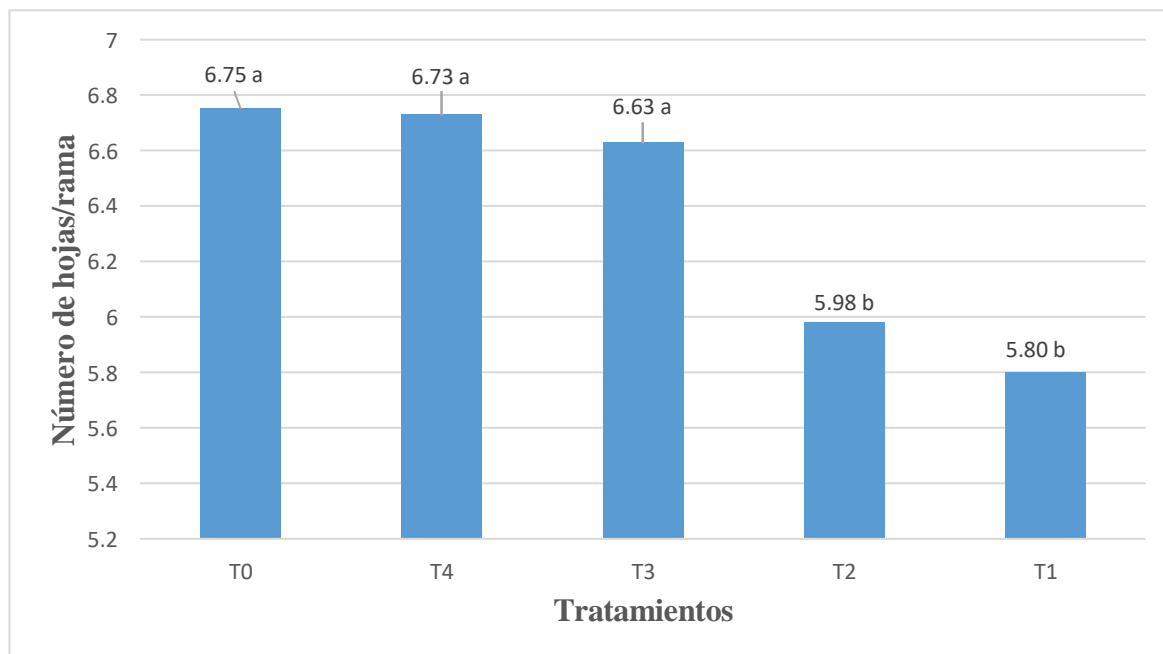


Tabla 12

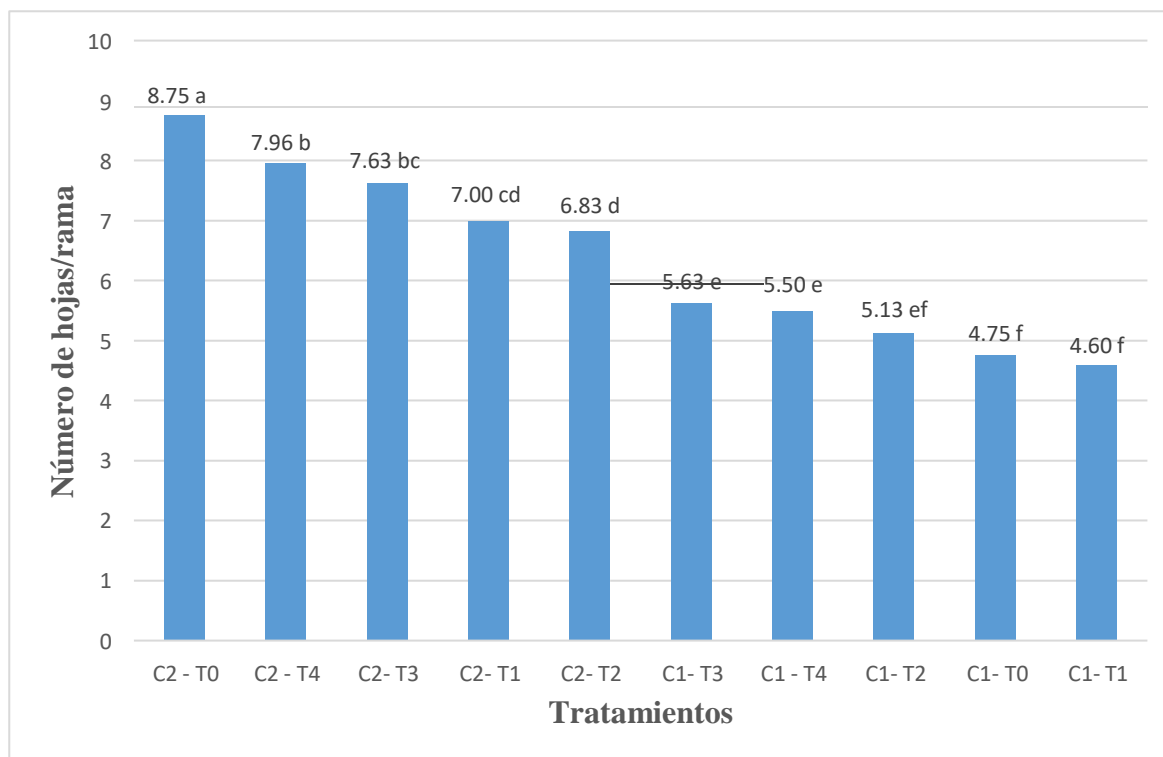
Número de hojas por rama, según corte por densidad de planta. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Corte por tratamiento	Número de hojas/rama
C ₂ - T ₀	8.75 A
C ₂ - T ₄	7.96 B
C ₂ - T ₃	7.63 BC
C ₂ - T ₁	7.00 CD
C ₂ - T ₂	6.83 D
C ₁ - T ₃	5.63 E
C ₁ - T ₄	5.50 E
C ₁ - T ₂	5.13 EF
C ₁ - T ₀	4.75 F
C ₁ - T ₁	4.60 F
Promedio	6.38

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 10

Número de hojas por rama, según corte por tratamientos



4.2.4. Número de ramas por planta

Para el componente corte, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre promedios, donde C₁ y C₂ registraron valores de 17.03 y 16.43 número de ramas/planta, respectivamente. Tabla 13 y Figura 11.

En la Tabla 14 y Figura 12, denota que el factor densidad de siembra, detectó diferencias estadísticas significativas entre promedios, hallando cuatro subconjuntos diferentes, donde T₀ registró el mayor número de ramas por planta con 20.50, superando al resto de tratamientos que alcanzaron 18.29, 17.98, 15.90 y 12.05 para T₄, T₃, T₂ y T₁; correspondientemente.

La interacción corte por tratamiento, mostró desemejanzas estadísticas significativas entre promedios, notando seis subconjuntos desiguales, donde la combinación tratamiento C₂ - T₀ obtuvo el mayor número de ramas por planta con 22.29, superando estadísticamente al C₁ - T₀ (18.71), C₁-T₄ (18.58), C₁- T₃ (18.33), C₂-T₄ (18.00), C₂-T₃ (17.63), C₁-T₂ (17.00), C₂-T₂ (14.80), C₁-T₁ (13.17) y C₂-T₁ (10.93). Tabla 15, Figura 13.

Los resultados revelan que no hay disimilitud entre el corte 1 y corte 2, a pesar de que el primero tuvo un ciclo vegetativo mayor que el segundo para efectuar el corte. En cuanto a la densidad de siembra los tratamientos que tuvieron mayores distanciamientos entre plantas, alcanzaron mayores números de ramas/planta. En relación a la interacción corte por densidad, se nota que los primeros con mayores densidades destacan sobre el resto de tratamientos.

Tabla N°13

Número de ramas por planta, según corte. Fundo “La Peña”, UNPRG – Lambayeque, 2018.

