



Evaluación del rendimiento de tres sistemas de siembra y dos variedades de amaranto

(*Amaranthus quitensis*) y (*Amaranthus hypochondriacus*)

Performance evaluation of three sowing systems and two varieties of amaranth

(*Amaranthus quitensis*) and (*Amaranthus hypochondriacus*)

Jiménez-Esparza Luis Oswaldo^{1*}, González-Parra Marilú Manuela¹, Bastidas-Tibanquiza Mérida Lucía¹,
Decker-Campuzano Fernando Enrique²

Datos del Artículo

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Universidad Técnica de Ambato, Cantón.
Ambato-Tungurahua-Ecuador.
Casilla postal: 18-01-334.
Telf: (+593) 032872630-0995401298.
mm.gonzalez@uta.edu.ec
lucimaribel@yahoo.es

²Facultad de Ciencias Agrarias.
Universidad Agraria del Ecuador
Av. 25 de Julio y Pio Jaramillo.
Guayaquil 090104, Ecuador
P.O. BOX 09-04-100
Tel: +(593)(04) 2439995-(04) 2439394.
Fernandodecker-82@hotmail.com

*Dirección de contacto:

Luis Oswaldo Jiménez-Esparza
Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Universidad Técnica de Ambato, Cantón.
Ambato-Tungurahua-Ecuador.
Casilla postal: 18-01-334.
Telf: (+593) 032872630-0995401298.
E-mail: luchitojim7@outlook.com

Palabras clave:

Chorro continuo,
semilla por golpe,
trasplante,
panojas,
especies domesticadas,
especies silvestres,
diámetro del tallo,
altura de plantas,
días a la cosecha.

J Selva Andina Biosph.
2018; 6(2):65-75.

Historial del artículo.

Recibido junio, 2018.
Devuelto septiembre 2018
Aceptado septiembre, 2018.
Disponibile en línea, noviembre 2018.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Resumen

El cultivo de amaranto en nuestro país ha tomado gran importancia debido a la demanda existente, se siembra bajo sistemas convencionales existiendo un escaso conocimiento sobre las variedades y los diferentes sistemas de siembra, en la sierra ecuatoriana ha prevalecido la conocida como *Amaranthus quitensis*, por lo que el objeto de la investigación fue evaluar el rendimiento de dos variedades de amaranto (*Amaranthus quitensis* V1) y (*Amaranthus hypochondriacus* V2) manejando tres sistemas de siembra a chorro continuo (S1), por golpe (S2) y mediante trasplante (S3). Posteriormente se determinó cuál de los sistemas de siembra alcanzó mayores rendimientos del grano en kg/parcela. Adicionalmente se determinó, la altura de planta (m), diámetro del tallo basal (cm), número de panojas por planta a los 120, 150 y 180 días a la cosecha. La variedad *Amaranthus quitensis* H.B.H.B.K. o *A. hybridus* L. (V1), es conocido en Ecuador como ataco, sangorache, sangoracha, jataco y actualmente como amaranto de grano negro. En el experimento se aplicó un diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones y seis tratamientos, se realizaron análisis de variancia; pruebas de Tukey al 5%; y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor variedades. La investigación se efectuó en la Granja Experimental Docente Querochaca de la Universidad Técnica de Ambato, situada en Cevallos, provincia de Tungurahua-Ecuador. Los resultados sobresalieron en el tratamiento uno V1S1 a los 180 días, con los siguientes valores: el rendimiento del grano (RG) fue de 1.25 kg/parcela (2480.16 kg/ha); altura de planta (AP) 1,81 m; diámetro del tallo basal (DDTB) 1.49 cm; número de panojas por planta (NPP) 2.79 y días a la cosecha (DC) 109.

© 2018. *Journal of the Selva Andina Biosph. Bolivia. Todos los derechos reservados.*

Abstract

The cultivation of amaranth in our country has taken great importance due to the existing demand, it is sown under conventional systems existing with a little knowledge about the varieties and the different systems of sowing, in the Ecuadorian sierra the one known as *Amaranthus* has prevailed. *quitensis*, so the purpose of the research was to evaluate the yield of two varieties of amaranth (*Amaranthus quitensis* V1) and (*Amaranthus hypochondriacus* V2) managing three continuous sowing systems (S1), by stroke (S2) and by transplant (S3). Subsequently, it was determined which of the sowing systems reached higher grain yields in kg / plot. Additionally, plant height (m), diameter of the basal stem (cm), number of panicles per plant at 120, 150 and 180 days at harvest was determined. The variety *Amaranthus quitensis* H.B.H.B.K. or *A. hybridus* L. (V1), is known in Ecuador as ataco, sangorache, sangoracha, jataco and currently as black grain amaranth. In the experiment, an experimental design of divided plots with four repetitions and six treatments was applied, analysis of variance was performed; Tukey tests at 5%; and tests of Minimum Significant Difference at 5% for the factor varieties. The research was carried out in the Experimental Farm Querochaca of the Technical University of

Key words:

Continuous jet, seed by blow, transplant, panicles, domesticated species, wild species, stem diameter, height of plants, days to harvest.

