




Evaluación de variables de crecimiento vegetativo de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) variedad Amaranteca en el Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

Evaluation of variables of vegetative growth of amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) variety Amaranteca in the Biotechnology Laboratory, National Autonomous University of Nicaragua, Managua

Uriarte Ortiz, Rommel Benjamín; Esquivel Quezada, Jorge Luis; Lacayo Romero, Martha Lorena; Jarquín Pascua, Martha Carolina

 Rommel Benjamín Uriarte Ortiz
ruriarte@unan.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
Managua, Nicaragua

 Jorge Luis Esquivel Quezada
jesquivel@unan.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
Managua, Nicaragua

 Martha Lorena Lacayo Romero
biotecnologia@unan.edu.ni
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
Managua, Nicaragua

 Martha Carolina Jarquín Pascua
m.jarquin.pascua@hotmail.com
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,
Managua, Nicaragua

Revista Torreón Universitario
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua,
Nicaragua
ISSN: 2410-5708
ISSN-e: 2313-7215
Periodicidad: Cuatrimestral
vol. 12, núm. 34, 2023
revis.torreon.faremc@unan.edu.ni

Recepción: 01 Septiembre 2022
Aprobación: 27 Abril 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/387/3874012008/>

DOI: <https://doi.org/10.5377/rtu.v12i34.16379>

El autor o los autores de los artículos, ensayos o investigaciones conceden a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,

Resumen: El objetivo de este estudio fue evaluar las variables de crecimiento vegetativo de *Amaranthus cruentus* L. var. Amaranteca en Managua. El cultivo se estableció durante los meses de junio-septiembre del año 2010, en predio ubicado en el Recinto Universitario Ricardo Morales Avilés-UNAN Managua. La unidad experimental se organizó de cinco surcos de 50 m de largo cada uno, con distancia entre plantas y surcos de 50 cm. Se fertilizó con NPK (12-30-10)100 kg. ha⁻¹. Se utilizó el sistema de siembra directa a chorrillo. La emergencia de plántulas ocurrió a los cuatro días, se hizo raleo, control de malezas y aporque. Los promedios máximos en las variables fueron de 255 cm en la altura de la planta, 109 unidades de hojas, 29.8 cm en longitud de hoja y 4.2 cm en diámetro del tallo. Se encontraron diferencias significativas (Tukey, $p > 0.05$) entre altura de la planta y número de hojas; diámetro del tallo y número de hojas; y diámetro del tallo y tamaño de hojas.

Palabras clave: Amaranto, Crecimiento vegetativo, UNAN Managua.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the vegetative growth variables of *Amaranthus cruentus* L. var. Amaranteca in Managua. The cultivation was established during the months of June-September 2010, on a property located in the Ricardo Morales Avilés University Campus - UNAN Managua, the experimental unit consisted of five rows of 50 m long, with distance between plants and rows of 50 cm, 100 kg ha⁻¹ was fertilized with NPK (12-30-10). A direct stream sowing system was used, the emergence of seedlings occurred after four days, thinning, weed control and hilling were carried out. The maximum averages in the variables were 255 cm in Height of the plant, 109 units of leaves, 29.8 cm in Length of leaf and 4.2 cm in Diameter of the stem. Significant differences (Tukey, $p > 0.05$) were found between Height of the plant and Number of leaves;

Managua (UNAN-Managua) los derechos de edición (copyright) del trabajo enviado, por consiguiente, la Universidad cuenta con el derecho exclusivo para publicar el artículo durante el periodo completo de los derechos de autor.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Stem diameter and number of leaves; and Stem diameter and size of leaves.

Keywords: Amaranth, Vegetative growth, UNAN Managua.

1. INTRODUCCIÓN

El amaranto en grano es originario de México, América Central y los Andes, en donde fue un alimento básico de las primeras civilizaciones nativas americanas. Algunas especies de amaranto se han cultivado desde la antigüedad en muchos países, así como cultivos de cereales y hortalizas. El género *A. Cruentus* es nativo de México y Guatemala y actualmente se cultiva a pequeña escala en valles montañosos de México, América Central y América del Sur (Paredes y Hernández, 1992). Existen aproximadamente 60-70 especies, siendo 40 especies nativas del continente Americano y el resto de Australia, África, Asia y Europa (Luis et al., 2018); sin embargo, solamente 17 son comestibles (López y Alonso, 2019).

