



05

Estudios preliminares del efecto fortificante de extractos de moringa oleífera lam. en vitroplantas del clon williams en aclimatación

Preliminary studies of the fortifying effect of extracts of moringa oleífera lam. in vitroplants of the williams clone in acclimation

Francisco Ugarte-Barco¹
Kevin Andrés Lima Morales¹
Dra. C. María De Los Ángeles Bernal Pita Da Veig²
MSc. Alexander Moreno-Herrera¹
E-mail: amoreno@utmachala.edu.ec

¹ Universidad Técnica de Machala. República del Ecuador.

² Universidad Coruña. España.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Ugarte-Barco F., Lima Morales, K. A., Bernal Pita Da Veig, M. A., & Moreno-Herrera, A. (2018). Estudios preliminares del efecto fortificante de extractos de *Moringa Oleífera* Lam. en vitroplantas del clon Williams en aclimatación. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 47-55. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

El poder fortificante de extractos acuosos de hojas de *Moringa oleífera* Lam en estado de desarrollo fue confirmado mediante aplicaciones foliares en plantas de banano *Musa x paradisiaca* sub grupo Cavendish clon Williams en condiciones de aclimatación. Las vitroplantas provenientes de vivero se establecieron bajo un modelo de evaluación fortificante con soporte y nutrientes controlados. Los extractos acuosos de polvo de hojas utilizados fueron a proporción 1:1 (p/v) aplicándose 25 ml/planta, empleando diferentes concentraciones. Los tiempos establecidos fueron 0, 7, y 14 días valorando las variables: número de hojas, largo y ancho de hoja 1, % materia fresca y seca, cenizas. En la composición elemental se confirmó como órgano de ensayo fortificante a las hojas por el contenido de nitrógeno y azufre. El empleo de extractos fortificantes en este caso MOL a 60 y 75% incrementó la calidad de hojas en crecimiento en condiciones de aclimatación. La eficiencia en formación de materia celular se confirmó al final de aclimatar las vitroplantas y los mejores resultados se mostraron cuando se empleó extractos al 75%. El modelo de fortificante fue confirmado bajo condiciones de aclimatación permitiendo el correcto para crecimiento de las vitroplantas hasta los 14 días de evaluación.

Palabras clave:

Moringa, extractos, fortificante, vitroplantas, aclimatación.

ABSTRACT

The fortifying power of aqueous extracts of leaves of *Moringa oleífera* Lam in state of development was confirmed by foliar applications in banana plants *Musa x paradisiaca* sub group Cavendish Williams clone in conditions of acclimatization. Vitroplants from the nursery were established under a fortifying evaluation model with support and controlled nutrients. The aqueous extracts of leaf powder used were at a 1: 1 (w / v) ratio, applying 25 ml / plant, using different concentrations. The established times were 0, 7, and 14 days, evaluating the variables: number of leaves, length and width of leaf 1, % fresh and dry matter, ashes. In the elemental composition the leaves were confirmed as a fortifying test organ by the nitrogen and sulfur content. The use of fortifying extracts in this case MOL at 60 and 75% increased the quality of growing leaves under acclimation conditions. The efficiency in cell matter formation was confirmed at the end of acclimatizing the vitroplants and the best results were shown when 75% extracts were used. The fortifying model was confirmed under acclimation conditions allowing the correct growth of the vitroplants until 14 days of evaluation.

Keywords:

Moringa, extracts, fortifying, vitroplants, acclimation.

INTRODUCCIÓN

El banano es un cultivo de gran interés económico local, Ecuador en los últimos 22 años se mantiene como el cuarto productor del mundial (Organización para la Agricultura y la Alimentación, 2018), siendo de gran importancia la obtención de plantas sanas y vigorosas a fin de establecer un cultivar que pueda producir de manera eficiente. Dentro de las técnicas de obtención de clones de banano *Musa x paradisiaca* se destaca la micropropagación como medio para obtener un gran número de plantas aptas en un tiempo relativo corto. Una de las causas que limitan la eficiencia de este proceso es la pérdida de vitroplantas ante condiciones de estrés en la etapa de aclimatación de las plantas que provienen *in vitro* a *ex vitro* hacia el invernadero (Safarpour, Sinniah & Subramaniam, 2017).