Ambato, located in Cevallos, province of Tungurahua-Ecuador. The results stood out in treatment one V1S1, with the following values: the grain yield (GR) was 1.25 g / plot (2480.16 kg / ha); height of the plant (AP) on average 1.56 m; diameter of the basal stem (DDTB) 1.19 cm; number of panicles per plant (NPP) 2.13 and days to harvest (DC) 109.

© 2018. Journal of the Selva Andina Biosph. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

Diferentes autores concuerdan que *Amaranthus* spp., cultivo originario de América. *A. cruentus*, *A. caudatus* y *A. hypochondriacus* especies domesticadas para utilizar su grano. Probablemente descenden de especies silvestres, *A. powellii*, *A. quitensis* y *A. hybridus*, respectivamente, todas de origen americano, aunque se sostiene que *A. quitensis* es sinónimo de *A. hybridus*¹. La variedad sobresaliente e importancia en Ecuador, es la INIAP-Alegría, obtenida por selección de la variedad "Alan García", introducida desde Cuzco, Perú y seleccionada en Santa Catalina en el año agrícola 1987-1988.² Los granos andinos forman parte de los sistemas de producción, especialmente en la Sierra, se cultivan solos o asociados, considerándose estratégicos para la soberanía alimentaria de los pueblos andinos.³ Este grano alimenticio tiene alto valor nutritivo (16-19 % proteínas) con composición aminoacídica similar a la leche vacuna.⁴

Amaranto es de grandes proporciones alimenticias y medicinales, por lo que su uso y consumo son variados, como cereal reventado harina, bebidas, ojeolos, productos elaborados harinas, almidones, aceites, colorantes.⁵

El fortalecimiento de su producción se debe a la demanda mundial que se encuentra en crecimiento, su mercado potencial de exportación es Estados Unidos, que utiliza el grano para varios propósitos como, alimentación de los astronautas de la NASA, es muy apetecido en Europa, siendo Alemania,

Francia, Inglaterra e Italia, países con mayor demanda y potenciales mercados de exportación.⁶

Este cultivar tiene grandes posibilidades productivas, en valles de la Sierra, cuya altitud no es mayor a 2800 msnm., alta luminosidad, poca lluvia.¹ Según el MAGAP⁷ en Ecuador existen aproximadamente, 50 ha cultivadas de amaranto, con rendimiento en semilla seca de 1.5 a 2 ton/ha, además indican que no se dispone de estadísticas actualizadas sobre superficie, producción y rendimiento. Provincias con potencialidad alta como: Pichincha, Imbabura, Chimborazo con aproximadamente 93% de superficie. El 80% de las superficies con potencialidad media se encuentran en las provincias de Loja, Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi.

A. quitensis H.B.K./*A. hybridus* L., (ataco o sangorache) cultivados en Ecuador en valles de la sierra (libre de heladas), altitud 2000 a 3000 msnm y temperatura de 15 °C los meses de Diciembre a Enero con cantidad de semilla de 6 a 8 kg/ha, ciclo de cultivo 150 a 180 días, sistema de siembra monocultivo (chorro continuo) distancia entre surcos 60 cm, hilera por surco una, rendimiento promedio 2000 kg/ha, mientras el rendimiento promedio de la variedad INIAP Alegría en grano seco 2000 kg/ha.⁸ El rendimiento de amaranto en condiciones experimentales es 2000 kg/ha, pero inferior que en los campos de los agricultores, además en un período de crecimiento, cuatro a seis meses, con rendimiento 640 a 3750 kg/ha, específicamente para la variedad INIAP Alegría.⁹ Tres variedades de *A. hypochondriacus*: Revancha, Gabriela y DGETA fueron cultivadas,

factores como: localidad, fertilización, densidad de plantas e interacción densidad de plantas*variedad, tuvieron efectos significativos en el rendimiento de semilla, siendo los más altos 1668.7 y 1660.9 kg/ha, respectivamente, y la variedad DGTA (1778.2 kg/ha), a densidad 100000 plantas/ha.¹⁰ Algunas experiencias cubanas obtuvieron producciones de 1300-1500 Kg/ha de grano.⁴ Algunos factores agronómicos, como el rendimiento de grano que varió de 15.6 kg/ha, con densidad 31250 plantas/ha, en la colecta 153-5-3 de *A. hypochondriacus* a 1637.5 kg/ha en la colecta 33 de *A. cruentus* en densidad de 125000 plantas/ha. En cuanto a la variable altura de la planta (AP), la colecta 33 de *A. cruentus* a una distancia de plantación de 62500 plantas/ha obtuvo 200 cm, la colecta 655 de *A. hypochondriacus* con 123 cm¹¹. El diámetro del tallo (DT) tuvo una variación de 2.0 a 3.5 cm, siendo el genotipo 33 el de mayor diámetro a una distancia entre plantas 40 cm y menor diámetro la colecta 655 de *A. hypochondriacus* a 20 cm entre plantas. Otros parámetros como, rendimiento de semilla, índices de cosecha de dos cultivares de amaranto (*A. hypochondriacus* L.), Tulyehualco, y Frondosa, bajo dos densidades de población (62500 y 375000 plantas/ha).¹² Tulyehualco con 199 días a la cosecha, registró mayor rendimiento de semilla de 4000 kg/ha, Frondosa 2200 kg/ha. En baja densidad de población, Frondosa, con 116 días a la cosecha, produjo 600 kg/ha, y 1200 kg/ha en alta densidad. El mejor rendimiento de dos líneas de amaranto: perlita y reventón, bajo tres métodos de siembra: en línea o a chorro continuo, a golpe o mateado, y al voleo. Señalan que la densidad de siembra varía entre 2 y 6 kg/ha, cuando la siembra es mecanizada y hasta 10 kg/ha, cuando es manual.¹³ En promedio los días a la cosecha fue 165.11, el rendimiento 703.16 kg/ha, la AP a la madurez fisiológica fue 71.47 cm, mientras que para

