



## INCIDENCIA DE LA FERTILIZACIÓN EN AMARANTO. ZONA SEMIÁRIDA PAMPEANA (ARGENTINA)

## FERTILIZATION EFFECTS ON AMARANTH. SEMIARID PAMPA REGION (ARGENTINA)

Rosa Martín de Troiani  
Teresa Sánchez  
Laura Antón de Ferramola

*Originales*  
Recepción: 27/04/2005  
Aceptación: 29/06/2005

### RESUMEN

El objetivo fue evaluar la producción y la calidad de biomasa de *Amaranthus mantegazzianus* Pass. cv. Don Juan, en condiciones de secano, con fertilización de NPK y agregado de urea al momento de los cortes para obtención de materia verde y posterior producción de grano. Se sembró en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina, el 18/11/2004 en parcelas con cinco surcos distanciados 0.35 m. Se establecieron dos tratamientos: un testigo sin fertilizar y otro fertilizado con NPK (19-19-19) 50 kg ha<sup>-1</sup> como fertilizante base y urea (100 kg ha<sup>-1</sup>) al momento del corte, en un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las condiciones ambientales adversas solamente permitieron la realización de un corte e imposibilitaron la obtención de grano. Se midió: producción de biomasa, porcentaje de materia seca, tamaño promedio de hojas (largo x ancho), ancho promedio del tallo, largo promedio del pecíolo, número de hojas por planta cortada. Se calculó la relación lámina de la hoja/largo de pecíolo.

Se determinó el contenido de proteína cruda y minerales. La fertilización realizada aumentó la relación lámina de la hoja/pecíolo. Las variables medidas y el contenido de nutrientes no presentaron diferencias significativas entre las plantas fertilizadas y sin fertilizar.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate biomass production and quality of *Amaranthus mantegazzianus* Pass. cv. Don Juan with NPK and urea fertilization applied at biomass harvest cuttings and subsequent grain yield. The crop was seeded November 18<sup>th</sup> 2004 at the experimental fields of the University of La Pampa in plots with 5 rows at a distance of 0.35 m. Two treatments: one without fertilization and the other with application of NPK (19-19-19) at the rate of 50 kg ha<sup>-1</sup> was used and urea (46-0-0) was applied at a rate of 100 kg ha<sup>-1</sup> at biomass harvest. A completely randomized block design with four replicates was used. Severe drought during the experiment caused that only one biomass harvest was feasible and grain production failed. Biomass production, dry matter, average leaf size (height by width), stem width, petiole length, and number of leaves per cut plant were measured. Leaf/petiole ratio was calculated and crude protein and mineral content of dry matter was determined. Results indicated that fertilization increased leaf/petiole ratio.

Other variables related to plant structure did not show significant differences between fertilized and control treatments, and no effect on protein and mineral contents could be found.

### Palabras clave

*Amaranthus* • fertilización • biomasa  
• semiárida

### Key words

*Amaranth* • fertilization • biomass •  
semi-arid

## INTRODUCCIÓN

El género *Amaranthus*, familia *Amaranthaceae*, posee 65 especies, de las cuales alrededor de 50 son nativas de América. Algunas de ellas son cultivadas para producir grano o para verdura y/o forraje, otras con fines tintóreos y algunas son malezas (7). Su variabilidad genética les facilita una excepcional adaptabilidad a un amplio rango de condiciones ambientales. En Argentina, el cultivo del amaranto se presenta como una alternativa potencial para un área superior a las 5 000 000 ha, ubicada en la región semiárida, al norte de la Patagonia (3).

Varias especies han sido evaluadas como forrajeras, entre ellas: *A. cruentus* en comparación con kenaf (*Hibiscus cannabinus*), soja (*Glycine max*) y maíz (*Zea mays*) (11). Distintos parámetros evaluados como: digestibilidad *in vitro*, fibra detergente neutro, digestión de la fibra y la proteína, fibra detergente ácido, lignina de detergente ácido, en especies de amaranto, han sido determinadas y evidencian una alta calidad forrajera en ciertos estadios de desarrollo (14).

