

ARTÍCULO CIENTÍFICO

EVALUACIÓN DE CINCO LÍNEAS DE AMARANTO *Amaranthus caudatus* EN TRES LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE IMBABURA

- **INVESTIGADOR:** Lorena M. Dávila Pullas
- **AUSPICIANTES:**
 - Universidad Técnica del Norte
 - Benson Agriculture and Food Institute – Ecuador (BAFI-E)
 - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
- **DIRECTOR DE TESIS:** Ing. Oswaldo Romero
- **ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**
- **AÑO:** 2008

- **RESUMEN EJECUTIVO**

PROBLEMÁTICA

Las costumbres alimentarias de la población imbabureña han olvidado este valioso cultivo por lo que su uso alimenticio es completamente restringido y los prejuicios sociales han ignorado que se trata de uno de los tesoros más valiosos heredados de las culturas precolombinas ya que los mestizos al amaranto lo han considerado como una comida de indígenas.

JUSTIFICACIÓN

- El mejoramiento de las condiciones alimentarias de la población ecuatoriana de los sectores rurales, cuya dieta es pobre en proteínas, vitaminas y minerales y mejorar su nivel socioeconómico.
- La reintroducción de las técnicas de producción de amaranto debido a que los estudios disponibles son limitados.
- El análisis del comportamiento de cinco líneas experimentales en tres diferente localidades de la provincia de Imbabura para determinar la productividad y comparar con los resultados de estudios anteriores.

OBJETIVOS:

General: Analizar el comportamiento agronómico de cinco líneas experimentales de amaranto, *Amaranthus caudatus*, en tres localidades de la provincia de Imbabura: Caranqui, Urcuquí y Pucará.

Específicos:

- Identificar cuál de las cinco líneas experimentales de amaranto responden mejor a cada uno de los pisos altitudinales.
- Establecer cuál de las tres localidades es la más apropiada para el cultivo de amaranto.
- Conocer el período vegetativo de las cinco líneas por cada localidad.
- Analizar cuál de las cinco líneas experimentales posee las mejores características en cuanto a rendimiento de grano.
- Determinar el costo de producción para una hectárea de amaranto.

METODOLOGÍA

- **Caracterización del área de estudio: ubicado en la provincia de Imbabura**

Cantón :	Ibarra	Urcuquí	Antonio Ante
Parroquia:	Caranqui	San Blas	San Roque
Altitud:	2228 msnm	2423 msnm	2513 msnm

- **Manejo específico del experimento**
 - Delimitación del terreno
 - Muestra y análisis químico del suelo
 - Preparación del terreno
 - Semilla
 - Siembra
 - Densidad de siembra
 - Fertilización
 - Labores Culturales
 - Plagas y enfermedades
 - Cosecha y Trilla
 - Clasificación del grano y Almacenamiento
- **Factores en estudio**
 - Cinco líneas de amaranto de grano blanco, ECU-0113, ECU-0014, ECU-2210, ECU-4737 y ECU-4744.
 - Tres pisos altitudinales: Ibarra, Urcuquí y Antonio Ante
- **Diseño Experimental**
 - Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con 5 tratamientos (variedades) y 3 repeticiones para cada localidad.
- **Análisis Estadístico**
 - Análisis de Varianza
 - Coeficiente de variación (%)
 - Análisis Combinado
 - Prueba de Tukey al 5%
- **Variables evaluadas**
 - Longitud del tallo
 - Longitud de la panoja
 - Rendimiento de grano/parcela
 - Días a la cosecha

MATERIALES Y EQUIPOS

En el campo (Experimento): Semillas de cinco líneas mejoradas, Insumos y maquinaria agrícola, Fertilizantes, etc...

En el laboratorio: Balanza de precisión

En la oficina: Computador, Calculadora, etc.

RESULTADOS

Se encontró en cuanto a Longitud de tallo diferencias significativas entre localidades y variedades. La variedad Ecu-0113 en Urcuquí obtuvo alturas de 1020,00 mm. En cuanto a Longitud de panoja, se encontró una diferencia significativa entre localidades y variedades, las más promisorias fueron Urcuquí y Caranqui, y las variedades Ecu-0113 y Ecu-4737. Se detectó diferencias significativas en el rendimiento de grano entre localidades y variedades: en Urcuquí se destacó la variedad Ecu-0113, que presentó rendimientos de 2404,24 kg/ha, en Caranqui y Pucará la variedad Ecu-2210 que presentó rendimientos de 1605,88 y 833,99 kg/ha, respectivamente.

