

Revista de Ciencias Sociales



Revista de Ciencias Sociales (RCS)
Vol. XXVII, Número Especial 3, 2021. 459-470 pp.
FCES - LUZ • ISSN: 1315-9518 • ISSN-E: 2477-9431

Como citar APA: Montecé Lozano, M. K., Peláez Mendoza, F. R., Godoy Espinoza, V. H., y Vásconez Montúfar, F. C. (2021). Sistema de producción y calidad del forraje de Moringa en Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(Número Especial 3), 459-470.

Sistema de producción y calidad del forraje de Moringa en Ecuador

Montecé Lozano, Michele Karolina*
Peláez Mendoza, Franklin Rodrigo**
Godoy Espinoza, Víctor Hugo***
Vásconez Montúfar, Flora del Carmen****

Resumen

La región tropical con abundante pasto en época lluviosa y escasez en época seca, requiere del cultivo como la Moringa oleífera resistente a la sequía que ofrezca productividad y calidad. El objetivo de la presente investigación fue estudiar los sistemas de producción y calidad de forraje de moringa durante la época seca bajo distancias de siembra, frecuencias de corte y altura de rebrote, en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial. Con la distancia de 20x10 cm, frecuencia de 70 días y la altura del rebrote de 40 cm, las variables fueron forraje fresco total, seco total, relación tallo/hoja, mortalidad, proteína bruta, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y degradabilidad in vitro de materia seca. La mayor producción de forraje fresco y seco total fue 53,45 y 13,09 t/ha, respectivamente. La mejor calidad de forraje se presentó a 20x10 cm, 40 días y 30 cm, por tener el más alto contenido de proteína bruta, más bajo contenido de fibra detergente neutra y ácida, y mayor porcentaje de digestibilidad in vitro de materia seca, cayendo dentro de los forrajes de alta calidad, concluyendo que, los tratamientos mostraron diferencias en producción de forraje, dentro de los rangos de calidad forrajera.

Palabras clave: Forraje fresco; forraje seco; moringa; digestibilidad in vitro; Ecuador.

* Zootecnista. Docente en el Departamento de Producción de Pastos y Forraje, Carrera de Zootecnia de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador. E-mail: michele.montece2015@uteq.edu.ec  ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4324-6193>

** Master en Zootecnia y Gestión Sostenible, Ganadería Ecológica Integrada. Docente en el Departamento de Producción de Pastos y Forraje, Carrera de Zootecnia de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador. E-mail: fpelaez@uteq.edu.ec  ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3560-2944>

*** Maestría en Gestión Sostenible y Ganadería. Docente Investigador en el Departamento de Producción de Pastos y Forraje, Carrera de Zootecnia de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador. E-mail: vgodoy@uteq.edu.ec  ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8193-2464>

**** Docente en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. E-mail: fvasconez@gmail.com  ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5338-4613>

Recibido: 2021-02-11 · **Aceptado:** 2021-05-01

Moringa forage production and quality system in Ecuador

Abstract

The tropical region with abundant grass in the rainy season and scarcity in the dry season, requires cultivation such as the drought-resistant Moringa oleifera that offers productivity and quality. The objective of the present investigation was to study the production systems and quality of moringa forage during the dry season under sowing distances, cutting frequencies and regrowth height, in a randomized block design with factorial arrangement. With the distance of 20x10 cm, frequency of 70 days and the height of the regrowth of 40 cm, the variables were total fresh forage, total dry, stem / leaf ratio, mortality, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and degradability in vitro of dry matter. The highest total fresh and dry forage production was 53.45 and 13.09 t / ha, respectively. The best quality of forage was presented at 20x10 cm, 40 days and 30 cm, as it had the highest content of crude protein, the lowest content of neutral and acid detergent fiber, and the highest percentage of in vitro digestibility of dry matter, falling within of high quality forages, concluding that the treatments showed differences in forage production, within the forage quality ranges.

Keywords: Fresh forage; dry forage; moringa; in vitro digestibility; Ecuador.

Introducción

En la región tropical como Ecuador existen dos épocas, la lluviosa, con abundante pasto y la seca, caracterizada por la escasez del mismo, provocando desbalance productivo en animales que dependen de este alimento (Reyes, et al., 2009), ocasionando una ineficiente gestión en costos de producción en la ganadería bovina (Meleán y Ferrer, 2019); hay especies arbustivas como la moringa (Moringa oleifera) que son resistentes a la sequía con buena producción y calidad, siendo una alternativa para satisfacer las demandas de pastos en la época seca.