Corte	Número de ramas/planta
C ₁	17.03 A
C ₂	16.43 A
Promedio	16.73

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 11

Número de ramas por planta, según corte

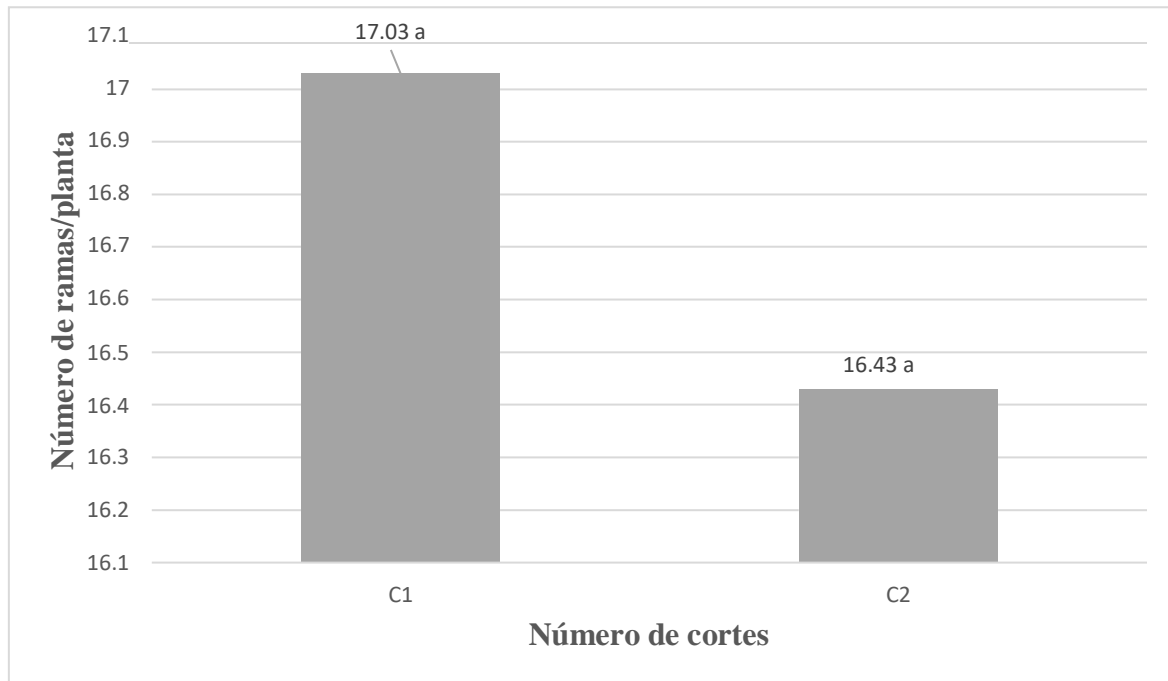


Tabla 14

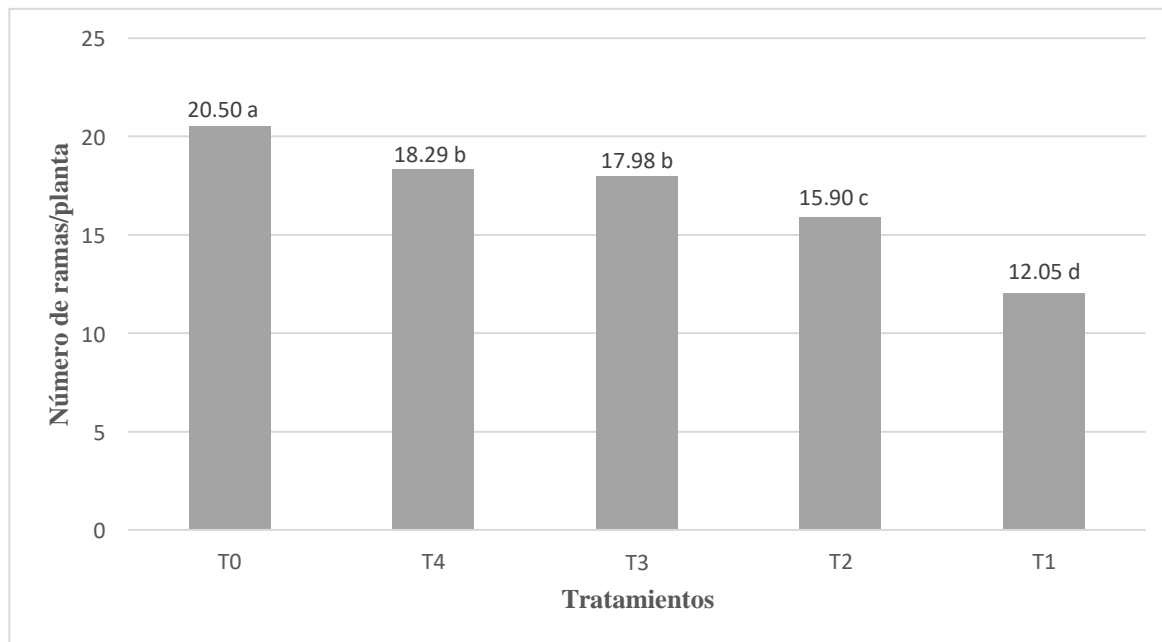
Número de ramas/planta, según tratamientos. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Tratamiento	Número de ramas/planta
T ₀	20.50 A
T ₄	18.29 B
T ₃	17.98 B
T ₂	15.90 C
T ₁	12.05 D
Promedio	16.94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 12

Número de ramas por planta, según tratamientos

**Tabla 15**

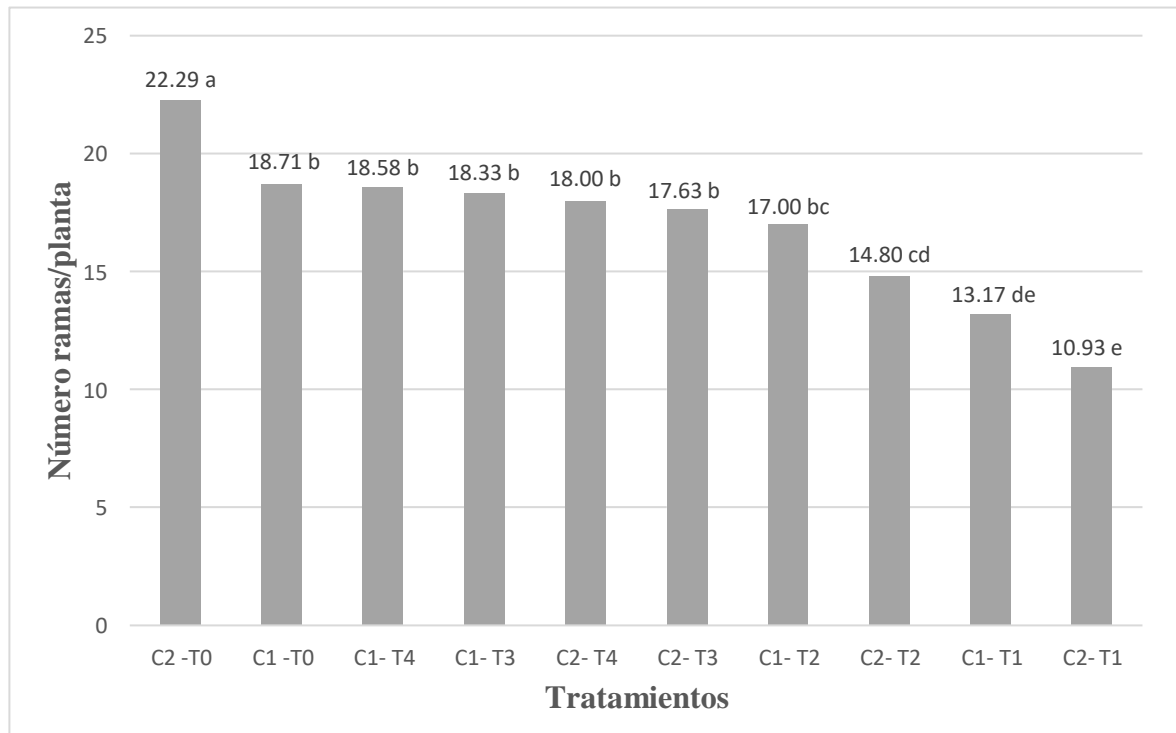
Número de ramas por planta, según corte por tratamiento. Fundo “La Peña”, UNPRG-Lambayeque, 2018.

Corte por tratamiento	Número de ramas/planta
C ₂ - T ₀	22.29 A
C ₁ - T ₀	18.71 B
C ₁ - T ₄	18.58 B
C ₁ -T ₃	18.33 B
C ₂ - T ₄	18.00 B
C ₂ - T ₃	17.63 B
C ₁ -T ₂	17.00 BC
C ₂ - T ₂	14.80 CD
C ₁ -T ₁	13.17 DE
C ₂ - T ₁	10.93 E
Promedio	16.94

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 13

Número de ramas por planta, según corte por tratamientos



4.2.5. Número de hojas por planta

El factor corte registra diferencias estadísticas significativas, encontrando dos subconjuntos diferentes, en el que sobresale el C₂ con 127.25 hojas/planta, superando estadísticamente al C₁ que tuvo 86.10 hojas/ planta. Tabla 16 y Figura 14.

El factor densidad de siembra, descubrió diferencias estadísticas significativas entre promedios, hallando cuatro subconjuntos diferentes, donde T₀ registró el mayor número de ramas/planta con 133.65, superando al resto de tratamientos que alcanzaron 118.44, 118.33, 92.28 y 71.42 número de ramas por planta para T₄, T₃, T₂ y T₁, respectivamente. Tabla 17 y Figura 15.

La interacción corte por tratamiento, halló diferencias estadísticas significativas entre promedios, notando seis subconjuntos diferentes, donde la combinación al tratamiento C₂- T₀ obtuvo el mayor número de hojas por planta con 179.46, superando estadísticamente al C₂ -T₄ (138.92), C₂ -T₃ (134.97), C₂ - T₂ (112.67), C₁ -T₃ (101.70), C₁ -T₄ (97.96), C₁ -T₀ (87.83), C₁ -T₂ (85.90), C₂ -T₁ (83.00) y C₁ -T₁ (59.83), correspondientemente. Tabla 18, Figura 16.

Los resultados muestran que las diferencias en cuanto a número de hojas/planta entre cortes, podría deberse a que el cultivo de moringa después del corte 1, estarían brotando más yemas dando lugar a nuevas ramas, dando como consecuencia mayor número de hojas. En lo referente a densidad de siembra, los mayores distanciamientos entre plantas permitieron a que estas tengan más oportunidad para absorber los nutrientes del suelo, lo que se traducirá en la obtención de un mayor contenido de hojas. La interacción corte por densidad, registra que, en el segundo corte con los mayores distanciamientos entre plantas, obtuvieron la mayor cantidad de hojas/planta.

Tabla 16

Número de hojas por planta, según corte. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Corte	Número de hojas/planta
C ₂	127.25 A
C ₁	86.10 B
Promedio	106.68

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 14

Número de hojas por planta, según corte

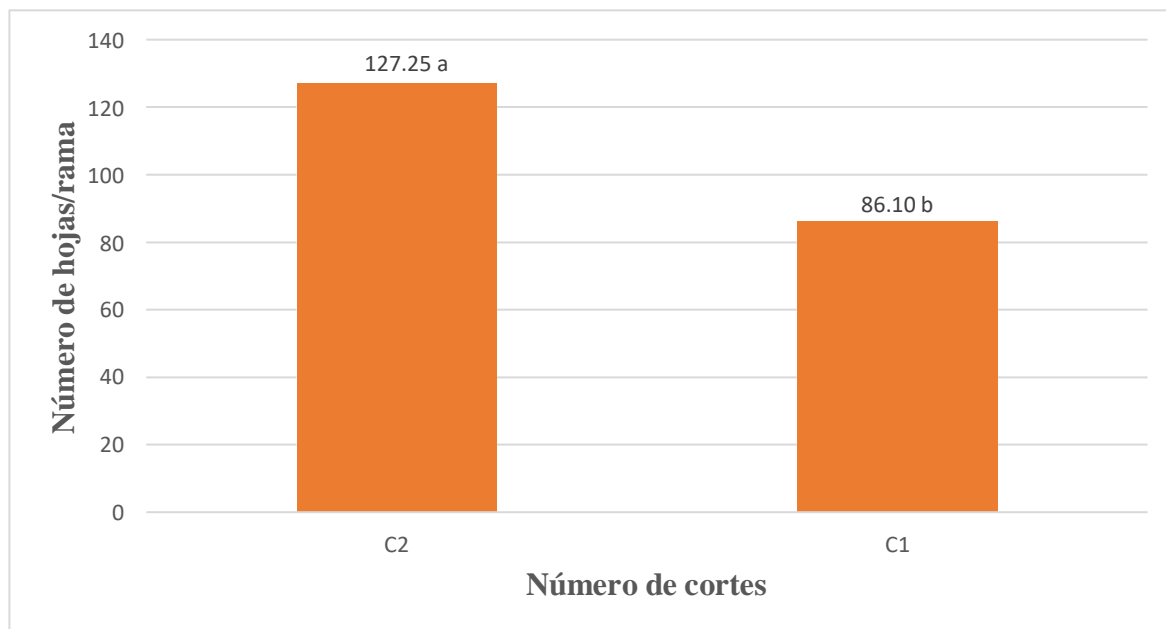


Tabla 17

Número de hojas por planta, según densidad de planta. Fundo “La Peña”, UNPRG-Lambayeque, 2018.

