

EVALUACIÓN FENOLOGICA DE 9 VARIEDADES DE AMARANTO (*Amaranthus spp.*), BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL EN LA MESETA COMITECA, CHIAPAS

PHENOLOGICAL EVALUATION OF 9 VARIETIES OF AMARANTH (*Amaranthus spp.*), UNDER STORM CONDITIONS ON THE COMITECA PLATEAU, CHIAPAS

Jiménez Utrilla Jorge¹, Rivas Jacobo Isac Carlos², Godínez Muñoz José³,
Jiménez Torres Leobardo Ezequiel⁴, Moshan Martínez José Rodolfo⁵

¹Ingeniero agrónomo con especialidad en fitotecnia, Tecnológico nacional de México/Instituto Tecnológico de Comitán, departamento de Ingenierías. jorge.ju@comitan.tecnm.mx

²Doctor en administración, Tecnológico nacional de México/Instituto Tecnológico de Comitán, departamento de Ingenierías. isac.rj@comitan.tecnm.mx

³Doctor en Administración, Tecnológico nacional de México/Instituto Tecnológico de Comitán, departamento de Ingenierías. jose.gm@comitan.tecnm.mx

⁴Ingeniero en Innovación agrícola sustentable, Tecnológico nacional de México/Instituto Tecnológico de Comitán, departamento de Ingenierías. 15700342@comitan.tecnm.mx

⁵Ingeniero en Innovación agrícola sustentable, Tecnológico nacional de México/Instituto Tecnológico de Comitán, departamento de Ingenierías. 15700133@comitan.tecnm.mx

Resumen-- El objetivo de la presente investigación es la evaluación del desarrollo fenológico de 9 variedades de amaranto (*amaranthus spp.*), bajo condiciones de temporal. La metodología que se utilizó fue un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las variables estudiadas fueron porcentaje de germinación (PG), diámetro de tallo (DMT), altura de planta (ALT), número de hojas (CTH) y porcentaje de floración (PF). Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el mayor porcentaje de germinación lo presentaron las variedades Nutrisol y CP-34 con el 100%, la variedad Cp-34 obtuvo el mayor diámetro de tallo con 1.26 cm, en altura la variedad que destacó fue Nutrisol con 60 cm, la variedad Benito obtuvo el mayor número de hojas con 31, y la Nutrisol fue la más precoz en la floración con 50%,

Palabras Clave-- Amaranto, evaluación, desarrollo fenológico, temporal, variedades.

Abstract-- The objective of this research is to evaluate the phenological development of 9 varieties of amaranth (*Amaranthus spp.*), under temporal conditions. The methodology used was an experimental design of random complete blocks with three repetitions. The variables studied were germination percentage (PG), stem diameter (DMT), plant height (ALT), number of leaves (CTH) and flowering percentage (PF). The results obtained were the following: the highest percentage of germination was presented by the Nutrisol and CP-34 varieties with 100%, the CP-34 variety obtained the largest stem diameter with 1.26 cm, in height the variety I highlighted was Nutrisol with 60 cm, the Benito variety obtained the highest number of leaves with 31, and Nutrisol was the earliest in flowering with 50%.

Key words-- *Amaranth*, *Evaluation*, *phenological development*, *seasonal*, *varieties*.

INTRODUCCIÓN

Varios autores coinciden al afirmar que *Amaranthus spp* como cultivo se originó en América. *A. cruentus*, *A. caudatus* y *A. hypochondriacus* son las tres especies domesticadas para utilizar su grano y probablemente descende de las tres especies silvestres; *A. powelli*. *A. quitensis* *A. hybridus*, respectivamente, todas de origen americano; aunque se sostiene que *A. quitensis* es sinónimo de *A. hybridus* y que solamente esta última podría ser la antecesora de las tres cultivadas. En la actualidad el amaranto se encuentra en toda la zona tropical del mundo: Perú, Bolivia, México, Guatemala, India, Paquistán, China, en la explotación de amaranto en grano y verdura y Malasia e Indonesia, únicamente para usar como verdura (Nieto 1989).

El cultivo de *Amaranthus* en América, viene desde hace más de 4000 años, por lo que se afirma que el origen geográfico de este cultivo es América. La especie *A. hypochondriacus* es originario de la abundante distribución de especies silvestres existentes en México, *A. cruentus* es nativo de América Central, probablemente de Guatemala y sureste de México, donde se encuentra ampliamente distribuida de manera natural y el origen de *A. caudatus* se atribuye a los Andes sudamericanos (Andrango, 1987).