Por lo antes expuesto, el objetivo de la presente investigación fue estudiar los sistemas de producción y calidad de forraje de moringa durante la época seca bajo distancias de siembra, frecuencias de corte y altura de rebrote, en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial.

1. Sistema de producción

Vilaboa, et al. (2006), visionaron la productividad como la eficiencia biológica

de un sistema de producción con expresión en la sostenibilidad del sistema. Magaña-Benítez (2012), externaliza hacia el eje de desarrollo rural, puesto que puede adquirir el sistema producto de la cadena de valor de Moringa oleifera, al aducir que sus múltiples aprovechamientos como especie comestible e industrial, promovería diversidad de opciones para generar ingresos al transformar la materia prima en alimentos industrializados, resaltó también la visión de desarrollo a escala regional con base en la diversidad de sistemas y productos en que puede ser cultivada y aprovechada la especie.

En ese sentido, sostienen García, Aldape y Esquivel (2020) que: “El desarrollo rural debe considerar una relación de concordancia entre crecimiento económico y bienestar de las comunidades; debe involucrar el esfuerzo de diversos agentes económicos, sociales y políticos para poder transformar el contexto y lograr aumentar las capacidades productivas” (p.47), sobre todo en este caso de producción de Moringa.

Moringa oleifera, es un arbusto originario del sur del Himalaya, nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán,

y se encuentra diseminado en una gran parte del planeta, introducido en América Central en los años 1920 (Foidl, Mayorga y Vásquez, 2011). Se trata de un árbol perenne pero poco longevo, que a lo sumo puede vivir 20 años, aunque se han obtenido variedades en la India que son anuales. Es una especie de muy rápido crecimiento, crece en lugares con precipitación anual que varía desde 250 hasta 3.000 mm. La planta se adapta a suelos pesados, suelos con poca capacidad de retención de humedad y hasta en aquellos que presentan poca actividad biológica (Jyothi, Atluri y Reddi, 1990).

El cultivo de *Moringa oleífera*, es un recurso estratégico para incrementar la disponibilidad y calidad de los alimentos para rumiantes (Bustamante y Romero, 1991). Esta especie vegetal posee un alto rendimiento de forraje, tolerancia a las condiciones adversas de manejo (Pérez, et al., 2010; Meza-Carranco, et al., 2016) y tiene una alta capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad (Di Marco, 2011; Álvarez, 2017), e incluso en condiciones de sequía prolongada (Perdomo, 1991).

La factibilidad de esta especie en sistemas productivos sostenibles es planteada desde el carácter multifuncional que resulta de la utilidad de todas las partes de la planta, siendo comestible tanto para humanos como para animales, y usos industriales; surgiendo así, una gran cantidad de estudios tanto relacionados al manejo agronómico, como al aprovechamiento postcosecha (físicos, fisiológicos y bioquímicos) (Magaña-Benítez, 2012).

Se han realizado investigaciones para medir la producción de forraje de *Moringa oleífera*, como un alimento alternativo para animales durante todo el año. Así, se ha evaluado el efecto de la altura de rebrote (Padilla, et al., 2014), distancia de siembra (Sosa-Rodríguez, et al., 2017), ecotipo y frecuencia de corte (Ledeá, et al., 2017), y se ha descuidado casi por completo la investigación de costos para evitar los riesgos financieros inherente a cualquier actividad productiva (Barros y Turpo, 2020), así como facilitar la información necesaria con respecto a éstos,

para toma de decisiones que contribuyan a mejorar la competitividad (Casanova, et al. 2021).

2. Calidad del forraje

La calidad (composición química y digestibilidad) y sus componentes; Proteína cruda, Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA), lignina y digestibilidad de la materia seca; son esenciales en los pastos porque se pueden usar para la selección de buenos forrajes. El análisis de calidad forrajera, determina el valor nutritivo mediante el contenido de proteína, grasa, cenizas y componentes estructurales (Van Soest, Robertson y Lewis, 1991) y la digestibilidad (Giraldo, Gutiérrez y Rúa, 2007).

El incremento de la temperatura, afecta negativamente la digestibilidad del forraje y maduración de la planta (Ball, et al., 2001), puesto que la relación hoja/tallo se afecta y el tejido senescente incrementa (Wilson, Minson y Jones, 1986). Por ello, la digestibilidad del forraje tiende a ser mayor en invierno y a reducirse gradualmente hacia la primavera y verano (Mueller y Orloff, 1994).

La calidad del forraje y rendimiento, se da por la combinación con factores productivos y llevan a cabo transformaciones, estos dependen de la etapa fenológica al momento del corte, composición botánica de la población cultivada, fertilidad del suelo, clima y manejo agronómico del cultivo (Ball, et al., 2001; Aganga, et al., 2004).

