

Potencial productivo del amaranto en la pampa ondulada, Argentina: Comportamiento de seis germoplasmas

Amaranth's productive potential in the rolling pampas, Argentina: Performance of six germplasms

S. D. Matteucci

Resumen

El interés en el amaranto (*Amaranthus* spp.) surge por su potencial para ampliar la diversidad de cultivos comerciales, con una contribución importante a la reserva alimenticia mundial. El deterioro físico y social desencadenado en determinados sitios de la pampa ondulada por la introducción de la soya y la consiguiente intensificación de la producción agrícola, podría mitigarse con cultivos alternativos. Seis germoplasmas de amaranto, incluyendo *A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, *A. caudatus* y un híbrido, fueron evaluados sobre la base de caracteres fenológicos, vegetativos y reproductivos. Las variables medidas fueron: altura de la planta, longitud del tallo, diámetro basal, peso fresco del follaje, área foliar y biomasa seca de la planta y sus órganos aéreos, longitud de la panoja, rendimiento y sus componentes. Se calculó la partición de materia seca por planta. Todos los germoplasmas se adaptaron a las condiciones edafoclimáticas locales; cinco de ellos resultaron aptos para la producción de granos (3,4 a 4,5 t/ha). El *A. hypochondriacus* mostró el índice de cosecha más alto (26,29%). El *A. mantegazzianus* fue el de porte significativamente más alto (2,15m), y su índice de cosecha fue el más bajo (18,53%), señalando su potencial como forrajero.

Palabras claves: Cultivos alternativos, índice de cosecha, *Amaranthus* spp., germoplasma

Abstract

Amaranth (*Amaranthus* spp.) has gained attention for its potential to increase commercial crop diversity, resulting in an important contribution to the world food reserve. The ecological and social deterioration process, triggered by the introduction of soybean and the consequent agriculture intensification in the rolling pampas, could be ameliorated with the cultivation of alternative crops. Six amaranth germplasms, including *A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, *A.*

Recibido el 13-07-1998 • Aceptado el 23-10-1998

Investigadora Independiente de CONICET, Instituto Fitotécnico Santa Catalina-Centro de Investigaciones Genéticas, CC-4, Llavallol, Pcia. de Buenos Aires. E-mail: smatt@cvtci.cora.ar

caudatus and a hybrid, were tested on the bases of phenology, vegetative and reproductive characters. The measured variables were plant height, stem length and diameter, foliage fresh weight, leaf area, dry weight of the plant and its aerial parts, seedhead length and dry weight, grain yield and its components. Dry matter partition was calculated. All the germplasms showed good adaptability to the regional edaphic and climatic conditions; with grain yields between 3.4 and 4.5 t/ha. Five of them resulted promising for grain production. *A. hypochondriacus* harvest index (26.29%) was the highest. *A. mantegazzianus* grew significantly taller (2.15m) than the other germplasms tested, and its harvest index (18.53%) was significantly lower; thus, it may be adequate for forage production.

Key words: Alternative crops, harvest index, *Amaranthus* spp., Germplasm.

Introducción

El amaranto, bledo o pira (*Amaranthus* spp.) es un pseudocereal nativo de América, de amplia distribución en las regiones tropicales y templadas del mundo, que está siendo rescatado y domesticado debido a su gran potencial alimenticio. Crece vigorosamente en ambientes muy diversos: prospera en todo tipo de suelos, tolera temperaturas altas y bajas, es resistente a la sequía y requiere menos agua que el maíz y el ajonjolí (15). Tiene usos múltiples (forraje, grano, hortalizas) y es un cultivo industrial. La incorporación de germoplasmas al sistema de producción se facilita con el conocimiento ecofisiológico y la heterogeneidad funcional de las variables físico-biológicas en el espacio geográfico. El diseño de estrategias de cultivo sobre bases ecofisiológicas, con el reconocimiento de que los procesos ocurren a tasas distintas en los diferentes puntos del espacio reduce los pasos en el proceso de adopción, domesticación e introducción de germoplasmas no explotados. Si se