Barrales, et al. (2010) menciona que al igual que el cacao que tuvo una importancia singular en las épocas prehispánicas para utilizarlo como moneda en el sistema de trueque, el amaranto se le involucró como parte de los granos utilizados dentro del sistema de tributos entre pueblos.

Por otro lado (Espitia, et al., 2010), señalan que el cultivo de maíz, frijol, calabaza, chiles y amaranto, garantizó la alimentación, lo que propició un modo de vida más

estable y llevó a una constante expansión demográfica, que permitió a los pueblos mesoamericanos iniciar nuevos procesos de cambio cultural.

La especie *Amaranthus cruentus* tiene una antigüedad de 4 000 años y sus semillas fueron halladas en grietas de la cueva de Coxcatlán, en Tehuacán; Puebla. Por otro lado, las semillas más antiguas conocidas de *A. hypochondriacus* aparecieron en las mismas cuevas, pero fechadas con cerca de 1 500 años de antigüedad (Mapes, 2014).

Nieto (1983) y Peralta (2012), afirman que modernamente se conocen unas 20 especies de amaranto, algunas de las cuales se consideran como plantas invasoras o malezas.

La distribución del género *Amaranthus* en México es amplia, teniendo representantes en todos los estados del país (Escobedo, et al., 2010)

Amaranthus cruentus esta principalmente distribuida en el centro sur de la República Mexicana, principalmente en la zona biogeográfica del eje volcánico Transmexicano en los estados de Puebla, Morelos Estado de México y Distrito Federal; *A. hypochondriacus* se distribuye principalmente en las regiones biogeográficas del eje Volcánico Transmexicano y Sierra Madre del Sur (Morrone, 2005) en los estados de Puebla, Estado de México, Tlaxcala, Oaxaca y Distrito Federal.

La planta de amaranto es una especie que alcanza un gran desarrollo en suelos fértiles; en algunos casos supera los dos metros de altura. Generalmente tiene un solo eje central, aunque también se presentan ramificaciones desde la base y a lo largo del tallo. (Mazón, et al., 2003).

El amaranto es una planta muy eficiente en la fijación de CO₂. También se caracteriza por no presentar fotorespiración y un bajo empleo de agua para producir la misma cantidad de follaje que los cereales (FAO, 1992).

El amaranto es una especie con potencial agronómico para ser considerado como un cultivo de alternativa en zonas de escasa precipitación. Por ser una especie C₄, está capacitada para hacer un uso eficiente del agua y producir grandes volúmenes de biomasa. Además, presenta un alto valor nutricional tanto en el grano como en el forraje (García, et al., 2009).

La semilla del amaranto tiene un color que varía desde el color café claro al negro. Su peso va de 0.61 a 0.62 mg/semilla y la mayor concentración de proteína se encuentra en el germen (Díaz et al., 2004).

Cuenta con alto contenido nutritivo; respecto a su composición química tiene una humedad del 8%, fibra cruda 5%, grasa 7%, carbohidratos 76% y de 15 al 18% de proteína y presencia de lisina y metionina. Además de un alto contenido de fibra, calcio, hierro y vitaminas A y C. (Duarte et al., 1986).

La lluvia es un factor decisivo, ya que no deben coincidir épocas de lluvias en el periodo de la maduración, porque

ocasionan pérdidas y manchado de las fibras de las semillas (Benacchio, 1982).

Este cultivo se adapta a diferentes tipos de suelo entre ellos el franco, franco arenoso, con buen drenaje, alto contenido de materia orgánica y un pH de 6 a 7.5 (Huaraca, 2011).

La experiencia en otros estados como Puebla, Tlaxcala, Veracruz y Oaxaca que han tenido como propósito de promover desarrollo de las comunidades y ayudar a los campesinos a mejorar sus condiciones de vida mediante la incorporación del cultivo del amaranto como un componente fundamental adquiriendo experiencias exitosas como un cultivo alternativo desde hace más de 35 años; motivo a realizar la presente investigación complementado con la diversidad de estudios realizados con el cultivo del amaranto, su potencial industrial, agronómico, nutricional, revaloración e integración, que se ha constituido como una propuesta como alimento del futuro ayudando a la soberanía y seguridad alimentaria. Por lo anterior resulta de suma importancia obtener y generar información del cultivo en la Mesta Comiteca para l un mejor aprovechamiento y eficiencia productiva de los recursos de la zona.