Se busca aprovechar el cultivo de *Moringa oleífera* en época seca, valorando su producción, así como calidad del forraje y ofrecer al sector ganadero una alternativa de producción para optimizar costos en la producción. El objetivo de este trabajo fue evaluar distancias de siembra, frecuencias de corte y altura de rebrote en el cultivo de moringa y su efecto en la producción y la calidad de forraje.

3. Metodología

A través de un estudio descriptivo, el experimento se realizó durante la época seca julio-noviembre 2019 en la Finca Experimental La María, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada a 7 Km de la ciudad de Quevedo, Los Ríos, Ecuador, en un suelo franco arcilloso con topografía regular; asimismo, en la zona se presentan precipitaciones anuales promedio de 2.230 mm, temperatura media anual de 24 °C, humedad relativa del 78% y heliofanía de 742 horas luz/año (INAMHI, 2018).

3.1. Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, un arreglo factorial 3 x 3 x 2, con tres distancias de siembra (D1: 20 x 10; D2: 20 x 20; y D3: 20 x 50), tres frecuencias de corte (F1: 40; F2: 55; y F3: 70 días) y dos alturas de rebrote (A1: 30 y A2: 40 cm) dando un total de 18 tratamientos.

En ese sentido, en cuanto al procedimiento experimental, el terreno se preparó con un pase de arado y dos de rastra, luego se establecieron 54 parcelas de 1,5 x 2 m, con separaciones de 2 m entre parcelas. Posteriormente, se efectuó la siembra a las distancias establecidas para el experimento. Se realizó una fertilización base y se aplicó riego por microaspersión de acuerdo a las necesidades. Se efectuó un control manual de malezas y un corte de uniformización a los tres meses de la siembra y a partir de ese día, se procedió a realizar los tratamientos. El experimento se llevó a cabo en el periodo: Junio a diciembre.

3.2. Evaluaciones realizadas

La producción se evaluó de la siguiente forma, con el forraje fresco total: Se cortó las plantas en el área efectiva de la parcela de acuerdo a los tratamientos y se pesó, se calculó la producción por hectárea. En relación al

forraje seco total: Se seleccionó una muestra de 250 g, se colocó en la estufa por 48 horas a 65°C y se calculó el rendimiento. En cuanto a la relación tallo/hoja: Se separó las hojas y las ramas y se procedió al pesaje. Con la mortalidad: Se contó las plantas efectivas cortadas del total de las plantas sembradas en el área efectiva por cada tratamiento.

La calidad se estableció con la composición química de la Proteína cruda y se utilizó el método Kjeldah (1883), para determinar nitrógeno y se multiplicó por 6,25; la determinación del contenido de Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD), las cuales se llevaron a cabo por los métodos descritos por Van Soest y Robertson (1985). Y la determinación de la Digestibilidad de Materia Seca (DIVMS): Se estimó a partir de la Fibra Ácido Detergente (FAD), utilizando la ecuación 1 (Di Marco, 2011).

Ecuación 1

$$DIVMS (\%) = 88.9 - FAD \times 0.779$$

Luego, los datos obtenidos fueron analizados y procesados a través del paquete estadístico R, aplicando la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* y la prueba de *Bartlett*, con el fin de determinar la distribución normal de los datos y la homogeneidad de varianza, respectivamente. Se aplicó un análisis de varianza de clasificación de los factores con cada variable de resultados, para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, y se aplicó la prueba de *Tukey* para la comparación múltiple de medias para $P < 0.05$

4. Sistema de producción y calidad de la moringa en Ecuador

4.1. Producción del forraje

La producción de Forraje Fresco Total (FFT) y Forraje Seco Total (FST), fue diferente ($P < 0.001$) en la Distancia de Siembra

(DS), Frecuencia de Corte (FC) y Altura de Rebrote (AR), la que varió de forma inversa con la distancia de siembra, observándose que cuando la distancia pasa de 20x10 a 20x50 cm, la producción de FFT y FST disminuyó 11,25 y 2,67 t/ha, respectivamente (ver Tabla 1); al existir una menor distancia de siembra aumentan los rendimientos, al incrementar la

densidad de plantas por unidad de superficie (Sosa-Rodríguez, et al., 2017; Pérez, et al., 2010), pero esta población se limita hasta un millón de plantas por hectárea, debido a la competencia entre ellas, y por vía fototropismo, en donde unas alcanzan su desarrollo normal y otras se atrofan, adicionando que los tallos son delgados debilitando la producción.