Tratamiento	Número de hojas/planta
T ₀	133.65 A
T ₄	118.44 B
T ₃	118.33 B
T ₂	99.28 C
T ₁	71.42 D
Promedio	108.22

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 15

Número de hojas por planta, según tratamientos

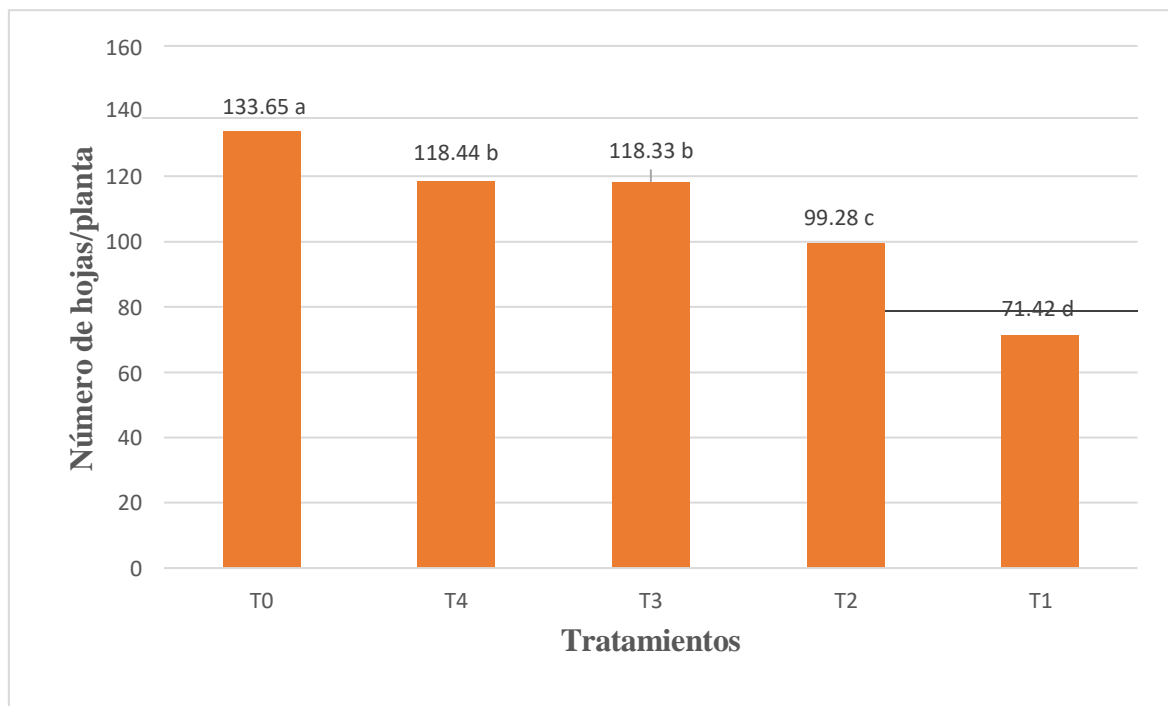


Tabla 18

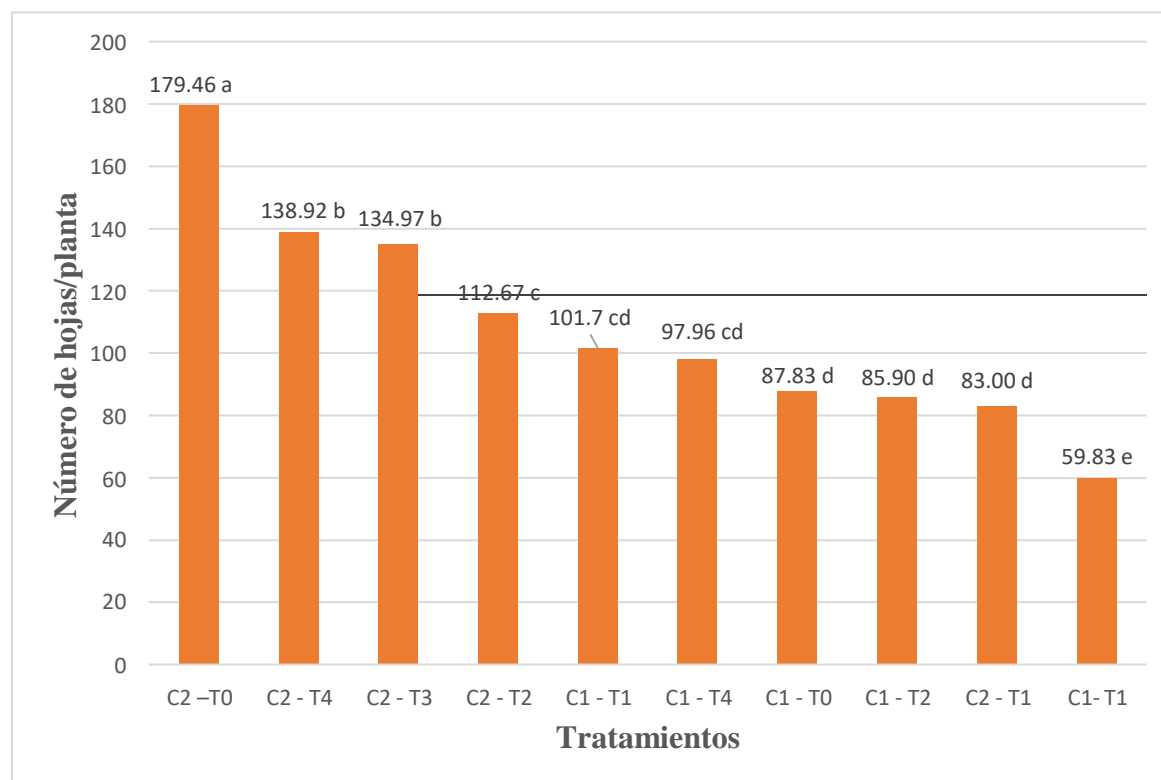
Número de hojas por planta, según corte tratamiento. Fundo “La Peña”, UNPRG-Lambayeque, 2018.

Corte por tratamiento	Número de hojas/planta
C ₂ -T ₀	179.46 A
C ₂ - T ₄	138.92 B
C ₂ - T ₃	134.97 B
C ₂ - T ₂	112.67 C
C ₁ -T ₁	101.70 CD
C ₁ -T ₄	97.96 CD
C ₁ -T ₀	87.83 D
C ₁ -T ₂	85.90 D
C ₂ - T ₁	83.00 D
C ₁ - T ₁	59.83 E
Promedio	108.22

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 16

Número de hojas por planta, según corte por tratamiento



4.2.6. Relación hojas – tallo

La Tabla 19 y Figura 17, muestra que la relación hojas – tallo denota diferencias significativas entre C₂ y C₁, donde el primero con la relación 1.36 supera al segundo que tuvo 1.02.

Con respecto a los tratamientos, se observa que no hubo diferencias estadísticas para la relación señalada entre T₁ (1.23), T₂ (1.22), T₀ (1.19), T₃ (1.18) y T₄ (1.11). Tabla 20 y Figura 18.

La interacción corte por tratamiento, señala que la relación hoja – tallo de C₂ –T₂ (1.50), C₂ –T₃ (1.40) y C₂ –T₄ (1.35) superaron estadísticamente a C₁ –T₂ (0.93), C₁ –T₃ (0.92) y C₁ –T₄ (0.83), pero no mostraron diferencias significativas con C₂ –T₁ (1.25), C₂ –T₀ (1.20), C₁ –T₁ (1.14), y C₁ –T₀ (1.07). Tabla 21, Figura 19.

Los resultados muestran que el C₂, tuvo una relación de 1.36, la misma que significa que en dicho corte el peso de hojas (33.54 g) superó ampliamente al de los tallos (24.73g). La misma tendencia se mantuvo en el C₁ (1.02), pero con una relación menor que el anterior. En cambio, el factor tratamiento presentó una relación de hojas – tallo similar en todos los tratamientos, pero siempre mostrando un mayor peso de las hojas con respecto al de los tallos. En lo referente a la interacción corte por densidad de siembra el segundo corte con cada uno de los tratamientos, tuvieron las mejores relaciones hojas – tallo en comparación al C₁ con sus respectivos tratamientos.

La característica en estudio, es un atributo agronómico muy importante en los forrajes que debe ser tomado en cuenta en los trabajos de investigación debido a que en las hojas se encuentra concentrado aproximadamente las dos terceras del total de nutrientes (proteínas, minerales, vitaminas, grasas) en relación al de los tallos, siendo un indicador importante en el valor nutritivo de todo forraje.

Tabla 19

Peso de hoja, peso de tallo y relación hoja-tallo según corte. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Corte	Hojas (g)	Tallos (g)	Relación hojas-tallos
C ₂	33.54 A	24.73 B	1.36 A
C ₁	31.01 B	30.43 A	1.02 B
Promedio	32.28	27.58	32.62

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 17

Peso de hoja, peso de tallo y relación hoja-tallo, según corte.

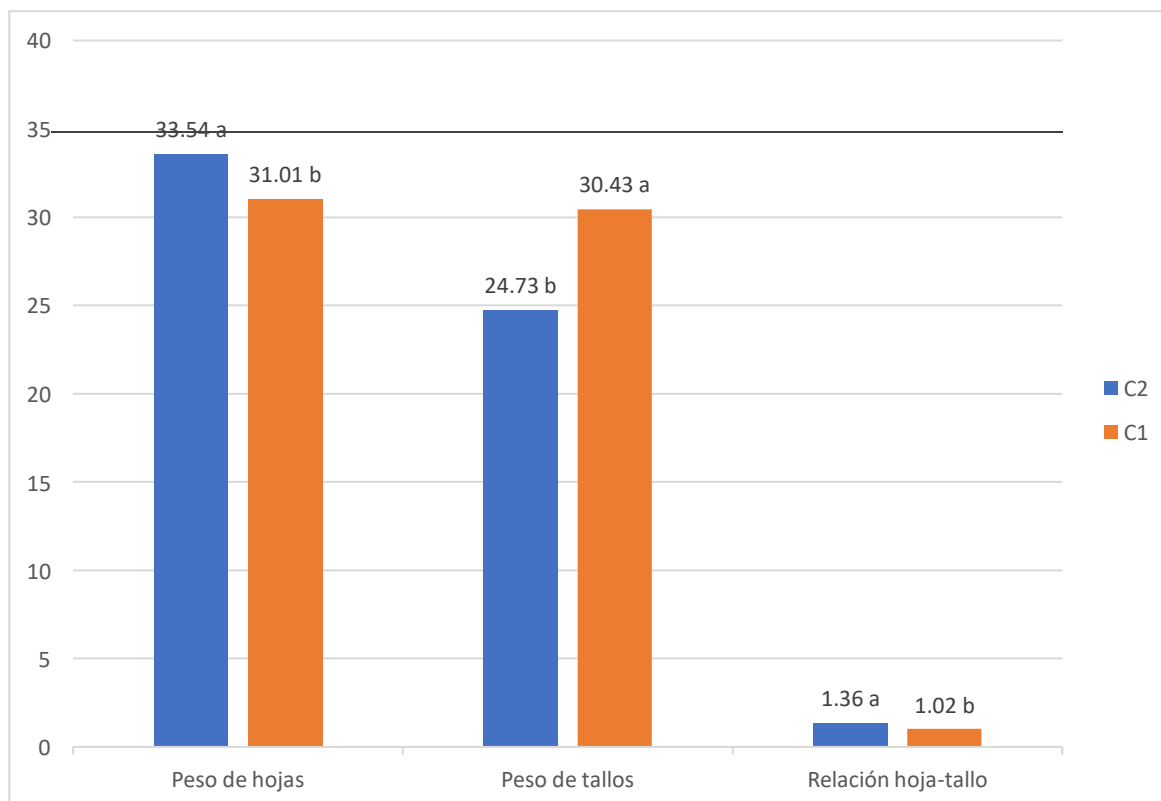


Tabla 20

Peso de hojas, peso de tallos y relación hojas-tallos, según tratamientos. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Densidad de planta	Hojas (g)	Tallos (g)	Relación hojas-tallos
T ₁	33.25 A	27.03 A	1.23 A
T ₄	31.92 A	28.76 A	1.11 A
T ₂	31.58 A	25.89 A	1.22 A
T ₃	31.42 A	26.63 A	1.18 A
T ₀	30.58 A	25.69 A	1.19 A
Promedio	31.75	26.80	1.19