La variedad Ecu-4744 fue la más precoz en las tres comunidades, en tanto que la variedad Ecu-2210 fue la más tardía.

CONCLUSIONES

En la provincia de Imbabura, Urcuquí y Caranqui, se pueden considerar ambientes favorables para el cultivo y, Ecu-0113 y Ecu-2210, fueron las variedades que mostraron mayor potencial productivo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda sembrar en Urcuquí la variedad Ecu-0113; en Caranqui y Pucará, la variedad Ecu-2210, por los máximos valores alcanzados en rendimiento de grano.

Sería recomendable incluir en la dieta de la familia ecuatoriana el consumo de amaranto en cualquiera de sus formas debido a su alto valor nutritivo.

➤ SUMMARY

EVALUATION OF FIVE LINES OF THE GRAIN AMARANTH *Amaranthus caudatus* IN THREE LOCATIONS WITHING THE IMBABURA

Five lines of pale-seeded amaranth—Ecu-0113, Ecu-0014, Ecu-2210, Ecu-4737 and Ecu-4744—were tested in Caranqui (2228 meters above sea level), Urcuquí (2423 meters above seal level) and Pucará (2513 meters above sea level).

The objectives of this study were: 1) to identify which of the five experimental amaranth lines respond best in each one of the altitudes, 2) to establish which of the three locations is the most apropiate for cultivation, 3) to understand the vegetative period of the five lines in each location, 4) to analyze which of the five experimental lines possesses the best characteristics from a yield standpoint and 5) to determine the cost of producing one hectar of amaranth. The hypothesis was that at least one of the five experimental amaranth lines would have a different response in the three locations.

A randomized block design with five treatments (varieties) and three repetitions in each location was used. Significance was tested at the Tukey 0.05 level of significance for varieties and locations to examine stem length, panicle length, yield and days to harvest. Combined analysis was used to evaluate the interaction of variety by location.

Significant differences in stem length were observed amont the locations and varieties. The variety Ecu-0113 in Urcuquí reached heights of 1020,00 mm. In regards to panicle legnth, a significant difference among locations and varieties was observed; the most promising were the locations Urcuquí and Caranqui and the varieties Ecu-0113 y Ecu-4737. Significant differences in grain yield among locations and varieties were observed: in Urcuquí the variety Ecu-0113 had the highest yeilds producing 2404,24 kg/ha and in Caranqui and Pucará the highest-yielding variety was Ecu-2210, which produced 1605,88 kg/ha and 833,99 kg/ha respectively.

The variety Ecu-4744 had the fewest days to harvest in the three locations, while Ecu-2210 had the most days to harvest

The production of one hectar of amaranth resulted in a cost-benefit ratio of 2,48 that is to say that for ever dollar invested a USD 1,48 is recovered.

In the province of Imbabura, Urcuquí and Caranqui can be considered favorable climates for cultivation and Ecu-0113 and Ecu-2210 were the varieties that exhibited the most productive potential.

We recommend planting the variety Ecu-0113 in Urcuquí and planting the variety Ecu-2210 in Caranqui and Pucará to obtain maximum grain yeild.

➤ RESULTADOS

Se encontró en cuanto a Longitud de tallo diferencias significativas entre localidades y variedades. La variedad Ecu-0113 en Urcuquí obtuvo alturas de 1020,00 mm. En cuanto a Longitud de panoja, se encontró una diferencia significativa entre localidades y variedades, las más promisorias fueron Urcuquí y Caranqui, y las variedades Ecu-0113 y Ecu-4737. Se detectó diferencias significativas en el rendimiento de grano entre localidades y variedades: en Urcuquí se destacó la variedad Ecu-0113, que presentó rendimientos de 2404,24 kg/ha, en Caranqui y Pucará la variedad Ecu-2210 que presentó rendimientos de 1605,88 y 833,99 kg/ha, respectivamente.

La variedad Ecu-4744 fue la más precoz en las tres comunidades, en tanto que la variedad Ecu-2210 fue la más tardía.

➤ CONCLUSIONES

En Urcuquí, la variedad Ecu-0113 mantuvo superioridad en Longitud de tallo con 1020,00 mm, Longitud de panoja con 496 mm y Rendimiento con 2404,24 kg/ha.