el método de siembra, línea o a chorro continuo presentó la mejor AP 96.92 cm. Para la variedad alegría en Ecuador los siguientes datos: AP 70 a 180 cm, días a la cosecha en seco 150 a 180, rendimiento en grano seco 1500 a 2000 kg/ha.¹⁴ Se evaluaron cuatro genotipos de *A. hypochondriacus*. El mayor rendimiento en grano en ciclo agrícola primavera-verano 2000 se registró en el genotipo 655 con 2221 kg/ha, mientras que en ciclo otoño-invierno 2001 y 2002 el genotipo con mayor rendimiento de grano el genotipo 33 con 1274 y 1926 kg/ha, respectivamente. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con la densidad de población de 125000 plantas/ha, para todos los genotipos, estos en ambientes de prueba.¹¹ La presente investigación tubo como objetivo evaluar el rendimientos de dos variedades de amaranto (*Amaranthus quitensis* V1) y (*Amaranthus hypochondriacus* V2) manejando tres sistemas de siembra a chorro continuo (S1), por golpe (S2) y mediante trasplante (S3). Para determinar cuál de los sistemas de siembra alcanzó mayores rendimientos del grano en kg/parcela.

Materiales y métodos

La investigación se realizó a campo abierto en la Granja Experimental Docente Querochaca (GEDQ), de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, situada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua-Ecuador, con una altitud de 2865 msnm, coordenadas geográficas son: 01° 22' 0,2'' de latitud Sur y 78° 36' 22'' de longitud Oeste (sistema de posicionamiento global, GPS). Posee una precipitación acumulada de 362.6 mm, temperatura media máxima absoluta semestral 2016, 22.1 °C, temperatura media mínima absoluta semestral 2016, 6.4 °C.¹⁵

El agua utilizada en la GEDQ, proviene del canal Ambato-Huachi-Pelileo, con un pH de 7.8, una alcalinidad total de 100 mg/L, dureza de 88 mg/L, conductividad eléctrica de 321.5 mmhos/cm.¹⁶

El Diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas, asignando las parcelas principales al factor sistemas de siembra y las subparcelas al factor variedades, con cuatro repeticiones. Se efectuó el

análisis de variancia (ADEVA), de acuerdo al diseño experimental planteado, pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre sistemas de siembra e interacción, y pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor variedades.¹⁷

Tabla 1 Descripción de los Tratamientos

No.	Símbolo	Sistemas de siembra	Variedades
1	S1V1	A chorro continuo	<i>Amaranthus quitensis</i>
2	S1V2	A chorro continuo	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>
3	S2V1	Semilla por golpe	<i>Amaranthus quitensis</i>
4	S2V2	Semilla por golpe	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>
5	S3V1	Transplante	<i>Amaranthus quitensis</i>
6	S3V2	Transplante	<i>Amaranthus hypochondriacus</i>

La investigación se realizó con la formación de semilleros con cubierta plástica, en bandejas de polietileno y con sustratos preparados.

Las semillas utilizadas provienen de un trabajo de investigación denominado Adaptación de tres especies de amaranto en el año 2016-2017 en los predios de la Universidad Técnica de Ambato ejecutado por el Docente Ing. Juan Carlos Aldáz.

La cubierta se lo hizo con plástico número 4, con postes de hierro galvanizado. Las cortinas estuvieron conformadas de sarán color negro número 4.

En el lugar del ensayo se procedió a realizar la limpieza, nivelación del área, para finalmente construir una estructura en madera para colocar las bandejas a 1 metro sobre el nivel del suelo. Las bandejas utilizadas para el semillero, fueron de polietileno, con las siguientes medidas: 75 cm x 45 cm con una profundidad de 5 cm la misma que cuenta con 210 alveolos. Para la desinfección de las bandejas, se sumergieron las mismas en agua a 85 °C, para eliminar la presencia de patógenos que puedan afectar la germinación de las plántulas.

El sustrato se conformó de 50% de Azolla + 50% peat moss. Para preparar la azolla fue necesario extraerla de estanques ubicado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, secarla bajo invernadero por 15 días y finalmente moler manualmente. El sustrato de peat moss fue adquirido en un local comercial de la ciudad de Ambato. Una vez preparados los sustratos se desinfectaron con Vitavax 300 (Carboxín + Captan) en dosis de 2 g/L de agua, más Zendo (Clorpirifos) en dosis de 10 mL/L.

