

## Nutrición en plantas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) utilizando diferentes fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio: su influencia en el desarrollo y crecimiento en vivero

García-Meléndez, L.M.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Tesista.

Parada-Berrios, F.A.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Fitotecnia, docente investigador.

Arias-de Linares, A.Y.

Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola, docente investigadora.

**RESUMEN****ABSTRACT**

La nutrición en la etapa de vivero es crucial en virtud de que un buen desarrollo y robustez, significará un adecuado anclaje en el trasplante y desempeño productivo. En esta investigación se evaluaron (fase de vivero) las fuentes de nitrógeno, fósforo, potasio y su influencia en el desarrollo y crecimiento de plantas de moringa (*Moringa oleífera* Lam.) El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador de julio a diciembre 2018, bajo un diseño estadístico completamente al azar en un arreglo factorial 4x4, siendo el factor "A" (testigo, 15-15-15, 16-20-0 y sulfato de amonio) y factor "B" (0 g, 5 g, 15 g y 30 g) en tres repeticiones de 12 unidades experimentales compuestas por 10 plantas. Se empleó el programa SAS (Statistical Analysis System) donde las variables de crecimiento y fisiológicas no presentaron diferencias estadísticas significativas, no obstante, al analizar las medias, se obtuvieron incrementos de altura y diámetro de tallo de 100.02 cm (testigo), 1.02 cm ( $T_6$  5 g 16-20-0),  $r=0.94$  y de número de hojas 14.60 ( $T_4$  30 g 15-15-15); las variables fisiológicas de peso específico de hojas, tallo y raíz fue de 23.93 mg.cm<sup>2</sup> ( $T_8$  30 g 16-20-0), 108.9 mg.cm<sup>3</sup> ( $T_6$ ), 101.3 mg.cm<sup>3</sup> ( $T_8$ ), respectivamente. La proteína cruda en el testigo, 15-15-15, 16-20-0 y sulfato de amonio fue de 29.53% 31.91 %, 30.88% y 33.12%, respectivamente. Para producir plantas de moringa en vivero con características deseadas basta con emplear un sustrato elaborado con tierra negra y estiércol bovino (1:1) con 5.42% de materia orgánica.

Nutrition in the nursery stage is crucial, since a good development and robustness will mean an adequate anchorage in the transplant and productive performance. With the objective of evaluating in the nursery phase the sources of nitrogen, phosphorus, potassium; its influence on the development and growth in moringa plants (*Moringa oleífera* Lam.) was investigated at the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador from July to December 2018, under a completely random statistical design in a 4x4 factorial arrangement, being factor "A" (witness, 15-15-15, 16-20-0 and ammonium sulfate) and factor "B" (0 g, 5 g, 15 g and 30 g) in three repetitions of 12 experimental units composed of 10 plants. The SAS (Statistical Analysis System) program was used where the growth and physiological variables didn't present significant statistical differences, however, when analyzing the means, it was obtained in height increments, stem diameter: 100.02 cm (witness), 1.02 cm ( $T_6$  5 g 16-20-0),  $r=0.94$  and the number of leaves 14.60 ( $T_4$  30 g 15-15-15); the physiological variables: specific weight of leaves, stem and root: 23.93 mg.cm<sup>2</sup> ( $T_8$  30 g 16-20-0), 108.9 mg.cm<sup>3</sup> ( $T_6$ ), 101.3 mg.cm<sup>3</sup> ( $T_8$ ) respectively. The crude protein in the witness, 15-15-15, 16-20-0 and ammonium sulfate was 29.53 %, 31.91 %, 30.88 % and 33.12 % respectively. To produce moringa plants in the nursery with desired characteristics, it's enough to use a substrate made of black soil and bovine manure (1:1) with 5.42 % organic matter.

**Keywords:** moringa, nursery, nutrition, growth variables, physiological variables.

**Palabras claves:** moringa, vivero, nutrición, variables de crecimiento, variables fisiológicas.

DOI:10.5281/zenodo.10573028

**ACCESO ABIERTO**

Título en inglés:

Nutrition of moringa plants (*Moringa oleífera* Lam.) using different sources of nitrogen, phosphorus and potassium: their influence on development and growth in the nursery

Correspondencia:

fidel.parada@ues.edu.sv

Presentado:

22 de abril de 2022

Aceptado:

23 de junio de 2022



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

## INTRODUCCIÓN

La *Moringa oleifera* Lam. es originaria del sur del Himalaya, forma parte de las 13 especies de la familia moringaceae, con la característica principal de mostrar un crecimiento acelerado, alcanzando los 7 a 12 metros de altura y un diámetro de 20 a 40 centímetros, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas. Se desarrolla perfectamente en climas áridos, semiáridos y húmedos en suelos de buena filtración y pH de 4.5 a 9 (Modeste 2016).

En la región centroamericana se conoce como moringa, marango, morango, arango y teberinto. Diferentes investigaciones plantean que posee un entorno excepcional en el ámbito de la medicina debido a los beneficios nutricionales en humanos y animales, lo que la convierte en una efectiva solución al combate de la malnutrición, sin mencionar sus múltiples propósitos en los que destaca el efecto coagulante, tratamiento de aguas y mejoras en la salud. Posee un potencial como valor agregado para la agroindustria al emplear hojas, flores, corteza y raíz. Dicha especie puede propagarse de manera asexual y sexual, siendo esta última la más empleada para su reproducción (González 2014).

La contribución de la moringa en el desarrollo de las áreas rurales radica en el aprovechamiento de todas las partes de la planta, por lo que al establecer viveros de dicha especie no solo se garantiza la sustentabilidad, también da paso a un panorama de desarrollo económico rural (GFU s.f).

La propagación en vivero mediante semilla permite asegurar una buena producción de plantas, porque se basa en la selección de árboles progenitores y se garantiza las mejores condiciones para su desarrollo inicial. UNAPROMARANGO (2018), menciona que la moringa se desarrolla satisfactoriamente al emplear un sustrato con estiércol bovino (relación 1:3). Cabe mencionar que la moringa posee la capacidad de establecerse en la mayoría de los suelos sin adiciones de fertilizantes; sin embargo, por ser un árbol con capacidad de generar elevado volumen de biomasa, es preciso tener en cuenta que una alta productividad implica grandes extracciones de nutrientes del suelo, por lo que se hace necesario un programa de fertilización con el objetivo de mantener producciones estables en el tiempo. Al respecto, Padilla *et al.* (2017), recomiendan la fertilización con fuentes nitrogenadas, ya que favorece la formación de proteína, lo que constituye un mayor potencial para la planta, de igual forma aporte de fósforo y potasio. Por esta razón, se evaluó bajo diferentes dosis la influencia de fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio en las variables de crecimiento y fisiológicas de la planta de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) durante la etapa de vivero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

Esta investigación se realizó en el vivero de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en San Salvador a 703 metros sobre el nivel del mar con coordenadas geográficas de 13°41'24" latitud Norte, 89°1'24.01" longitud Oeste durante los meses de julio a diciembre de 2018 (MARN 2013).

### Climatología

Precipitaciones acumuladas de 1,797.6 mm al año. La temperatura promedio anual superior de 24°C y una humedad relativa del 72% (MARN 2013).

### Montaje del experimento

La siembra de semillas de moringa se hizo de manera directa (una semilla por postura a 2 cm de profundidad) en bolsas de polietileno de 8x14" x 1,200 geish, Las bolsas se llenaron con sustrato previamente desinfectado con el método de solarización, compuesto por una mezcla de suelo franco arenoso y estiércol bovino (1:1) siendo necesario 2.70 m<sup>3</sup> para llenar un total de 360 bolsas (considerando un margen de pérdida del 10%) las cuales fueron distribuidas en tres repeticiones, cada una con 12 unidades experimentales compuesto por 10 bolsas, el estudio se estableció en un área de 35 m<sup>2</sup>.