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 18

Peso de hojas, peso de tallos y relación hojas-tallos, según tratamientos

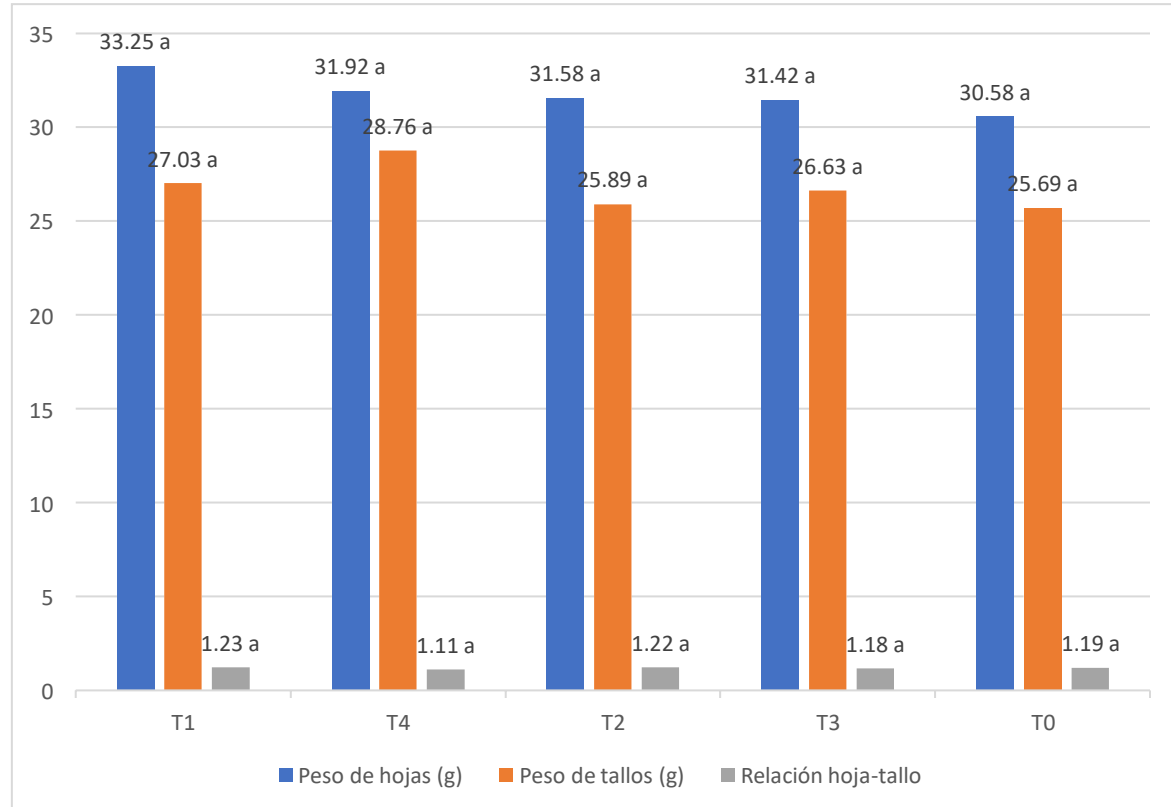


Tabla 21

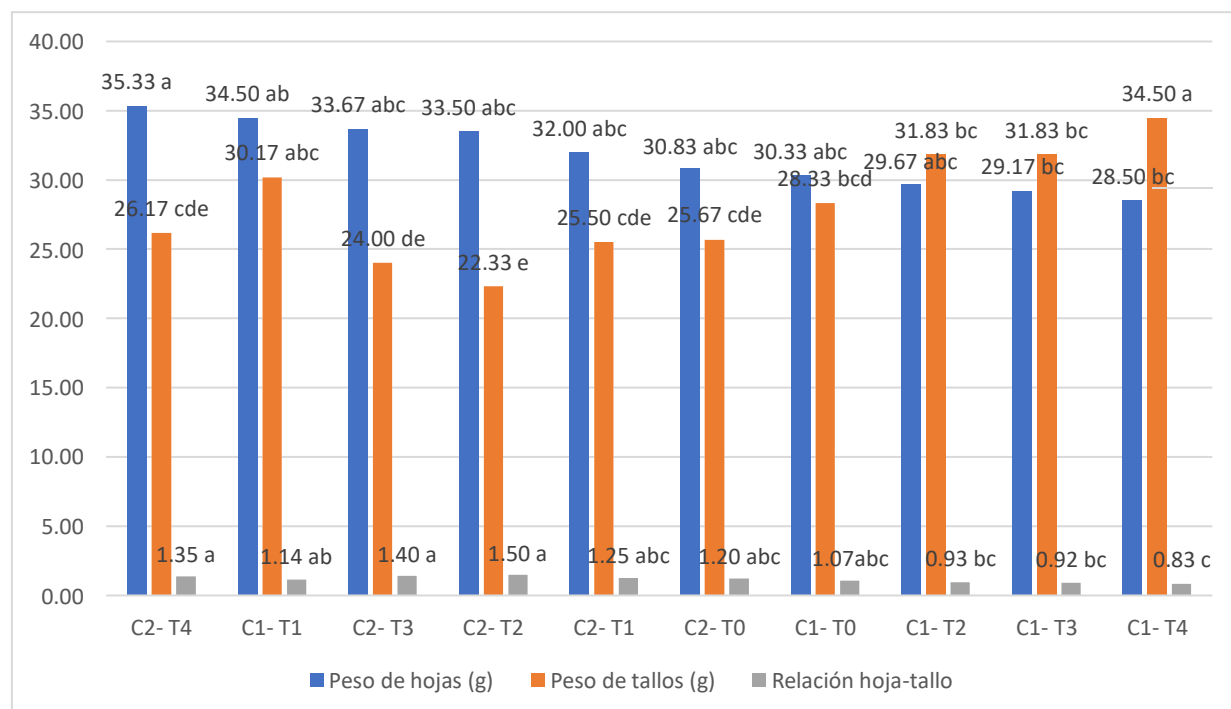
Peso de hojas, peso de tallos y relación hojas-tallos, según corte tratamiento Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Corte por densidad	Hojas (g)	Tallos (g)	Relación hoja-tallo
C ₂ - T ₄	35.33 A	26.17 CDE	1.35 A
C ₁ - T ₁	34.50 AB	30.17 ABC	1.14 AB
C ₂ - T ₃	33.67 ABC	24.00 DE	1.40 A
C ₂ - T ₂	33.50 ABC	22.33 E	1.50 A
C ₂ - T ₁	32.00 ABC	25.50 CDE	1.25 AB
C ₂ - T ₀	30.83 ABC	25.67 CDE	1.20 AB
C ₁ - T ₀	30.33 ABC	28.33 BCD	1.07 AB
C ₁ - T ₂	29.67 ABC	31.83 AB	0.93 BC
C ₁ - T ₃	29.17 BC	31.83 AB	0.92 BC
C ₁ - T ₄	28.50 BC	34.50 A	0.83 C
Promedio	31.75	28.03	1.16

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 19

Peso de hojas, peso de tallos y relación hojas-tallos, según tratamiento



4.2.7. Rendimiento de forraje verde, porcentaje de materia seca y rendimiento de materia seca.

La Tabla 22 y Figura 20, indica que en el factor corte, captó desigualdades estadísticas significativas entre promedios, encontrando dos subconjuntos diferentes, en que destaca el C₂ con el cual se obtuvo 7020.00 Kg FV/ha, superando estadísticamente al C₁ que registró 5711.00 Kg/ha.

Con respecto al porcentaje de materia seca, el C₁ mostró un 30.88%, el cual superó a C₂ que tuvo 28.90%, pero a pesar de ello se mantuvo la misma tendencia estadística obtenido en el rendimiento de forraje verde con respecto al de materia seca donde el C₂ con 2028.78 Kg/ha fue mejor que el C₁ que notó 1763.56 Kg/ha.

La Tabla 23 y Figura 21, muestran que T₁ (7916.67), T₃ (7500.00) y T₂ (7158.33 Kg FV/ha) fueron similares estadísticamente y que superaron al grupo conformado por T₄ y T₀ que tuvieron 5179.17 y 4073.33 Kg FV/ha, correspondientemente, manteniendo la misma tendencia estadística para el rendimiento de materia seca donde el grupo conformado por T₁ (2417.75), T₃ (2225.25) y T₂ (2099.54 FV/ha), aventaja estadísticamente a los tratamientos T₄ (1622.63), T₀ (1172.71 Kg FV/ha), respectivamente.

La interacción corte por tratamiento para rendimiento de forraje verde, registra que C₂- T₁ con 9083.33 kg/ha, superó estadísticamente al grupo conformado por C₁- T₁ (6750.00), C₁- T₂ (6333.33), C₂- T₄ (5716.67), C₁- T₄ (4641.67), C₂- T₀ (4566.67) y C₁- T₀ (3580.00 kg FV/ha), pero similar estadísticamente a C₂- T₂, C₂- T₃ y C₁- T₃ que tuvieron rendimientos de 7983.33, 7750.00 y 7250.00 Kg FV/ha, correspondientemente. Tabla 24, Figura 22.

La interacción corte por tratamiento para rendimiento de materia seca, tuvo un comportamiento estadístico casi igual al de rendimiento de forraje verde, donde C₂- T₁ con 2611.46 kg/ha fue mejor que el grupoconstituido por C₂- T₄ (1757.88), C₁- T₄ (1462.13), C₂- T₀ (1290.08) y C₁- T₀ (1050.01 kg MS/ha).