La investigación sobre el cultivo de amaranto permitirá generar información actualizada y pertinente en parámetros tales como: época de siembra, variedades y/o genotipos, condiciones de germinación, densidad de plantación, requerimientos hídricos y nutricionales, como base para la incorporación de este cultivo en la región. En base a lo anterior durante en el año 2019 se desarrolló el trabajo de investigación en donde se evaluó el desarrollo fenológico de 9 variedades del amaranto (*Amaranthus spp*), bajo condiciones de temporal en la Meseta Comiteca, Chiapas. Se estudiaron y evaluaron 9 variedades mejoradas de la especie *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*. Las variables estudiadas: Altura de planta (ALT), Diámetro de tallo (DMT) y Cantidad de hojas (CTH). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La variedad Cp-34 obtuvo el mayor diámetro de tallo con 1.26 cm, la *Nutrisol* fue la más precoz en la floración con 40 de la variedad Benito obtuvo el mayor número de hojas con 31.23 y en altura la variedad que destaco fue *Nutrisol* con 60 cm.

DESARROLLO

Metodología

1. Las variedades evaluadas son las siguientes:

Tabla 1. Variedades evaluadas

	Variedad	Obten tor	Origen	Especie
1	Laura	ITAT	2017	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>

2	Gabriela	ITAT	TEJUP A2017	amaranthus hypochondriacus
3	Nutrisol	INIF AP	TEJUP A2017	amaranthus hypochondriacus
4	Cp2	COL ECT A	CALP AN2017	amaranthus hypochondriacus
5	Amaranteca	INIF AP	TEJUP A2017	Amaranthus cruentus
6	Benito	INIF AP	TEJUP A2017	Amaranthus cruentus
7	Cp-34	COL ECT A	TEJUP A2017	Amaranthus cruentus
8	Cp-36	COL ECT A	TEJUP A2017	Amaranthus cruentus
9	Cp-37	COL ECT A	TEJUP A2017	Amaranthus cruentus

Tratamientos y diseño experimental

Tratamientos

Los tratamientos fueron cada una de las variedades indicadas en la tabla 1.

Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental fue de 239.4 m² (14.4m x 16.6m), cada unidad experimental fue 8 m² (1.6m x 5m), se utilizaron 2 surcos de 0.8 m de ancho y 5m de largo. Se seleccionaron 10 plantas al azar en competencia completa a las que se tomaron las variables.

Tabla 2. Distribución de tratamientos

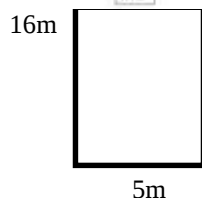
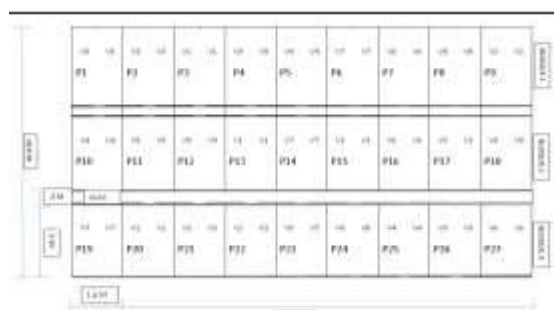


Figura 1. Unidad experimental

Unidad experimental (8m²) con 2 surcos.

2.- Manejo del cultivo.

Para la preparación del terreno se realizó el barbecho y surcado con tractor. El control de malezas se inició con glifosato y gramóxone y posteriormente el deshierbe fue de manera manual. La siembra fue directa a chorrillo y una vez que se presentó la germinación se realizó el aclareo dejando una distancia de 10 cm entre plantas. Se fertilizó a los 35 días después de la germinación con 80N-40P-00K, con urea y fosfato diamónico como fuentes y la segunda fue a los 45 días.

3-Variables evaluadas

➤ **Porcentaje de germinación:** se realizó de manera visual teniendo en cuenta un porcentaje de germinación de 50% más 1 de cada variedad evaluada.

➤ **Diámetro del tallo:** se realizó con la ayuda de un vernier tomando el diámetro del tallo del amaranto de la base del suelo a 10 cm de altura, en un periodo de cada 25 días después de la germinación.