### Material vegetal

Las vainas de moringa fueron recolectadas de árboles en plena madurez en la Hacienda Vaquerano, Santa Cruz Porrillo, departamento de La Paz. Las características consideradas fueron vainas de 45 a 55 cm de largo, semillas con brillo, libre de daños (por insectos o enfermedades) y procedentes de la parte central de la vaina.

### Metodología de campo

Una vez establecido el cultivo se suministraron por aspersión aproximadamente 2 litros por planta (área de drenaje total cercano a los 9 m<sup>2</sup>), control de plagas y malezas de manera manual hasta los 89 ddg (días después de germinado) y a partir de los 15 ddg se realizó la primera fertilización, las siguientes dosis fueron suministradas con un intervalo de 21 días.

### Metodología estadística

El diseño estadístico fue completamente al azar, en arreglo factorial de 4x4 donde se evaluó la interacción de los dos factores en estudio, factor "A" (fuente) testigo, las

fórmulas: 15-15-15, 16-20-0 y sulfato de amonio; el factor "B" fueron las dosis 0 g, 5 g, 15 g y 30 g. Se establecieron tres repeticiones, con 12 unidades experimentales, cada una compuesta por 10 plantas, haciendo un total de 120 ejemplares por repetición y 360 en total.

## Tratamientos

En los tratamientos  $T_2$ ,  $T_6$  y  $T_{10}$  se aplicaron dosis únicas de 5 g a los 15 ddg. En los tratamientos  $T_3$ ,  $T_7$  y  $T_{11}$  la dosis evaluada fue de 15 g dividida en tres aplicaciones (5 g por aplicación) a los 15 ddg, 36 ddg y 78 ddg. Mientras que para los tratamientos  $T_4$ ,  $T_8$  y  $T_{12}$  la dosis aplicada fue de 30 g y se dividió en cuatro aplicaciones, las dos primeras de 5 g a los 15 ddg y 36 ddg, los 20 g restantes fueron divididas en 10 g a los 57 ddg y 78 ddg (Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Distribución de tratamientos con diferentes dosis de fertilizante según la fuente.*

Tratamiento	Fertilizante fuente (factor "A")	Dosis (factor "B")
$T_1$	Testigo (sin fertilizante)	0 g
$T_2$	15-15-15 de (una sola aplicación) (0.75 g de N, 0.75 $P_2O_5$ , 0.75 $K_2O$ )	5 g
$T_3$	15-15-15 (tres aplicaciones) (2.25 g de N, 2.25 $P_2O_5$ , 2.25 $K_2O$ )	15 g
$T_4$	15-15-15 (4 aplicaciones) (4.5 g de N, 4.5 $P_2O_5$ , 4.5 $K_2O$ )	30 g
$T_5$	Testigo (sin fertilizante)	0 g
$T_6$	16-20-0 (una sola aplicación) (0.80 g de N, 1 $P_2O_5$ , 0 $K_2O$ )	5 g
$T_7$	16-20-0 (tres aplicaciones) (2.4 g de N, 3 $P_2O_5$ , 0 $K_2O$ )	15 g
$T_8$	16-20-0 (4 aplicaciones) (4.8 g de N, 6 $P_2O_5$ , 0 $K_2O$ )	30 g
$T_9$	Testigo (sin fertilizante)	0 g
$T_{10}$	Sulfato de amonio (una sola aplicación) (1.05 g de N, 0 $P_2O_5$ , 0 $K_2O$ )	5 g
$T_{11}$	Sulfato de amonio (tres aplicaciones) (3.15 g de N, 0 $P_2O_5$ , 0 $K_2O$ )	15 g
$T_{12}$	Sulfato de amonio (4 aplicaciones) (6.3 g de N, 0 $P_2O_5$ , 0 $K_2O$ )	30 g

## Variables evaluadas

### Variables de crecimiento

Con el fin de analizar el efecto ejercido en las plantas de moringa tras la aplicación de diferentes fuentes y dosis, la toma de datos se realizó a los 14 ddg, 26 ddg, 46 ddg, 67 ddg y 88 ddg. Se consideró: altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.

### Variables fisiológicas

Al finalizar la fase de campo se realizó muestreo destructivo a los 89 ddg para ser analizados en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Se determinó en hoja: contenido de clorofila (unidades SPAD de Minolta Spad-502 plus, siendo esta la única variable fisiológica muestreada en conjunto a las variables de crecimiento, considerándose el promedio de las hojas de la parte baja, media y alta de la planta), área foliar, peso fresco, peso seco y peso específico. En tallo y raíz se determinó: volumen, peso fresco, peso seco y peso específico.

## Análisis estadístico

Se reflejó la interacción entre las fuentes y dosis mediante el ANVA ( $p \geq 0.5$ ), también se consideraron los promedios de las variables en estudio bajo el programa SAS Studio 9.1 (Statistical Analysis System), para Windows, versión Demo (SAS s.f).

## Análisis de laboratorio

### Determinación de composición química de plantas de moringa

Se agruparon los tratamientos según la fuente: 15-15-15 ( $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ), 16-20-0 ( $T_6$ ,  $T_7$ ,  $T_8$ ), sulfato de amonio ( $T_{10}$ ,  $T_{11}$ ,  $T_{12}$ ) y testigo ( $T_1$ ,  $T_5$ ,  $T_9$ ); obteniendo, cuatro muestras en total de 100 gramos compuestos por hojas, tallos y raíz procedentes del análisis de peso seco respectivamente. Se determinó: cenizas, extracto etéreo, nitrógeno proteico, hierro y zinc.

### Análisis de suelo

Se realizaron dos análisis del sustrato, uno previo a la siembra y el otro al concluir la fase de campo, esta última muestra se tomó a los 89 ddg. Los elementos analizados

fueron pH, materia orgánica, porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

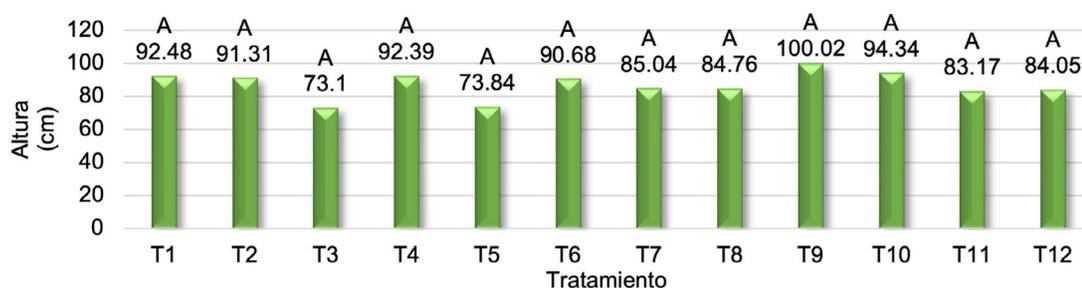
### VARIABLES DE CRECIMIENTO: ALTURA, DIÁMETRO DE TALLO, NÚMERO DE HOJAS

Al analizar las variables de crecimiento, no se presentaron diferencias estadísticas significativas; sin embargo, al analizar las medias de la variable altura, el tratamiento testigo fue el que presentó el mayor incremento, con un valor de 100.02 cm,

seguido por el T<sub>10</sub> (5 g sulfato de amonio) con 94.34 cm; mientras que el T<sub>3</sub> (15 g de 15-15-15) reportó el menor valor con 73.10 cm (Figura 1). Gonzales y Rodríguez (s.f) en su investigación sobre el efecto de la aplicación de nitrógeno y de estiércol bovino sobre la tasa de crecimiento en la altura; expresa que el estiércol bovino no contiene un porcentaje tan alto de elementos para la nutrición vegetal como los fertilizantes comerciales, sin embargo, enriquece el suelo y los mantiene en buenas condiciones aumentando su facultad de absorber y retener la humedad lo que mejora propiedades físicas del sustrato.