En Caranqui y Pucará, las variedades Ecu-4744 y Ecu-2210, por sus características fisiológicas y genéticas, respondieron en estos pisos altitudinales al mostrar mayor Longitud de panoja con 454,00 y 406,67 mm respectivamente y Rendimientos de grano con 1065,89 y 833,99 kg/ha respectivamente.

La localidad que resultó ser la más apropiada para el cultivo fue Urcuquí, debido a sus condiciones agrometeorológicas y la respuesta de las cinco líneas experimentales en cuanto a crecimiento del tallo, llenado de grano (95%), corto período vegetativo, maduración uniforme, plantas de tamaño homogéneo, resistencia a factores bióticos adversos (plagas y enfermedades), no acusó infestación por malezas y un rendimiento promedio superior con respecto a las otras localidades.

Se identificó un período vegetativo comprendido entre 138 y 156 días en Caranqui; en Urcuquí de 171 a 179 días y en Pucará 188 a 214 días, la respuesta dependió del clima de cada localidad. En las tres comunidades la variedad Ecu-4744 fue la más precoz, mientras que la variedad Ecu-2210 fue la más tardía.

La variedad Ecu-0113 alcanzó el más alto rendimiento en Urcuquí, con 2404,24 kg/ha y la variedad Ecu-2210 en Caranqui y Pucará, en donde alcanzó rendimientos de 1065,89 kg/ha y 833,99 kg/ha respectivamente. La localidad que presentó las mejores condiciones en cuanto al rendimiento de grano fue Urcuquí.

Con los resultados obtenidos de rendimiento, se evidenció que este cultivo tiene un enorme potencial de adaptación y producción en las áreas agrícolas de Imbabura especialmente en pisos altitudinales localizados entre los 2200 y 2400 msnm como es el caso de Caranqui y Urcuquí respectivamente; las variedades Ecu-0113 y Ecu-2210 son las que mejor se adaptaron a las condiciones ambientales de la provincia de Imbabura.

El costo de producción de una hectárea del cultivo de amaranto fue de USD 1241,27; los ingresos obtenidos por la inversión se calcularon en USD 4327,63 logrando una relación beneficio-costos de USD 2,48 es decir, que por cada dólar invertido se recuperó USD 1,48.

➤ **RECOMENDACIONES**

Se recomienda sembrar en Urcuquí la variedad Ecu-0113; en Caranqui y Pucará, la variedad Ecu-2210, por los máximos valores alcanzados en rendimiento de grano.

Por su facilidad de cosecha se recomienda la variedad Ecu-2210, debido a sus características deseables: tamaño de planta con panoja grande, compacta y erecta.

Realizar futuras investigaciones sobre densidades y épocas de siembra con la variedad Ecu-0113, que alcanzó los rendimientos más altos.

Ejecutar procesos agroindustriales para determinar la capacidad de reventado y expandido de los granos de las cinco variedades.

Debido a que se producen hibridaciones interespecíficas se recomienda no sembrar dos o más especies de amaranto juntas ya que presentan en la descendencia anomalías como mortalidad de plántulas, deformación del follaje, flores y panoja.

Se recomienda eliminar tempranamente plantas atacadas por micoplasmas; y, efectuar rotación de cultivos evitando, en lo posible, siembras de monocultivo en esta especie.

Se debe realizar la siembra a principios del año, en suelos húmedos, para asegurar la germinación. El piso climático no debe superar los 2 400 msnm, ya que sobre esa altura el cultivo resulta tardío y las precipitaciones pueden afectar la cosecha.

Es aconsejable hacer la clasificación del grano, para lo cual se puede usar un tamiz de 2 mm de diámetro de trama para separar impurezas grandes y un tamiz de 1,1 mm para separar el grano de primera calidad.

Sería recomendable incluir en la dieta de la familia ecuatoriana el consumo de amaranto en cualquiera de sus formas debido a su alto valor nutritivo.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, P. (2006). Efecto de la fertilización química y orgánica en el desarrollo y rendimiento del amaranto, de la variedad INIAP Alegría. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 77 p.