Tabla 1
Efecto de la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote en la producción forrajera del cultivo de Moringa oleífera

| Variable | Distancia de siembra (cm) | | | Frecuencia de corte (días) | | | Altura de rebrote (cm) | | EE | Significancia | | |
|--------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------|---------------|-----|-----|
| | 20x10 | 20x20 | 20x50 | 40 | 55 | 70 | 30 | 40 | | DS | FC | AR |
| FFT (t/ha) | 37,63 ^a | 29,56 ^b | 26,38 ^c | 18,91 ^c | 30,96 ^b | 42,64 ^a | 30,35 ^b | 32,02 ^a | 0,81 | *** | *** | *** |
| FST (t/ha) | 10,42 ^a | 8,74 ^b | 7,75 ^c | 7,09 ^c | 9,46 ^b | 10,35 ^a | 8,59 ^b | 9,35 ^a | 0,40 | *** | *** | *** |
| R-T/H (g/g) | 2,06 ^a | 2,19 ^b | 2,33 ^c | 2,00 ^a | 2,17 ^b | 2,41 ^c | 2,16 ^a | 2,22 ^b | 0,05 | *** | *** | ** |
| M (%) | 15,62 ^c | 14,23 ^b | 10,07 ^a | 13,22 ^a | 13,29 ^a | 13,42 ^a | 13,61 ^b | 13,02 ^a | 0,35 | *** | ns | ** |

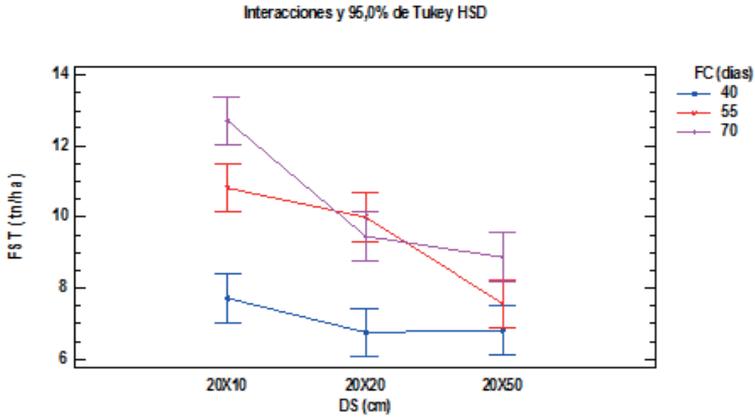
Nota: FFT: Forraje fresco total; FST: Forraje seco total; R-T/H: Relación tallo/hoja; M: Mortalidad; DS: Distancia de siembra; FC: Frecuencia de corte; AR: Altura de rebrote; EE: Error estándar de la media; Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). ns = no significativo; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ y *** $P < 0.001$.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Con FC de 40 a 70 días, la producción de forraje fresco y seco total es de 23,73 y 3,26 t/ha, respectivamente, es así que al prolongar la frecuencia de corte aumenta la producción de forraje (Ledeá, et al., 2017; Jarquín y Jarquín, 2003; Meza-Carranco, et al., 2016); al utilizar la edad de 70 días para el corte hubo mayor tamaño y por ende más peso de la planta, pero a medida que se avanza la FC provocó mayor cantidad de hojas muertas, obteniendo tallos con pocas hojas, mientras que a menos de 40 días de FC la producción es muy baja con relación a las otras FC. La diferencia de altura de rebrote desde 30 a 40 cm, presenta un aumento en la producción de

forraje fresco y seco total de 1,67 y 0,76 t/ha, respectivamente, por lo que a 40 cm de AR la producción de forraje es mejor, probablemente concentra más cantidad de carbohidratos en el tallo cortado, los mismos que sirven de reserva para el rebrote de las nuevas plantas.

Asimismo, se observa en la Figura 1 interacción de la FC por DS, en la producción de FST al variar la DS 20 x 10 cm a 20 x 20 cm y de 20 x 20 a 20 x 50 cm con FC de 55 y 70 días. La DS 20 x 10 cm tuvo mayor producción de FST a los 70 días, mientras que la distancia de siembra 20 x 20 cm fue mayor a los 55 días y la distancia de siembra 20 x 50 cm tuvo menor producción de FST a los 40 días.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