El amaranto presenta hojas, tallos y flores de colores muy brillantes como el púrpura, naranja, rojo y el dorado. Es una planta dicotiledónea no gramínea que produce semillas tipo granos, por lo que se le ha denominado como un pseudocereal, presentando alto contenido de nutrientes con alta calidad proteica y compuestos nutraceuticos. Se adapta, responder y tolera condiciones ambientales variables (Barba de la Rosa et al., 2009). Su densidad puede variar de 230 a 360x103 plantas/ha dependiendo de la especie. En la floración las plantas pueden tener una altura de 43 a 80 cm, pero en el momento de la cosecha alcanzan los 180 cm; su rendimiento en semillas puede llegar hasta 4,1 t/ha, por lo que es comparable al de la mayoría de los cereales (ParedesLópez & Hernández López, 1992). Las plantas crecen más o menos dos metros de altura y maduran hasta unas 50 mil semillas (Svirskis, 2003).

Nutricionalmente las hojas y el grano de amaranto poseen una interesante composición química y un valor nutricional superior comparado con otros granos como el maíz, frijol, el trigo y la soya (Luis et al., 2018). El contenido de proteínas del grano es del 13 a 18% comparable al de maíz (12%), trigo (12% a 14%) y arroz (7% a 10%); contiene casi el doble de lisina de la proteína del trigo, tres veces la del maíz y es comparable a la lisina de la leche; tiene niveles aceptables de aminoácidos azufrados, por lo que, el amaranto es considerado como la planta más prometedora para el desarrollo económico por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (NAS) y por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Comisión de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo rural, 2019) (Guaman, 2012); (Paredes López & Hernández López, 1992).

En Nicaragua a partir del año 2007 diferentes especies de amaranto fueron incorporadas para el cultivo y producción como alternativa alimenticia, mediante el programa Hambre Cero financiado por el Sexto Programa Marco de la Unión Europea, cuyo objetivo se basó en generar estrategia de acción para disminuir el hambre en materia de Seguridad Alimentaria y Nutricional así como incentivar el desarrollo de las capacidades agroindustriales de mujeres productoras de las comunidades La Bolsa y La Tejana del departamento de Chinandega.

NOTAS DE AUTOR

Evaluación de variables de crecimiento vegetativo de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) variedad Amaranteca en el Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Estudio realizado posterior a proyecto internacional "Amaranto: El Alimento del Futuro". Línea de investigación CNE-2.2: Seguridad y soberanía alimentaria y nutricional. Autor: Lic. Rommel Benjamín Uriarte Ortiz; coautores: Lic. Jorge Luis Esquivel Quezada, Dra. Martha Lorena Lacayo Romero y Lic. Martha Carolina Jarquín Pascua. Financiado por Centro de Investigación en Biotecnología UNAN-Managua. Junio-septiembre año 2010.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el desarrollo y comportamiento de las variables de crecimiento vegetativo del cultivo de amaranto bajo condiciones homogéneas de cultivo en el Departamento de Managua.

2. METODOLOGÍA

El cultivo se desarrolló en Managua durante los meses de junio a septiembre del año 2010, en predio ubicado en el Recinto Universitario Ricardo Morales Avilés (RURMA), ubicado en las coordenadas geográficas UTM 1339564 Norte y 0579055 Este.

Las condiciones climáticas generales del ensayo son las descritas por (Dirección General de Meteorología, 2008), la capital se caracteriza por tener una topografía inclinada hacia la costa del lago Xolotlán o banda norte; la temperatura media anual es de 26.8 °C, oscilando entre 28.8 °C (abril) y 25.8 °C (diciembre). El clima es el de Sabana Tropical (Aw) según clasificación Köppen; se presenta una marcada estación seca de cuatro a seis meses de duración (diciembre-abril). El período lluvioso va de mayo a octubre, con precipitación media anual de 1230.3 mm, variando entre 1059.5 (Asososca) y 1654 mm (Casa colorada), presentándose de Noreste a Suroeste.