Los factores abióticos como luz, temperatura y humedad relativa pueden causar stress oxidativo en plantas, causándoles la muerte a un porcentaje de estas, generada del estrés impuesto durante el cultivo de tejidos (Oh, Cullis, Kunert, Engelborghs & Swennen, 2007). Los extractos de hoja de *Moringa oleifera* Lam (MOL) con fines de fortificación vegetal puede ser un método efectivo para otorgar tolerancia a plantas con estrés abiótico y de ser posible acortar los tiempos de aclimatación (Mostafa, Bhavya, y Saad, 2013), ya que las hojas de MOL poseen compuestos antioxidantes, reguladores de crecimiento, proteínas, vitaminas, aminoácidos, sales minerales e inclusive agentes antimicrobianos (Gopalakrishnan, Doriya & Kumar, 2016; Qi, et al., 2016 β -, γ -, and δ -tocopherol and α -, β -, γ -, and δ -tocotrienol by ultra-performance convergence chromatography (UPC2; Amaglo, et al., 2010; Bennett, et al., 2003, Biel, Jaroszewska & Łysoń, 2017), que se conforman en las especies locales (Isitua, et al., 2015). Este estudio permite valorar el poder fortificante del extracto de hojas de MOL en vitroplantas de banano clon Williams, durante la fase de aclimatación, donde se requiere incrementar la competitividad de las plantas en esta transición *in vitro* a *ex vitro* y su preparación para la fase de confirmación en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal como fortificante que se utilizó fue extractos de hojas de plantas de MOL en estado de desarrollo como se puede ver figura 1A, establecidas en suelo franco arcilloso en áreas de la Unidad Académica De Ciencias Agropecuarias en la Granja Santa Inés perteneciente a la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) en la provincia de

El Oro, Ecuador. El material vegetal que permitió valorar los efectos del fortificante (figura 1B), fueron vitroplantas seleccionadas de banano *Musa x paradisiaca* sub grupo Cavendish clon Williams de seis semanas de edad en vivero establecidos en la Ciudad de Guayaquil, donde fueron adaptadas. Estas vitroplantas se obtuvieron *in vitro* por la empresa ORANGELAB ubicada en la ciudad de Quito, en Ecuador.

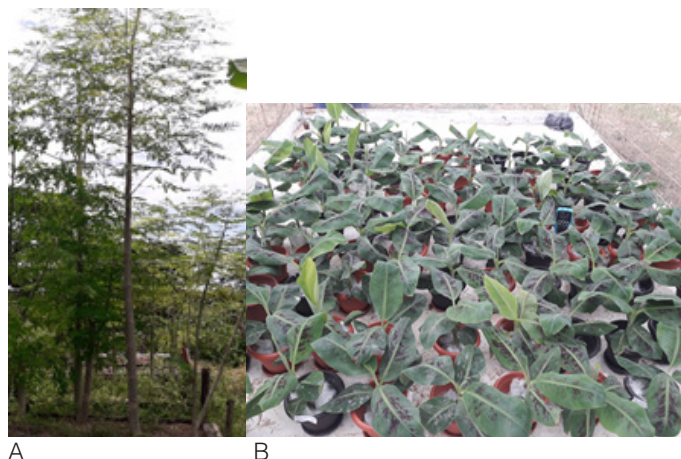


Figura 1. Material vegetal utilizado. A: Plantas de *Moringa oleifera* Lam, B: Vitroplantas del Clon Williams.

Determinación del poder fortificante de extractos de hojas de MOL en vitroplantas de banano Williams

Las caracterizaciones de las muestras de los órganos de MOL fueron realizadas en el Servicio de Apoyo a la investigación de la Universidad de A Coruña) con el objeto de conocer su composición elemental y priorizar el órgano potencial para utilizarlo como extracto. La obtención de extractos de MOL y poder fortificante en banano se realizaron en el laboratorio de micropropagación vegetal e invernadero correspondiente a esta área.