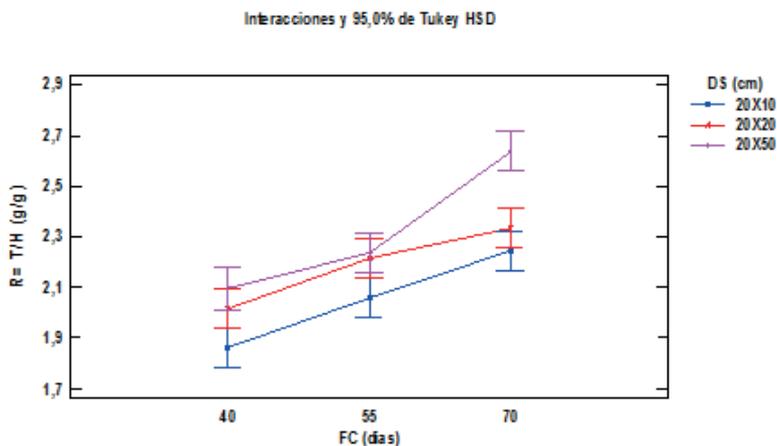
Figura I: Efecto de la interacción frecuencia de corte por distancia de siembra sobre la producción de forraje seco total

En la relación tallo/hoja, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote; en distancia de siembra: 20 x 10 el índice tallo/hoja es 2,06 g/g, cuando la distancia de siembra es 20 x 20 el índice tallo/hoja es 2,19 g/g y cuando la distancia de siembra es 20 x 50 el índice es 2,33 g/g; esto indica que a menor distancia de siembra presenta un menor grosor de tallos en relación de las hojas, probablemente provocado por un mayor proceso fotosintético a menor densidad poblacional, este resultado coincide con los de Sosa-Rodríguez, et al. (2017).

Con frecuencia de corte de 40, 55 y 70 días, el cociente de tallo/hoja es 2,41; 2,17; y 2 g/g, respectivamente, como resultado se indica que al prolongar la frecuencia de corte disminuye la relación tallo/hoja siendo la mejor a los 40 días, estos resultados coinciden

con los de Herrera (2006); Ledea, et al., (2017); y, Sosa-Rodríguez, et al. (2017). La altura de rebrote con 30 y 40 cm, produce una relación tallo/hoja de 2,16 y 2,22 g/g, respectivamente. Esto es, a mayor altura de rebrote hay mayor producción de tallo con relación a las hojas, probablemente por comportamiento fisiológico de la planta debido al proceso fotosintético en el tallo cortado, esto coincide con estudios de efecto de altura en plantas de moringa realizado por Herrera (2006); así como de Padilla, et al. (2014).

En la Figura II, se observa interacción de FC por DS, en la relación tallo/hoja a los 55 días de FC. A los 40 y 70 días de FC, la DS 20 x 50 cm tuvo mayor relación tallo/hoja y menor con DS 20 X 10 cm; mientras que con FC a los 55 días las DS 20 x 20 cm y 20 x 50 cm, tuvieron comportamiento semejante y mayores que a la DS 20 x 10 cm.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

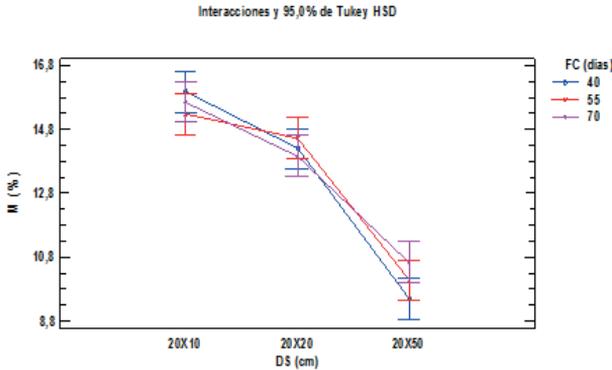
Figura II: Efecto de la interacción frecuencia de corte por distancia de siembra sobre la relación tallo/hoja

Para el porcentaje de mortalidad, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en distancia de siembra, no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) para frecuencia de corte, y diferencias muy significativas ($P < 0.01$) para altura de rebrote. Es así que, a distancia de siembra: 20 x 10, 20 x 20 y 20 x 50 cm, el porcentaje de mortalidad es 15,62; 14,23 y 10,07, respectivamente, puede ser que a altas densidades de siembra las plantas acumulan más humedad, causando la proliferación de hongos y la competencia por luz y nutrientes, cuyo efecto es la pérdida de plantas, estos resultados coinciden con los de Reyes (2004); y Pérez, et al. (2010).

La frecuencia de corte no incide en la mortalidad de las plantas. Respecto a la

altura de rebrote de la planta, a los 30 y 40 días presenta porcentaje de mortalidad 14,20 y 13,32, respectivamente, lo que indica que a menor altura de rebrote mayor es el porcentaje de mortalidad de las plantas. Probablemente, se debe a la menor resistencia del ataque de hongos en las plantas con menor altura de corte, lo que provoca mayor pérdida de plántulas.