La especie *A. mantegazzianus* Pass. tiene la particularidad de presentar abundante follaje merced a sus ramificaciones laterales. Asimismo, la presencia de yemas axilares le permite producir rebrotes cuando se corta el extremo apical, posibilitando la realización de hasta tres cortes (16).

Se logran incrementos en la producción de amaranto tipo mexicano 656 mediante fertilización nitrogenada y fosfórica con dosis de 100 y 110 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (9).

Dosis de NPK de 100-60-30, o bien su equivalente de 200 kg de 10-30-10 y 170 de urea, son recomendadas en México cuando no existe análisis de suelo (10). Una muy buena respuesta a la fertilización con nitrógeno y fósforo, no así al potasio, son reportados por Kietz (6). *Amaranthus mantegazzianus* Pass. cv. Don Juan respondió a la fertilización con NPK, con riego complementario, en cultivo intensivo aumentando el rendimiento de materia verde (MV) y contenido de proteína cruda (PC)(12).

## Objetivo

- Considerando el potencial uso para consumo animal de *Amaranthus mantegazzianus* Pass. cv. Don Juan, se planteó evaluar la producción y calidad de biomasa en condiciones de secano, con fertilización base de NPK y con agregados de urea al momento de los cortes para la obtención de materia verde y posterior producción de grano.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía UNLPam, Santa Rosa (36° 32.726' S y 64° 18.271' W, a 135 msnm), durante noviembre/diciembre 2004 y enero/febrero/marzo 2005. Se sembró *Amarantus mantegazzianus* Passer. (= *A. edulis* Spegaz) cv. Don Juan, cultivar obtenido en la Estación Experimental Agropecuaria «Ing. Agr. Guillermo Covas», del INTA de Anguil, La Pampa, que se destaca por su alto potencial de producción y adaptación a la agricultura extensiva y que se utiliza tanto para la producción de grano como para follaje (16).

El suelo correspondió a un Haplustol éntico, en donde el manto calcáreo se halla a una profundidad aproximada de 1.20 m. Las siguientes características se obtuvieron de los 0.15 m superficiales: granulometría, arcilla 13.2 %, limo 17.8 % y arena 65.0 %; contenido de materia orgánica 1.71 %; pH 6.56 sobre pasta saturada; conductividad eléctrica 0.41 dS m<sup>-1</sup>, contenido de fósforo (Mét. Brays y Kurtz) 11.7 mg kg<sup>-1</sup>, nitratos 55.5 mg kg<sup>-1</sup>, nitrógeno 0.104 %, calcio 7.10 cmolc kg<sup>-1</sup>, magnesio 1.45 cmolc kg<sup>-1</sup>, sodio 0.60 cmolc kg<sup>-1</sup>, potasio 1.75 cmolc kg<sup>-1</sup>. En la tabla 1 se consignan las temperaturas medias mensuales y las medias correspondientes a 25 años como las precipitaciones totales mensuales y las medias de 25 años, y las evaporaciones medias mensuales de 14 años correspondientes a los meses en que se realizó el ensayo (19).

**Tabla 1.**

	Temp. medias (°C)		Precip. medias (mm)		Evap. medias (mm)	
	2004/2005	25 años	2004/2005	25 años	2004/2005	14 años
noviembre	18.1	19.0	89.6	92.1	174.0	182.7
diciembre	20.9	22.1	85.9	118.5	249.3	229.0
enero	22.5	23.0	35.9	92.9	307.1	220.0
febrero	23.5	22.1	27.2	77.7	297.9	173.2

Se llevaron a cabo las labores culturales propias de la preparación para los cultivos de verano: para ello en setiembre se pasó una rastra doble pesada a fin de permitir la acumulación de agua y nitratos. Dos días antes de la siembra se pasó el cincel para eliminar las malezas y emparejar el suelo. Se establecieron dos tratamientos: un testigo sin fertilizar y uno fertilizado con NPK 19-19-19 en dosis de 50 kg ha<sup>-1</sup>, aplicado al voleo en el momento de la siembra, más 100 kg de urea ha<sup>-1</sup> aplicado en el momento del primer corte. El diseño fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se marcaron parcelas de 5.50 m de largo por 1.40 m de ancho, con cinco surcos distanciados 0.35 m.