El tamaño de la unidad experimental fue de 50 m de largo por 10 m de ancho, con un área total de 500 m², se organizó de cinco surcos de 50 m de largo, con 50 cm entre plantas y entre surcos, realizándose las siguientes actividades:

2.1 Preparación del terreno

Con herramientas adecuadas al trabajo de campo se limpió el terreno de malezas, piedras y otros despojos que pudieran perturbar la emergencia de las plantas, posterior se hizo nivelación del terreno y surcos, esta actividad se hizo 3 días antes de la siembra. Se humedeció el terreno con ayuda de aspersores durante dos días (matutino y vespertino) para favorecer la germinación de las semillas.

2.2 Siembra

Las semillas de *Amaranthus cruentus* L. variedad Amaranteca utilizadas en el ensayo, fueron facilitadas por el Ing. Ajax Fonseca Trujillo (colaborador del proyecto “Amaranto, el alimento del futuro”). Con ayuda de un trozo de palo, se hicieron líneas delgadas en la parte superior de los surcos, luego se sembró a chorrillo en las líneas antes mencionadas e inmediatamente se cubrieron las semillas con capa fina de tierra (aproximadamente 0.5 cm), para esta actividad se utilizaron 500 gramos de semilla aproximadamente.

Se aplicó riego por goteo constante durante tres días hasta que emergieron las plántulas, posteriormente se realizó riego nocturno según necesidad.

2.3 Fertilización

Se realizó en dos momentos, durante la siembra, mediante la técnica de voleo a un costado del surco, a razón de dos quintales por hectárea y a los 30 días después de la emergencia de la planta a razón de un quintal por hectárea, inmediatamente después del desmalezado. Se utilizó fertilizante a base de nitrógeno, fósforo y potasio (12-30-10).

2.4 Cuido y vigilancia del cultivo

Hubo incidencia de insectos de los géneros *Atta* y *Diabrotica*, se controlaron con atrayente químico y piretroide de amplio espectro respectivamente, en dosis según fabricante y frecuencia de aplicación según presencia; la especie del género *Ctenosaura*, se controló con cultivos trampa (frijol); las aves fueron ahuyentadas con el ruido de latas vacías amarradas en mecate al ser movidas por el viento.

2.5 Labores de raleo, trasplante y desmalezado

Una vez que emergieron las plántulas se efectuó raleo, dejando las plantas más vigorosas. La distancia entre plantas se fijó en 50 cm, a los 21 días después de la germinación se hizo trasplante de lugares con abundante germinación, hacia lugares donde hubo poca o nula emergencia. Se hizo desmalezado manual y aporque dos veces, una durante el raleo y la otra a las cuatro semanas después de la germinación.

2.6 Variables

Las variables de estudio fueron la Altura de la planta (AP) en las que se eligieron seis (06) plantas de cada surco, se registró la altura desde el nivel del suelo hasta la yema terminal con una cinta métrica; número de hojas (NH); longitud de hoja (LH), se midió de la sexta a la octava hoja y diámetro del tallo (DT) utilizando un calibrador Vernier, se realizó a 20 cm de la base de la planta.

2.7 Medición de variables de crecimiento vegetativo

Se determinaron 5 testigos al azar y equidistante, identificados inequívocamente, se utilizó cinta métrica, lápiz y libreta para realizar las mediciones y anotaciones respectivamente, los datos se colectaron semanalmente, a partir del día 21 después de la siembra, durante nueve semanas consecutivas.

2.8 Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue el diseño completo al azar con cuatro tratamientos AP, NH, LH y DT. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de acuerdo al diseño experimental planteado y pruebas de significación de Tukey al 5% para identificar las distintas interacciones.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó la evaluación del crecimiento de las plantas tratamientos AP, NH, LH y DT, utilizando el procedimiento de medición de variables de crecimiento vegetativo. Los resultados se muestran a continuación.