De igual manera, se observa en la Figura III la interacción de 20 x 20 a 20 x 50 cm con FC de 40, 55 y 70 días. La DS 20 x 10 cm tuvo mayor porcentaje de mortalidad (M) a los 40 días, mientras que a la distancia de siembra 20 x 20 cm fue mayor a los 55 días y la distancia de siembra 20 x 50 cm tuvo menor porcentaje de M a los 40 días.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Figura III: Efecto de la interacción frecuencia de corte por Distancia de siembra sobre el porcentaje de mortalidad

4.2. Calidad forrajera

Para la variable proteína bruta, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), en distancia de siembra y altura de rebrote; mientras que en frecuencia de corte se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$). Con frecuencia de corte: 40 a 55 días, la proteína bruta (%)

disminuye 2,3 y con frecuencia de corte de 55 a 70 días, la proteína bruta disminuye 1,99 (ver Tabla 2); como resultado se indica que al prolongar la frecuencia de corte de la planta se presenta una disminución de proteína. La altura no presenta diferencias significativas ($P > 0.05$) en la calidad de proteína bruta, pero es mejor al menor corte de rebrote, coincidiendo con los resultados de Jarquín, et al. (2013).

Tabla 2

Efecto de la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote en la calidad forrajera de la Moringa oleífera. Datos expresados en base seca con humedad promedio al 10%

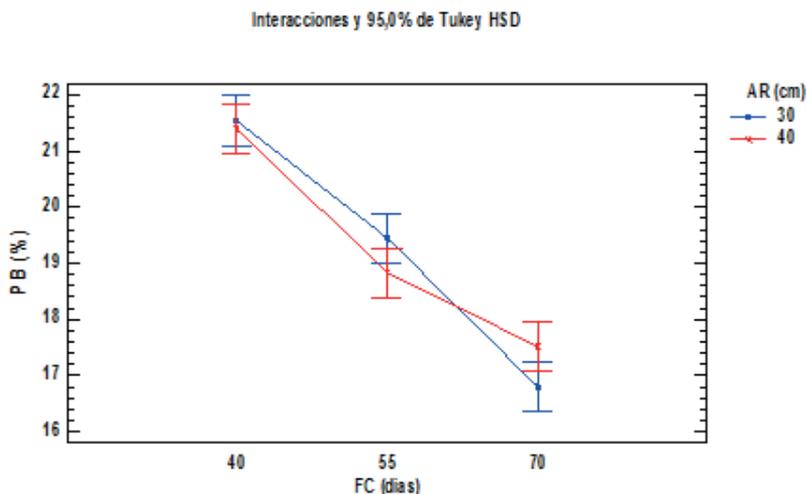
| Variable | Distancia de siembra (cm) | | | Frecuencia de corte (días) | | | Altura de rebrote (cm) | | EE | Significancia | | |
|------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------|---------------|-----|-----|
| | 20x10 | 20x20 | 20x50 | 40 | 55 | 70 | 30 | 40 | | DS | FC | A R |
| PB (%) | 19.51 ^a | 19.21 ^a | 19.04 ^a | 21.47 ^a | 19.14 ^b | 17.15 ^c | 19.26 ^a | 19.21 ^a | 0.36 | ns | *** | Ns |
| FND (%) | 36.18 ^b | 36.77 ^b | 38.06 ^a | 36.48 ^b | 36.78 ^{ab} | 37.75 ^a | 36.78 ^a | 37.23 ^a | 0.78 | ** | * | Ns |
| FAD (%) | 30.63 ^b | 31.31 ^{ab} | 32.04 ^a | 30.64 ^b | 31.33 ^{ab} | 32.01 ^a | 31.02 ^a | 31.62 ^a | 0.90 | * | * | Ns |
| DIVMS (%) | 65.04 ^a | 64.51 ^{ab} | 63.94 ^b | 65.03 ^a | 64.49 ^{ab} | 63.97 ^b | 64.73 ^a | 64.26 ^a | 0.70 | * | * | Ns |

Nota: PB: Proteína bruta; FND: Fibra neutro detergente; FAD: Fibra ácido detergente; DIVMS: Digestibilidad in vitro de materia seca; DS: Distancia de siembra; FC: Frecuencia de corte; AR: Altura de rebrote; EE: Error estándar de la media; Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). ns = no significativo; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ y *** $P < 0.001$.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En la Figura IV, se observa interacción de FC por AR, en el porcentaje de proteína, al variar la FC de 55 a 70 días y manteniendo una

altura de rebrote (AR) de 30 cm, la AR varía dependiendo de la FC siendo esta mayor a la FC de 55 días y menor a los 70 días.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Figura IV: Efecto de la interacción frecuencia de corte por altura de rebrote sobre el porcentaje de proteína