Los sustratos previamente desinfectados, se colocaron en las bandejas, utilizando una pala de jardín y ubicándoles sobre un estante de madera a 1 m sobre el nivel del suelo.

Se colocaron tres semillas por cada alveolo, para garantizar la emergencia de cada plántula. Una vez emergidas, se efectuó un raleo, dejando la planta más vigorosa para luego ser trasplantadas.

A los 20 días de la siembra, se realizó un control de malezas manualmente.

Los riegos en el semillero se hicieron manualmente, con regadera, con una frecuencia de cada dos días.

Trasplante. Previo al trasplante en el sitio definitivo se realizó el análisis químico del suelo, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el Depar-

tamento de Suelos, mismo que arroja los siguientes resultados.

Tabla 2 Análisis preliminar de suelos

Identificación.	pH	% MO	Cond. Elect.		mg/L			Meq/100g			ppm		
			uS	NH ₄	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Fe		
Suelo	7.5 LAlc	0.6 B	148.7 No salino	14.0 B	39.9 B	0.41 B	3.6 B	2.9 M	0.33 B	0.5 B	13.9 B		

L.Alc. Ligeramente alcalino

La preparación del suelo para el cultivo se hizo manualmente roturando el mismo con azadón y nivelando con rastrillo.

Para la siembra se utilizaron 200 g de semilla de cada variedad, elaborando pequeños surcos, de acuerdo a las distancias de siembra entre líneas y entre hileras. Para el sistema de siembra a chorro continuo, se depositaron las semillas a lo largo de cada uno de los surcos. Para el sistema de siembra de semillas por golpe, se efectuaron hoyos en el suelo, con la azadilla, en donde se depositaron cinco semillas por hoyo.

El trasplante al lugar definitivo, se realizó 45 días después de la germinación de las plántulas en el semillero, en las dos variedades, se practicaron hoyos a las distancias establecidas, ubicando una plántula por hoyo. Seguidamente se dotó de un riego.

En los sistemas de siembra directa, quince días después de la emergencia de las plántulas, se procedió a efectuar un raleo, eliminando las plántulas menos desarrolladas y dejando una sola planta por sitio.

El control de malezas se hizo manualmente, a los 30 días de la siembra.

El suelo se fertilizó incorporando 18-46-0 (5 kg en toda el área del ensayo) al momento de la siembra, al voleo.

Se efectuó un control fitosanitario con bomba de mochila durante el desarrollo del ensayo, aplicando Cipermetrina 10 EC, a los 120 días de transcurrido

el ensayo, en dosis de 10 cc/l, para el control de trozadores (*Agrotys* sp.).

El aporque se realizó a los 120 días de la siembra, manualmente, con azadón, con la finalidad de evitar el encame de las plantas.

Se efectuaron riegos por el sistema de goteo, con la frecuencia de cada ocho días, incrementando a cada cuatro días en la etapa de floración del cultivo.

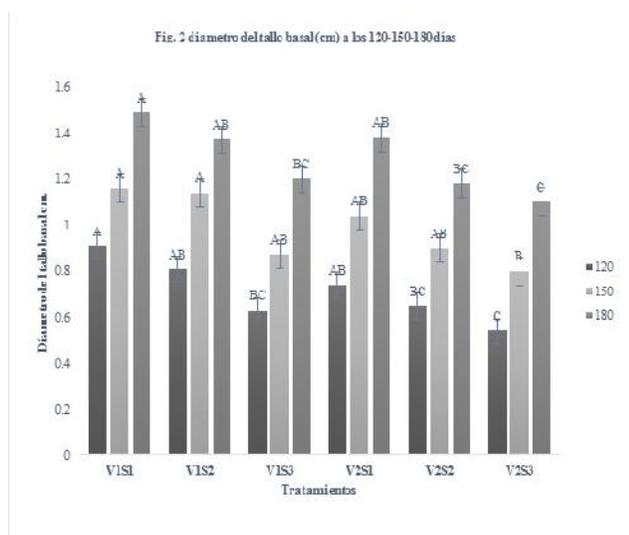
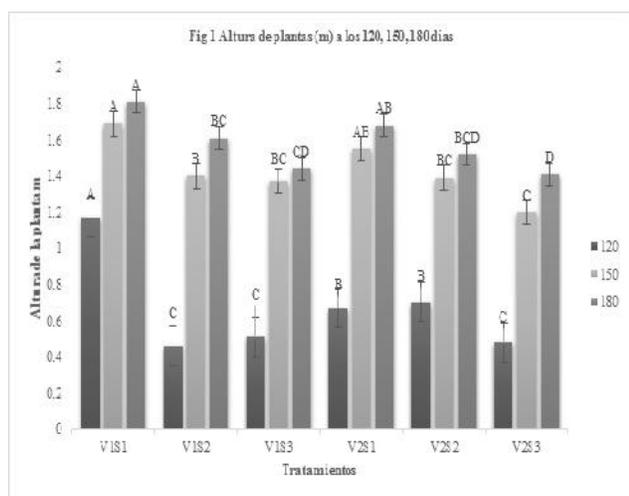
La cosecha y trilla se realizó cuando las panojas cambiaron de coloración rojiza o dorado a marrón. La planta tiene aspecto seco color café. Para tal efecto, se cortaron las panojas utilizando una hoz. La trilla se realizó manualmente, con tamices finos, para separar el material vegetal seco de la panoja, obteniendo la semilla.