➤ **Altura de la planta:** esta variable se tomó con un flexómetro desde la base del suelo hasta panoja cada 25 días después de la germinación.

➤ **Numero de hojas:** se contó de manera visual cada 25 días después de la germinación.

➤ **Porcentaje de floración:** se realizó de manera visual a los 35 días después de la germinación teniendo en cuenta un porcentaje de germinación de 50% más 1 de cada variedad evaluada.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Días a emergencia

El periodo comprendido del 9 al 12 de agosto del 2019, se presentaron los primeros indicios de emergencia de las 9 variedades de amaranto; en donde la variedad Nutrisol, Cp2, amaranteca, Cp-34 y cp-36 manifestaron una emergencia del 50 % por parcela el día 10 de agosto y culminó el 11 de agosto; en lo respecta a las variedades Laura, Gabriela Benito y Cp-37 presentaron una emergencia del 50 % por parcela el día 11 de agosto y culminó el 12 de agosto (Cuadro 2).

Tabla 3. Días a emergencia

Variedad	Porcentajes de germinación	Días a emergencia
Laura (<i>Hypochondriacus</i>)	91%	10 al 12 de agosto
Gabriela (<i>Hypochondriacus</i>)	84%	10 al 12 de agosto
Nutrisol (<i>hypochondriacus</i>)	100%	9 al 11 de agosto
Cp2 (<i>Hypochondriacus</i>)	97%	9 al 11 de agosto
Amaranteca (<i>Cruentus</i>)	92%	9 al 11 de agosto
Benito (<i>Cruentus</i>)	95%	10 al 12 de agosto
Cp-34 (<i>Cruentus</i>)	100%	9 al 11 de agosto
Cp-36 (<i>Cruentus</i>)	85%	9 al 11 de agosto
Cp-37 (<i>Cruentus</i>)	99%	10 al 12 de agosto

Crecimiento vegetativo y Días a Floración

La floración (+ del 50 % de las plantas) se observó durante periodo comprendido del 17 al 24 de septiembre, en donde la variedad Nutrisol fue la más precoz en floración con 41 dde (días después emergencia), por lo que el periodo de crecimiento vegetativo fue de 40 días. La variedad Fp-34 la floración fue a los 42 dde, las variedades Cp2, Benito, Cp-36 y Cp-37 presentaron la floración a los 42 dde. Finalmente las variedades, Laura y Gabriela alcanzaron la floración a los 43 dde, con un periodo de crecimiento vegetativo de 42 días. Los datos contrastan con lo reportado por Solano et al (2021) quienes evaluaron el cultivo de amaranto en un suelo andisol al sur de Chile, reportan un periodo vegetativo de 100 días. Por su parte Grandes (2015) reporta que la líneas evaluadas, las precoces presentaron la floración a los 61.67 días y las más tardías la presentaron a los 130 días. En base a dicho autor, se pueden clasificar que las variedades evaluadas como precoces al fluctuar la floración desde los 41 a 43 días. Los resultados contrastan con lo indicado por Illescas (2017) quien para la especie *A. hypochondriacus* y *A. quitensis* reporta que la floración se presentó a los 72 y 83 días después de la emergencia, respectivamente.

Tabla 4. Días a floración

Variedad	Porcentaje de floración	Días a floración
Laura (<i>Hypochondriacus</i>)	91%	20 al 24 de sept.
Gabriela (<i>Hypochondriacus</i>)	84%	20 al 24 de sept
Nutrisol (<i>hypochondriacus</i>)	100%	17 al 21 de sept
Cp2 (<i>Hypochondriacus</i>)	97%	19 al 23 de septiembre
Amaranteca (<i>Cruentus</i>)	92%	20 al 24 de septiembre
Benito (<i>Cruentus</i>)	95%	19 al 23 de septiembre
Cp-34 (<i>Cruentus</i>)	100%	18 al 23 de septiembre
Cp-36 (<i>Cruentus</i>)	85%	19 al 23 de septiembre
Cp-37 (<i>Cruentus</i>)	99%	19 al 23 de septiembre

Diámetro del tallo

En lo respecta a los análisis de varianza para la variable de diámetro de tallo en las cuatro fechas de muestreo, no se observaron diferencias estadísticas significativas. Con base a las comparaciones de medias (Tukey, $\alpha=0.05$), en las cuatro tomas de la variable diámetro, no se encontró ninguna variedad con diferencia significativa. En la fecha 4, la variedad Cp-34 fue la que obtuvo mayor diámetro de tallo.