Los órganos de MOL fueron expuestos en estufa a 70 °C por 24 horas y posteriormente se preparó polvo de hojas con el molino MOLINEX con cuchillas finas y mortero al tomar las muestras para extracto. Las evaluaciones fortificantes se realizaron con extractos acuoso de hojas (Mona, 2013) mediante temperaturas (Biel, Jaroszewska & Łysoń, 2017), generados mediante infusiones filtradas con tela de gasa de aproximadamente 2 mm e incubadas en baño maría en agua destilada a 70 °C por 10 minutos de reposo. Los extractos fueron preparados a partir de una solución stock 0,1 gramos en 5 ml en agua destilada, utilizando de esta solución 1,5 ml por cada 150ml volumen final para los cálculos de concentración final. Se aplicó 25 ml/planta, empleando diferentes concentraciones como experimento monofactorial donde se establecieron las diferentes

concentraciones de MOL a 0 %, 15%,30%,45%,60%, 75%, 90% y 100%. Las aplicaciones se realizaron a los 7 días de establecidas las vitroplantas en sustrato nutritivo líquido en condiciones de aclimatación, después de hacer la distribución de los tratamientos completamente en bloques al azar.

Las condiciones ambientales en invernadero se registraron con el equipo portátil ambiental multifuncional 5/1 en los meses de enero – febrero, las condiciones respondían a ciclos naturales registrando valores medios en el período de evaluación de luz: 44,98 $\mu\text{moles/m}^2/\text{s}$, temperatura: 26,9 °C, humedad relativa: 80,84 %.

El sustrato utilizado estuvo compuesto por fibras de vidrio como soporte, que previamente fue desmenuzado en agua destilada. Las vitroplantas de banano se trasplantaron después de realizar el lavado en chorro de agua continuo de raíces (figura 2A) para eliminar residuos orgánicos y fueron llevadas a macetas plásticas de capacidad 2 litros con fibra de vidrio (figura 2B) y solución nutritiva que registró, hasta el último momento de evaluación, 100ml por planta cada 3 días. La solución nutritiva estuvo compuesta por KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, MgSO_4 , KCl , H_3BO_3 , $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, H_2MoO_4 (85%), Na_2EDTA , $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ que es establecida y estandarizada por el laboratorio de fisiología vegetal de la Universidad de La Coruña para actividades Fitonutricionales. El momento cero de evaluación se estableció a los siete días de trasplantada las vitroplantas en condiciones de aclimatación en invernadero (figura 2C), permitiendo la recuperación y las atomizaciones de extractos de MOL.

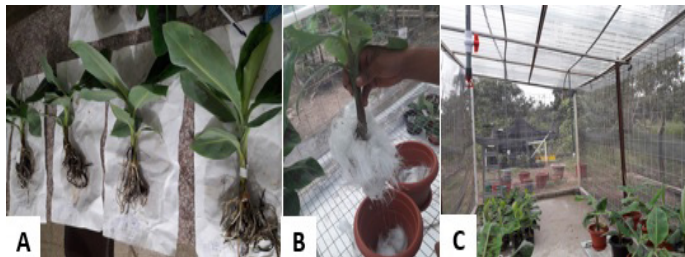


Figura 2. Modelo de evaluación fortificante de vitroplantas de Clon Williams en condiciones de aclimatación. A: Eliminación de sustrato a chorro de agua continuo, B: Condiciones de invernadero, C: Condiciones de invernadero.

El número de individuos por tratamiento fue de 10 unidades experimentales y los tiempos establecidos fueron 0, 7 y 14 días. Las variables valoradas fueron: número de hojas, largo y ancho de la hoja 1 (primera hoja superior completamente expandida), materia fresca, materia seca, cenizas. En este último caso se utilizó la planta completa que, mediante la limpieza de raíces y eliminando el sustrato utilizado,

fue secada con papel de filtro y pesada en una balanza gramera, que permitió registrar el peso fresco, peso seco después de estufa y de mufla. Las vitroplantas recolectadas en el mismo orden en cada momento de evaluación fueron pesadas y llevadas a estufa a 100 °C por 72 horas para masa seca. Seguidamente las muestras llevadas a capsula de cristal fueron ubicadas en Mufla programable modelo NABERTHERM®, se ajustó a 600 °C por 24 h para determinar el peso del material resultante. Los resultados fueron procesados con el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 21.0, en cada figura se detalla el análisis de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las composiciones elementales de polvos de diferentes órganos de la planta, permiten identificar sus potencialidades como fuente nutricional alternativa y priorizar el órgano objeto de análisis de competencia fortificante.