Las variables de estudio fueron: AP, se seleccionaron seis plantas al azar de cada parcela neta, para todas las variables, se registró la altura, utilizando una cinta métrica, midiendo desde la base de la planta hasta el ápice de la misma (brote terminal o panoja), las lecturas para esta y las otras variables se efectuaron a los 120, 150 y 180 días del inicio del ensayo. Diámetro del tallo basal (DTB), se midió el diámetro, utilizando un calibrador Vernier, midiendo a 5 cm del nivel del suelo. Número de panojas por planta (NPP) a los 120, 150 y 180 días. Días a la cosecha (DC), contabilizando desde la siembra a la cosecha. El rendimiento del grano (RG) en

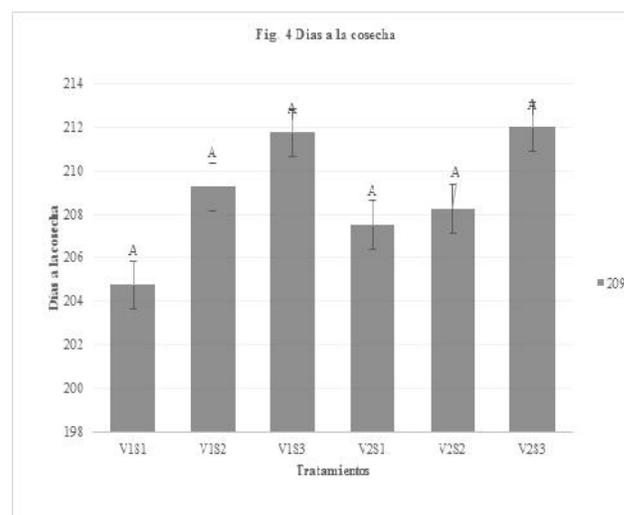
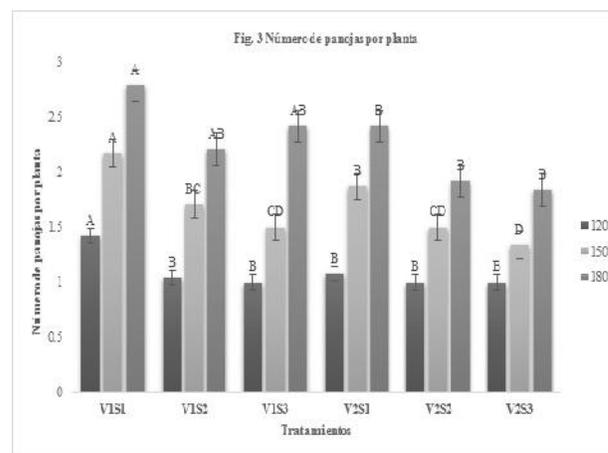
kg/parcela, consistió en el peso de la semilla del total de plantas cosechadas por parcela.

Resultados

AP, figura 1 a los 120 días, V1S1, presenta el mayor valor con 1.17 m., existiendo diferencia significativa con el resto. A los 150 días presenta el mayor valor siendo 1.69 m., con diferencia significativa con V1S2 cuyo valor es 1.40 m y V2S3 con 1.20 m. A los 180 días, V1S1 dio 1.81 m., existiendo diferencia significativa con V2S3 con 1.41 m.



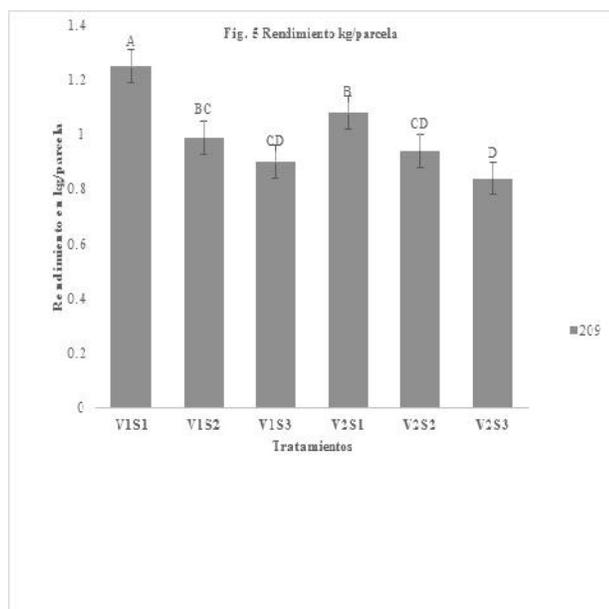
DDTB figura 2, a los 120 días, V1S1 exhibe el mayor valor 0.91cm., existiendo diferencia significativa con V2S3, cuyo diámetro es de 0.54 cm. A los 150 días, V1S1 y V1S2 presentan valores casi similares 1.16 cm. y 1.14 cm. respectivamente, existiendo diferencia significativa con V2S3 con diámetro de 0.80 cm. A los 180 días V1S1 presenta el mayor valor, siendo 1.49 cm., con diferencia significativa con el tratamiento V2S3 con un diámetro de 1.10 cm.