- BARRAGÁN, R. (2005). Principios de Diseño Experimental. Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Técnica del Norte. 67 p.
- BARROS, C. (1997). Buenrostro. Amarantho, fuente maravillosa de sabor y salud. Grijalbo, México.
- BERTI, M.; SERRI, R. y WILCKENS, E. (1997). Field evaluation of grain amaranth (*Amaranthus* spp) in Chile. *En: J. Janick (ed.). Progress in New Crops.* ASHS Press, Alexandria, VA. 223-226 p.
- BENAVIDES, C. (1996). Comportamiento de seis variedades de amarantho (*Amaranthus caudatus* L.) a través de cinco localidades de la provincia Mizque-Cochabamba. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba-Bolivia. 81 p.
- BURTON, L. y TRACEY, L. (2002). Water use Patterns of Grain Amaranth in the Northern Great Plains. North Dakota State University, Fargo. 437-443 p.
- CÁRDENAS, L. (1991). Caracterización y efecto de la densidad en el cultivo de amarantho (*Amaranthus cruentus* L.), manejado mediante el sistema orgánico. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- ESPITIA, R. (1994). Breeding of grain amaranth, *Amaranth. Biology, Chemistry and Technology.* crc Press, Boca Ratón. Ann Arbor. Londres.
- ESPITIA, R. (1991). Estabilidad del rendimiento en amarantho. Primer Congreso Internacional del Amarantho. Oaxtepec, Morelos, 22-27 sep. México.
- FLORES, Z. (1994). Rendimiento, calidad nutricional y volumen de expansión de grano en cinco colectas de amarantho (*Amaranthus hypochondriacus*) sometidos a fertilización potásica. Tesis, Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Fitotecnia. Chapingo. Mex. 1-17 p.
- GONZÁLEZ, A.; ESPITIA, R. y JIMÉNEZ, P. (1991). Importancia y características del Amarantho. Primer Congreso Internacional del Amarantho. Los Coras. SEP-INI. #9 179 p.
- HAUPTLI, H. y JAIN, K. (1980). Genetic polymorphisms and yield components in a population of amaranth. *The Journal of Heredity.* 290-292 p.
- HENDERSON, T. (1993). Agronomic evaluation of grain amaranth in North Dakota. Tesis Ph. D. North Dakota State, North Dakota, USA.
- INIAA. (1987). Informe de Avances de Investigación del Programa Nacional de Cultivos Andinos, Lima, Perú.
- INIFAP. (1997 y 1998). Cultivos anuales de México. Tomo 1. VII Censo agropecuario.
- MONTEROS, J.; NIETO, C.; CAICEDO, M.; y VIMOS, C. (1994). INIAP-Alegria, Primera variedad mejorada de amarantho para la sierra Ecuatoriana. INIAP. Boletín Divulgativo N°245. Ecuador.
- MUJICA, J.; HERNANDEZ, B. y LEON, S. (1992). Granos y leguminosas andinas. Colección FAO. Producción y Protección Vegetal N°26. Italia, Roma. 129-146 p.
- NAUTIYAL, B.; y PUROHIT, A. (1980). Morphophysiology of C3, C4 and CAM species at different altitudes. *Indian Journal of Plant Physiology.* 220-230 p.
- NECOECHEA, M.; CAMACHO, J. y PEREZ, G. (1986). Elaboración de una pasta a base de Alegria (*Amaranthus leucocarpus*). Primer Seminario Nacional del Amarantho. Chapingo, México. 459-478 p.
- NIETO, C. (1990). El cultivo de amarantho (*Amaranthus spp*) una alternativa agronómica para Ecuador. INIAP, EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N°52. Quito, Ecuador.
- NIETO, C. (1992). INIAP-Ingapirca e INIAP-Tunkahuan, dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. Quito, INIAP, Boletín divulgativo N° 228. 23 p.
- NIETO, C. (1989). El cultivo de amarantho, *Amaranthus spp*, una alternativa agronómico para Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador. 28 p.
- NIETO, C. (1992). INIAP-Ingapirca e INIAP-Tunkahuan, dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. Quito, INIAP, Boletín divulgativo N° 228. 23 p.
- PAREDES, O.; BARBA DE LA ROSA, D. y CARABEZ, A. (2002). Características alimentarias y aprovechamiento agroindustrial del Amarantho. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.
- ROBLES, G. y NÚÑEZ, A. (1997). Comparativo del rendimiento de 13 accesiones de achita (*Amaranthus caudatus* L.) en las localidades: Arequipa (800 msnm) y Cusco (2900 msnm). *Sistemas Agrícolas Andinos. Tecnología de producción de alimentos en condiciones de alto fresco climático III.* Perú. 1-9 p.
- SABORI, P. (1989). Fertilización con nitrógeno y potasio en el cultivo de amarantho (*Amaranthus hypochondriacus* L.) tipo mercado. Tesis de M.C. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 159-161 p.