En la Fibra detergente neutro y ácido, así como en la digestibilidad de materia seca, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en altura de rebrote; mientras que en distancia de siembra y frecuencia de corte, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), coincidiendo con los resultados de Foidl, et al. (2011); el forraje de moringa está dentro de los rangos de alta calidad: Aproximadamente 70% de digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS), menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (PB) (Di Marco, 2011); sin embargo, la distancia de siembra y la frecuencia de corte, influyen en la calidad del forraje pues a medida que aumenta la

distancia de siembra (20 x 10, 20 x 20, 20 x 50 cm) y frecuencia de corte (40, 55 y 70 días), disminuye lentamente la calidad del forraje.

Conclusiones

La productividad se demuestra hacia la intensificación del sistema, haciéndolo notable como potencial de sostenibilidad; por ende, el cultivo de Moringa en Ecuador muestra rendimientos positivos ante la variabilidad climática en la región tropical, es así que durante la época seca esta especie arbustiva como sistema de producción, proporciona mayor cantidad de forraje fresco y seco con

distancia de siembra a 20 x 10 cm, frecuencia de corte a los 70 días y altura de rebrote a 45 cm, la calidad del forraje se relaciona con la proporción de tallo/hoja y este a su vez con menor distancia de siembra, considerando la de 20x10 cm; baja frecuencia de corte, es decir, a 40 días y poca altura de rebrote 30 cm, la mortalidad de las plantas no tuvo efecto en la edad de rebrote pero sí alta incidencia en distancias de siembra.

Asimismo, se encontró que la mayor producción de forraje fresco y seco total fue 53,45 y 13,09 t/ha ($P < 0.001$), respectivamente. Con 20 x 50 cm, 70 días y 40 cm, la relación promedio de tallo/hoja llegó a 2,65 g/g ($P < 0.01$). además, con 20 x 10 cm, 70 días y 40 cm, el promedio de mortalidad fue de 16,64% ($P < 0.01$). La mejor calidad de forraje se presentó a 20 x 10 cm, 40 días y 30 cm, por tener el más alto contenido de proteína bruta, el más bajo contenido de fibra detergente neutra (FND) y ácida (FAD), y el mayor porcentaje de digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS), cayendo dentro de los forrajes de alta calidad. Por lo tanto, los tratamientos mostraron diferencias en producción de forraje y estuvieron dentro de los rangos de calidad forrajera.

Referencias bibliográficas

- Aganga, A., Omphile, U. J., Thema, T., y Wilson, L. Z. (2004). Chemical composition of ryegrass (*Lolium multiflorum*) at different stages of growth and ryegrass silages with additives. *Journal of Biological Sciences*, 4(5), 645-549. <https://doi.org/10.3923/jbs.2004.645.649>
- Álvarez, A. B. (2017). *Valor nutricional de la Moringa oleífera. Mito o realidad: Sistematización de experiencias prácticas de investigación e intervención* (Tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Ball, D., Collins, M., Lacefield, G., Martin, N., Mertens, D., Olson, K., Putnam, D., Undersander, D., y Wolf, M. (2001). *Understanding forage quality*. American Farm Bureau Federation Publication.
- Barros, C., y Turpo, O. (2020). La formación en investigación y su incidencia en la producción científica del profesorado de educación de una universidad pública del Ecuador. *Publicaciones*, 50(2), 167.185 <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v50i2.13952>
- Bustamante, J. y Romero, F. (1991). Producción ganadera en un contexto agroforestal: Sistemas silvopastoriles. *Carta de Rispal*, 20, 3-11.
- Casanova, C. I., Núñez, R. V., Navarrete, C. M., y Proaño, E. A. (2021). Gestión y costos de producción: Balances y perspectivas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(1), 302-314. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i1.35315>
- Di Marco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. *Producir XXI*, 20(240), 24-30.
- Foidl, N., Mayorga, L., y Vásquez, W. (2011). Utilización del marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para ganado. Proyecto Biomasa. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/foidl16.htm>
- García, J. R., Aldape, L. A., y Esquivel, F. A. (2020). Perspectivas del desarrollo social y rural en México. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI(3), 45-55. <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i3.33230>
- Giraldo, L., A., Gutiérrez, L. A., y Rúa, C. (2007). Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Revista*