NPP figura 3, a los 120 días, V1S1, muestra el mayor número 1.42, existiendo diferencia significativa con el resto. A los 150 días V1S1 exhibe un número de 2.17 con diferencia significativa para V2S1 con valores 1.87, y para V2S3 con un valor de 1.34.

Finalmente a 180 días V1S1 presenta el valor más alto con 2.79, y muestra diferencia significativa con V2S1, V2S2 y V2S3. En tanto que entre estos no hay diferencia significativa.

DC figura 4, como promedio fueron 209 días, no existiendo diferencia significativa entre los 6 tratamientos. Sin embargo V1S1 con el V2S3 (días mínimos y máximos respectivamente), existió una diferencia de 7 días.



RG, figura 5, el tratamiento V1S1 presenta mayor producción con 1.25 kg/parcela (5.04 m²), equivalente a 2480.16 kg/ha, existiendo diferencia significativa con V2S1 y V2S3 con pesos de 1.08 y 0.84 kg/parcela respectivamente.

Discusión

La AP, en los sistemas de siembra, en general influyó significativamente en el crecimiento en AP, por cuanto, los tratamientos se diferenciaron estadísticamente en el análisis de variancia. En este sentido, los resultados obtenidos en S1V1 (Sistema

chorro continuo, variedad *A. quitensis*) el promedio de altura es 1.56 m, seguido de V2S3 1.30 m, similares a los de Zubillaga *et al.*¹⁸ quienes evaluaron el desarrollo fenológico de *A. cruentus* cultivar Don Guien, los valores de AP fueron: 1.4±0.1, 1.7±0.2, 1.7±0.1, 1.9±0.2 y 1.9±0.1 m, respectivamente. También similares¹⁹ de cuatro cultivares de *A. hypochondriacus* L. obteniendo mayor AP con 1.45 m. en el cultivar Nutrisol. Otras investigaciones¹¹, valoraron cuatro genotipos de *A. hypochondriacus* y uno *A. cruentus* bajo cuatro densidades de población, la mayor AP fue *A. hypochondriacus* línea 655 con 1.92 m. Se evaluaron 20 variedades de amaranto, determinando que variedades de *A. cruentus* obtuvieron mayor desarrollo vegetativo, con alturas mínimas de 2.40 m²⁰. Se valoraron las características agronómicas de 18 genotipos de *Amaranthus* ssp., comprobando la mayor AP para *A. hypochondriacus* Rojita/Rosita con 2.09 m y *A. cruentus* Candil con 2.04 m²¹.

DDTB, la variedad V1 (*A. quitensis*) fueron mayores que la variedad V2 (*A. hypochondriacus*), estos se diferenciaron significativamente en el análisis de variancia. El mayor valor se obtuvo con V1S1, las plantas experimentaron mayor crecimiento DDTB con promedio 1.19 cm, seguido de V1S2 con 1.11 cm, difieren significativamente con V2S3 con menor valor 0.81 cm. El valor promedio de DDTB en la presente investigación fue menor comparando con Reinaudi *et al.*²¹, quienes valoraron las características agronómicas de 18 genotipos de amaranto (*Amaranthus* ssp.) cuyo DDTB en la última medición presentaba mayores valores medios con su desvío estándar para el genotipo 4 con 2.77±0.90 y 7 con 2.77±0.66 cm. García *et al.*¹¹, evaluaron cuatro genotipos de *A. hypochondriacus* y uno de *A. cruentus* y registró el mayor valor del diámetro del tallo para *A. cruentus* (genotipo 33) con 31 mm., y

los genotipos de *A. hypochondriacus* 153-5-3, 653, y Criollo Tlaxcala (15, 19 y 17 mm, respectivamente) fueron los de menor valor con respecto al genotipo 33. Sánchez¹³ revela que el método de siembra en línea o a chorro continuo presentó la mejor altura 96.92 cm. Torres *et al.*¹² manifestaron que en alta densidad de población de plantas presentaron menores valores para diámetro del tallo. Por otro lado esta variable puede deberse a características de la variedad, ubicación del cultivo, suelo, temperatura, altitud entre otras.

El NPP, analizando los resultados estadísticamente, se puede deducir que el mayor número se obtuvo en V1S1 con promedio de 2.13, con diferencia significativa con V2S1 quién le sigue con un valor promedio de 1.79.

Los DC, la menor precocidad a la cosecha de las panojas se obtuvo en V1S1 que fue a 205 días, y mayor precocidad para V1S3 y V2S3 con 212 días.