Los máximos rendimientos de forraje verde/ha en C₂, puede deberse a que la moringa por ser una especie arbórea perenne todavía en C₁ no habría alcanzado su madurez completa ya que en esta etapa no estaría emitiendo la totalidad de sus yemas y en consecuencia nuevas ramas. Asimismo, el C₂ mantuvo un mayor rendimiento de materia seca a pesar de que el porcentaje de materia seca fue menor en C₁, quizás debido a que la cosecha en esta fase, se obtuvo en un menor periodo. Los tratamientos expresados a través de las densidades de siembra, registran que las densidades con

menores distanciamientos obtuvieron los mayores rendimientos de forraje verde/ha, esto debido a que hubo un mayor número de plantas para un mismo espacio a pesar de la competencia por luz, agua, nutrientes, etc. y una menor altura de las plantas.

En lo que respecta a la interacción de corte por tratamiento, los mejores rendimientos tanto de forraje verde como de materia seca, hubo en el C₂ con las densidades de menores distanciamientos, debido a que la moringa en esta edad tuvo un mayor número de yemas favorecido con un mayor número de ramas.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de 6350 kg en promedio de los 02 cortes para biomasa fresca/ha están por debajo de los rendimientos hallados por Gonzáles, *et al.* (2003), que al estudiar el efecto de dos horas (7am y 5pm) y diferentes frecuencias de corte (25, 30, 35, 40, 45 y 50 días), hallaron los más altos rendimientos (209.50 t/ha/año) a los 50 días de edad. También al de López (2014), quien trabajando con densidad de siembra 20 cm x 20 cm, encontró un rendimiento de 66884 kg/ha a los 9 meses de edad. Asimismo, al de Sosa, *et al.* (2014), quienes hallaron un rendimiento de 7460 hg/ha con densidad de siembra de 10 cm x 10 cm. Del mismo modo al de Casanova, *et al.* (2017), los mismos que encontraron una producción de 25800 kg/ha/año. También al de Lluísupa (2017), que con el distanciamiento de 50 cm x 50 cm obtuvo 8870 kg/ha.

Si bien es cierto que los resultados obtenidos por los diversos trabajos de investigación superan al mostrado en el presente estudio, es debido que se ha tomado el promedio de rendimientos de dos cortes, pero al detallar individualmente el rendimiento por corte o por tratamiento, las Tablas N°22 y N°23, notan valores que en algunos casos van a superar a los hallados por dichos investigadores. Cabe mencionar que los rendimientos de forraje verde obtenidos en el actual estudio se verían afectados por los altos niveles de salinidad del suelo experimental que se muestra en la Tabla N°01, donde en análisis físico-químico del suelo muestra niveles que va desde las 3.06 a 8.88 mS/cm.

Tabla 22

Rendimiento de forraje verde, porcentaje de materia seca y rendimiento de materia seca según corte. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Corte	F. V. (Kg/ha)	M. S. (%)	M. S. (Kg/ha)
C ₂	7020.00 A	28.90 B	2028.78 A
C ₁	5711.00 B	30.88 A	1763.56 B
Promedio	6365.50	29.89	1896.17

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 20

Rendimiento de forraje verde y rendimiento de materia seca según corte.

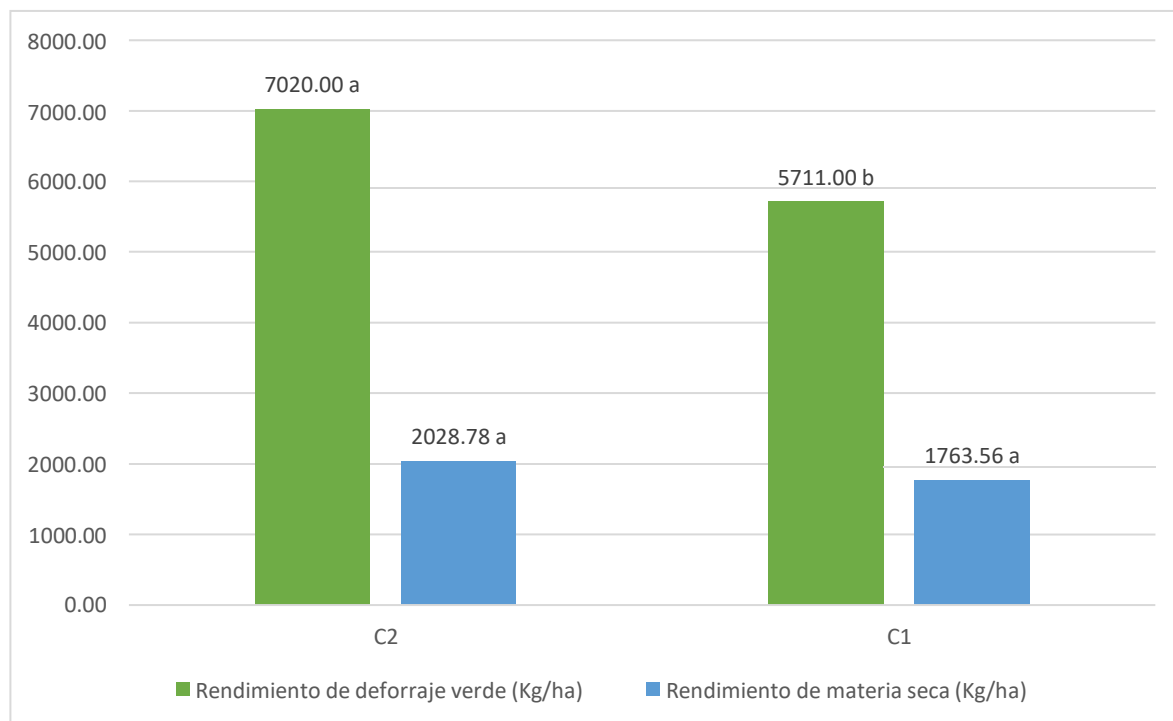


Tabla 23

Rendimiento de forraje verde, porcentaje de materia seca y rendimiento de materia seca de acuerdo a los tratamientos. Fundo “La Peña”, UNPRG – Lambayeque, 2018.

Tratamientos	F. V. (Kg/ha)	M. S. (%)	M. S. (Kg/ha)
T ₁	7916.67 A	30.54 AB	2417.75 A
T ₃	7500.00 A	29.67 AB	2225.25 A
T ₂	7158.33 A	29.33 AB	2099.54 A
T ₄	5179.17 B	31.33 A	1622.63 B
T ₀	4073.33 B	28.79 B	1172.71 B
Promedio	6365.50	29.93	1907.58

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 21

Rendimiento de forraje verde y rendimiento de materia seca según tratamientos

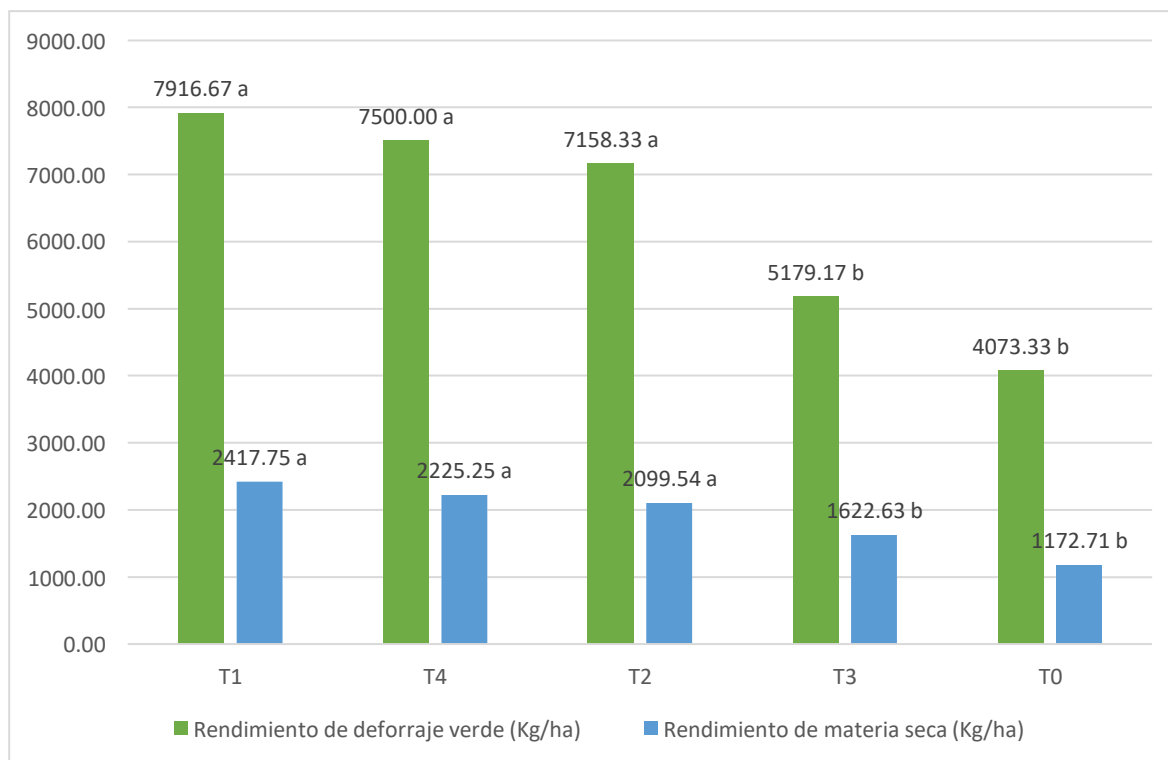


Tabla N°24

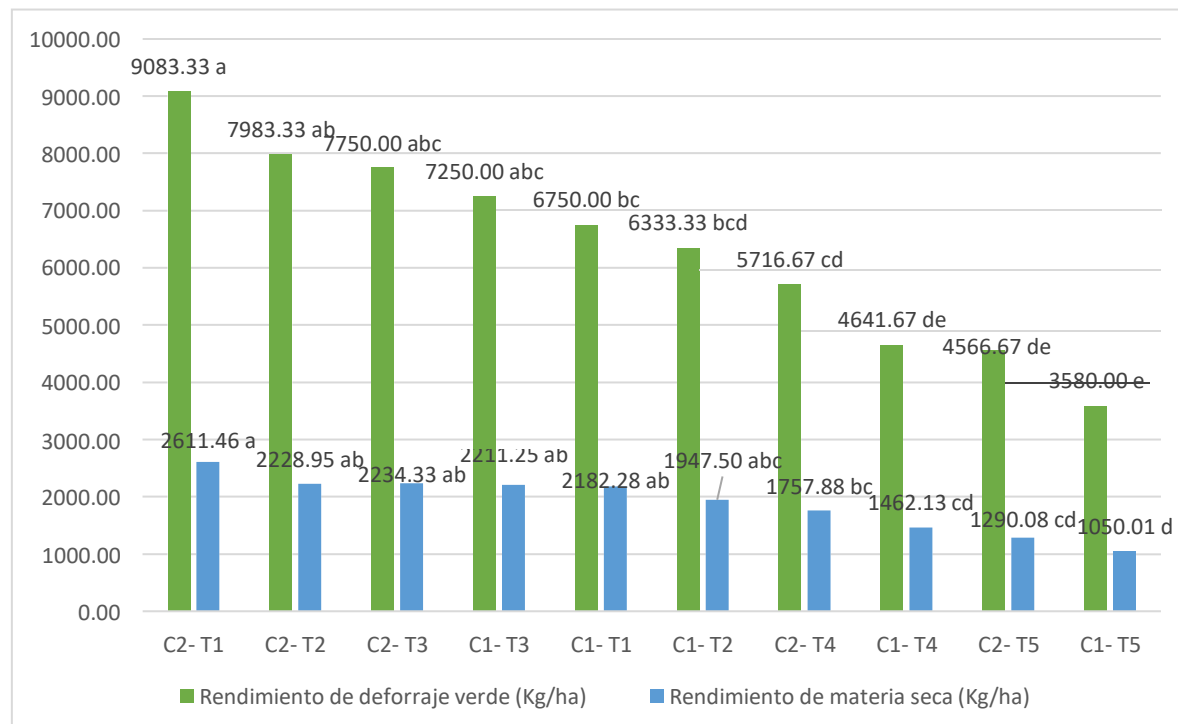
Rendimiento de forraje verde, porcentaje de materia seca y rendimiento de materia seca, conforme corte por tratamiento. Fundo “La Peña”, UNPRG - Lambayeque, 2018.