La siembra se hizo el 18/11/2004, a mano, a chorrillo denso, en los surcos, empleando una dosis aproximada de 4.5 kg de semilla ha<sup>-1</sup> (17) La semilla se tapó y compactó levemente con rastrillo a una profundidad de siembra no superior a 1.5 cm. Las parcelas se dividieron en dos subparcelas: una de ellas se cortó el 30/12/2004 a 0.10 m del suelo, cuando las plantas tenían entre 0.40 y 0.50 m de altura, y la otra se dejó para la medición de la producción de grano. Se descartaron los dos surcos

de bordura y 0.25 m del inicio de los surcos cortados. Se contaron las plantas cortadas de los dos surcos centrales y también aquellas que no superaban la altura de corte. Las parcelas fueron mantenidas libres de malezas mediante escardilladas efectuadas en forma mecánica entre parcelas y a mano entre surcos, simultáneamente en todo el ensayo durante el estadio juvenil de las plantas (25 días a partir de la emergencia). No se registró incidencia significativa de plagas o enfermedades foliares.

Se midieron las siguientes variables del corte realizado: producción de biomasa, porcentaje de materia seca, tamaño promedio de hojas (largo x ancho), ancho promedio del tallo, largo promedio del pecíolo, número de hojas/planta cortada. Se calculó la relación lámina de la hoja/largo de pecíolo.

La materia seca se obtuvo secando las muestras hasta peso constante en estufa a 60 °C, con circulación de aire. La misma fue molida convenientemente y se hicieron las siguientes determinaciones químicas: proteína bruta (PB) por semimicro Kjeldahl (19), cenizas (Cen.) por calcinación a 550 °C, calcio (Ca) y magnesio (Mg) por complexometría (4) y fósforo (P) por colorimetría (5). Se realizó ANOVA y las medias se compararon con prueba de Tukey a un  $\alpha = 0.05$ .

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las condiciones climáticas permitieron una implantación y desarrollo de plántulas adecuados hasta el primer corte. Las precipitaciones inferiores a la media mensual durante todo el desarrollo del ensayo con el agravante de una evaporación mensual marcadamente superior a la media de 14 años, en diciembre, enero y febrero originaron un intenso déficit hídrico (tabla 1, pág. 67), lo que no permitió completar la totalidad de los cortes previstos y solamente se pudo realizar uno de ellos para la obtención de materia verde. Dichas condiciones adversas no posibilitaron el rebrote de las plantas y, por consiguiente, no se pudo evaluar la respuesta al agregado de urea al momento del corte. Por igual causa no fue posible obtener rendimiento del grano. La información que se recabó perteneció solamente al agregado de fertilización base NPK. En la tabla 2 figuran los resultados del corte realizado en *A. mantegazzianus* sin fertilizar y con fertilización.

**Tabla 2.**

	MV (t ha <sup>-1</sup> )	MS (%)	Área de hoja (cm <sup>2</sup> )	Ancho de tallo (cm)	Largo pecíolo (cm)	Relación lámina/ pecíolo	Nº de hojas /planta cortada	Nº total de plantas ha <sup>-1</sup>	Nº de plantas ha <sup>-1</sup> cortadas
sin fertilizar	18.59a	11.55a	43.63a	0.56a	5.30a	8.29a	19.22a	4585713a	2028571a
con fertilización	15.96a	11.70a	46.14a	0.57a	4.57a	10.15b	18.48a	4157142a	2014285a

Números seguidos de igual letra por columna no difieren significativamente (P < 0.05)