consideran los determinantes fisiológicos del crecimiento del cultivo en función de la acción conjunta de los factores ambientales sobre el rendimiento, se podrá determinar el potencial productivo de un cultivo y señalar las relaciones entre los parámetros fisiológicos operativos y la toma de decisiones en el manejo agronómico (8). En este marco conceptual, se comenzó un programa de evaluación y caracterización de germoplasmas de *Amaranthus* spp., con potencial de uso en el espacio agroecológico y socioeconómico de la pampa ondulada, Argentina. Esta región ocupa unas 4,4 millones de hectáreas, entre los 34 y 36° Latitud Sur y los 57 y 61° Longitud Oeste, y tiene una altitud que varía entre los 0 y 100 m.

Dado el alto precio del amaranto en el mercado internacional y la relativa facilidad de su cultivo, aparece como una opción promisoría para las áreas marginales de Argentina (3). En la Provincia de Buenos Aires, podría constituir una alternativa para la soya

en casos particulares de productores que no han podido integrarse al proceso de expansión de este cultivo por razones financieras o por el agotamiento de los suelos de sus campos. La producción de la soya en Argentina requiere un alto grado de tecnificación y la aplicación de conocimientos científicos. El paquete tecnológico incluye maquinaria especializada, de mayor potencia y capacidad de trabajo; germoplasma mejorado y altos insumos de agroquímicos, así como riego, al menos en los años secos. El alto costo del paquete tecnológico tiene varias consecuencias: a) los pequeños productores no pueden integrarse al nuevo modelo de producción y quedan sin posibilidades de progreso; b) los pequeños y medianos productores aplican sólo una parte del paquete tecnológico; c) se promueven las conductas expoliadoras del suelo ante la necesidad de obtener los recursos económicos necesarios para el financiamiento del paquete tecnológico. La soya pudo prosperar con una aplicación incompleta del paquete

tecnológico por una serie de circunstancias entre las cuales se destacan: a) la coincidencia de un ciclo lluvioso en la década del ochenta; y b) el avance de la frontera agrícola sobre suelos fértiles ocupados previamente por un sistema productivo de rotación agrícola-ganadero. Sin embargo, el sistema pelagra por el agotamiento de los suelos y el inicio de un ciclo de sequías (11, 12). Por esto, existe interés en la introducción y el estímulo de cultivos no tradicionales. Así fue como surgió la idea de la canola (*Brassica napus* L. var *arvensis* forma *annua* (Schubl. et Mart.) Thell.) como alternativa al trigo. El amaranto aparece como un cultivo promisorio de verano, especialmente para aquellos productores que no están en condiciones financieras como para integrarse al sistema sojero y para aquellas unidades de producción con suelos empobrecidos. Este trabajo es una contribución a la selección de germoplasmas adecuados a las condiciones de los agrosistemas receptores potenciales.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el predio del Instituto Fitotécnico Santa Catalina de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata, ubicado en la Provincia de Buenos Aires (58°27' Long W; 34°47' Lat S), durante la campaña 1996/97. El sitio está dentro de la subregión pampa ondulada (7); caracterizada por un relieve suavemente ondulado. El clima es templado oceánico, con

precipitación media anual de 1000 mm, distribuída en todo el año, aunque son mayores de otoño a verano (marzo a diciembre) e inferiores en invierno (diciembre a marzo), con una gran variabilidad interanual. La temperatura media de invierno oscila entre 10 y 12°C y en verano entre 23 y 25°C. Los suelos de los interfluvios son loessicos, profundos, fértiles y ricos en materia orgánica (Argiudoles), aunque

presentan síntomas de agotamiento por el uso agrícola intensivo (10). Los análisis de suelos de la parcela en que se realizó la siembra mostraron bajos contenidos de N (0,15%) y C orgánico (1,33%) y buena provisión de P asimilable (22,5 ppm).