Los días promedio a la cosecha para el experimento fue de 209 días, sin embargo, según Nieto¹, el ciclo de cultivo es de 150 a 180 días para *A. quitensis* H.B.K. Sánchez¹³, indica que en promedio los DC fue 165.11. Peralta¹⁴, reporta para la variedad alegría en Ecuador los DC en seco va 150 a 180. Torres *et al.*¹², reporta el ciclo del cultivo en 199 DC. Peralta¹⁴ revela, el ciclo de cultivo es de 150 a 180 días para *A. caudatus* L., *A. quitensis* H.B.K./*hybridus* L., variedad INIAP alegría. Zubillaga *et al.*¹⁸ determinaron que la madurez fisiológica fue a 135 días. Los resultados de Reinaudi *et al.*²¹, indicaron que *A. hybridus* K 593 fue más precoz y llegó a madurez fisiológica a los 91 días, seguido por *A. pumilus* RAFIN K 340. *A. hypochondriacus* San Antonio tuvo el período más largo en alcanzar la madurez fisiológica 174 días.

El RG, el mayor fue la variedad V1, superando a la variedad V2 en todos los tratamientos, los rendimientos del sistema de chorro continuo superan a

los otros sistemas de siembra. El promedio de rendimiento fue de 1 kg/parcela equivalente a 1984.13 kg/ha. Comparado con los valores de Nieto¹ en su trabajo indica que los rendimientos de grano son muy variables en *Amaranthus* spp., (*A. cruentus*, *A. caudatus*, *A. hypochondriacus*) en las especies domesticadas, así se han reportado rendimientos desde 900 hasta 4000 kg/ha, rendimientos obtenidos en la presente investigación dentro de estos rangos. Otros autores como García *et al.*¹¹ evaluaron cuatro genotipos de *A. hypochondriacus* y uno de *A. cruentus*, el mayor rendimiento en cultivo primavera-verano año 2000 con 2221 kg/ha, mientras el cultivo otoño-invierno año 2001 y 2002 fue de 1274 y 1926 kg/ha, respectivamente. Ramírez *et al.*¹⁰ en su investigación de *A. hypochondriacus* L, señalan rendimientos más altos, 1668.7 y 1660.9 kg/ha. Arellano & Galicia¹⁹, determinaron en *A. hypochondriacus* L., observando mayor de 2922 kg/ en el cultivar Nutrisol. García *et al.*¹¹ en esta investigación, con cinco genotipos de amaranto, cuatro de la especie *A. hypochondriacus* y una de la especie *A. cruentus*, varió de 15.6 kg/ ha 1637.5 kg/ha. También manifiesta, las colectas tuvieron un rendimiento de grano menor a medida que la densidad de población disminuyó, no así en el rendimiento individual de cada planta, ya que éste aumentó a medida que fue mayor la separación entre plantas. Peralta¹⁴ indica a la variedad INIAP Alegría de amaranto (*A. caudatus* L.) tiene un promedio de 1500 kg/ha. Zubillaga *et al.*¹⁸ evaluaron al *A. cruentus* cultivar Don Guien, con 2220±70, 3037±180, 3255±210, 3828±240 y 3592±270 kg/ha, respectivamente. Reinaudi *et al.*²¹, evaluaron 18 genotipos de amaranto (*Amaranthus* ssp.), el mayor fue para *A. hybridus* K 593 (2020 kg/ha), *A. cruentus* R 127 (350 kg/ha) y *A. cruentus* Mex Anguil (353 kg/ha). Sánchez¹³ obtuvo 703.16 kg/ha. En la AP a los 180 días el mayor valor registrado en V1S1 con promedio 1.56 m. Los tratamientos con-

formados por la variedad *A. quitensis* (V1), reportaron plantas con mayor crecimiento en diámetro que la variedad *A. hypochondriacus* (V2). Se debe acotar que existe poca información en cuanto a este parámetro por lo que se debe estudiar en las futuras investigaciones.

V1S1, reporta plantas con mayor número de panojas. Existiendo diferencia significativa entre las variedades V1 y V2. En las diversas investigaciones de esta variable no hay análisis del número de panojas y se enfocan más bien a la longitud de la panícula.

Para los días promedio a la cosecha fue 209 días, con una altitud de 2865 msnm y una temperatura promedio absoluta de 24.25 °C.

El tratamiento que alcanzó mayores índices de rendimientos fueron la variedad *A. quitensis* (V1), con el sistema de chorro continuo (S1) y el tratamiento con menor rendimiento fue la variedad *A. hypochondriacus* (V2), con el sistema de siembra de plántula por golpe (S3).

Conflictos de intereses

Esta investigación se realizó en el campus Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato Ecuador y no existe ningún tipo de conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias, por el apoyo técnico, científico y logístico realizado a la presente investigación.