Las diferencias de las medias no fueron significativas para las variables medidas, correspondientes a las parcelas fertilizadas y sin fertilizar. La baja humedad acompañada de alta evaporación (tabla 1, pág. 67), imposibilitó un desarrollo vigoroso de las plantas con fertilización, mientras que la disponibilidad de nutrientes en

el suelo utilizado fue suficiente para que las plantas sin fertilizar no marcaran diferencias con las fertilizadas, hasta los primeros 42 días de crecimiento, período en el que alcanzaron 0.40 y 0.50 m de altura (aproximadamente un 33 % de su ciclo completo). Posiblemente las mayores diferencias pudieran observarse luego de más de un corte, cuando las plantas deben recurrir a sus reservas para originar rebrotes. No obstante, la relación lámina de la hoja/pecíolo resultó superior en las parcelas con fertilización. Troiani (15) cita para la misma especie un valor de lámina/pecíolo de 9.62 para una altura de corte de 0.30 m medidos desde el ápice, cuando las plantas tienen 0.40 m de altura en condiciones de secano y sin fertilización.

Eventualmente la conservación de un exceso de producción de materia verde para su posterior consumo implicaría algún proceso (deshidratado, ensilado, arrollado, cubeteado) para los cuales el contenido acuoso de los tallos y pecíolos retrasa el tratamiento y desmejora levemente el aspecto y calidad del material (1). Una relación alta lámina de la hoja/pecíolo contribuiría a disminuir esta condición. La producción de MV fue superior a la obtenida en un primer corte para la misma especie (6.61 t ha<sup>-1</sup>) con una distancia entre surcos de 0.40 m (15).

El número de plantas sin cortar (no superaban los 0.10 m del suelo) fue aproximadamente la mitad del total implantadas (tabla 2, pág. 68): esto confirma la autorregulación de densidad de siembra de esta especie (2), que al poseer el mecanismo de fotosíntesis por la vía del C<sub>4</sub> compite principalmente por la luminosidad, favorecida por su morfología (presencia de ramificaciones laterales con abundante desarrollo de hojas) (7).

En la tabla 3 figuran los contenidos de PB, Cen. y minerales. Los porcentajes medios de los nutrientes analizados no presentaron diferencias significativas entre las parcelas fertilizadas y sin fertilizar. Los % de PB están dentro del rango establecido por Sealy (13) de 17.4 a 38.3 % de la materia seca en hojas de amaranto hortícola. Bertoni (1) cita en *A. cruentus* valores similares a los hallados en el presente trabajo. Troiani (16) menciona en *A. mantegazzianus* Pass. valores más altos (22.84 %) para un primer corte.

**Tabla 3.**

	PB (%)	Cen. (%)	Ca (%)	Mg (%)	P (%)	Relación Ca/P
Sin fertilizar	18.02 a	23.50 a	3.68 a	1.10 a	0.25 a	14.86
Con fertilización	17.46 a	22.77 a	3.13 a	1.09 a	0.27 a	11.97

Números seguidos de igual letra en cada columna no difieren significativamente (P < 0.05)

En los contenidos de minerales tienen incidencia básicamente cuatro factores interdependientes: especie, fertilidad del suelo, condiciones climáticas y fase de maduración de las plantas. Los porcentajes de Ca y Mg son muy superiores a los forrajes en general (0.28 a 2.5 % y 0.06 a 0.73 %, respectivamente).

Tanto el Ca como el P son importantes en la etapa de crecimiento y lactación de los animales (18). Los contenidos de P se hallan dentro de los valores de 0.14 a 0.50 citados para forrajes.

Un valor alto en la relación Ca/P puede deberse a una deficiencia en P o en vitamina D; en este caso en particular, el alto valor de la relación Ca/P (tabla 3) está dado por los elevados contenidos de Ca y supera ampliamente al ideal de 1:1. 2:1 para el crecimiento y formación de huesos en animales(18).

El Ca es utilizado por los vegetales como neutralizador de ácidos; en el caso particular de los amarantos, para neutralizar al ácido oxálico, por lo que las hojas son acumuladoras de oxalatos de Ca. Esta particularidad pone en duda la absorción y utilización del Ca cuando se incluyen hojas de amaranto (*Amaranthus gangeticus*) en dietas para ratas (8).