Los seis genotipos evaluados fueron: *Amarantus hypochondriacus* (G1); *A. cruentus* cv Don Armando (G2); *A. cruentus* cv Don Guiem (G3); *A. mantegazzianus* cv Don Juan (G5), el híbrido *A. cruentus* x *A. caudatus* cv Don León (G6) y *A. caudatus* cv peruano (G7). Las semillas provienen de la Estación Experimental de INTA Anguil, excepto las de *A. mantegazzianus* que es la segunda generación en el sitio de estudio (cosecha 1996).

Las plántulas fueron cultivadas en plantineras de anime con un sustrato consistente en una mezcla (1:2) de turba y tierra, con riegos diarios. Se sembró el 21-12-1996. A los 10 días de la siembra se raleó, dejando 4 plántulas por celda. A las tres semanas, se hizo el transplante de cada celda completa, en un suelo previamente tratado con clorpirifos al 48% en una dosis de 200 cm³/ 25 L de agua. Observaciones previas mostraron que se reduce el ataque del barrenador del tallo de 90 al 1% (Ing. Agr. C. Noelting, comunicación personal). Después del transplante se regó por única vez y se cubrieron los surcos con un mulch de paja de trigo. A los 15 días, se raleó dejando una planta por punto. No se fertilizó ni se usaron biocidas, se desmalezó manualmente.

Se usó un diseño en bloques al azar, con tres repeticiones y seis

tratamientos (germoplasmas). Cada unidad experimental consistió en 2 surcos de 3m. La distancia entre hileras fue de 50 cm, con 20 cm entre plantas. La densidad de 100.000 plantas/ha, permite la expresión del genotipo dada la baja competencia. Las mediciones y observaciones se hicieron sobre los dos surcos dejando dos plantas de bordura en cada extremo de las hileras.

A lo largo del ciclo del cultivo se registraron las variables fenológicas: días a la emergencia, días a la floración, días a la fructificación, días a la senectud. Se realizaron 2 muestreos, con 12 días de diferencia, iniciándose cuando el grano se tornó opaco. En la primera cosecha se midieron caracteres vegetativos y reproductivos por planta: altura de la planta (ALT), longitud del tallo (LTA), longitud de la inflorescencia terminal (LIN), diámetro en el segundo entrenudo (DIA), área foliar por el método gravimétrico (AFF, con peso fresco y AFS, con peso seco), peso fresco de la hoja (PFHOJ), peso seco de los órganos aéreos (tallos: PSTA, hojas: PSHOJ, inflorescencias: PINF, surta de los componentes de la inflorescencia: PINF2, ejes: EJE, granza: GRANZA, granos cernidos: GR1 y granos aventados: GRLI), y peso de mil semillas (P1000). En la segunda cosecha se midieron sólo las variables reproductivas. Los datos de las variables reproductivas obtenidos en las dos cosechas se analizaron conjuntamente por cuanto no había diferencias significativas entre ambas, para ninguno de los germoplasmas (9). A partir de los pesos secos se calcularon

los porcentajes de partición de la biomasa hacia los órganos: a) índice de cosecha, como porcentaje de grano respecto al peso total de la planta (IC) y b) al peso de la inflorescencia (GRIN); c) porcentaje de materia seca en la panoja en relación al peso total de la planta (ICRP); d) porcentaje del peso

total de la planta en el tallo (%TA) y e) en el follaje (%HO). Se utilizó el programa STATISTICA, versión 4.3 (1993) para los análisis de varianza para cada variable. En las comparaciones de medias se aplicó la prueba de Tukey (HDS).

Resultados y discusión

Durante el ensayo la temperatura media fue de 22,3°C, con una temperatura mínima media de 16,2°C. El mes más cálido fue enero (25,3°C) y el más frío fue abril (12,8°C). La precipitación total de diciembre a abril fue de 407 mm y en los cuatro meses anteriores (agosto a noviembre) llovió 383 mm. Si bien fue un verano fresco, la precipitación estuvo por debajo del promedio para la época, según registros de la estación meteorológica ubicada en el predio del ensayo. A la fecha de la siembra el fotoperíodo había alcanzado su máximo valor de 14,5 horas; y el ciclo

se cumplió con fotoperíodo decreciente, siendo de 11,2 horas a la cosecha.