Figura 1. Diámetro del tallo

Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) en la variable de diámetro de tallo en las cuatro fechas por efecto de las variedades de amaranto. Barras con la misma letra dentro de fechas son estadísticamente igual. DMT1 = Diámetro de tallo en la fecha 1 el día 6 de septiembre del 2019, DMT2= Diámetro de tallo en la fecha 2 el día 1

de octubre del 2019, DMT3= Diámetro de tallo en la fecha 3 el día 26 de octubre del 2019 y DMT4= Diámetro de tallo en la fecha 4 el día 20 de noviembre del 2019.

Altura de planta

En el Análisis de varianza para la variable de altura de la planta en las cuatro fechas de muestreo no se observaron diferencias estadísticas significativas. Con base a las comparaciones de medias (Tukey, $\alpha=0.05$), en las cuatro tomas de la variable altura, no se encontró ninguna variedad con diferencia significativa. La variedad Nutrisol fue la que tuvo mayor altura (60 cm) y la variedad Laura con la menor (42.63 cm), ambas de *A. hypochondriacus*. Contrasta con Illesca (2017) que reporta para *A. hypochondriacus* una altura de 195.07 cm y para *A. quitensis* de 195.03 cm.



Figura 2. Altura de planta

Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$) en la variable altura en las cuatro fechas por efecto de las variedades de amaranto. Barras con la misma letra dentro de fechas son estadísticamente igual. ALT1= Altura en la fecha 1 el día 6 de septiembre del 2019, ALT2= Altura en la fecha 2 el día 1 de octubre del 2019, ALT3= En la fecha 3 el día 26 de octubre del 2019 y ALT4= Altura en la fecha 4 el día 20 de noviembre del 2019.

Número de hojas

Los Análisis de varianza para la variable de número de hojas en las cuatro fechas de muestreo, en las fecha 3 y 4 fue donde se encontraron diferencias significativas. Con base a las comparaciones de medias (Tukey, $\alpha=0.05$), en la fecha 3 y 4, la variedad Benito fue la que obtuvo mayor cantidad de hojas, y la de menor número fue Laura.



Figura 3. Número de hojas.

Comparación de medias de (Tukey, $\alpha=0.05$) en la variable cantidad de hojas en las cuatro fechas por efecto de las variedades de amaranto. Barras con diferentes letras dentro de fechas son estadísticamente diferentes. CTH1= Cantidad de hojas en la fecha 1 el día 6 de septiembre del 2019, CTH2= Cantidad de hojas en la fecha 2 el día 1 de octubre del 2019, CTH3= Cantidad de hojas en la fecha 3 el día 26 de octubre del 2019 y CTH4= Cantidad de hojas en la fecha 4 el día 20 de noviembre del 2019.

CONCLUSIONES

Los resultados experimentales arrojados en la presente investigación sobre la evaluación del desarrollo fenológico de 9 variedades del amaranto (*Amaranthus spp*), bajo condiciones de temporal en la Meseta Comiteca, se sintetizan en las siguientes:

El mayor porcentaje de germinación lo presentaron las variedades Nutrisol y CP-34 con el 100%, la variedad Cp-34 obtuvo el mayor diámetro de tallo con 1.26 cm, en altura la variedad que destaco fue *Nutrisol* con 60 cm, la variedad Benito obtuvo el mayor número de hojas con 31, y la *Nutrisol* fue la más precoz en la floración con 50%,

Líneas de investigación futuras

- Evaluar genotipos mejorados de *Amaranthus spp* en diferentes fechas de siembra con la finalidad de conocer el desarrollo fenológico y potencial productivo en la meseta comiteca, Chiapas.
- Evaluar sistemas de siembra por trasplante de genotipos mejorados de *Amaranthus spp* mediante la germinación de plántulas en almácigo y charolas con el objetivos de conocer el desarrollo fenológico y potencial productivo en la meseta comiteca, Chiapas.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrango, J. (1987). Cultivo del amaranto en México. Colección Cuadernos Universitarios. Serie Agronomía No. 12. Universidad Autónoma Chapingo. 245 p.
- Barrales D., J. S., Barrales B., E., y Barrales B., E. (2010) a). Amaranto Recomendaciones para su producción. México, D.F.: Plaza y Valdés. 166 P
- Becerra R. 2000. El amaranto: nuevas tecnologías para un antiguo cultivo. CONABIO. Biodiversitas 30: 1-6.
- Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nac. De Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p

Díaz O, A., Escalante E. J.A., Trinidad S. A., Sánchez G. G.P., Mapez S. C. y Martínez M. D. 2004. Rendimiento, eficiencia agronómica del nitrógeno y eficiencia en el uso del agua en amaranto en función del manejo el cultivo. *Terra Latinoamericana*. 22(1): 109-116.