Tabla 1. Resultados de análisis elemental de polvos de órganos de *moringa oleifera* Lam en estado de desarrollo.

Órganos	peso (mg)	% N	% C	% H	%S
Raíz	2,046	0,56	39,29	5,56	0,30
Semilla	2,204	4,63	55,96	8,32	1,36
Flor	2,451	3,76	41,65	5,80	0,83
Hoja	2,529	5,05	41,61	5,84	1,33

Las muestras fueron procesadas como masa seca, facilitando la conservación por deshidratación producto a que mejora la vida útil de la MOL sin cambios en el valor nutricional (Gopalakrishnan, et al., 2016). Los resultados obtenidos muestran que la principal fuente de nitrógeno está en las hojas, permitiendo corroborar análisis reportados de este órgano que muestran la presencia de 19 aminoácidos esenciales (Busani, Patrick, Arnold & Voster, 2011) y la presencia del 28,7% de proteína cruda en este órgano (Teixeira, Carvalho, Neves, Silva & Arantes-Pereira, 2014;Mona, 2013) . La principal fuente de C y H está determinada por las semillas como órgano de reserva y fuente de alimentación embrionaria, en este caso los contenidos en órganos de flor y hojas resultan semejantes.

El elemento de azufre está presente en mayores valores, semejantes en semilla y hojas. Es cuantificado en hojas con valores de 0,63 % (Busani, et al., 2011) y comparado a otras especies presenta mayores valores, caracterizándola como una fuente principal de azufre (Lyons, et al., 2017). Este elemento es constituyente estructural de compuestos orgánicos como aminoácidos cisteína, cistina, metionina requeridos

en la síntesis de proteínas; que permite la tolerancia a la deshidratación por calor, sequía y también juega un papel en la protección de los daños de las células por frío.

Poder fortificante de extractos acuosos de hojas de MOL

Las vitroplantas de banano en el momento inicial mostraron uniformidad en el número de hojas, en condiciones de aclimatación. Esta variable (tabla 2) hasta los 14 días, confirmó que los extractos de MOL en las concentraciones utilizadas no estimularon la formación de nuevas hojas.

Tabla 2. Número de hojas (unidades) en plantas de banano clon Williams asperjadas con extractos de *Moringa oleifera* L., en condiciones de aclimatación.

Concentración de extracto (%)	0 días	7 días	14 días
0	5,0	5,0	7,0
15	5,0	6,0	6,0
30	5,0	5,0	7,0
45	5,0	6,0	6,0
60	5,0	5,0	7,0
75	5,0	5,0	5,0
90	5,0	5,0	6,0
100	5,0	5,0	6,0
ES+	0,00	0,44	0,66
Sig.	ns	ns	ns

En columna medias con letras diferentes indican significación (*: significativo, ns: no significativo) para ANOVA en prueba T de Dunnett, ≤ 0.05 , Desviación estándar (ES).

Estos resultados evidencian efectos de MOL, cuando fue utilizado extractos de hoja aplicados exógenamente a trigo (*Triticum aestivum* L.) para valorar el retraso de la senescencia de la hoja, se confirmó que el número de macollas no difirió al testigo cuando la puntuación de la hoja fue mayor (Rehman, Basra, Rady, Ghoneim & Wang, 2017). Efectos inhibidores se reportan al retrasar la madurez de este cultivo con aplicaciones de MOL se logra obtener una mayor semilla y rendimientos en el trigo sembrado tarde (Yasmeen, Basra, Ahmad & Wahid, 2012).

La calidad de las hojas en estas condiciones *ex vitro* permiten la disminución del tiempo de estancia, donde este órgano posee el rol de mejora en supervivencia y actividad fotosintética que permita la mejor competitividad de las vitroplantas. El fortalecimiento nutricional con MOL al 75% permite hasta los 14 días permite mejorar la calidad de la hoja como es la longitud (Tabla 3).

Tabla 3. Longitud de hoja 1 (cm) en plantas de banano clon Williams asperjadas con extractos de *Moringa oleifera* L., en condiciones de aclimatación.