- SHUAN, L. y JOSHI, R. (1985). Amaranth. Modern Prospects for an Ancient Crop. Rodale Press. E.U.A
- SINGHAL, N. (1994). Amaranto, un cultivo alimenticio. Laboratorio de plantas ecológicas en el Departamento de nutrición. USA. Washintong D.C.
- STALLKNECHT, G. y SCHULZ, S. (1993). Amaranth rediscovered. 211-218 p.
- SUÁREZ, G. y CALLES, E. (1987). Coloquio nacional del amaranto. Mex. 31-40 p.
- SUMAR, K. (1993). La kiwicha y su cultivo. Centro de Estudios Regionales Andinos. Universidad Nacional del Cusco. 79 p.
- SUMAR, K.; BLANCO, G. y PACHECO, N. (1986). Descriptores para *Amaranthus* (Con orientación para *Amaranthus caudatus* L.) Tercera edición, corregida y aumentada. Programa de Investigación de Amaranthus Reporte 86-3. Programa Nacional de la kiwicha, Universidad Nacional del Cusco. 20 p.
- SUMAR, K. (1986). Avances del programa de investigación de Amaranthus del CICA, Cusco, Perú. Primer Seminario Nacional del Amaranto. Chapingo, México. 141-151 p.
- TRACEY, L.; HENDERSON, B. y SCHNEITER, A. (2000). Row Spacing, Plant Population and Cultivar Effects on Grain Amaranth in the Northern Great Plains. Agron. 329-336 p.
- TRACEY, L.; BURTON, L. y SCHNEITER, A. (1992). Row spacing, plant population, and cultivar effects on grain Amaranth in the Northern great plains. Department of plant. North Dakota State University.
- TRINIDAD, A. y GÓMEZ, F. (1986). El amaranto; su cultivo y aprovechamiento. Primer seminario Nacional del amaranto. Mex. 1- 301 p.
- TUSTÓN, S. (2007). Adaptación de cinco líneas de amaranto de grano blanco *Amarantus caudatus* y cinco líneas de ataco o sangorache *Amarantus hybridus* en los cantones Otavalo y Antonio Ante. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 96 p.
- VALVERDE, F. (1991). Efecto del nitrógeno y potasio en el desarrollo y rendimiento de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L) tipo mercado. Tesis de M Sc. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 13 p.
- VELÁSQUEZ, J. (1993). Evaluación de 283 especies de lupinos del Banco de Germoplasma del INIAP. Tesis Ing. Agr. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 140 p.
- WEBER E.; HUBBARD A.; NELSON P. and LEHMANN H. (1988). Amaranth Grain Production Guide. Rodale Research Center and American Amaranth Institute. 24 p.

INTERNET

- ANÓNIMO. Sf. Amaranth. Disponible en <http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro01/Cap10.htm>. Verificado el 26/03/2008.
- ANÓNIMO. (2007). Disponible en http://www.uncoma.edu.ar/secretaria_extension/documentos/. Verificado el 16/03/2007.
- BUSTAMANTE Z. (2002). La historia del amaranto en México. Oax.C.P. 71200 MÉXICO. Todos los Derechos Reservados © 2002 Centéotl A.C disponible en www.prodigyweb.net.mx/centeotlac y centeotlac@prodigy.net.mx. Verificado el 04/05/2007.
- GÁTICA, L. (2007). Cultivo de amaranto. Disponible en www.mexicopotenciaalimentaria.org/content/view/2938/Amaranto_Un_peque_o_gran_tesoro.html#comment-326967. Verificado el 07/02/2007.
- JANICK, Y. (2007). New crops. Wiley, New York. Disponible en <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings/V2-211.html>. Verificado el 22/06/2007.
- STALLKNECHT, G. y SCHULZ, S. (2007). Amaranth rediscovered. Disponible en <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1993/V2-211.html>. Verificado el 18/05/2007. 211-218 p.