**Figura 1.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable incremento altura, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

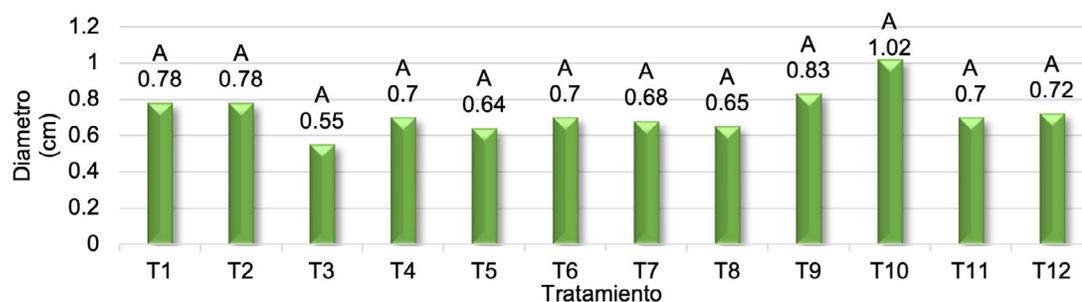


Con respecto al diámetro de tallo, se observó que el promedio más alto fue para el T<sub>10</sub> (5 g sulfato de amonio) con 1.02 cm seguido por el testigo con 0.83 cm; el promedio con menor valor fue para el T<sub>3</sub> (15 g de 15-15-15) con 0.55 cm (Figura 2). Duarte (2015), en su evaluación del comportamiento de moringa y leucaena en la fase de vivero reporta que el tallo alcanzó un diámetro de 0.73 cm a los 70 ddg.; mientras que Medina et al. (2007) en el estudio comparativo de moringa y leucaena el tallo presentó un

diámetro de 0.82 cm a los 70 ddg. Cabe considerar que, para dicha evaluación el sustrato fue compuesto solo por tierra y sin uso de fertilizantes ni abonos. La altura y diámetro de planta presentaron una correlación positiva de  $r=0.94$ , similar a lo obtenido por García et al. (2016)  $r=0.91$ , al estudiar el desempeño productivo de la moringa en la etapa de vivero y transplante; lo que implica que, a mayor altura, el diámetro se ve incrementado.

**Figura 2.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis, en la variable incremento de diámetro, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



En cuanto al número de hojas el promedio más alto fue para el T<sub>4</sub> (30 g de 15-15-15) con 14.6 hojas.planta<sup>-1</sup>, seguido por el T<sub>11</sub> (15 g sulfato de amonio) con 14.54 hojas.planta<sup>-1</sup> y el menor valor para el T<sub>12</sub> (30 g de sulfato de amonio) con 8.22 hojas.planta<sup>-1</sup> (Figura 3). Ortiz (1998),

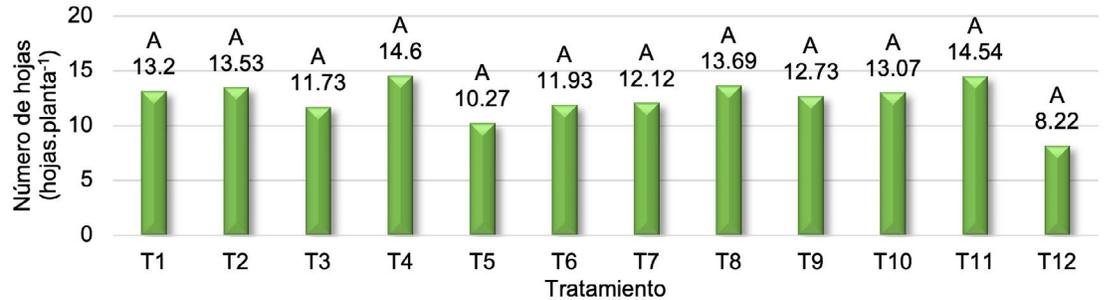
en su investigación sobre el efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en el crecimiento y producción de plántulas; al aportar iguales contenidos de estos elementos, el promedio fue de 4.73 hojas.planta<sup>-1</sup> en plantas con altura promedio de 23.61 cm. Lo cual podemos relacionarlo con

el aporte de NKP del T<sub>4</sub> (30 g de 15-15-15). Mientras que Duarte (2015), en su investigación del comportamiento de moringa y leucaena en la fase de vivero, logró obtener 15 hojas.planta<sup>-1</sup> a los 70 ddg. Cabe mencionar que en este

estudio el tratamiento testigo presentó resultados similares con respecto al T<sub>4</sub> (30 g de 15-15-15), dichos datos fueron obtenidos a los 88 ddg.

**Figura 3.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis, en la variable “incremento en el número de hojas”, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



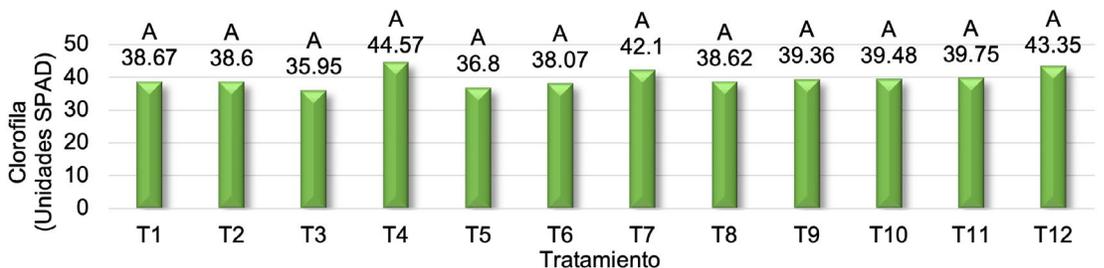
**Variables fisiológicas de la hoja: clorofila, área foliar, peso fresco (PFH), peso seco (PSH) y peso específico de hoja (PEH).**

El análisis de varianza ANVA demostró que no existieron diferencias estadísticas significativas, no obstante, al revisar los promedios se obtuvo que a los 88 ddg la variable clorofila (Unidades SPAD) presentó el mayor valor en el tratamiento T<sub>4</sub> (30 g 15-15-15) con 44.57 unidades SPAD, seguido por el T<sub>12</sub> (30 g sulfato de amonio) con 43.35 unidades SPAD y el menor promedio fue para el T<sub>3</sub> (15 g 15-15-15) con 35.95 unidades SPAD (Figura 4). Valdés

*et al.* (2014) tampoco obtuvo diferencias estadísticas significativas al evaluar el ajuste de curvas de crecimiento en moringa, sin embargo, logró un promedio de 35.67 unidades SPAD a los 75 ddg al emplear un sustrato con el 100% de suelo con textura arcillo-limo-arenoso. Raven *et al.* (2007) citado por Interiano (2015), mencionan que al aplicar fertilizantes ricos en nitrógeno incrementa la capacidad de intercambio de cationes de las raíces a la planta en general, lo que la hace más eficaz a la absorción de otros nutrimentos entre ellos el Mg, el cual promueve la absorción de luz los cloroplastos aumentando así la concentración de la clorofila.