Todos los germoplasmas cumplieron las etapas fenológicas casi al mismo tiempo (cuadro 1). La floración se inició cuando el fotoperíodo era de 13 horas. Si bien en su sitio de origen (Anguil, Provincia de La Pampa) el cv Don Armando de *A. cruentus* florece 4 días antes que el Don Guiem (4), esta diferencia no se manifestó en la pampa ondulada. El germoplasma de *A. mantegazzianus* estuvo un par de días atrasado respecto al resto, en las primeras etapas. Sin embargo, la aparición visible de la

Cuadro 1. Etapas fenológicas del cultivo.

Etapa	Días	Descripción
1	2-3	Emergencia
2	4-5	Apertura de hojas cotiledonares
3	6-7	Primera hoja verdadera desplegada
4	8-10	Segunda hoja desplegada (altura 3-4 cm)
5	16	Abscisión de hojas cotiledonares (altura 6-8 cm)
6	25-27	Ocho hojas desplegadas
7	45	Inicio de la floración
8	79	Liberación del polen
9	85	Inicio de formación y llenado del grano
10	100	Maduración del grano
11	118-128	Cosecha

inflorescencia se adelantó y el grano estaba maduro a los 118 días. Esta especie resultó la de plantas más altas, y la única con ramas laterales a partir de los 44 días después de la siembra y desarrollo de inflorescencias laterales. Todos los germoplasmas mejoraron el criterio de selección para días a maduración, establecido entre 135 a 140 días como máximo (5).

De las 16 variables medidas (cuadro 2), sólo se encontraron diferencias significativas entre germoplasmas en 3 de ellas (cuadro 3). El *A.mantegazzianus* tiene mayor porte que el resto de los germoplasmas, tanto por altura de la planta en pie como por longitud del tallo, mostrando también el mayor peso seco del tallo. En cuanto a este último carácter, el *A.mantegazzianus* se diferencia significativamente del *A.cruentus*, que fue el de menor biomasa en el tallo. Los criterios de selección para la altura, para facilitar la cosecha mecánica varían en distintas regiones desde 0,8 a 1,4 m (5, 16). En este sentido el *A.mantegazzianus* no se ajusta a los requerimientos tecnológicos. Esta especie se comportó como en su lugar de origen; mientras que los dos cultivares de *A.cruentus*, de porte mediano, y el híbrido, de porte bajo (4) mostraron porte alto aún cuando los suelos eran de baja fertilidad. Probablemente la respuesta se deba a la mayor disponibilidad de agua y temperaturas más altas en la pampa ondulada, con respecto a Anguil.

Si bien las diferencias entre germoplasmas en cuanto al rendimiento de granos o la producción de biomasa no son significativas, todos

superaron el criterio de rendimiento (1,5 t/ha) para la selección de germoplasmas en condiciones experimentales (5, 14). Todos mostraron buenos rendimientos en grano, comparables con o superiores a los informados en la bibliografía para otras regiones. En un ensayo de adaptabilidad realizado en Santiago del Estero, Norte de Argentina, se obtuvieron 2,2 y 1,5 t/ha de semillas de los cultivares Don Armando y Don Guiem de *A.cruentus*, respectivamente; mientras que con el híbrido de *A.cruentus* x *A.caudatus* se produjeron 1,2 t/ha (1). En Guatemala, en ensayos de selección realizados durante 6 años con 88 cultivares, los más adaptados produjeron de 3,8 a 2,0 t/ha con *A.cruentus* y 3,6 a 2,2 t/ha con *A.hypochondriacus* (6). En Chapingo, México, trabajando con selecciones mejoradas por autopolinización, se obtuvieron rendimientos de 3,1 a 5,3 t/ha de *A.hypochondriacus* y 2,1 a 4,5 t/ha de granos de *A.cruentus* (5). Las condiciones de humedad y de fertilidad del suelo, especialmente en N y P, así como la interacción entre ambos factores; afectan de manera notable tanto el rendimiento como el índice de cosecha (13), por lo cual esta comparación debe considerarse una generalización y analizarse en el contexto.