Concentración de extracto (%)	0 días	7 días	14 días
0	22,2 c	24,1 b	26,2 c
15	23 a	25 a	24,4 f
30	21,5 d	24,1 b	27 b
45	22,5 b	23,4 d	24 g
60	21 e	21,3 g	27 b
75	22,5 b	23,3 e	28,8 a
90	22,5 b	24 c	25,5 d
100	23 a	23 f	25 e
ES±	0,66	1,03	0,66
Sig.	*	*	*

En columna medias con letras diferentes indican significación (*: significativo, ns: no significativo) para ANOVA en prueba Tukey, ≤ 0.05 , Desviación estándar (ES).

La utilización de MOL permite aportar nutrientes esenciales que hacen competente a los órganos foliares (Gopalakrishnan, et al., 2016), en el crecimiento de las vitroplantas la superficie foliar es fundamental, el incremento posibilita la mayor disponibilidad de superficie expuesta a luz, permitiendo el incremento de pigmentos clorofílicos b y c captadoras de luz e intercambio eficiente con el medio ambiente.

El ancho de las hojas (Tabla 4) muestran que cuando son expuestas a MOL a los 7 días muestran efectos de potenciar el crecimiento de este órgano cuando se utiliza concentraciones de 15 y 90 % pero este efecto es superado a los 14 días cuando se empleó la concentración del 60 %.

Tabla 4. Ancho de hoja 1 (cm) en plantas de banano clon Williams asperjadas con extractos de *Moringa oleifera* L., en condiciones de aclimatación.

Concentración de extracto (%)	0 días	7 días	14 días
0	12,8 c	11,6 e	14,2 d
15	11,8 e	13,5 a	13,8 e
30	11,5 f	13,1 b	14,8 b
45	13 b	13,1 b	13,2 g
60	12 d	11,5 g	15,5 a
75	11,8 e	12,3 d	14,6 c
90	13,5 a	13,5 a	13,5 f
100	13 b	12,6 c	13,8 e
ES+	0,69	0,75	0,72
Sig.	*	*	*

En columna medias con letras diferentes indican significación (*:significativo, ns: no significativo) para ANOVA en prueba Tukey, ≤ 0.05), Desviación estándar (ES).

La utilización de productos fortificantes como MOL incrementa la calidad de hojas y el crecimiento en condiciones de aclimatación, estos extractos permiten incrementar los contenidos de K, Ca, Fe, Zn, Cu, and vitamin C en plantas de *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench comparada a otras especies vegetales (Adekiya, Agbede, Aboyeji, Dunsin & Ugbe, 2018). Las vitroplantas en este tránsito *in vitro* a *ex vitro* presentan un crecimiento condicionado a su eficiencia en la fijación de CO₂ y la respuesta de los órganos como las hojas pueden mejorar la supervivencia y crecimiento de las vitroplantas.

En la tabla 5, puede observarse que a los 7 y 14 días extractos de MOL influyeron en el incremento de masa fresca. Los mejores resultados fueron obtenidos a los 14 días cuando se utilizó el MOL a 60%.

Tabla 5. Masa fresca (gramos) en plantas de banano clon Williams asperjadas con extractos de *Moringa oleifera* Lam, en condiciones de aclimatación.

Concentración de extracto (%)	0 días	7 días	14 días
0	100,0	91,8 f	135,5 c
15	83,0	111,6 d	122,8 e
30	95,0	109,8 e	145 d
45	90,0	114,7 c	120,9 f
60	99,0	86 h	168,2 a
75	94,0	90,8 g	150,5 c
90	97,0	133 a	155 b
100	95,0	118,3 b	116,4 g
ES+	5,17	15,30	17,50
Sig.	ns	*	*

En columna medias con letras diferentes indican significación (*:significativo, ns: no significativo) para ANOVA en prueba Tukey, ≤ 0.05), Desviación estándar (ES).

Los valores obtenidos de masa fresca fueron estimulados por el extracto a concentraciones de 60 y 90 %, destacando el extracto de MOL como fuente rica en nutrientes, vitaminas y bioestimulantes capaces formar vitroplantas competentes (Sánchez-Machado, Núñez-Gastélum, Reyes-Moreno, Ramírez-Wong & López-Cervantes, 2010; Pinheiro Ferreira, Farias, De Abreu Oliveira & Urano Carvalho, 2008).