**Figura 4.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable clorofila, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



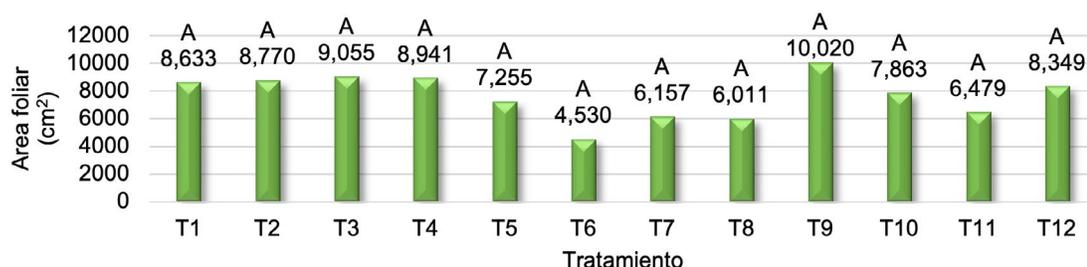
En lo que respecta al área foliar a los 89 ddg el mayor valor lo registró el tratamiento testigo con 10,020 cm<sup>2</sup> seguido por el T<sub>3</sub> (15 g 15-15-15) con 9,055 cm<sup>2</sup> y el menor valor el T<sub>6</sub> (5 g 16-20-0) que expresó 4,530 cm<sup>2</sup> (Figura 5). Valdés *et al.* (2014) al usar un sustrato arenoso con composta de cachaza de caña en una proporción de 1:1, obtuvo un área foliar promedio de 1,260 cm<sup>2</sup> en plantas de aproximadamente 22 cm de altura. Mientras que Salinas (2017) en su investigación sobre el efecto de fitohormonas a los 170 ddg obtuvo un área foliar de 35,520 cm<sup>2</sup>, por lo que es posible llegar a obtener un área foliar similar en el mismo número de días al aplicar el tratamiento testigo,

es decir, un sustrato elaborado con tierra negra y estiércol bovino a una relación de 1:1. Segura *et al.* (2020), sugieren que el área foliar se encuentra relacionado con la edad de la hoja, la posición en la planta y ciclo de cultivo.

A los 89 ddg en las variables PFH y PSH el mayor promedio lo obtuvo el T<sub>8</sub> (30 g 16-20-0) con 177.7 g y el testigo con 149.0 g; para ambas variables el menor valor lo reportó el T<sub>12</sub> (30 g sulfato de amonio) con 39.4 g y 32.3 g, respectivamente (Figura 6), en este caso Sanzano (s.f) relaciona el uso de fertilizantes altos en fósforo con el aumento de la eficiencia del uso del agua ya que favorecen

**Figura 5.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable área foliar, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

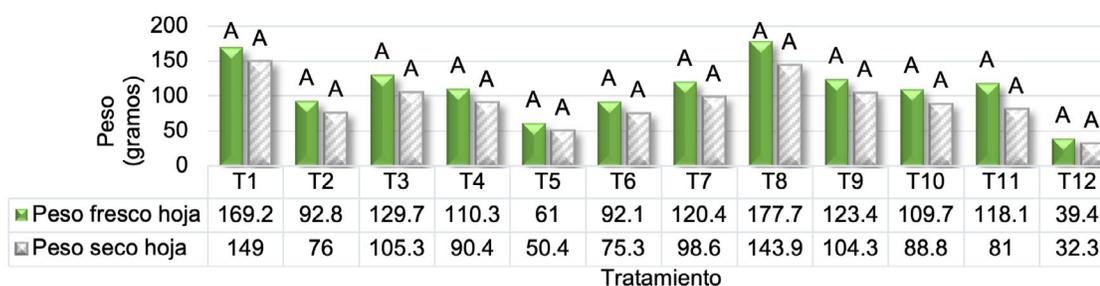


la acumulación de energía y combustible para todas las actividades bioquímicas de las células (formación de ATP). Sin embargo, dichos promedios fueron superados por García y Quevedo (2018), al evaluar el efecto de la fertilización con dos enmiendas orgánicas en la producción de materia verde en moringa, ya que a los 60 ddg reportaron 726.83 g de PFH; de igual manera, en la investigación realizada por Soto (2017) al evaluar el desempeño de la planta de moringa aplicando bovinaza como abono orgánico, obtuvo 650 g de PFH a los 60 ddg; Luna (2019), sugiere en su investigación sobre el establecimiento eficiente de

estandarización de la germinación *in vitro* de moringa que en condiciones de turgencia plena los tejidos pueden experimentar variaciones en su contenido ya que una proporción importante de los fotoasimilados almacenados en una célula pueden ser transitorios, lo que explica la diferencia en peso con respecto a los datos obtenidos por los autores. Por otra parte, se encontró una alta correlación positiva de  $r=0.98$  entre el peso fresco hoja y el peso seco hoja, lo que implica que a mayor PFH se obtendrá mayor PSH.

**Figura 6.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso fresco hojas y peso seco hojas, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



Como se observa en la Figura 7, el mayor valor para el PEH fue del T<sub>8</sub> (30 g 16-20-0) con 23.93 mg.cm<sup>2</sup>, seguido por el testigo con 17.26 mg.cm<sup>2</sup> y en última posición el T<sub>12</sub> (30 g sulfato de amonio) con 3.87 mg.cm<sup>2</sup>. También, existió una alta correlación positiva entre el PEH y PFH de  $r=0.83$  y entre el PEH con PSH  $r=0.81$ , lo que indica que a mayor PFH y PSH se acumula más fotosintatos, lo que explica el comportamiento del T<sub>8</sub>, donde se presentó una mayor eficiencia de la fotosíntesis, considerando que, el aporte de fósforo desempeña un papel importante en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento, transferencia de energía, división y crecimiento celular (Munera y Meza 1996). Villar *et al.* (2004), señalan que cuando el PEH es alto las hojas presentan menor longevidad, mientras que las especies con bajo PEH las hojas tienen mayor longevidad, lo que conlleva a tolerar escasez de nutrientes y agua, dado que el PFH posee estrecha relación con la capacidad de retención de agua y nutrientes, además de la capacidad para adquirir mayor energía solar y dióxido de carbono.

Parada-Berrios *et al.* (2016), señalan en su evaluación de diferentes dosis y fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio en ojushite, que el PEH expresa la eficiencia fotosintética de la hoja en lo que respecta a la generación de tejido.

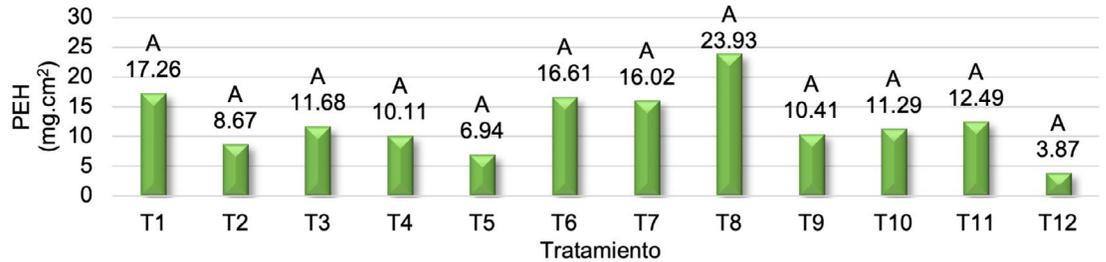
### Variables fisiológicas del tallo: volumen, peso fresco tallo (PFT), peso seco tallo (PST) y peso específico de tallo (PET)

Respecto a las variables relacionadas con el tallo no se encontraron diferencias estadísticas significativas, pero al revisar los promedios, el tratamiento que generó el mayor volumen de tallo fue el T<sub>4</sub> (30 g 15-15-15) con 523.33 cm<sup>3</sup> seguido del T<sub>3</sub> (15 g 15-15-15) con 465.0 cm<sup>3</sup> y el menor valor el T<sub>12</sub> (30 g sulfato de amonio) con 96.67 cm<sup>3</sup> (Figura 8). Quiroz *et al.* (2014) indican que, al tener un buen volumen de tallo durante la primera etapa de vida, la planta se ve favorecida ante el aumento de número de hojas debido a la absorción y conducción de agua y nutrientes;

lo que explica la correlación positiva de  $r=0.82$  entre el volumen de tallo y el número de hojas. Cerdas-Ramírez (2017) en su investigación sobre la extracción de nutrimentos y productividad de moringa, sugiere que al aplicar fertilizantes nitrogenados se incrementa la relación hoja y tallo.