## **CONCLUSIONES**

En las condiciones del ensayo, la fertilización realizada en *Amaranthus mantegazzianus* aumenta la relación lámina/pecíolo, no aumenta los contenidos de nutrientes analizados ni produce variaciones en la producción de biomasa ni en el resto de las variables medidas, en un primer corte.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Bertoni, M. H.; Cataneo, P. y Covas, G. 1992. Composición química del follaje deshidratado naturalmente de *Amaranthus cruentus* L. cv. Don Guien. Amarantho, Novedades e Informaciones. Fac. de Agr. UNLPam., INTA. N° 12. 2-3.
2. Covas, G. 1987. Fitomejoramiento de los amarantos. Proc. Primeras jornadas nacionales sobre amarantos. UNLPam. Fac. de Agron. La Pampa. Argentina. p. 50-62.
3. \_\_\_\_\_. 1994. Perspectiva del cultivo de los amarantos en la República Argentina. EEA, INTA Anguil. Santa Rosa, La Pampa, Argentina, Publicación Miscelánea. N° 13, 10 p.
4. Hamerly, J.; Marracino, J. y Piagetini, R. 1984. Curso de química analítica. El Ateneo. Buenos Aires. 1006 p.
5. Jackson, L. N. 1964. Análisis químico de suelos. Trad. de la 2ª ed. J. B. Martínez. Barcelona. Omega. 662 p.
6. Kietz, R. 1992. Compendio del amaranto. Rescate y revitalización en Bolivia. Ed. Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales. (ILDIS) La Paz. Bolivia. Ed. Garza Azul. 175 p.
7. Kigel, J. 1994. Development and ecophysiology of amaranth. In: Amaranth biology, chemistry and technology. Chapter 4. (O. Paredez López, ed). CRC Press Inc. 223 p.
8. Larsen, T.; Thilsted, S.; Biswas, S. and Tetens, I. 2003. The leafy vegetable amaranth (*Amaranthus gangeticus*) is a potent inhibitor of calcium availability and retention in rice-based diets. British Journal of Nutrition. Vol. 90 (3) 521-527.
9. Martínez Martínez, O.; Velasco Velasco, V. y Carrillo, R. 1996. Dosis óptima económica de fertilización orgánica e inorgánica de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.) Tipo Mexicano 656, en Nazareno Xoxocotlan Oxaca. Amarantho 96, Taller Iberoamericano. Rosario. Argentina. p 3.
10. Monteros, C. J.; Nieto, C. C.; Caicedo, C. V.; Rivera, M. M. y Vimos, C. N. 1998. INIAP Alegría: Primera variedad mejorada de Amarantho para la sierra ecuatoriana. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. [http://archive.idrc.ca/library/document/100162/chap8\\_5.html#top](http://archive.idrc.ca/library/document/100162/chap8_5.html#top)