Literatura citada

1. Nieto C. El cultivo de amaranto *Amaranthus* spp: una alternativa agronómica para Ecuador. [Publicación Miscelánea N° 52 en la Internet]. 1989 Sep [citado 2018 Nov 7]; [25p.]. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2688/1/iniapscpm52.pdf>.
2. Guaman-Yupa SL. 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 de Licenciatura]. Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador; 2012. p. 114.
3. Peralta E, Mazón N, Murillo Á, Rivera M, Rodríguez D, Lomas L, et al. Manual agrícola de granos chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos Variedades Costos de Producción. [Publicación Miscelánea N° 69 en la Internet]. 2012 Nov [citado 2018 Nov]; [78 p.]. Disponible en: <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2015/02/manual-agricola-granos-andinos-2012.pdf>.
4. Borroto-Pérez M, Saiz-Machado J, Sánchez-Rodríguez I, La Guardia-Madrado T. El amaranto cultivo alternativo para áreas en proceso de desertificación. Resumen de algunas experiencias cubanas. Rev Electrónica de Agencia de Medio Ambiente. 2003;3(5): 3(5):5.
5. Izquierdo-Zea JP, Orellana-Ramos MA. Estudio de factibilidad económica para la producción y comercialización de amaranto en la parroquia Susudel del cantón Oña. [Tesis de Licenciatura]. Ecuador. Universidad Politécnica Salesianas. Cuenca, Ecuador; 2013. p. 247.
6. Haro-Rojas SC. Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de amaranto en la región andina y litoral del Ecuador. [Tesis de Li-

- cenciatura].Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador; 2011. p. 197.
7. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Coordinación General del Sistema de Información Nacional. Zonificación agroecológica económica del cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) en el Ecuador a escala 1:250.000. [Resumen Ejecutivo en la internet] 2014 ene [citado 2018 Nov 7]; [12 p.]. Disponible en: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/zae/amaranto.pdf>.
 8. Peralta E. El amaranto en Ecuador [Estado del arte en la Internet]. 2012 -06-01 [citado 2018 Nov 11]; [43 p.]. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/ESTADO%20DEL%20ARTE%20DEL%20AMARANTO%20EN%20ECUADOR.pdf>.
 9. Jacobsen SE, Sherwood S. Cultivo de granos andinos en Ecuador. Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. FAO-CIP-CRS. Quito. Ecuador; 2002. p. 89.
 10. Ramírez-Vázquez Ma. de la L, Espitia-Rangel E, Carballo-Carballo A, Zepeda-Bautista R, Vaquera-Huerta H, Córdova-Téllez L. Fertilización y densidad de plantas en variedades de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Rev Mex Cienc Agric 2011; 2(6):855-866.
 11. García-Pereyra J, Valdés-Lozano CGS, Olivares-Sáenz E, Alvarado-Gómez O, Alejandro-Iturbide G, Salazar-Sosa E, et al. Rendimiento de grano y calidad del forraje de amaranto (*Amaranthus* spp.) cultivado a diferentes densidades en el noroeste de México. Phytón (B. Aires) 2009; 78(1):53-60.
 12. Torres-Saldaña G, Trinidad-Santos A, Reyna-Trujillo T, Castillo-Juárez H, Escalante-Estrada A, de León-González F. Respuesta de genotipos de amaranto a densidades de población. Rev Fito-ec Mex 2006; 29(4): 307-312.
 13. Sánchez-Guadalupe IE. Evaluación del rendimiento de dos líneas de amaranto (*Amaranthus caudatus*) con tres métodos de siembra, bajo manejo orgánico [Tesis de Licenciatura]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador; 2014. p. 92.
 14. Peralta E. INIAP Alegría, variedad mejorada de amaranto *Amaranthus caudatus*. L. [Plegable divulgativo N° 346 en la Internet]. 2010 Nov [citado 2018 Nov]; [6 p.]. Disponible en: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2640/1/iniapscpl346.pdf>.
 15. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). [Boletín climatológico Semestral en la Internet]. 2016 [citado 2018 Nov 7]; [26 p.]. Disponible en: http://www.serviciometeoologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_sem.pdf.
 16. Tenesaca-Quito CM. Fenología y profundidad radical del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright, en el sector Querochaca, Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua. [Tesis de Licenciatura]. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador; 2015. p. 109.
 17. Di Rienzo J, Balzarini M, Gonzalez L, Casanoves F, Tablada M, Robledo CW. InfoStat/L software estadístico versión 2014. Universidad Nacional de Córdoba (FCA-UNC) [Internet]. 2010 [citado 2018 Nov 7]; Disponible en: <http://www.infostat.com.ar/>.
 18. Zubillaga MF, Quichán S, Barrio DA. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento, la fenología y la calidad nutricional de *Amaranthus cruentus* en el Valle Inferior del Río Negro, Argentina. [Publicación en la Internet]. 2009 [citado 2018 Nov 7]; [7 p.]. Disponible en: http://www.riegoyfertiliriego.com/VI_Jornadas/VI_JARF_TrabajosCompletos/Zubillaga.pdf

-
19. Arellano-Vázquez JL, Galicia-Franco JA. Rendimiento y características de planta y panoja de amaranto en respuesta a nitrógeno y cantidad de semilla. *Agric Téc Méx* 2007;33(3):251-258.
20. Manso L, Pineda F. Evaluación preliminar de 20 variedades de amaranto en Panamá. *RICTEC* 2009;6(1):55-60.
21. Reinaudi NB, Repollo R, Janovská D, Délamo-Frier J, Martín de Troiani R. Evaluación de genotipos de amaranto (*Amaranthus* spp.) para la adaptabilidad productiva en el área de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Pampa, Argentina. *Revista Científica UDO Agrícola* 2011;11(1):50-57.
-