TABLA 1
Valores máximos medios totales, valores por semana y período correspondiente

Variable	Valor total	Valor máximo por semana	Semana con valores máximos
Altura de planta (cm)	255	52	7-8
Número de hojas (uds.)	109	21	5-6
Longitud de hoja (cm)	29.8	6.6	1-2
Diámetro del tallo (cm)	4.2	0.86	1-2

Se presentaron diferencias en la altura total de la planta, siendo el promedio de 255 cm, el tiempo al que fue alcanzado el valor máximo se presentó entre las semanas siete y ocho con 21.4 cm; este resultado es superior a lo reportado por Olán et ál. (2012) con altura promedio de 140 cm, por Zelaya (2015) con altura promedio de 146.8 cm durante este mismo período, por García (2012) con altura promedio de 83 cm en fecha tardía y por García et ál. (2009) con altura promedio de 172 cm en el cultivo primavera-verano del año 2000.

En la tabla 2 se muestran los resultados de análisis de varianza entre altura de la planta y número de hojas.

TABLA 2
Análisis de varianza de altura de la planta y número de hojas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F	Valor de p
Modelo	19093.37	25	763.73	7.48	0.0315
Altura de planta	19093.37	25	763.73	7.48	0.0315**
Error	408.50	4	102.13		
Coficiente de variación			12.91		
Total	19501.87	29			

En la tabla 3 se muestran resultados de la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para altura de la planta y número de hojas.

TABLA 3
Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para altura de la planta y número de hojas

Altura planta (cm)	Número de hojas promedio	N	Error	Rango
240	122	1	10.11	A
200	114	1	10.11	A
290	110	2	7.15	A
257	108	1	10.11	A
190	108	1	10.11	A
165	104	1	10.11	A
230	98	1	10.11	A
260	98	1	10.11	A
180	93	1	10.11	A
265	92	1	10.11	A
139	90	1	10.11	A
210	83	1	10.11	A
155	83	1	10.11	A
220	82	1	10.11	A
132	75	1	10.11	A
160	75	2	7.15	A
128	73	1	10.11	A
170	72	1	10.11	A
130	64	1	10.11	A
127	56	1	10.11	A
95	56	1	10.11	A
126	55	1	10.11	A
90	53	1	10.11	A
120	44	2	7.15	A
60	37	2	7.15	A
97	36	1	10.11	A

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

El análisis de varianza entre altura de la planta y número de hojas muestra que existe un efecto significativo entre la altura de la planta sobre la variable respuesta número de hojas, lo que se evidenció por el valor de la probabilidad aleatoria del suceso ($p = 0.0315$) que resultó ser menor que el nivel crítico de comparación $\alpha = 0.05$, lo que indicó que al menos uno de los promedios de la altura es diferente del otro. El grado de asociación entre ambas variables se midió con el coeficiente de correlación de Pearson el que resultó ser de 0.84 que es próximo a 1, lo que mostró una fuerte asociación positiva.

La prueba de comparación múltiple de Tukey ($p > 0.05$) con un límite de confianza de 95% muestra resultados con media máxima de 122 hojas para una altura máxima de 240 cm (tabla 3). Monsalvo y Oliver (2004) indican que la variable altura de la planta está asociada al rendimiento, a mayor altura se han registrado

rendimientos altos, sin embargo, según Olán et ál. (2012) plantas con mucha altura presentan problema de acame y dificultad para cosecha mecanizada.

En las tablas 4 y 5 se observan los resultados del ANDEVA para las variables diámetro del tallo y número de hojas.

El mayor número de hojas promedio fue de 109, el conteo superior se obtuvo entre las semanas cinco y seis con 21 unidades (tabla 1). Este resultado es superior a lo reportado por Zelaya (2015) con 36 hojas durante este mismo período.

TABLA 4
Análisis de varianza de diámetro del tallo y número de hojas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F	Valor de p
Modelo	9463.98	6	1577.33	3.61	0.0113
Diámetro del tallo	9463.98	6	1577.33	3.61	0.0113**
Error	10037.89	23	436.43		
Coefficiente de variación			26.69		
Total	19501.87	29			

Existe un efecto significativo de la variable diámetro del tallo sobre la variable respuesta Número de hojas, lo cual se evidencia con un $p = 0,0113$ (probabilidad aleatoria del suceso), que resultó ser menor que el nivel crítico de comparación, nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Por lo que se demostró que existe una relación de causa-efecto del Diámetro del tallo sobre la variable respuesta No. de hojas.