- Colombiana de Ciencias Pecuarias, 20, 269-279.
- Herrera, R. S. (2006). *Fotosíntesis. Pastos tropicales, contribución a la fisiología, establecimiento, rendimiento de biomasa, producción de semillas y reciclaje de nutrientes*. Editorial EDICA.
- Instituto Nacional Agropecuario Meteorológico e Hidrológico - INAMHI (2018). *Informe anual 2018. Estación Experimental Tropical Pichilingue (INIAP)*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5321>
- Jarquín, J. M., y Jarquín, M. H. (2003). *Producción de biomasa de Moringa oleífera bajo diferentes frecuencias de corte en el trópico seco de Nicaragua* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Jarquín, A. J., Rocha, D. J., Rocha, L., Reyes-Sánchez, N., y Mendieta-Araica, B. (2013). Degradabilidad ruminal del follaje de Moringa oleífera a tres diferentes edades de rebrote. *La Calera*, 13(21), 76-81. <https://doi.org/10.5377/calera.v13i21.1637>
- Jyothi, P., Atluri, J., y Reddi, C. S. (1990). Pollination ecology of Moringa oleífera (Moringaceae). *Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Plant Sciences)*, 100(1), 33-42.
- Kjeldahl, J. (1883). Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen Körpern. *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 22, 366-383. <https://doi.org/10.1007/BF01338151>
- Ledeá, J. L., Alonso, G. R., Benítez, D. G., Arias, R. C., Ray, J. V., y Nuviola, Y. (2017). Efecto del ecotipo y la frecuencia de corte en el rendimiento forrajero de Moringa oleífera Lam, en el Valle del Cauto. *Revista de Producción Animal*, 29(3), 12-17.
- Magaña-Benítez, W. (2012). Aprovechamiento postcosecha de la moringa (Moringa oleífera). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 13(2), 171-174.
- Meleán, R., y Ferrer, M. A. (2019). Gestión de costos de producción en ganadería bovina del Municipio Valmore Rodríguez, Zulia-Venezuela. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXV(4), 250-264.
- Meza-Carranco, Z., Olivares-Sáenz, E., Gutiérrez-Ornelas, E., Bernal-Barragán, H., Aranda-Ruiz, J., Vázquez-Alvarado, R., y Carranza-De la Rosa, R. (2016). Crecimiento y producción de biomasa de moringa (*Moringa oleífera Lam.*) bajo las condiciones climáticas del Noreste de México. *Tecnociencia Chihuahua*, X(3), 143-153.
- Mueller S., C., y Orloff, S. B. (1994). Environmental factors affecting forage quality. *Proceedings of the 24th California Alfalfa Symposium, Redding, California.*
- Padilla, C., Fraga, N., Scull, I., Tuero, R., y Sarduy, L. (2014). Efecto de la altura de corte en indicadores de la producción de forraje de Moringa oleífera vc. Plain. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(4), 405-409.
- Perdomo, P. (1991). *Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N., y Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de Moringa oleífera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*, 33(4), 1-16.
- Reyes, N. (2004). Marango. Cultivo y

- utilización en la alimentación animal. *Guía Técnica No. 5. Universidad Nacional Agraria Nicaragua*. <https://repositorio.una.edu.ni/2410/1/nf01r457m.pdf>
- Reyes, N., Rodríguez, R., Mendieta, B. G., Mejía, L., y Mora, A. P. (2009). Efecto de la suplementación con moringa oleífera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.). *La Calera*, 9(13), 60-69.
- Sosa-Rodríguez, A. A., Ledea-Rodríguez, J. L., Estrada-Prado, W., y Molinet-Salas, D. (2017). Efecto de la distancia de siembra en variables morfoagronómicas de *Moringa* (*Moringa oleífera*). *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 207-211. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v28i1.21430>
- Van Soest P. J., y Robertson, J. B. (1985). *Analysis of forrage and fibrous foods a laboratory manual for animal science*. Cornell University.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., y Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10). 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vilaboa, J., Díaz, P., Platas, D. E., Ortega, E.; y Rodríguez, M. A. (2006). Productividad y autonomía en sistemas de producción ovina: Dos propiedades emergentes de los agroecosistemas. *Interciencia*, 31(1), 37-44.
- Wilson, J. R., Minson, D. J., y Jones, P. N. (1986). Influence of temperature on digestibility and growth of *Macroptilium atropurpureum* and *Panicum maximum* var. *trichoglume* in subtropical and tropical Australia. *Tropical Grasslands*, 20(4), 145-156.