Corte densidad	por F. V. (Kg/ha)	M. S. (%)	M. S. (Kg/ha)
C ₂ - T ₁	9083.33 A	28.75 BC	2611.46 A
C ₂ - T ₂	7983.33 AB	27.92 C	2228.95 AB
C ₂ - T ₃	7750.00 ABC	28.83 BC	2234.33 AB
C ₁ - T ₃	7250.00 ABC	30.50 ABC	2211.25 AB
C ₁ - T ₁	6750.00 BC	32.33 A	2182.28 AB
C ₁ - T ₂	6333.33 BCD	30.75 ABC	1947.50 ABC
C ₂ - T ₄	5716.67 CD	30.75 ABC	1757.88 BC
C ₁ - T ₄	4641.67 DE	31.50 AB	1462.13 CD
C ₂ - T ₀	4566.67 DE	28.25 BC	1290.08 CD
C ₁ - T ₀	3580.00 E	29.33 ABC	1050.01 C
Promedio	6365.50	29.89	1897.59

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 22

Rendimiento de forraje verde y rendimiento de materia seca, según corte por tratamiento



4.3. Composición química de la *Moringa oleifera* L.

La tabla 25, muestra la composición química de los cortes I, II/promedio de *Moringa oleifera* Lam..

Tabla 25

Análisis de la composición química (BS) del primer y segundo corte de Moringa oleífera, según tratamientos y cortes.*

Trat.	Corte I						Corte II						Promedio					
	M.S ¹	Prot. ²	Cen. ³	E.E. ⁴	F.D.A. ⁵	F.D.N. ⁶	M.S ¹	Prot. ²	Cen. ³	E.E. ⁴	F.D.A. ⁵	F.D.N. ⁶	M.S ¹	Prot. ²	Cen. ³	E.E. ⁴	F.D.A. ⁵	F.D.N. ⁶
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
T ₀	29.33	22.95	10.01	4.84	48.01	55.01	28.25	22	11.26	5.07	49.95	56.71	28.79	22.48	10.63	4.95	48.98	55.86
T ₁	32.33	18.73	10.7	4.03	44.55	52.01	28.75	17.49	11.95	4.6	46.05	52.7	30.54	18.11	11.33	4.31	45.3	52.36
T ₂	30.75	19.5	9.21	3.86	45.44	52.1	27.92	19	11.28	5	47.81	54.81	29.34	19.25	10.24	4.43	46.62	53.46
T ₃	30.5	20.44	10.31	4.31	46.88	53.45	28.83	19	11.28	5	47.81	54.81	29.67	19.72	10.79	4.66	47.34	54.13
T ₄	31.5	22.75	10.62	4.96	47.72	54.97	30.75	21.71	10.97	5.2	48.13	56.15	31.13	22.23	10.79	5.08	47.93	55.56
Promd.	30.88	20.87	10.17	4.4	46.52	53.51	28.9	19.84	11.35	4.97	47.95	55.04	29.89	20.36	10.76	4.68	47.23	54.27

Fuente: Laboratorio de la Facultad de Zootecnia de la UNPRG y Laboratorio científico de calidad “Moyobamba-Soritor”

*BS: Base seca (100% materia seca)

1. Materia seca

2. Proteínas

3. Cenizas o minerales

4. Extracto etéreo o grasas (EE)

5. Fibra detergente ácida (FDA)

6. Fibra detergente neutro (FDN)

Los resultados que muestra la Tabla 25, señala la composición química de *Moringa oleifera* L. de los cortes I, II y promedio, según tratamientos: T₀ (29.33, 22.95, 10.01, 4.84, 48.01, 55.01); 28.75, 22.00, 11.26, 5.07, 49.95, 56.71; 28.79, 22.48, 10.63, 4.95, 48.98, 55.86 %), T₁ (32.33, 18.73, 10.70, 4.03, 44.55, 52.01; 28.75, 17.49, 11.95, 4.60, 46.05, 52.70; 30.54, 18.11, 11.33, 4.31, 45.30, 52.36 %), T₂ (30.75, 19.50, 9.21, 3.86, 45.44, 52.10; 27.92, 19.00, 11.28, 5.00, 47.81, 54.81; 29.34, 19.25, 10.24, 4.43, 46.62, 53.46 %), T₃ (30.50, 20.44, 10.31, 4.31, 46.88, 53.45; 28.83, 19.00, 11.28, 5.00, 47.81, 54.81; 29.67, 19.72, 10.79, 4.66, 47.34, 54.13 %), T₄ (31.50, 22.75, 10.62, 4.96, 47.72, 54.97; 30.75, 21.71, 10.97, 5.20, 48.13, 56.15; 31.13, 22.33, 10.79, 5.08, 47.93, 55.56 %) para materia seca, proteínas, cenizas, extracto etéreo, fibra detergente ácida y fibra detergente neutro, respectivamente.

Con respecto a la composición química del forraje señalado, según los cortes y promedio, se muestra en la Tabla N°25: Corte I (30.88, 20.87, 10.17, 4.40, 46.52, 53.51 %), Corte II (28.98, 19.84, 11.35, 4.97, 49.95, 55.04 %) y promedio (29.89, 20.36, 10.76, 4.68, 47.23, 54.27 %) para materia seca, proteínas, cenizas, extracto etéreo, fibra detergente ácida y fibra detergente neutro, correspondientemente.

Los resultados señalan que el C₁ tuvo mayor cantidad de proteína y tenores menores de cenizas, EE, FDA y FDN que C₂. Esto se debería a que la moringa en su etapa de establecimiento tendría una mayor cantidad de brotes tiernos lo que conllevaría a tener más contenido de proteína que C₂. En tanto en los posteriores cortes, existiría un incremento de cenizas, extracto etéreo, FDA y FDN; en donde FDA y el FDN están inversamente relacionados con la digestibilidad y el consumo voluntario, respectivamente.

La composición química promedio de *Moringa oleifera* L., encontrando en el actual trabajo son menores a los hallados por Gonzáles, *et al.* (2003) que a los 50 días después del primer corte, logró obtener con menor % de materia seca, mayor valor de fibra bruta con 14.53 y 18.21; en tanto a los 45 y 40 días obtuvo 22.68 y 5.37 % para proteína y extracto etéreo, correspondientemente. Del mismo modo, al de Amador (2016), que al efectuar el análisis bromatológico de macronutrientes y micronutrientes de hojas frescas de *Moringa oleifera* L., halló: Materia seca, 78.3 %; proteína cruda, 6.0 %; cenizas, 2.6%; fibra cruda, 1.3 % y extracto libre de nitrógeno, 9.7 %. También al de Miranda (2016), que al tomar muestras de hojas, rebrotes y pedúnculos de *Moringa oleifera* L., notó: Proteína bruta, 30 %; grasa, 3.4 %; cenizas, 9.4 % y fibra detergente neutro, 37 %. Además

a los de Inostroza, *et al.* (2017), quienes al hacer el análisis físico-químico de hojas molidas de *Moringa oleifera* L., fue: Humedad, 8.95 %; proteína, 26.33 %; grasa, 3.80 %; fibra, 13.50 %; cenizas, 7.32 % y carbohidratos, 49.05 %. Cabe hacer mención que la composición química de *Moringa oleifera* L. del presente trabajo, tuvo al momento de cosecha, aproximadamente un 30 % de materia seca, valor superior a los hallados por los investigadores mencionados, lo que se justifica que tengan menores valores en su análisis bromatológico.

4.4. Regresión y correlación combinado simple entre rendimiento de forraje verde y sus componentes.

La Tabla N° 26 y Figura N°23, muestra solamente un alto grado de asociación positiva entre variables de rendimiento forraje verde y rendimiento de materia seca (93 %), así como señala un coeficiente de determinación de 86.49 %, es decir el 100 % de las variaciones que se producen en el rendimiento de FV, se debe al rendimiento de MS. En cuanto al grado de dependencia medido por el coeficiente de regresión ($b = 476.50$), fue positivo y significativo, registrando que por cada unidad de rendimiento de materia seca, se incrementará en 476.50 kg por hectárea de forraje verde.