TABLA 5
Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para diámetro del tallo y número de hojas

Diámetro tallo (cm)	Número de hojas promedio	N	Error	Rango
4.5	110.5	2	14.77	A
5.0	90.5	2	14.77	A B
4.0	89.67	12	6.03	A B
3.5	77.0	2	14.77	A B
3.0	65.44	9	6.96	A B
2.5	53.0	1	20.89	A B
2.0	37.0	2	14.77	A B

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

La prueba de rangos múltiples Tukey con un Alfa = 0.05, permitió demostrar que hay diferencias estadísticas entre el diámetro del tallo y el No. de hojas de la planta. Las plantas con mayor vigor son aquellas que obtuvieron un diámetro de tallo de 4.5 cm con 110 hojas promedio.

Las tablas 6 y 7 presentan los resultados del ANDEVA para las variables diámetro del tallo y longitud de las hojas. La mayor longitud de hoja promedio fue de 29.8 cm, la medición superior se obtuvo entre las semanas uno y dos con 6.6 cm (tabla 1). Este resultado es superior a lo reportado por Olán et ál. (2012) con longitud promedio de 17.4 cm, este autor indica que plantas con longitud de hojas cercanas o superiores a los 30 cm, pueden ser aprovechadas para rendimiento de forraje; tomando en cuenta las recomendaciones de García et ál. (2009), *Amaranthus cruentus* sería una excelente opción en Nicaragua como especie forrajera, principalmente por tener altas cantidades de proteína calculadas en base de materia seca en la hoja (248 g/kg), además de su estabilidad y buen desarrollo.

TABLA 6
Análisis de varianza de diámetro del tallo y longitud de hojas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F	Valor de p
Modelo	157.64	6	26.27	7.53	0.0001
Diámetro del tallo	157.64	6	26.27	7.53	0.0001**
Error	80.22	23	3.49		
Coficiente de variación			6.93		
Total	237.87	29			

Se encontraron diferencias significativas entre la variable Diámetro del tallo, sobre la variable respuesta Longitud de las hojas, lo cual se evidenció con un $p = 0,0001$, (probabilidad aleatoria del suceso), que resultó ser menor que el nivel crítico de comparación, nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

TABLA 7
Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para diámetro del tallo y longitud de hojas

Diámetro tallo (cm)	Longitud de hojas promedio	N	Error	Rango
5.0	32.0	2	1.32	A
4.0	28.33	12	0.54	A B
4.5	28.0	2	1.32	A B
3.5	26.0	2	1.32	B
3.0	25.22	9	0.62	B C
2.5	25.0	1	1.87	B C
2.0	22.0	2	1.32	C

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

La prueba de rangos múltiples realizada mediante la prueba de Tukey con un Alfa = 0.05, permitió demostrar que hay diferencias estadísticas entre el Diámetro del tallo en relación a la variable dependiente Longitud de las hojas, para la cual se obtuvo un valor promedio máximo de 32.0 cm para el tamaño de hojas en plantas con diámetro de 5.0 cm.

El mayor diámetro de tallo promedio fue de 4.2 cm, la medición superior se obtuvo entre las semanas uno y dos con 0.86 cm (tabla 1). Este resultado es superior a lo reportado por García (2012) con promedio de 2.18 cm, por García et ál. (2009) con promedio de 3 cm y por Olán et ál. (2012) con diámetro promedio de 1.9 cm, según este último autor, el diámetro de tallo es una característica fundamental en el amaranto, ya que influirá directamente en la resistencia al acame, mientras mayor sea el diámetro del tallo, así será su resistencia al vuelco.

4. Conclusiones

Amaranthus cruentus L. variedad Amaranteca posee características fenotípicas viables para ser considerado como una opción de cultivo en Nicaragua (en condiciones semejantes al ensayo).

La metodología aplicada en el cultivo, la estación del año y las condiciones ambientales resultaron ser adecuados según los resultados obtenidos en la investigación.

El buen desarrollo de sus partes vegetativas (según resultados del estudio), lo ubican como una importante fuente forrajera a tomar en cuenta, por sus cualidades nutritivas según los autores citados.

Existen efectos significativos entre las variables en estudio: altura de la planta y número de hojas; diámetro del tallo y número de hojas; y diámetro del tallo y tamaño de hojas.