La eficiencia de las plantas en el crecimiento, puede ser determinada según la cantidad de agua requerida para formar la materia seca, en cuanto a esta formación de materia seca se puede ver tabla 6 que extractos de MOL influyen en este crecimiento. La

utilización de MOL al 75% mostró que a los 14 días las vitroplantas pueden tener una materia seca que genera calidad y eficiencia metabólica.

Tabla 6. Masa seca (gramos) en plantas de banano clon Williams asperjadas con extractos de *Moringa oleifera* L., en condiciones de aclimatación.

Concentración de extracto (%)	0 días	7 días	14 días
0	6,4e	6,6 g	9,4 e
15	5,7f	7,8 d	8,7 g
30	6,6c	3,7 h	9,8 d
45	6,5d	8,1 c	8,7 f
60	7,1a	6,9 f	10,9 c
75	6,8b	7,6 e	11,8 a
90	6,8b	8,9 b	11,5 b
100	6,5d	9,7 a	8,4 h
ES+	0,39	1,71	1,27
Sig.	*	*	*

En columna medias con letras diferentes indican significación (*:significativo, ns: no significativo) para ANOVA en prueba Tukey, ≤ 0.05), Desviación estándar (ES).

Este incremento de masa seca fue proporcional a las concentraciones de 75 y 90% de MOL empleadas, el extracto a partir de hojas aplicadas en *Eruca vesicaria* subsp. sativa incrementó los contenidos de proteínas, nitrógeno, fósforo, magnesio, potasio, calcio y hierro comparados al testigo (Mona, 2013). En las vitroplantas de banano se confirma el poder fortificante ante esta variable que valora la eficiencia celular en el período de evaluación.

La aplicación de MOL en la fase de macollamiento o de arranque aumentó el peso seco de los brotes y el rendimiento de grano del trigo, así como el índice de productividad con el uso eficiente del fósforo y el potasio que mejoró cuando se aplicó MLE como una pulverización foliar (Brockman & Brennan, 2017) butanol; ethyl-acetate, así como en el contenido de masa seca del grano de trigo (Rehman, et al., 2017). El empleo de temperatura extrema que genere un secado total de tejidos muestra la incorporación de nutrientes específicos formadores de tejido que permite una confirmación de la eficiencia del metabolismo primario en las vitroplantas. En este caso las cantidades de ceniza fueron mayores cuando se utilizó concentraciones específicas de extracto de MOL al 15% a los 7 días y cuando se utilizó al 75% a los 14 días (Tabla 7).

Tabla 7. Masa de cenizas (gramos) en plantas de banano clon Williams asperjadas con extractos de *Moringa oleifera* L., en condiciones de aclimatación.

Concentración de extracto (%)	0 días	7 días	14 días
0	1,2b	1,0 d	1,9 b
15	1,0d	1,5 a	1,5 e
30	1,1c	1,2 b	1,6 d
45	1,1c	1,1 c	1,5 e
60	1,3a	1,2 b	1,8 c
75	1,1c	1,2 b	2a
90	1,2b	1,2 b	1,8 c
100	1,1c	1,5 a	1,4 g
ES+	0,09	0,17	0,20
Sig.	ns	*	*

En columna medias con letras diferentes indican significación (*:significativo, ns: no significativo) para ANOVA en prueba Tukey, ≤ 0.05 , Desviación estándar (ES).

El contenido de masas en las vitroplantas de banano tuvo una influencia directa cuando se aplicó concentraciones específicas de MOL, destacando la mayor eficiencia para la conversión de materias secas y cenizas la concentración del 75% del extracto. El efecto estimulador del crecimiento en las vitroplantas ante estas concentraciones del extracto MOL de hojas, es estimulado e incrementa el contenido de fitohormonas como se reporta en plantas *Ruca vesicaria* subsp. sativa donde se destaca las citoquinina con mayores contenidos cuando se empleó el extracto de hojas (Mona, 2013).

En la figura 3, se confirma el crecimiento bajo condiciones de modelo para comprobar el poder fitonutritivos en condiciones controladas, estas de forma eficiente para el clon Williams en condiciones de invernadero y donde se debe considerar el nivel de estrés al que estuvieron sometidas las vitroplantas en el período de evaluación al emplear sustrato alternativo. El crecimiento confirmado donde el MOL expreso su efecto fortificante, pudo estar acompañado del poder antioxidante del MOL ante estas condiciones de ensayo, donde actúan catalasa, peroxidasa, superóxido dismutasa (Lam, et al., 2007; Mona, 2013; Ananias, 2015).