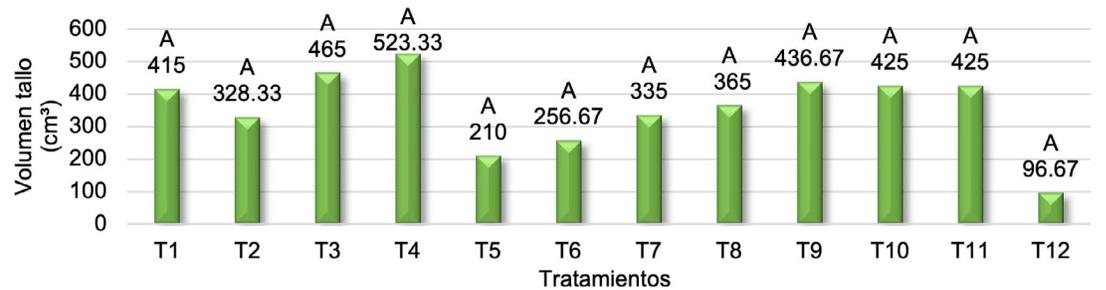
**Figura 7.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso específico hoja, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



**Figura 8.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable volumen de tallo, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

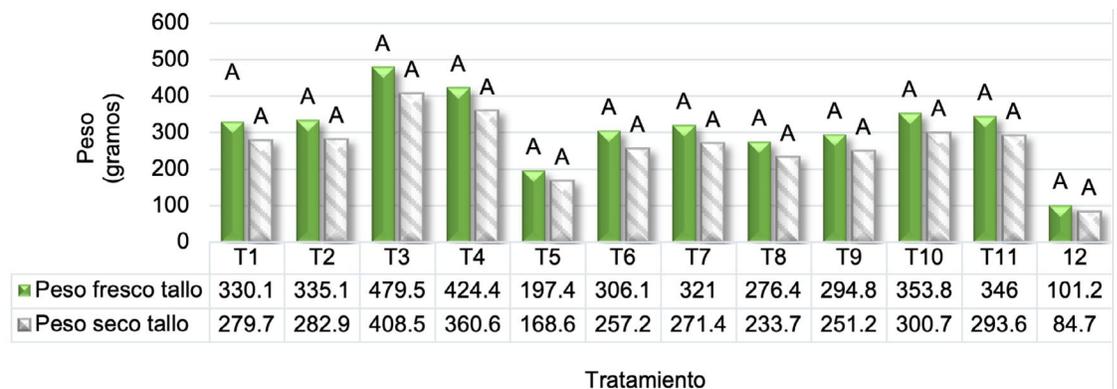


En las variables de PFT y PST se mantuvo la tendencia, siendo el T<sub>3</sub> (15 g 15-15-15) con 479.5 g y 408.5 g respectivamente, seguido del T<sub>4</sub> con 424.4 g y 360.6 g; mientras que el menor valor lo reportó el T<sub>12</sub> con 101.2 g y 84.7 g a los 89 ddg (Figura 9). Duarte (2015) en su estudio del comportamiento de moringa y leucaena en la fase de vivero, reporta que PFT alcanzó 270 g a los 70 ddg destacando que la moringa presenta un crecimiento

acelerado. Al analizar el coeficiente de correlación de Pearson el PFT y el PST presentaron una alta correlación positiva de  $r=0.99$ , indicando que a mayor peso fresco mayor peso seco de tallo; de igual manera, existió una correlación positiva entre el PFT y el volumen de tallo de  $r=0.88$  lo que sugiere que a medida incrementa el peso fresco aumenta la cantidad de espacio que ocupa la materia, es el volumen del tallo.

**Figura 9.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso fresco de tallo y peso seco de tallo, en plantas de moringa durante la fase de vivero.

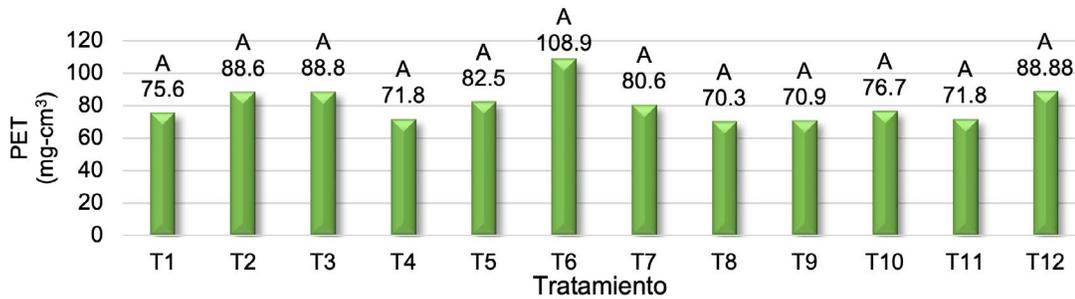


La Figura 10 muestra el PET donde se encontró que el tratamiento que dio mejor respuesta en dicha variable fue el T<sub>6</sub> (5 g de 16-20-0) el cual presentó 108.9 mg.cm<sup>3</sup>, seguido del T<sub>12</sub> (30 g sulfato de amonio) con 88.8 mg.cm<sup>3</sup> y el menor valor el T<sub>8</sub> (30 g 16-20-0) con 70.3 mg.cm<sup>3</sup>. Núcleo DiverSus (s.f) sugiere al tener un bajo PET los vasos

de conducción son grandes y el crecimiento de la planta tiende a ser acelerado a un bajo costo de construcción volumétrica. Por otra parte, un alto PET revela la presencia de vasos de conducción pequeños lo que permite una mayor seguridad hidráulica y biométrica, es decir, que el T<sub>6</sub> favoreció la resistencia de la planta ante el estrés hídrico.

**Figura 10.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso específico tallo, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



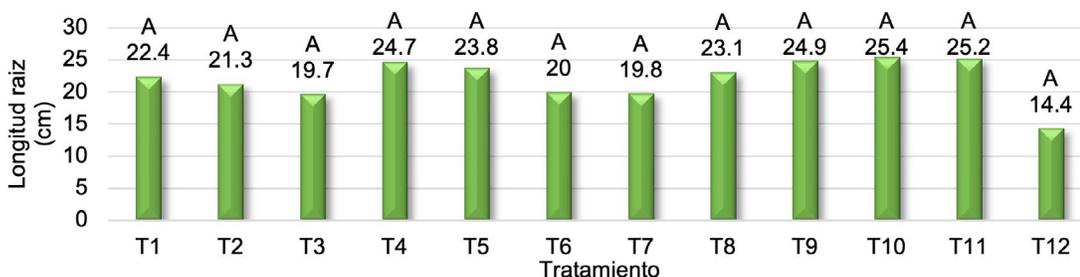
### Variables fisiológicas de la raíz: longitud, volumen, peso fresco raíz (PFR), peso seco raíz (PSR) y peso específico raíz (PER)

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en ningunas variables; sin embargo, cuando se compararon las medias se determinó que para la variable longitud de raíz los tratamientos que obtuvieron mayores valores fueron el T<sub>10</sub> (5 g sulfato de amonio) y T<sub>11</sub> (15 g sulfato de amonio) con 25.4 cm y 25.2 cm respectivamente, seguidos por el testigo con 24.9 cm. El tratamiento que obtuvo el menor valor fue T<sub>12</sub> (30 g sulfato de amonio) con 14.4 cm (Figura 11). UNA-PROMARANGO (2018) en su guía técnica

sobre el manejo de moringa en vivero a los 56 ddg obtuvo 27 cm de longitud de raíz, esto al emplear un sustrato compuesto por estiércol bovino y tierra (1:1) sin aplicar fertilizante químico. Menciona también que, a los 56 ddg la raíz se encuentra desarrollada de tal manera que permite el almacenaje necesario de energía encargada del aporte del crecimiento del tallo y hojas. Red Agrícola (2017), señala que aportar cantidades grandes de nitrógeno al suelo, tal es el caso de sulfato de amonio (21% de nitrógeno) provoca que el crecimiento de las raíces no sea aleatorio, sino que se vea guiado por mecanismos moleculares que detectan la presencia y disponibilidad de nitratos, evidenciándose en el comportamiento del T<sub>10</sub> y T<sub>11</sub>.