Duarte C. A., Jokl L., Carlsson R. 1986. Componentes químicos in vitro, digestibilidad de la proteína y la presencia de sustancias antinutricionales de Amaranto. *Nutr. Lat.* 36: 319-326.

Escobedo L. D., Espitia R. E., Mapes S. C. y Núñez C. K. (2010). Distribución geográfica de las especies cultivadas de *Amaranthus* y de sus parientes silvestres en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1(3): 427-437.

Espitia, R. E., Mapes, S.C., Escobedo L. D., De la O. M. Rivas V.P., Martínez T.G. Cortes E.L. y Hernández C.J.M. 2010. Conservación y uso de los usos de los recursos genéticos de amaranto en México. SINAREFI-INIFAP-UNAM, Centro de Investigación Regional Centro, Celaya, Guanajuato. México. 201. p.

FAO (2012). Amaranto FAO, consultado el 15 de agosto del 2016. Obtenido de: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/index.html>. 51

García P. J., CGS Valdés L. E., Olivares S. O., Alvarado G. G., Alejandro I. E., Salazar S. H. y Medrano R. (2009). Rendimiento de grano y calidad del forraje de amaranto (*Amaranthus* spp.) cultivado a diferentes densidades en el noreste de México. *Pyton Revista internacional de botánica experimental*. 78: 53-60. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v78n1/v78n1a10.pdf>

Grandes R.G.N. (2015). Caracterización morfológica y evaluación agronómica de 8 líneas de amaranto (*Amaranthus* sp.) provenientes de Rusia en el barrio Tigualo (salcedo) y en el barrio las manzanas (sigchos). Cotopaxi. 2014. Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Latacunga – Ecuador. 100 p.

Huaraca, H. 2011. Manejo integrado de los cultivos de Quinua, Amaranto y Ataco. Módulo de capacitación de capacitadores. Módulo II. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Pecuarias INIAP. Quito – Ecuador. 48 p.

Illescas C. J.A, (2017). Estudio fenológico de dos variedades de amaranto en las condiciones agrometeorológicas de Querochaca. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cevallos, Ecuador. 89 p.

Mapes S. E. C. (2014). Uso de plantas mexicanas. *Academia Mexicana de Ciencias* 22: 11-17.

Mazón, N., E. Peralta, M. Rivera, SUBIA, G. C. Tapia. 2003. Catálogo del banco de germoplasma de

amaranto (*Amaranthus* spp.) del INIAP – Ecuador. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos y Biotecnología, Estación Experimental Santa Catalina Quito. Ecuador. Pp. 98.

Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76: 207-252.

Nieto, C. 1989. El cultivo del amaranto *Amaranthus* spp, una alternativa agronómica para Ecuador. Publicación miscelánea No. 52. Programa de Cultivos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 28 p.

Peralta I. E. 2012. El amaranto en Ecuador “Estado del arte”. INIAP. Quito Ecuador primera versión. 43 P.

Solano J, González J, Collinao M, Borie1 F, y Castillo C. (2021). Arquitectura radical y estados fenológicos de cultivos andinos quínoa, amaranto, lupino y alforfón en un Andisol del sur de Chile. *IDESIA Volumen 39, N° 2*. Páginas 23-30.

CONTRIBUCIÓN DE ROLES

ROL DE CONTRIBUCIÓN	AUTOR (ES)
Conceptualización Metodología Administración del proyecto	Jorge Jiménez Utrilla
Administración del proyecto Redacción	Isac Carlos Rivas Jacobo
Visualización Supervisión Redacción	José Godínez Muñoz
Curación de datos	Leobardo Ezequiel Jiménez Torres
Curación de datos	José Rodolfo Moshan Martínez



Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons
Atribución 4.0.