11. Ramos, N. y Cruz, A. M. 2002. Evaluación de siete cultivos temporales para la producción de forraje en el período poco lluvioso en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Tomo 36, N° 3. p 281.
12. Reinaudi, N.; Cardozzo, G.; Grégoire, H. y Ferramola, L. 2004. Producción y calidad de biomasa de amaranto con fertilización y riego complementario. IX Taller internacional sobre calidad sanitaria, evaluación y conservación de alimentos. Varadero. Cuba. CN 41.
13. Sealy, R. L.; Williams, E. L.; Novak, J.; Fong, F. and Kenerley, C. M. 1990. Vegetable Amaranth: cultivar selection for summer production in the South. *Advances in new crops*. Ed. J. Janick and J. Simon. Timber Press. p. 396-398.
14. Sleugh, B. B.; Moore, K. J.; Brummer, E. C.; Knapp, A. D.; Russell, J. and Gibson, L. 2001. Forage nutritive value of various Amaranth species at different harvest dates. *Crop Sci.* 41:466-472.
15. Troiani, R. M. de ; Sánchez, T. y Reinaudi, N. 1996. Producción de biomasa, porcentaje de hoja, tallo, pecíolo y contenido de antinutrientes en amaranto. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International conference on jojoba and its uses, and of the 3<sup>rd</sup> International conference on new industrial crops and products*. Ed. L. Princen and C. Rossi. Association for the Advancement of Industrial Crops. 435-437.
16. \_\_\_\_\_ . 1998. Una amarantácea con posibilidades de consumo y cultivo granífero y hortícola. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. Universidad del Zulia. Venezuela. 15, 30-37.
17. Troiani, R. M. de; Sánchez, T.; Reinaudi, N. B. and Ferramola, L. A. 2004. Optimal sowing date of three species of grain-bearing amaranth in the semi-arid Argentine Pampa. *Spanish journal of Agricultural Research*. 2 (3): 385-391.
18. Underwood, Eric J, 1981. Los minerales en la nutrición del ganado. Trad. P. Ducar Malvenda. Ed. Acribia Zaragoza. España. 205 p.
19. Vergara, G. T. y Casagrande, G. A. 2002. Estadísticas agroclimáticas de la Facultad de Agronomía, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. *Rev. Fac. de Agronomía UNLPam*. Vol. 13 N° 1/2: 7-70.
20. Volonteri, H. y Jonas, O. 1981. La determinación del N en materiales biológicos. *Bol. Centro Pampeano de Estudios en Cs. Naturales y Agronómicas*. N° 2:23-30.



**Prof. José Patrocinio Dávila**  
1876 - 1944

### **Profesor de Matemáticas** **Escuela Nacional de Vitivinicultura** **(1905)**

Nació en San Juan, el 8 de noviembre de 1876, hijo de José Dávila y María Santos Dávila. Cursó sus estudios primarios en su provincia natal y luego se trasladó a Mendoza para continuar con los estudios secundarios en la Escuela Normal de Maestros, de donde egresó en 1894 con el título de Maestro Normal. Viajó posteriormente a la ciudad de Paraná donde cursó la carrera de Profesorado Nacional: egresó en agosto de 1897 con el título de Profesor Normal. Además de dicho título realizó su bachillerato en el Colegio Nacional de Buenos Aires de donde egresó en 1898 como Profesor de Enseñanza

Secundaria en la especialidad Matemáticas. Asistió a la Facultad de Filosofía y Letras de Buenos Aires, donde cursó Historia y Geografía.

Desempeñó una destacadísima actuación docente en nuestra provincia: el 20 de marzo de 1905 fue nombrado Profesor de Matemáticas del Colegio Nacional y de la Escuela Nacional de Vitivinicultura (Quinta Agronómica). En marzo de 1908 asumió como Vice-rector del Colegio Nacional y también se hizo cargo de dos Cátedras: la de Ciencias y la de Letras. Por su constante preocupación por dicho Colegio y por expreso pedido de los profesores, padres y alumnos, el 30 de septiembre de 1913 fue designado Rector, cargo que ocupó hasta su jubilación en junio de 1931. Entre 1929 y 1930 fue Vice-Presidente del Consejo Administrativo de la Enseñanza Pública. En septiembre de 1929 ejerció temporariamente como Director General de Escuelas (por licencia de su titular, Ismael Viñas). Fue Director de la Escuela de Comercio "Martín Zapata" y fue docente fundador -en 1920- de la Universidad Popular de Mendoza, importante antecedente de la Universidad Nacional de Cuyo, que se creó en 1939.

Contrajo matrimonio con Lucía Josefina Pithod con quien tuvo dos hijas: Alda y Josefina. Luego, en segundas nupcias, el 12 de septiembre de 1915, se casó con Alicia Morales Guinazú y de esa unión nacieron cinco hijos: Ana María, Alicia Estela, Jorge Enrique, Silvia Elena y Jorge Antonio.

El Profesor Dávila falleció el 4 de septiembre de 1944, poco antes de cumplir los sesenta y ocho años de edad.

F. A. Melis

*Principales fuentes consultadas:*

Archivo de la Escuela Nacional de Vitivinicultura (en San Juan).

Hemeroteca Diario «Los Andes».

Entrevista al Ing. Jorge A. Dávila (hijo).