**Figura 11.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable longitud de raíz, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



En lo que respecta a la variable volumen de raíz, el tratamiento que generó mayor promedio fue el T<sub>11</sub> con 223.3 cm<sup>3</sup> seguido por el T<sub>4</sub> (30 g 15-15-15) con 185.0 cm<sup>3</sup> y el menor volumen lo generó el T<sub>12</sub> con un valor de 51.7 cm<sup>3</sup> (Figura 12). Padilla *et al.* (2017) en su estudio referente a los requerimientos agronómicos de la moringa con enfoque de sistemas ganaderos, reportaron 6.37 cm<sup>3</sup> en la raíz a los 40 ddg al haber empleado un sustrato libre

de fertilizantes y abonos.

Para la variable PFR el T<sub>11</sub> (15 g sulfato de amonio) tuvo un mayor valor con 220.9 g seguido del T<sub>4</sub> (30 g 15-15-15) con 190.1 g, superando así al T<sub>12</sub> (30 g sulfato de amonio), el cual presentó un peso de 48.6 g; de igual manera, el PSR mantuvo la misma tendencia que el PFR, donde el T<sub>11</sub>, el T<sub>4</sub> y el T<sub>12</sub> fue de 191.53 g, 165.65 g y 41.18 g respectivamente

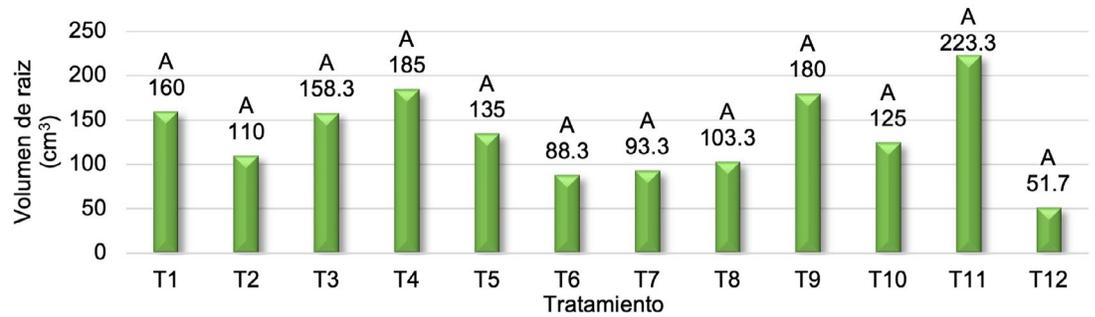
(Figura 13). Duarte (2015), al evaluar al comportamiento de moringa en fase de vivero, logró 1.0 g a los 14 ddg y a los 21 ddg aumentó a 105 g, reportando que el crecimiento de la raíz es acelerado. Por otra parte, Alfaro y Martínez (2008) al identificar los usos potenciales de la moringa, recomiendan realizar aplicaciones de fuentes nitrogenadas con el fin de favorecer la formación de la proteína en la planta ya que estas participan en la regulación de la transpiración, apertura de estomas y presenta relevancia en el desarrollo de plantas más resistentes a condiciones de sequía ya que promueven el volumen de raíz. Se determinó que PSR tiene correlación positiva con PFR y volumen de raíz, ambas con  $r=0.99$  por lo que al aumentar el volumen

de raíz aumentó el PFR, a lo que Gutiérrez *et al.* (2015) en su investigación referente a los riegos artesanales y el crecimiento de moringa, relaciona el potencial productivo con la efectividad de reserva de agua y la tasa de absorción de nutrientes.

Con respecto a la variable PER el T<sub>8</sub> (30 g de 16-20-0) fue el mayor valor con 101.3 mg.cm<sup>3</sup>, el testigo que con un valor de 90.8 mg.cm<sup>3</sup> en cambio el T<sub>12</sub> (30 g sulfato de amonio) fue el que generó el menor valor con 78.5 mg.cm<sup>3</sup> (Figura 14). Encontrando que dosis de 30 g de 16-20-0 logran promover la capacidad de generar tejido a nivel de raíz, es decir, meristemo apical radical.

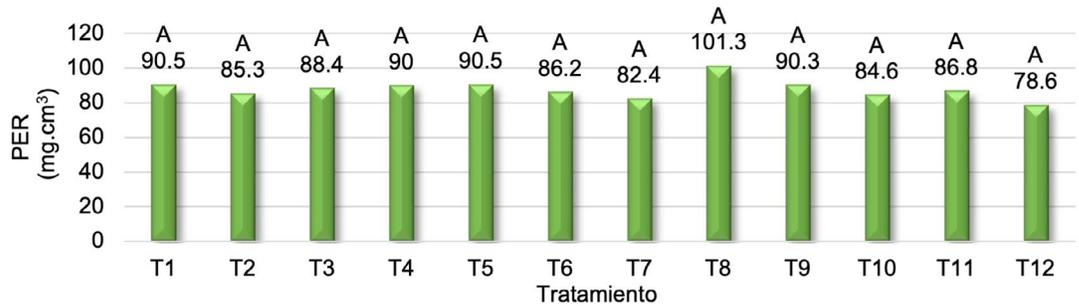
**Figura 12.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable volumen de raíz, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



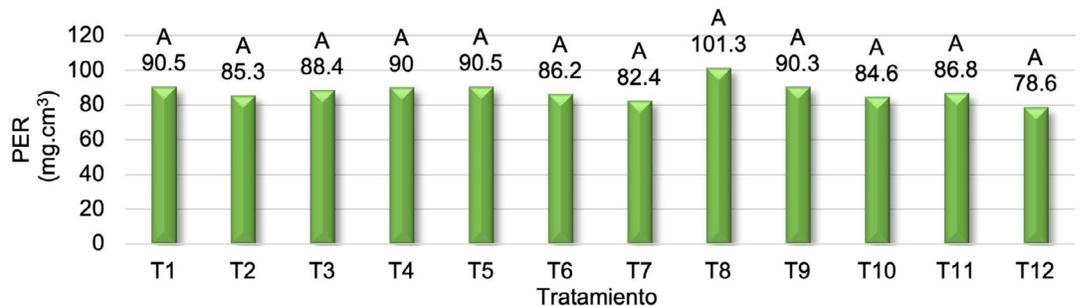
**Figura 13.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso fresco raíz y peso seco raíz, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



**Figura 14.**

Efecto de las diferentes fuentes: fertilizante y dosis; en la variable peso específico raíz, en plantas de moringa durante la fase de vivero.



## Composición química

El mayor contenido de materia seca lo presentaron las plantas del tratamiento testigo con 49.35%, mientras que el menor valor fue para las plantas fertilizadas con la fuente química 15-15-15 con un valor de 42.19% (Tabla 2). Al respecto, Ramos-Trejo *et al.* (2015) y Cerdas-Ramírez (2017) reportaron valores similares al evaluar la productividad forrajera de moringa, donde la materia seca fue de 49.5% y 46.0%; de igual manera, Foidl *et al.* (s.f) obtuvieron 50.0% de materia seca al investigar sobre el uso de moringa como alimento para ganado bovino haciendo mención que la cantidad de materia seca indica el total de nutrimentos que potencialmente pueden ser aprovechados por el animal para ganancia de peso, entre menos materia seca, menos nutrimentos.

En el caso de contenido de ceniza permitió estimar la cantidad total de minerales presentes; se encontraron valores entre 1.38% y 2.10%, siendo el menor para las plantas del tratamiento testigo y el mayor correspondió a las plantas fertilizadas con la fuente 16-20-0 (Cuadro 2). Guevara y Rovira (2012) al caracterizar tres extractos de moringa reportaron 1.76% de ceniza, además de la relación con los factores edafoclimáticos, edad de la planta y parte muestreada.

El contenido de grasa buscó determinar los lípidos o compuestos grasos presentes en las muestras de moringa y que nutricionalmente representan una fracción de alto valor energético. El valor mínimo de contenido de grasa fue de 6.44% en las plantas testigo, mientras que el valor más alto fue de 7.74% en aquellas plantas donde se aplicó sulfato de amonio; similar a 6.30% reportado por Guevara y Rovira (2012).