Figura 3. Efecto del modelo fortificante de vitroplantas de Clon Williams a los 14 días en condiciones de aclimatación. Orden de concentraciones de extracto acuoso de hoja de *moringa oleifera* Lam de izquierda a derecha: 0 %, 15%,30%,45%,60%, 75%, 90% y 100%.

CONCLUSIONES

El estudio permitió confirmar el contenido elemental de hojas como fuente de nitratos y azufre, permitiendo la selección de hojas para valorar el poder fortificante de la *Moringa oleifera* Lam (MOL). Permitiendo corroborar el efecto de extracto acuoso de hojas de plantas en desarrollo en vitroplantas de banano clon Williams en condiciones de aclimatación de forma eficiente para las concentraciones 60 y 75%. Estas incrementaron la calidad de hojas hasta los 14 días en crecimiento en condiciones de aclimatación, así como ratifico esta eficiencia fortificante del extracto al obtener los mejores resultados cuando se empleó extractos al 75% en el contenido de materia seca y cenizas de las vitroplantas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adekiya, A. O., Agbede, T. M., Aboyeji, C. M., Dunsin, O., & Ugbe, J. O. (2018). Green manures and NPK fertilizer effects on soil properties, growth, yield, mineral and vitamin C composition of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X16302193>
- Amaglo, N. K., et al. (2010). Profiling selected phytochemicals and nutrients in different tissues of the multi purpose tree *Moringaoleifera* L., grown in Ghana. *Food Chemistry*, 122(4), 1047–1054. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/223514723_Profiling_selected_phytochemicals_and_nutrients_in_different_tissues_of_the_multipurpose_tree_Moringa_oleifera_L_grown_in_Ghana
- Ananias, N. K. (2015). Antioxidant Activities, Phytochemical, and Micro- Nutrients Analysis of African Moringa (*Moringa Ovalifolia*). Recuperado de http://repository.unam.na/bitstream/handle/11070/1647/Ananias_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Bennett, R. N., et al. (2003). Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees *Moringa oleifera* L. (Horseradish tree) and *Moringa stenopetala* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(12), 3546–3553. Recuperado de
- Biel, W., Jaroszewska, A., & Łysoń, E. (2017). Nutritional quality and safety of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative source of protein and minerals. *Journal of Elementology*, 22(2), 569–579. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/314245052_Nutritional_quality_and_safety_of_moringa_Moringa_oleifera_Lam_1785_leaves_as_an_alternative_source_of_protein_and_minerals
- Brockman, H. G., & Brennan, R. F. (2017). The effect of foliar application of Moringa leaf extract on biomass, grain yield of wheat and applied nutrient efficiency. *Journal of Plant Nutrition*, 40(19), 2728–2736. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2017.1381723>
- Busani, M., Patrick, J. M., Arnold, H., & Voster, M. (2011). Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology*, 10(60), 12925–12933. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/236669148_Nutritional_characterization_of_Moringa_Moringa_oleifera_Lam_leaves
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Kumar, D. S. (2016). Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*, 5(2), 49–56. Recuperado de <https://www.science-direct.com/science/article/pii/S2213453016300362>
- Isitua, C. C., Lozano, M. J. S., Jaramillo, C., Farmacia, Christy, C., & Fausto, D. (2015). Phytochemical and nutritional properties of dried leaf powder of Moringa oleifera Lam. from machala el Oro province of Ecuador. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 5(2), 8–16.
- Lam, O., et al. (2007). Antioxidant activity of the crude extracts of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) and Sweet broomweed (*Scoparia dulcis* L.) leaves. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 57(2), 203–208. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/292139440_ANTI-OXIDANT_ACTIVITY_OF_THE_CRUDE_EXTRACTS_OF_DRUMSTICK_TREE_MORINGA_OLEIFERA_LAM_AND_SWEET_BROOMWEED_SCOPARIA_DULCIS_L_LEAVES
- Lyons, G., Gondwe, C., Banuelos, G.S., Mendoza, C., Haug, A., Christophersen, O., & Ebert, A. (2017). Drumstick tree (*Moringa oleifera*) leaves as a source of dietary selenium, sulphur and pro-vitamin A. In *Acta horticulturae*, 287–291. Recuperado de <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seq-No115=345094>
- Mona, M. A. (2013). The potential of Moringa oleifera extract as a biostimulant in enhancing the growth, biochemical and hormonal contents in rocket (*Eruca vesicaria* subsp. sativa) plants. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 5(3), 42–49. Recuperado de www.academicjournals.org/journal/IJPPB/article-abstract/5FF0EF311117
- Mostafa, R., Bhavya, V., & Saad, H. (2013). Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings overcome NaCl stress as a result of presoaking in Moringa oleifera leaf extract. *Scientia Horticulturae*, 162, 63–70. Recuperado de <https://app.dimensions.ai/details/publication/pub.1046186306>
- Oh, T. J., Cullis, M. A., Kunert, K., Engelborghs, I., & Swennen, R. (2007). Genomic changes associated with somaclonal variation in banana (*Musa* spp). *Physiologia Plantarum*, 129(4), 766–774. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.2007.00858.x>
- Organización para la Agricultura y la Alimentación. (2018). Cultivos. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- Pinheiro Ferreira, P. M., Farias, D. F., De Abreu Oliveira, J. T., & Urano Carvalho, A. F. (2008). Moringa oleifera: bioactive compounds and nutritional potential Moringa oleifera: compostos bioativos e potencialidade nutricional. *Revista de Nutricao*, 21(4), 431–437. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/236669148_Nutritional_characterization_of_Morinhhttp://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732008000400007
- Qi, N., Gong, X., Feng, C., Wang, X., Xu, Y., & Lin, L. (2016). Simultaneous analysis of eight Vitamin E isomers in Moringa oleifera Lam. leaves by ultra performance convergence chromatography. *Food Chemistry*, 207, 157–161. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27080892>