Los germoplasmas mostraron diferencias significativas en cuanto a la partición de materia seca (cuadro 3). El germoplasma de *A.mantegazzianus* se diferencia del resto, ya que la acumulación de materia seca se produce en su mayor parte en el tallo (51%) y es el menos eficiente en la

Cuadro 2. Medias y error estándar de todas las variables en cada germoplasma y en el conjunto.

Variables	Germoplasmas							Todos
	1	2	3	5	6	7		
Vegetativas								
DIA (cm)	2,33 ± 0,068	2,30 ± 0,051	2,17 ± 0,064	2,56 ± 0,055	2,25 ± 0,052	2,39 ± 0,072	2,33 ± 0,026 (125)	
ALT (m)	1,62 ± 0,026	1,67 ± 0,021	1,56 ± 0,039	2,15 ± 0,027	1,61 ± 0,022	1,66 ± 0,018	1,71 ± 0,021 (123)	
LIN (cm)	44,00 ± 1,437	37,08 ± 1,121	40,95 ± 2,357	39,00 ± 1,248	43,32 ± 1,265	43,5 ± 1,720	41,29 ± 0,689 (70)	
LTA (cm)	155,42 ± 0,027	168,17 ± 3,321	154,45 ± 4,695	207,25 ± 4,168	161,09 ± 2,658	157,08 ± 3,083	167,50 ± 2,634 (70)	
PFHOJ(g)	93,23 ± 11,601	90,76 ± 8,204	88,24 ± 10,702	80,52 ± 6,406	99,47 ± 6,335	80,16 ± 9,221	88,58 ± 3,628 (70)	
PSHOJ (g)	27,34 ± 3,653	23,38 ± 2,058	24,89 ± 3,312	23,22 ± 1,739	26,81 ± 1,576	21,75 ± 2,229	24,53 ± 1,031 (70)	
PSTA (g)	62,09 ± 5,243	61,28 ± 6,334	60,05 ± 6,766	85,38 ± 6,142	65,07 ± 2,861	53,48 ± 5,055	64,89 ± 2,489 (70)	
PLANTA (g)	168,35 ± 15,036	148,68 ± 14,896	152,08 ± 17,39	168,83 ± 12,386	170,29 ± 8,388	141,05 ± 13,881	158,13 ± 5,666 (70)	
AFF (dm ²)	46,06 ± 5,661	43,62 ± 11,59	39,53 ± 6,53	45,52 ± 17,762	44,08 ± 3,617	33,08 ± 2,597	41,99 ± 1,911 (70)	
AFS (dm ²)	36,93 ± 4,34	34,34 ± 2,38	35,76 ± 4,12	36,81 ± 2,404	37,23 ± 2,068	33,92 ± 3,677	35,81 ± 1,306 (70)	
Reproductivas								
PINF (g)	79,23 ± 6,989	65,33 ± 7,765	67,29 ± 7,767	59,32 ± 4,614	79,26 ± 5,603	64,18 ± 6,961	68,98 ± 2,794 (70)	
PINF2 (g)	83,12 ± 5,599	61,08 ± 5,599	67,27 ± 5,487	59,42 ± 3,809	69,90 ± 4,593	67,52 ± 5,109	68,29 ± 2,178 (128)	
EJE (g)	8,14 ± 0,657	5,92 ± 0,627	6,98 ± 0,625	6,83 ± 0,899	7,23 ± 0,472	7,17 ± 0,614	7,05 ± 0,269 (128)	
GR1 (g)	50,07 ± 3,317	40,96 ± 3,804	39,21 ± 3,813	36,79 ± 2,713	42,99 ± 3,025	39,60 ± 3,041	41,84 ± 1,381 (128)	
GRLI (g)	45,25 ± 3,056	34,23 ± 3,356	35,31 ± 3,522	31,66 ± 2,376	37,03 ± 2,791	35,63 ± 2,846	36,69 ± 1,267 (128)	
GRANZA (g)	29,72 ± 2,185	20,93 ± 9,012	24,97 ± 1,963	20,92 ± 1,328	25,64 ± 1,699	24,73 ± 1,901	24,55 ± 0,794 (128)	
P1000 (g)	0,82 ± 0,007	0,78 ± 0,10	0,77 ± 0,008	0,81 ± 0,051	0,81 ± 0,009	0,80 ± 0,009	0,80 ± 0,004 (128)	
Indices								
IC (%)	26,29 ± 0,699	24,67 ± 1,238	24,37 ± 1,181	18,53 ± 0,551	25,36 ± 1,065	25,15 ± 0,800	24,35 ± 0,452 (70)	
%HOJA	15,75 ± 1,134	16,07 ± 0,619	16,30 ± 0,854	13,86 ± 0,478	15,79 ± 0,587	15,47 ± 0,669	15,53 ± 0,313 (70)	
%TALLO	37,07 ± 0,798	41,34 ± 1,669	39,60 ± 0,744	50,88 ± 0,629	38,34 ± 1,226	39,41 ± 0,663	41,24 ± 0,676 (70)	
%GRIN (%)	55,77 ± 1,072	57,53 ± 0,828	54,98 ± 0,955	56,56 ± 0,632	55,14 ± 0,917	55,95 ± 0,980	56,01 ± 0,372 (70)	
ICRP (%)	47,25 ± 1,114	42,74 ± 1,841	44,13 ± 1,494	35,20 ± 0,806	45,95 ± 1,620	44,69 ± 1,008	43,45 ± 0,721 (70)	