Al analizar el contenido de nitrógeno proteico, las plantas de moringa, que obtuvieron el mayor porcentaje de proteína cruda fueron aquellas donde se empleó sulfato de amonio dando un valor de 33.12%; mientras que el menor valor lo presentaron las plantas del tratamiento testigo con 29.53% (Cuadro 2). Al respecto, Álvarez (2017) señala que el valor nutricional de las hojas de moringa contiene un promedio de 29.46% de proteína cruda. Sin embargo, Díaz *et al.* (2017) tras evaluar el comportamiento

de tres procedencias de moringa, reportaron un promedio de 31.76% de contenido de nitrógeno proteico en el follaje. Por otra parte, Hinojosa (1973), en su ensayo sobre la influencia del nitrógeno y azufre en el rendimiento, menciona que el nitrógeno contribuye a la formación de proteínas y producción de masa protoplasmática presente en los pigmentos de la planta (clorofila y otros compuestos como aminoácidos, amidas, proteínas y alcaloides). Siendo el nitrógeno esencial para el crecimiento vigoroso de la planta, especialmente en las etapas tempranas.

El contenido de hierro y zinc determinado por absorción atómica en aquellas las plantas donde se aplicó la fórmula 16-20-0 reportaron los mayores valores en hierro y zinc, siendo estos 3.99 mg.L<sup>-1</sup> y de 0.64 mg.L<sup>-1</sup> respectivamente. Mientras que el menor valor de hierro lo obtuvieron las plantas de moringa donde se aplicaron sulfato de amonio con un valor 3.14 mg.L<sup>-1</sup>, y en lo que concierne al zinc, las plantas del tratamiento testigo tuvieron 0.48 mg.L<sup>-1</sup> (Cuadro 2). González (2011) en su valoración cuantitativa de hierro en tres especies del género Moringaceae reportó que la *Moringa oleífera* Lam. contiene un valor de 1.37 mg.L<sup>-1</sup> de hierro. Fernández (2007) sugiere que la interacción al aplicar un fertilizante que contiene fósforo, como la fórmula química 16-20-0, puede interferir en el transporte interno de hierro, formando fosfatos de hierro a la vez de encontrarse unido a la fosfoproteína. Sin embargo, en esta investigación al parecer no hubo interferencia en el transporte interno del hierro.

## Análisis de suelo

Otro hallazgo relevante en esta investigación fue que el pH del sustrato paso de 4.45 (fuertemente ácido) a 6.11 (ligeramente ácido), al respecto Undie *et al.* (2013), en su evaluación sobre el efecto de la moringa en el pH del suelo mencionan que se aumentó la capacidad de intercambio catiónico después de haber incorporado moringa como encalado orgánico, dando efectos positivos en el pH a partir de los 60 días (de 5.18 a 6.10 pH) contribuyendo a mantener la fertilidad del suelo (Figura 15).

Con respecto al contenido de materia orgánica, este disminuyó de 5.42% en el análisis inicial hasta 3.48% en el análisis final; pero también el nitrógeno pasó de 0.45%

**Tabla 2.**  
Composición química de plantas de moringa durante la fase de vivero.

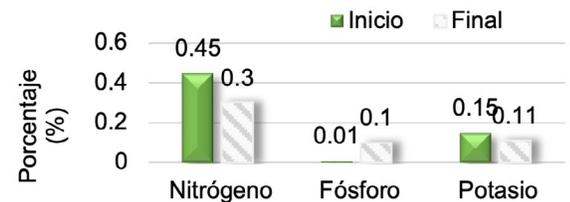
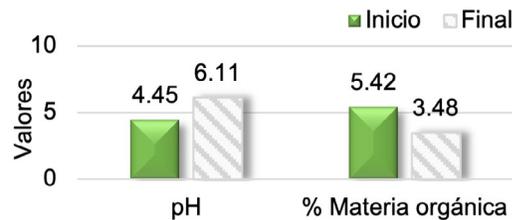
Fuente	% Materia seca	Ceniza	E.E.	nitrógeno proteico (%)	hierro (mg.L <sup>-1</sup> )	zinc (mg.L <sup>-1</sup> )
Testigo	<b>49.35</b>	1.38	6.44	29.53	3.25	0.48
15-15-15	42.19	2.03	7.14	31.91	3.35	0.53
16-20-0	45.66	<b>2.10</b>	7.28	30.88	<b>3.99</b>	<b>0.64</b>
Sulfato de amonio	44.78	1.65	<b>7.74</b>	<b>33.12</b>	3.14	0.57

a 0.30%, (Figura 15) considerando que las plantas a su velocidad de crecimiento consumen altas cantidades de nutrimentos en su desarrollo. Lok y Suarez (2014) sugieren que la moringa puede realizar extracciones de nitrógeno 1.18% hasta 0.15%. Por otra parte, el fósforo se mantuvo con rangos normales de 0.01% a 0.10%. Otro elemento en

estudio fue el potasio, donde la segunda muestra presentó un aumento porcentual del 0.04%. Sanzano (s.f), menciona que la ganancia de porcentaje de potasio en el suelo se debe a tres factores: meteorización, fertilización y acción (Figura 15).

**Figura 15.**

Análisis de sustrato empleado en las plantas de moringa en la fase de vivero.



## CONCLUSIONES

Las diferentes fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio y la influencia en plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) durante la fase de vivero, no poseen diferencias estadísticas significativas entre las variables estudiadas; sin embargo, al analizar los promedios, se obtuvo que al emplear un sustrato basado en tierra negra y estiércol bovino a una relación 1:1 con 5.42% de materia orgánica (extremadamente rico), pueden obtenerse plantas con características aceptables en altura de planta, diámetro de tallo y área foliar a nivel de vivero.

Los tratamientos basados en 5 y 15 gramos de las fuentes químicas 15-15-15, 16-20-0 y sulfato de amonio, promovieron el mejor desarrollo de las variables de crecimiento y fisiológicas de las plantas de moringa, destacando además el tratamiento testigo constituido por una mezcla de estiércol bovino y tierra en proporción 1:1

Las aplicaciones de fertilizantes químicos fueron determinantes para incrementar los contenidos de proteína (33.12%) cuando se aplicó sulfato de amonio; cenizas (2.10%) con fórmula 16-20-0 y el mayor valor de materia seca (49.35%) solo con utilizar un sustrato enriquecido con estiércol bovino.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Alfaro N.; Martínez W. 2008. Uso potencial de la *Moringa oleifera* Lam. para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados (en línea). Guatemala. Consultado 14 may. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3BVYc16>
- Álvarez A. 2017. Valor nutricional de la *Moringa oleifera* Lam. Mito o realidad. (en línea). Tesis. Ing. Quito Ecuador. Consultado 25 dic. 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2ZRKtqt>
- Cerdas-Ramírez R. 2017. Extracción de nutrimentos

y productividad de moringa con varias dosis de fertilización nitrogenada. Revista científica InterSedes. Costa Rica. Volumen 18. Número 38. p 145-163.