- Rehman, H. U., Basra, S. M. A., Rady, M. M., Ghoneim, A. M., & Wang, Q. (2017). Moringa leaf extract improves wheat growth and productivity by affecting senescence and source-sink relationship. *International Journal of Agriculture and Biology*, 19(3), 479–484. Recuperado de http://web.a.ebscohost.com/plink?k ey=10.83.10.81_8000_1655287349&site=ehost&scope=site&jrnl=15608530&AN=123251733&h=GTz4u-hTbTpQgqvY4UrroJD7haOVq%2buSsw5fyO%2ff-cleS%2bgMGHC1rZOmCVi8q2DG0ujBprnCqMFDg-ZP8Uy6rZu%2fA%3d%3d&crf=f
- Safarpour, M., Sinniah, U., & Subramaniam, S. (2017). A novel technique for *Musa acuminata* Colla Grand Naine (AAA) micropropagation through transverse sectioning of the shoot apex. *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant*, 53(3), 226–238. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/A-novel-technique-for-Musa-acuminata-Colla-%E2%80%-98Grand-Safarpour-Sinniah/865e74d8c489b2014d49c-54725b50297bb87e004>
- Sánchez-Machado, D. I., Núñez-Gastélum, J. A., Reyes-Moreno, C., Ramírez-Wong, B., & López-Cervantes, J. (2010). Nutritional quality of edible parts of *Moringa oleifera*. *Food Analytical Methods*, 3(3), 175–180. Recuperado de <https://www.researchgate.net/profile/Cuauhtemoc-Reyes-Moreno/publication/236735141-Nutritional-quality-of-edible-parts-of-Moringa-oleifera/links/00b7d519d0c6b40963000000/Nutritional-quality-of-edible-parts-of-Moringa-oleifera.pdf>
- Teixeira, E. M. B., Carvalho, M. R. B., Neves, V. A., Silva, M. A., & Arantes-Pereira, L. (2014). Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* Lam. leaves. *Food Chemistry*, 147, 51–54. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24206684>
- Yasmeen, A., Basra, S. M. A., Ahmad, R., & Wahid, A. (2012). Performance of Late Sown Wheat in Response to Foliar Application of *Moringa oleifera* Lam. Leaf Extract. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(1), 92–97. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?-cj12015>