Germoplasmas: 1) *A. hypochondriacus*; 2) *A. cruentus* cv. Don Armando; 3) *A. cruentus* cv. Don Guiem; 5) *A. mantegazzianus*; 6) *A. cruentus* x *A. caudatus*; 7) *A. caudatus*. El número entre paréntesis en la última columna indica la cantidad de datos (n). Los símbolos que identifican las variables se describen en el texto.

Cuadro 3. Prueba de Tukey para las variables que mostraron diferencias significativas en el ANOVA

	ALT (m)	G	LTA (cm)	G	PSTA (g)	G	IC (%)	G	%TA	G	ICRP (%)	G
	2,15	5	207,25	5	85,38 ^a	5	26,29 ^a	1	50,88	5	47,21 ^a	1
	1,67 ^a	2	168,17 ^a	2	65,07 ^{ab}	6	25,36 ^a	6	41,34 ^a	2	45,95 ^a	6
	1,66 ^a	7	161,09 ^a	6	62,09 ^{ab}	1	25,13 ^a	7	39,64 ^a	7	44,69 ^a	7
	1,62 ^a	1	157,08 ^a	7	61,28 ^{ab}	2	24,67 ^a	2	39,60 ^a	3	44,13 ^a	3
	1,61 ^a	6	156,00 ^a	1	60,05 ^{ab}	3	24,37 ^a	3	38,34 ^a	6	42,74 ^a	2
	1,56 ^a	3	154,45 ^a	3	53,48 ^b	7	18,53	5	37,07 ^a	1	35,20	5
CME	0,055		306,97		414,95		12,06		11,44		17,79	
W _{Tukey}	0,26		24,83		28,87		4,92		4,79		5,96	

G= Germoplasma identificado como en el cuadro 2; CME= cuadrado medio del error.

producción de granos; ya sea que la eficiencia se mida en términos de producción de semilla (IC=19%), o de panoja (ICRP=35%) en relación a la biomasa total. El germoplasma más eficiente fue *A. hypochondriacus*, que produjo más peso de granos por planta (45g); sin embargo, no difirió significativamente ni en IC ni en rendimiento de los otros 4 germoplasmas. Será necesario repetir el ensayo para comprobar su potencial. El GRIN (peso de granos en relación a peso de la panoja) no mostró diferencias significativas entre germoplasmas, por lo cual no resultó una variable útil para distinguirlos, como sí lo son el índice de cosecha (IC) y el peso de la panoja en relación al de la planta (ICRP). Los valores GRIN de los dos cultivares de *A. cruentus* en el lugar de origen, 57,47% para Don Guiem y 56,71% para Don Armando (17) son similares a los valores máximos obtenidos.