- Díaz D., Rodríguez A., Díaz A. 2017. Comportamiento de tres procedencias de *Moringa oleifera* Lam. en el ecosistema de Topes de Collantes. Revista Tlatemoani 26. p 9-21.
- Duarte C. 2015. Evaluación del comportamiento de dos especies forrajeras Marango y Leucaena en la fase de vivero de la Universidad Nacional agraria. (en línea). Consultado 21 ago. 2019. Tesis Ing. Managua. Nicaragua. Disponible en: <http://bit.ly/2Rtmk7C>
- Fernández M. 2007. Fosforo: amigo o enemigo (en línea). Revista Científica de América Latina. Habana. Cuba. ICIDCA (Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar). Consultado 16 oct 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3r0QxKL>
- Foidl N., Mayorga L., Vásquez W. sf. Utilización del Marango como forraje fresco para ganado (en línea). Consultado 12 oct. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/2JRkqwk>
- García I., Mora J., Holguín V. 2016. Árboles y Arbusto para silvopasturas uso, calidad y alometría: Desempeño productivo de la *Moringa oleifera* Lam en la etapa de vivero y transplante (en línea). Tolima. Colombia. Editorial Universitaria del Tolima. Consultado 8 may. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3bd5K29>
- García M., Quevedo H. 2018. Efecto de fertilización (NPK) con dos enmiendas orgánicas en la producción de materia verde del cultivo de *Moringa oleifera* Lam. Tesis Ing. Oxapampa. Perú. 49-51 p.
- GFU (Global Facilitation Unit). sf. *Moringa oleifera* Lam (en línea). Consultado 12 abr. 2020. Disponible en: <http://bit.ly/2RurCjd>
- Gonzales V. 2014. Comportamiento de dos poblaciones de *Moringa oleifera* Lam. (material acriollado y mejorado PKM1) en sus primeras etapas de vida en condiciones de vivero. (en línea). Tesis. Managua.

- Nicaragua. Consultado 23 jul. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3gy09at>
- Gonzales y Rodríguez. sf. Efecto de la aplicación de nitrógeno y de estiércol bovino sobre la tasa de crecimiento en la altura de la planta del naranjo agrio. San Pedro Sula. Honduras. 9(2):58-64p.
- González K. 2011. Valoración cuantitativa de hierro en tres especies vegetales *Moringa oleífera* Lam, *Smilax domingensis* y *Smilax reguelli*. Tesis. Lic. UNAN-LEON. Nicaragua. 36 p.
- Guevara J., Rovira M. 2012. Caracterización de tres extractos de *Moringa oleífera* Lam. y evaluación de sus condiciones de infusión en sus características fisicoquímicas (en línea). Tesis. Ing. Agr. Zamorano. Honduras. Consultado 1 abr. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3bRyDlq>
- Gutiérrez J., Ortiz R., Méndez C. 2015. Efectividad de riegos artesanales sobre el crecimiento de moringa (en línea). Tesis Lic. Ciencias Ambientales. Nicaragua. UNAN-Managua consultado 24 may. 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3z2QcKn>
- Hinojosa E. 1973. Influencia del nitrógeno y azufre en el rendimiento de las plantas. Tesis. Ing. Turrialba. Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1-6 p
- Interiano E. 2015. Determinación del crecimiento y el perfil proteómico de hojas de moringa cultivada con vermicomposta y roca fosfórica (en línea). Tesis Ing. Bioquímica. Chiapas. México. TNM. Consultado 15 may. 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3r71Wc6>
- Lok S., Suarez 2014. Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de *Moringa oleífera* Lam. y en algunos indicadores del suelo durante el establecimiento (en línea). Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 48 (4): 399-403. Consultado 27 dic. 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2T4WLua>
- Luna C. 2019. Establecimiento de un método eficiente de estandarización de la germinación in vitro de *Moringa oleífera* Lam (en línea). Revista Acta Botánica mexicana. 126:e1496. Consultado 9 dic 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3ydKBBL>
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013. Información metereologico: servicio metereologico nacional (en línea) San Salvador. El Salvador. Consultado. Consultado 10 mar. 2017. Disponible en: <http://goo.gl/fNVN>
- Medina G., García E., Tyrone C., Manuel R. 2007. Estudio comparativo de moringa y *Leucaena* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Trop. Vol. 25 (2) 93-99p
- Modeste I. 2016. Production and processing of moringa (en línea). Consultado 24 sep. 2019. Yaunde. Camerún. Disponible en: <http://bit.ly/2PnsuDJ>
- Munera G., Meza D. 1996. El fosforo: elemento indispensable para la vida vegetal (en línea). Colombia. Consultado 13 jun. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3hBHsoZ>
- Núcleo DiverSus. s.f. Densidad específica en tallo (en línea). Córdoba Argentina. Consultado 9 abr. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3H0pWW9>
- Ortiz C. 1998. Efecto del nitrógeno, fosforo y potasio en el crecimiento y producción de plántulas de Tomate. Tesis Ing. Nuevo León. México. 37p
- Padilla C., Balenciaga N., Crespo G., González D., Rodríguez I. 2017. Requerimientos agronómicos de *Moringa oleífera* Lam. en sistemas ganaderos (en línea). Livestock Research for Rural Develoment. 29(11). Consultado 26 dic. 2019. Disponible en: <https://bit.ly/37Ab6Tv>
- Parada-Berrios, Barrera D., Molina M., Quintanilla J. 2016. Evaluación de diferentes dosis y fuentes de nitrógeno, fosforo y potasio en Ojushte y su efecto en el éxito den el prendimiento del injerto. El Salvador.
- Quiroz I., Pincheira M., Hernandez J., Gonzalez M., Garcia E., Soto H., 2014. Efecto de volúmenes sobre el crecimiento de Acacia en vivero y en terreno de secano en la Región del Biobío, Chile (en línea). Revista Árvore 38 (1). Consultado 23 may. 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3wAilXK>
- Ramos-Trejo O., Castillo-Huchin J., Sandoval-Gio J. 2015. Efecto de intervalos y alturas de corte en la productividad forrajera de *Moringa oleífera* Lam. Revista Bio-Ciencias. México. 3(3):187-194 p.
- Raven P., Evert R., Eichhorn S. 1992. Biology of plants. 4ta ed. Mx. Grupo editorial Reverte. 415p.
- Red Agrícola. 2017. La raíz es el cerebro de la planta (en línea). Consultado 14 may. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3gxHOug>
- Salinas M. 2017. Efecto del producto SAGIB en el crecimiento y desarrollo de plantas de *Moringa oleífera* Lam. (en línea). Tesis. Ing. Universidad autónoma agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. Consultado el: 15 may. Disponible en: <https://bit.ly/300zKOK>
- Sanzano. s.f. Potasio del suelo (en línea). Argentina. Consultado 17 dic. 2019. Disponible en: <http://www.faz.unt.edu.ar/>
- SAS (Statistical Analisis System). s.f. Request Demo (en línea). Consultado 15 abr. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3o4jaG4>
- Segura J. Escalante J., Rodríguez M., Diaz R., Conde V., García R., Quevedo A. 2020. Biomasa e índices de análisis de crecimiento relacionados con el área foliar en Haba (en línea, video). Texcoco, México. 11 min. 05 seg., son., color. Consultado 12 may. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3ATKBrO>
- Soto S. 2017. Evaluación del efecto de dos dosis de tres fuentes de abono orgánico sobre el rendimiento de follaje de *Moringa oleífera* Lam, diagnóstico y servicios (en línea). Zacapa. Guatemala. Consultado 19 oct. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/2MaafQI>
- Undie U., Kekong M., Ojikpong T. 2013. *Moringa oleífera*

- Lam leaves effect soil pH and garden egg (*Solanum aethiopicum* Lam) yield in two Nigeria agroecologies (en línea). European journal of agriculture and forestry research 1 (1). 17-25 p. Consultado 10 oct. 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3Asm000>
- UNA (Universidad Nacional Agraria) – PROMARANGO. 2018. Guía Técnica N° 21: Manejo de viveros de Marango (*Moringa oleífera* Lam). Una alternativa sostenible de alimentación animal ante el cambio climático (en línea). Managua. Nicaragua. 11p. consultado 12 nov. 2019. Disponible en: <https://bit.ly/2ZYx4PN>
- Valdés O.; Muñoz C.; Pérez A. Martínez E. 2014. Analisis y ajuste de curvas de crecimiento de *Moringa oleífera* Lam en diferentes sustratos. Revista científica Biológica Agropecuario Tuxpan 2 (2):66-70
- Villar R., Ruiz-Robleto J., Quero J., Poorter H., Valladares F., Marañón T. 2004. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas (en línea). Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. 191-227 p. Consultado 15 may 2021. Disponible en: <https://bit.ly/2ULvPm8>