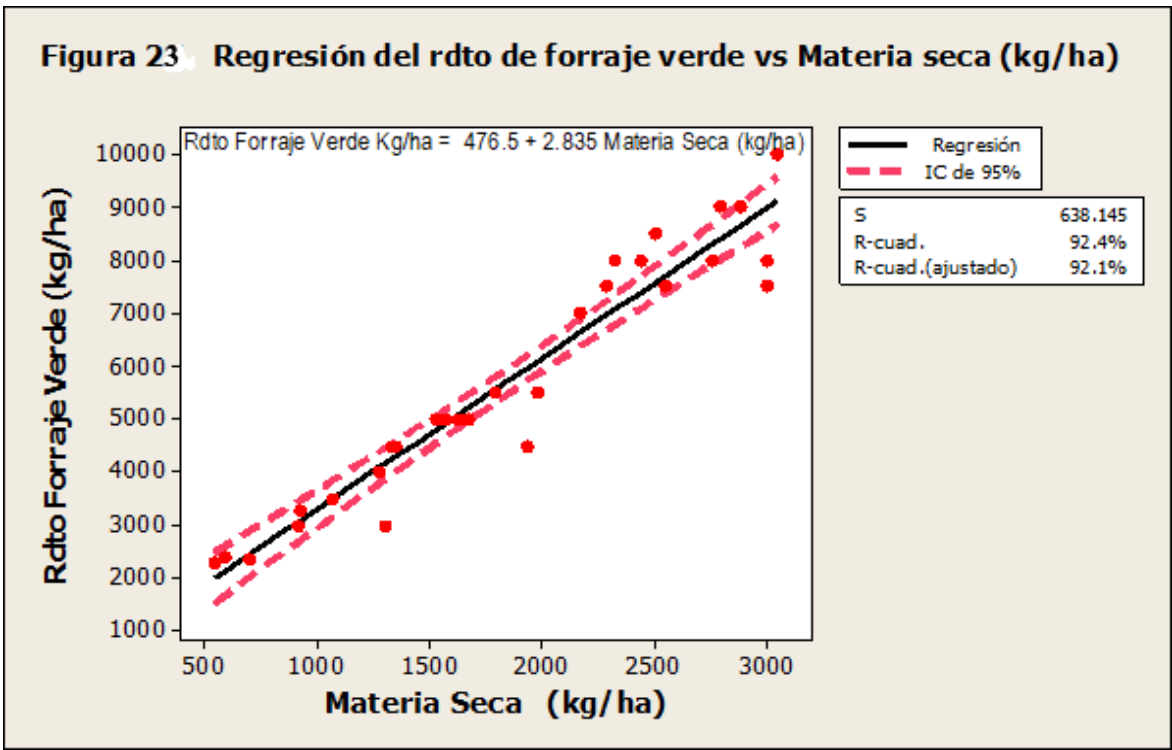
Tabla 26

Regresión y correlación combinado simple entre rendimiento de forraje verde por hectárea y sus componentes.

Rendimiento de FV (Kg Fv/ha)	Coeficiente correlación	Coeficiente Determinación	Coeficiente regresión	Ecuación de Regresión
Vs	(r)	($r^2 \times 100$)	(b)	
Altura de planta	0.07	0.49	9.21	$5647.92 + 9.21 X$
Diámetro de tallo	-0.08	0.64	-2138.34	$7289 - 2138.34 X$
Número de hojas/rama	0.13	1.69	189.21	$5158.65 + 189.21 X$
Número de ramas/planta	-0.27	7.29	-149.76	$8903.22 - 149.76 X$
Número de hojas/planta	-0.02	0.04	-0.97	$6470.40 - 0.97 X$
Peso de hojas	-0.04	0.16	-14.72	$6845.66 - 14.72 X$
Peso de tallo	0.01	0.01	2.97	$6278.41 + 2.97 X$
Relación hojas/tallo	-0.03	0.09	-164.88	$6562.92 - 164.88 X$
% Materia seca	-0.02	0.04	-6.33	$6754.41 - 6.33 X$
Rendimiento materia seca	0.93	86.49	476.5	$2835.00 + 476.50 X$

Figura 23

Regresión y correlación entre rendimiento de forraje verde y materia seca



V. CONCLUSIONES

- Que los tratamientos T₄ (0.40 x 0.40 m), T₃ (0.30 x 0.30 m), y T₀ (0.50 x 0.50 m), presentaron mayor altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas/rama; así como T₀ (0.50 x 0.50 m), para número de ramas/planta y número de hojas/planta. Asimismo, en el segundo corte, hubo una mejor respuesta para altura de planta, número de hojas/rama, número de hojas/planta y relación hojas – tallo con respecto al primer corte. En tanto en la interacción corte por tratamiento C₂- T₀ (corte 2-0.50 x 0.50 m) destacó sobre el resto en cuanto a número de hojas/rama, número de ramas/planta y número de hojas/planta, así como C₂- T₄ (corte 2-0.40 x 0.40 m) en cuanto altura de planta y diámetro de tallo.
- Que los mayores rendimientos de forraje verde y materia seca por hectárea, sin considerar el número de corte se obtuvieron con los tratamientos T₁ (0.10 x 0.10 m), T₃ (0.30 x 0.30 m), y T₂ (0.20 x 0.20 m), respectivamente. Asimismo, dichos atributos fueron mayores en el segundo corte. En tanto en la interacción corte por tratamiento: C₂- T₁ (corte 2-0.10 x 0.10 m), C₂- T₂ (corte 2-0.20 x 0.20 m), C₂- T₃ (corte 2-0.30 x 0.30 m), C₁- T₃ (corte 1-0.30 x 0.30 m), C₁- T₁ (corte 1-0.10 x 0.10 m), C₁- T₂ (corte 1-0.20 x 0.20 m), tuvieron mejores comportamientos en ambas características.
- Que la composición química promedio de dos cortes de *Moringa oleifera* L. fue: 29.89, 20.36, 10.76, 4.68, 47.23 y 54.27 % para materia seca, proteínas, cenizas, extracto etéreo, fibra detergente ácida y fibra detergente neutro, respectivamente.
- El rendimiento de forraje verde, presentó un alto grado de asociación (93 %) con el rendimiento de materia seca, lo cual se ve reflejado en el grado de dependencia a través del coeficiente de regresión positiva y significativo (b=476.50) entre ambos atributos.

VI. RECOMENDACIONES

- En cultivo de *Moringa oleifera* Lam. usar densidades de siembra entre plantas 0.10 x 0.10 m., 0.20 x 0.20 m. y 0.30 x 0.30 m., con los cuales se obtendrán mayores rendimientos de forraje verde y materia seca.
- Efectuar trabajos de investigación en cultivo de *Moringa oleifera* Lam., bajo condiciones de salinidad y sequía, problemas existentes en la zona, pues el cultivo en investigación resistió C.E. de 3.06-8.88 mS/cm.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador, G. O. (2016). *Estudio bromatológico de hojas de Moringa oleífera Lam.* [Tesis de maestría, Universidad autónoma de Aguascalientes. México]. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/1206/416126.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilera, B. A., Morales, O .E., Bernal, S. M., Reis, T. C. Y Escobar, G. K. (2017). *Composición química, digestibilidad y producción de biomasa de forraje de moringa (Moringa oleífera Lam)* [Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro, México]. https://www.engormix.com/ganaderia/pasturas-tropicales/composicion-quimica-digestibilidad-produccion_f41708/
- Ardiles, V. R. (2019). “*Diagnóstico de la fertilidad de los suelos con fines agrícolas de la comunidad campesina de pampacancha-distrito y provincia de recuay-ancash*” [Tesis de grado, Universidad Nacional“Santiago Antunez De Mayolo” Facultad de Ciencias Agrarias] <https://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3493>
- Arias, S. C. (2014). *Estudio de las posibles zonas de introducción de la Moringa oleífera Lam.* [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Madrid Escuela Universitaria De Ingeniería Técnica Forestal Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias]. <https://oa.upm.es/23094/>
- López, H. U. (2014). *Evaluación de tres densidades de cultivo de moringa oleífera.* [Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar, Facultad de ciencias ambientales y agrícola, Suroccidente de Guatemala]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Lopez-Uri.pdf>
- Casanova, L. F., Cetzal, I. W., Diaz, E. V., Chay, A. J., Oros, O. P., Piñeiro, V. A. y Gonzales, V. N. (2017). *Árbol exótico con gran potencial para la ganadería ecológica en el trópico.* [Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de la Zona Maya, México]. https://www.researchgate.net/publication/323738344_Moringa_oleifera_Lam_Moringaceae_arbol_exotico_con_gran_potencial_para_la_ganaderia_ecologica_en_el_tropico

- Castillo, S. W., Lombardi, P. C. y Miranda, A. C. (2013). Efecto del suministro de nutrientes en la producción de forraje de cebada hidropónico y su uso en el desempeño productivo de cuyes. Diseño experimental y análisis estadístico. Modelo lineal aditivo y esquema de análisis de variancia. Perú. vol.24 (2) journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/download/57/56.
- García, E. D., Medina, G. M., Domínguez, C., Baldizan, A. y Cova, L. (2006). Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo-Venezuela. *Zootecnia Trop.* v.24 n.4 Maracay. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692006000400002
- Gonzales, O. F. y Bordas, J. M. (2003). *Efecto de dos horas de corte y diferentes frecuencias de corte sobre la composición química del Marango (Moringa oleífera lam) diriamba, carazo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal]. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2753>
- Inostroza, C. C. y Rubio, B. B. (2017). *Formulación y caracterización de un filtrante de hojas de Moringa oleífera Lam.* [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque - Perú]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/1554>
- Lluisupa, S. P. (2017). *Efecto de la distancia de siembra sobre la producción de biomasa foliar de la moringa (Moringa oleífera Lam.)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, Ecuador]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12435>
- López, H. U. (2014). *Evaluación de tres densidades del cultivo de Moringa oleífera Lam., en el suroccidente de Guatemala* [Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/17/Lopez-Uri.pdf>
- Melon, A. I. (2017). *Caracterización fisicoquímica de la moringa (Moringa oleífera Lam.)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo, Perú]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10092>
- Minagri (2016). Producción de principales cultivos por producto, según año. 27pp. Consultado el 26 de mayo del 2018.

- Pérez, R. A., De la cruz, B. J., Vázquez, G. E. y Obregon, J. O.(2010). *Moringa oleífera* Lam., *una alternativa forrajera para Sinaloa* [Tesis de grado, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, México].
<https://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/32-pecuaria?download=142:moringa-oleifera-una-nueva-alternativa-forrajera-para-sinaloa>
- ADN agro (2016). *Moringa oleífera* Lam. Fichas de transferencia N° 20. España. Disponible en: <https://www.cajamar.es/storage/documents/020-moringa-v3-1476963334-bf35c.pdf>
- Sosa, A.; J. Ledea; W. Estrada Y D. Molinet (2016). Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.), Granma, Cuba. Agron. Mesoam vol.28 n.1 San Pedro Jan./Apr. 2017.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212017000100016
- Merlos, F. F. y Padilla, C. T. (2016) *Elaboración de una infusión a base de hojas de Moringa oleífera, su análisis sensorial y bromatológico* [Tesis de grado, Universidad “Dr. Jose Matias Delgado”, Facultad de Agricultura e Investigacion Agricola “Julia Hill De O’Sullivan”. El Salvador].
<https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/ALI/0002521-ADTESME.pdf>

VIII. ANEXOS

Análisis de variancia combinado de atributos agronómicos de cultivo de *Moringa oleífera* Lam.:

1A. Altura de planta.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	68527.77	19	3606.72	14.06	<0.0001
BLOQUES	2007.22	2	1003.61	3.91	0.0212
Corte	23320.18	1	23320.18	90.91	<0.0001
Densidad pta	39186.60	4	9796.65	38.19	<0.0001
Corte*Densidad pta	1514.53	4	378.63	1.48	0.2099
Error experimental	2499.24	8	312.41	1.22	0.2887
Error de muestreo	65669.23	256	256.52		
Total	134197.00	275			