En la figura 1 se presenta la distribución de la biomasa en las partes

aéreas de los diferentes germoplasmas ordenados de acuerdo a sus IC. Si bien no se comprobaron diferencias estadísticamente significativas en cada variable aisladamente, su inspección conjunta (Lambda de Wilks = 0,1969, con p=0,000) permite interpretar la respuesta fenotípica (2). La tendencia de las variables respuesta en cuanto a la estrategia de utilización de un espacio productivo privilegia los germoplasmas G1 y G6 que, con una maquinaria fotosintética similar, concentran mayor biomasa utilizable en los granos de mayor calidad nutritiva que los tallos. También la polarización G5 vs el resto (especialmente G1 y G6), señala la importancia de desarrollar un programa de selección para lograr genotipos de porte más bajo y con IC por encima del 25% para la producción de alimento de calidad; mientras que los forrajes deben escogerse entre genotipos con IC menores a 18% y tendencia al bajo dominio apical.

Los seis germoplasmas probados

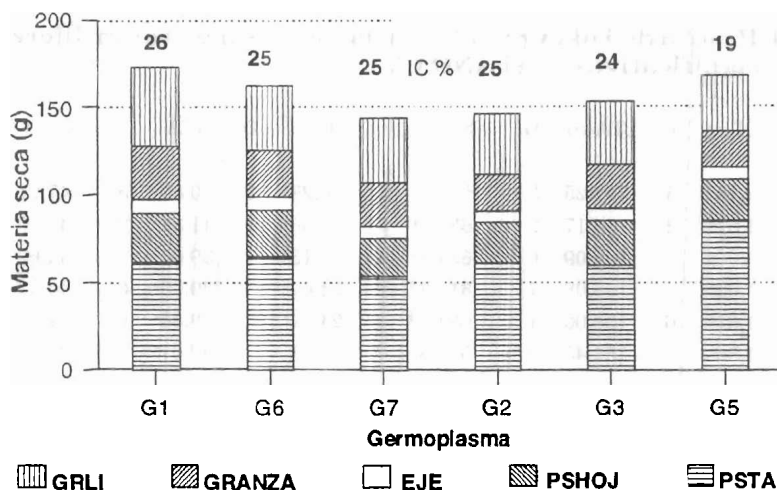


Figura 1. Distribución comparativa de la biomasa.

muestran adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la pampa ondulada, evaluados tanto por su rendimiento potencial, que es del mismo orden que para otros cultivos tradicionales (maíz:4,5 t/ha; soya:2,04 t/ha); como por el patrón de distribución de la biomasa en relación a la interacción genotipo-fenotipo (2). La respuesta a la fertilización nitrogenada, a la fecha de siembra y a la forma de cosecha ha sido comprobada para diferentes

germoplasmas en diversos ambientes (14, 17, 18). Se han realizado ensayos para determinar la mejor fecha de siembra, la densidad más adecuada y los efectos de la fertilización en el rendimiento y en la calidad del grano (Matteucci, en preparación). El *A. mantegazzianus* es el menos apto para la producción de granos, tanto por su bajo rendimiento como por el índice de cosecha, que lo presenta como una buena forrajera.

Agradecimientos

Se agradece al personal de campo del Instituto Fitotécnico Santa Catalina, de la Universidad Nacional de La Plata, por la ejecución en las

labores; a la Ing. Agr. Cristina Noelting por hacerse cargo del manejo de los cultivos. A la Dra. Laura Pla por la asesoría estadística.