Las investigaciones por hacer en amaranto son muchas, fertilización y abono; control de plagas y enfermedades; comparación de accesiones en cuanto a rendimiento y forraje en diversas localidades, condiciones climáticas y tipos de suelo; aplicación de biotecnología para mejorar rendimiento y disminuir el efecto de plagas y enfermedades, fechas de siembra, son algunos ejemplos de ellas.

REFERENCIAS

- Barba de la Rosa, A. P., Fomsgaard, I. S., Laursen, B., Mortensen, A. G., Olvera-Martínez, L., Silva-Sánchez, C., ... De León-Rodríguez, A. (2009). Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) as an alternative crop for sustainable food production: Phenolic acids and flavonoids with potential impact on its nutraceutical quality. *Journal of Cereal Science*, 49(1), 117–121. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.07.012>
- Comisión de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo rural. (2019). Iniciativa con proyecto de decreto por lo que se adiciona una fracción XII al artículo 179 de la ley de desarrollo rural sustentable, para considerar al amaranto como producto básico y estratégico. Estados Unidos Mexicanos.
- Dirección General de Meteorología. (2008). Caracterización Climática del Departamento de Managua. Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER).
- García Ibarra, L. (2012). Variedades de Amaranto y fechas de siembra para rendimiento de grano y forraje en San Luis Potosí. Tesis profesional presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniera Agrónoma Fitotecnista, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Agronomía.
- García Pereyra, J., Valdés Lozano, C. G., Olivares Sáenz, E., Alvarado Gómez, O., Alejandro Iturbide, G., Salazar Soza, E., & Medrano Roldán, H. (2009). Rendimiento de grano y calidad del forraje de Amaranto (*Amaranthus* spp.) cultivado a diferentes densidades en el noreste de México.
- Guaman Yupa, S. M. (2012). "Evaluación del potencial de rendimiento de una variedad y dos líneas de amaranto (*Amaranthus* spp.) en dos sistemas de siembra, manual y mecánico en el Cantón El Tambo provincia del Cañar". Tesis para obtener título de Ingeniería Agronómica, Riobamba-Ecuador.
- López, A., & Alonso, J. A. (2019). The return of *Amaranthus* spp. as a potential crop for human nutrition. *Rd-Icuap*.
- Luis, G. M., Hernández Hernández, B. R., Peña Caballero, V., Torres López, N. G., Espinoza Martínez, V. A., & Ramírez Pacheco, L. (2018). Usos actuales y potenciales del Amaranto (*Amaranthus* spp.). *Journal of Negative and No Positive Results*, 3(6), 423-436.
- Monsalvo Jiménez, C., & Oliver Guadarrama, R. (2004). Producción de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) a tres fechas de siembra en Huazulco, Temoac, Morelos. 10.

- Olán, M. D., Espitia Rangel, E., Ayala Garay, A. V., Hernández Casillas, J. M., Arellano Vázquez, J. L., & Ruiz Hernández, V. C. (2012). Caracterización morfológica de germoplasma para grano de amaranto (*Amaranthus* spp.). En E. Espitia Rangel, & E. Espitia Rangel (Ed.), *Amaranto: Ciencia y Tecnología*. Libro Científico No. 2. INIFAP/SINAREFI. (Primera ed., págs. 165-181). México.
- Paredes López, O., & Hernández López, D. (1992). Food Properties of Amaranth Seeds and Methods for Starch Isolation and Characterization. En Linskens, H.F., Jackson, J.F. (eds) *Seed Analysis* (Vol. 14, págs. 217–239). doi:https://doi.org/10.1007/978-3-662-01639-8_11
- Svirskis, A. (2003). Investigation of amaranth cultivation and utilisation in Lithuania. *Agronomy Research*, 1(2), 253–264. Obtenido de https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/amarante/testing%20amaranth%20in%20Lithuania.pdf
- Zelaya Morales, M. Y. (2015). Evaluación agronómica de la variedad adaptada de amaranto (*Amaranthus* spp) bajo las condiciones climáticas en el Centro de Desarrollo Tecnológico CDT-INTA San Isidro, del departamento de Matagalpa, año 2015. Monografía para optar al Título de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. FAREM Matagalpa.