2A. Diámetro de tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.25	19	0.07	3.11	<0.0001
BLOQUES	0.25	2	0.12	5.82	0.0034
Corte	0.02	1	0.02	1.07	0.3014
Densidad pta	0.93	4	0.23	10.96	<0.0001
Corte*Densidad pta	0.02	4	4.6E-03	0.22	0.9273
Error experimental	0.04	8	4.7E-03	0.22	0.9870
Error de muestreo	5.41	256	0.02		
Total	6.66	275			

3A. Número de hojas/rama

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	549.69	19	28.93	16.81	<0.0001
BLOQUES	5.70	2	2.85	1.65	0.1933
Corte	413.44	1	413.44	240.15	<0.0001
Densidad pta	45.76	4	11.44	6.65	<0.0001
Corte*Densidad pta	40.49	4	10.12	5.88	0.0002
Error experimental	44.31	8	5.54	3.22	0.0017
Error de muestreo	440.72	256	1.72		
Total	990.41	275			

4A. Número de ramas/planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3015.12	19	158.69	6.96	<0.0001
BLOQUES	291.53	2	145.76	6.39	0.0020
Corte	24.36	1	24.36	1.07	0.3023
Densidad pta	2249.01	4	562.25	24.66	<0.0001
Corte*Densidad pta	288.57	4	72.14	3.16	0.0146
Error experimental	161.65	8	20.21	0.89	0.5286
Error de muestreo	5837.04	256	22.80		
Total	8852.16	275			

5A. Número de hojas/planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	305750.11	19	16092.11	15.86	<0.0001
BLOQUES	5666.93	2	2833.47	2.79	0.0631
Corte	116810.45	1	116810.45	115.12	<0.0001
Densidad pta	127579.76	4	31894.94	31.43	<0.0001
Corte*Densidad pta	39459.56	4	9864.89	9.72	<0.0001
Error experimental	16233.41	8	2029.18	2.00	0.0469
Error de muestreo	259754.54	256	1014.67		
Total	565504.65	275			

6A. Peso de hojas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	431.35	19	22.70	1.20	0.3063
BLOQUE	13.30	2	6.65	0.35	0.7062
Corte	104.02	1	104.02	5.49	0.0242
TRATAMIENTOS	45.33	4	11.33	0.60	0.6661
Corte*TRATAMIENTOS	160.40	4	40.10	2.12	0.0966
Error experimental	108.30	8	13.54	0.71	0.6773
Error de muestreo	757.90	40	18.95		
Total	1189.25	59			

7A. Peso de tallos

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1169.20	19	61.54	4.15	0.0001
BLOQUE	3.03	2	1.52	0.10	0.9029
Corte	653.40	1	653.40	44.09	<0.0001
TRATAMIENTOS	87.77	4	21.94	1.48	0.2262
Corte*TRATAMIENTOS	96.43	4	24.11	1.63	0.1863
Error experimental	328.57	8	41.07	2.77	0.0155
Error de muestreo	592.73	40	14.82		
Total	1761.93	59			

8A. Relación hojas/tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.47	19	0.18	2.68	0.0042
BLOQUE	0.01	2	4.8E-03	0.07	0.9321
Corte	1.75	1	1.75	25.69	<0.0001
TRATAMIENTOS	0.11	4	0.03	0.40	0.8059
Corte*TRATAMIENTOS	0.84	4	0.21	3.08	0.0267
bloque*Corte*TRATAMIENTOS	0.76	8	0.10	1.41	0.2233
Error	2.72	40	0.07		
Total	6.18	59			

9A. Rendimiento de forraje verde (Kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	205422668.33	19	10811719.39	4.11	0.0001
BLOQUE	12880470.00	2	6440235.00	2.45	0.0992
Corte	25702215.00	1	25702215.00	9.77	0.0033
TRATAMIENTOS	131798493.33	4	32949623.33	12.53	<0.0001
Corte*TRATAMIENTOS	5936026.67	4	1484006.67	0.56	0.6899
Error experimental	29105463.33	8	3638182.92	1.38	0.2333
Error de muestreo	105190616.67	40	2629765.42		
Total	310613285.00	59			

10A. Porcentaje de materia seca (%)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	199.85	19	10.52	1.63	0.0949
BLOQUE	3.23	2	1.62	0.25	0.7793
Corte	59.00	1	59.00	9.16	0.0043
TRATAMIENTOS	42.19	4	10.55	1.64	0.1838
Corte*TRATAMIENTOS	17.14	4	4.29	0.67	0.6199
Error experimental	78.28	8	9.79	1.52	0.1814
Error de muestreo	257.69	40	6.44		
Total	457.55	59			

11A. Rendimiento de materia seca (Kg/ha)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17855607.42	19	939768.81	3.51	0.0004
BLOQUE	1461453.73	2	730726.87	2.73	0.0775
Corte	970090.93	1	970090.93	3.62	0.0642
TRATAMIENTOS	11966267.71	4	2991566.93	11.17	<0.0001
Corte*TRATAMIENTOS	227565.87	4	56891.47	0.21	0.9300
Error experimental	3230229.18	8	403778.65	1.51	0.1853
Error de muestreo	10712828.20	40	267820.71		
Total	28568435.62	59			

IX. FOTOS DEL EXPERIMENTO



FOTO 01: Banner de los tesistas, con el asesor, ing. Edgar Vega Figueroa y tesistas.



FOTO 02: Instalación del experimento.



FOTO 03: Uso del m^2 , para medir los atributos agronómicos.

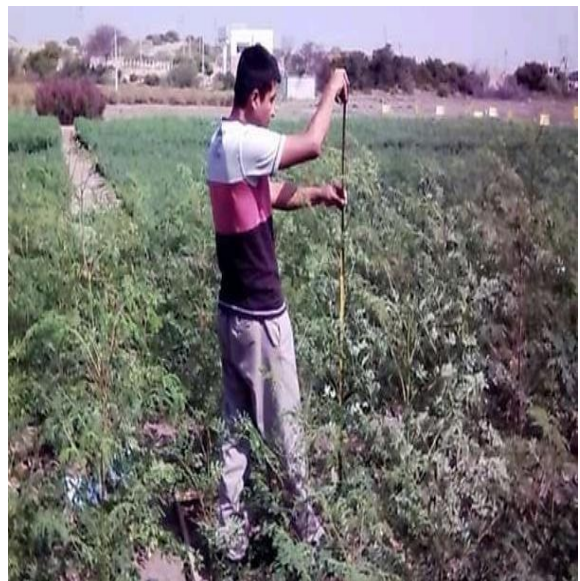


FOTO 04: Medición de la altura de plantas, en el m^2 .



FOTO 05: Control manual de malezas, en el segundo corte.



FOTO 06
un vern



FOTO 07:
segundo c



FOTO 09: Pesado de las muestras, en el segundo corte.



FOTO 10: Acondicionando de las muestras, en el segundo corte.



FOTO 11: Pesado de hojas y tallo sacado de la estufa, en el primer corte.



FOTO 12: Pesado de hojas y tallo en el segundo corte.



La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Williams De La Cruz Barrios
Título del ejercicio:	TESIS MORINGA
Título de la entrega:	TESIS MORINGA DE LA CRUZ BARRIOS
Nombre del archivo:	TESIS_MORINGA_DE_LA_CRUZ_BARRIOS.pdf
Tamaño del archivo:	1.89M
Total páginas:	78
Total de palabras:	15,964
Total de caracteres:	75,855
Fecha de entrega:	28-jul.-2023 08:42a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2138046137



Pranav E
13/05/20

Edgar Eli Vega Figueroa

TESIS MORINGA DE LA CRUZ BARRIOS

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

kipdf.com

Fuente de Internet

2%

2

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Trabajo del estudiante

2%

3

repositorio.una.edu.ni

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.uaaen.mx:8080

Fuente de Internet

1%

5

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) - Sede Ecuador

Trabajo del estudiante

1%

7

aprenderly.com

Fuente de Internet

1%

8

oa.upm.es

Fuente de Internet

1%



Edgar E. Vega Figueroa

9	redpav-fpolar.info.ve Fuente de Internet	1 %
10	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	www.engormix.com Fuente de Internet	<1 %
13	pdffox.com Fuente de Internet	<1 %
14	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
15	www.produccioncientificaluz.org Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.scielo.sa.cr Fuente de Internet	<1 %
20	John R. Klauder, "Stochastic Variable Theory", A Modern Approach to Functional Integration,  Edgar F. Vejo-Figueroa	<1 %

2011

Publicación

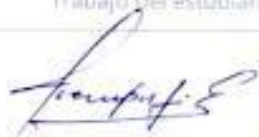
- | | | |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 21 | renati.sunedu.gob.pe
Fuente de Internet | <1 % |
| 22 | docplayer.es
Fuente de Internet | <1 % |
| 23 | cienciaspecuarias.inifap.gob.mx
Fuente de Internet | <1 % |
| 24 | repositorio.unsaac.edu.pe
Fuente de Internet | <1 % |
| 25 | repositorio.unp.edu.pe
Fuente de Internet | <1 % |
| 26 | dspace.utb.edu.ec
Fuente de Internet | <1 % |
| 27 | repositorio.unapiquitos.edu.pe
Fuente de Internet | <1 % |
| 28 | repository.unad.edu.co
Fuente de Internet | <1 % |
| 29 | http://200.13.202.26/proyectos/pdf/981523152inf.pdf
Fuente de Internet | <1 % |
| 30 | Achu Nina, Cristobal. "Determinacion de la composicion botanica y quimica de la dieta seleccionada por la llama (Lama glama) en pastoreo durante la epoca lluviosa en la | <1 % |


Edgar E. Vega Figueroa

Comunidad Pujrata.", Brigham Young
University, 2020


Publicación

31	Submitted to unapiquitos Trabajo del estudiante	<1 %
32	www.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	Fan, Jinliang. "Enabling performance tradeoffs through dynamic configuration of advanced network services", Proquest, 20111109 Publicación	<1 %
34	Submitted to IIT Delhi Trabajo del estudiante	<1 %
35	1library.co Fuente de Internet	<1 %
36	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
37	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %



Edgar E. Vega Figueroa

40	cienciasagricolas.inifap.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
41	bdigital.zamorano.edu Fuente de Internet	<1 %
42	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Universidad Anáhuac Poniente -- Investigaciones y Estudios Superiores, S.C. Trabajo del estudiante	<1 %
45	Submitted to Universidad de Manizales Trabajo del estudiante	<1 %
46	nova_scientia.delasalle.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
47	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	fcn.uaq.mx Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
50	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %


Edgar E. Vega Figueroa

51	Submitted to consultoriadeserviciosformativos <small>Trabajo del estudiante</small>	<1 %
52	repositorio.une.edu.py <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
53	www.4cba.com.br <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
54	www.researchgate.net <small>Fuente de Internet</small>	<1 %


Edgar E. Vega Figueroa

Excluir citas

ACTIVO

Excluir coincidencias <15 words

Excluir bibliografía

ACTIVO