Literatura citada

1. Casenave de San Filippo, E.C. y M.E. Toselli. 1994. Adaptabilidad de cultivares graníferos y forrajeros de amarantos (*Amaranthus* spp) y evaluación de su calidad alimentaria. p. 108-109. En: III Simposio Nacional de Cultivos Estratégicos de Valor Alimentario: Quinoa y Amarantos. Santa Rosa, La Pampa.
2. Coleman, J.S., K. D. M. McConaughay y and D. D. Ackerly. 1994. Interpreting phenotypic variations in plants. *Trends in Ecology and Evolution* 9: 187-191.
3. Covas, G. 1987. Fitomejoramiento de los amarantos. p. 2-5. En: Actas de las Primeras Jornadas Nacionales sobre Amaranto, Santa Rosa, La Pampa.
4. Covas, G. 1991. Cuatro cultivares de amarantos graníferos (*Amaranthus* L. spp) adaptados a las condiciones ambientales de la región semiárida pampeana de la República Argentina. p. 31. En: Anales del Primer Congreso Internacional de Amaranto.
5. Espitia, E. 1992. Amaranth germplasm development and agronomic studies in Mexico. En: J.R. Bale y C.S. Kauffman (Eds.) Special issue on grain amaranth: new potential for an old crop. *Food Reviews International* 8: 71-86.
6. González, J.M. y R. Bressani. 1987. Una guía para el cultivo de amaranto de grano - Resumen de experiencias en la Finca Experimental del INCAP. p. 5-7. En: El Amaranto y su Potencial, Boletín N°2. Oficina Editorial de Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
7. INTA. 1972. Carta de los suelos de la República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.
8. Matteucci, S. D. 1998. Fisiología vegetal y agronomía. *Interciencia* 13: 87-89.
9. Matteucci, S. D. y L. Pla. 1998. Estructura de correlaciones y selección de descriptores en la evaluación de germoplasmas de amaranto. Aceptado para publicación en la Rev. Fac. Agron. (LUZ). 15(6): 545-559
10. Michelena, R.O., C.B. Irurtia, F.A. Vavruska, R. Mon y A. Pittaluga. 1989. Degradación de los suelos en el Norte de la región pampeana. Publicación Técnica N°6, Proyecto de Agricultura Conservacionista. Estación Experimental Agropecuaria, INTA, Pergaminc. p. 1-31.
11. Morello, J. y S.D. Matteucci. 1997. Estado actual del subsistema ecológico del núcleo maicero de la pampa húmeda. p. 57-112. En: J. Morello y O. Solbrig (Comps.) ¿Argentina granero del mundo: hasta cuando? Orientación Gráfica Editora, S.R.L., Buenos Aires.
12. Morello, J. y S.D. Matteucci. 1997. El modelo agrícola del Núcleo Maicero como sistema complejo. p. 201-231. En: J. Morello y O. Solbrig (Comps.) ¿Argentina granero del mundo: hasta cuando? Orientación Gráfica Editora, S.R.L., Buenos Aires.
13. Piha, M.I. 1995. Yield potential, fertility requirements, and drought tolerance of grain amaranth compared with maize under Zimbabwean conditions. *Tropical Agriculture* 72(1): 7-12.
14. Saunders, R.M. and R. Becker. 1984. *Amaranthus*: A potential food and feed resource. *Adv. Cereal Sci. & Technol.* 6:357-396.
15. Stallknecht, G.E. and J.R. Schulz-Schaeffer. 1991. Amaranth red discovered. In: J. Janick y J.E. Simon (Eds.) Proc. Second Natl. Symp. New Crops: Exploration, research, commercialization. Timber Press, Portland, Oregon.

16. Sumar, L., J.Pacheco, A.I.Roca, G.Castelo, R. Aedo, Y.Callo and E. Valdeiglesias. 1992. Grain amaranth research in Perú. En: J.R. Bale y C.S. Kauffman (Eds.) Special issue on grain amaranth: new potential for an old crop. Food Reviews International 8: 87-124.
17. Vargas López, J.L., G.F. Covas y A.M. Sáenz. 1998. Determinación de la época de cosecha en cuatro cultivares de amarantos. Amarantos (Anguil) 21: 2-6
18. Walters, R.D., D.L. Coffey and C.E. Sams. 1988. Fiber, nitrate, and protein content of *Amaranthus* accessions as affected by soil nitrogen application and harvest date. HortScience 23: 338-341.