

Análisis Químico Comparativo entre *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus mantegazzianus*¹

R.M. de Troiani*, T.M. Sánchez*,
L.A. de Ferramola*, J. Vaquero**

ABSTRACT

In order to determine the nutritional quality of *Amaranthus cruentus* L. cv. Don Guien and *Amaranthus mantegazzianus* Pass. cv. Don Juan, and to establish the best time to use them as vegetables or fodder, calculations of dry material (MS) brute protein (PB), calcium (Ca), magnesium (Mg), phosphorus (P), brute fiber (FB), oxalic acid and nitrates were made in stems and leaves of both species, from the plantlet to the beginning of florescence. To analyze them, graphics were made with the percentages of each element and also of the growth units. Student's test was applied to compare the average of the results obtained in stems and leaves at the end of the cycle. These results were significant in both species, except those of MS, Ca and nitrates in *A. cruentus* and MS in *A. mantegazzianus*. Both contained similar quantities of all analyzed elements. The best time for use as a vegetable would be 40 to 45 days after sowing, and as fodder when the florescence appears.

RESUMEN

Con el fin de conocer y comparar la calidad nutricional de *Amaranthus cruentus* L. cv. Don Guien y *Amaranthus mantegazzianus* Pass. cv. Don Juan, así como establecer el momento óptimo para usarlas como hortalizas y/o plantas forrajeras se realizaron determinaciones de materia seca (MS), proteína bruta (PB), calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P), fibra bruta (FB), ácido oxálico y nitratos en tallos y hojas de ambas especies, desde el estadio de plántula hasta el inicio de la floración. Se confeccionaron gráficos con los porcentajes de cada uno de los elementos analizados y las unidades de crecimiento. Se aplicó la prueba de Student para confrontar las medias de los resultados obtenidos en cada uno de los elementos del tallo y las hojas al finalizar el ciclo estudiado. Estos fueron significativos para todos los casos en las dos especies a excepción de MS, Ca y nitratos en *A. cruentus* y MS en *A. mantegazzianus*. Las dos especies presentaron contenidos similares de todos los elementos analizados. El momento óptimo para el uso como hortícola se estableció alrededor de los 40 a 45 días posteriores a la siembra y para uso forrajero al inicio de la floración.

Palabras clave: *Amaranthus*, análisis químico, hortícola, forrajero.

INTRODUCCIÓN

Estudios realizados sobre *Amaranthus* sp. para conocer el contenido de elementos nutricionales y antinutricionales, tanto en la semilla como en la parte verde, destacan el valor alimenticio para el uso humano (Alfaro *et al.* 1987; Bertoni *et al.* 1984; Betsehart *et al.* 1981; Soriano *et al.* 1988; de Troiani 1987).

En Estados Unidos de América (EE.UU.), India y China, este cultivo ha adquirido gran auge por su alto valor nutritivo. Las semillas y las hojas de algunas especies de *Amaranthus* sobresalen por el potencial proteico que poseen (Birthe *et al.* 1987; Castañeda *et al.* 1987).

Este trabajo tiene como objetivos hacer un estudio comparativo de los nutrimentos y antinutrimentos en las hojas y los tallos de dos especies de *Amaranthus* con buen desarrollo en la zona semiárida pampeana, y establecer, con base en ellos, el momento óptimo para su empleo hortícola y/o forrajero.

¹ Recibido para publicación el 18 de diciembre de 1990.

* Docentes, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, Arg.

** Técnico auxiliar de laboratorio. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. Arg.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron semillas de *A. mantegazzianus* Pass. cv. Don Juan y *A. cruentus* L. cv. Don Guien, sembradas el 24 de noviembre de 1988 a chorrillo continuo, para lograr una densidad de 40 o más plantas por metro cuadrado, en parcelas contiguas, ubicadas en el campo de enseñanza de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. El propósito de la elevada densidad de siembra fue reducir el diámetro de los tallos debido al destino de las plantas (hortalizas de hoja y/o forrajeras). La siembra se hizo en hileras, separadas 0.50 m de distancia entre ellas (Frecentese y Covas 1987). De ambas especies, se tomaron muestras al azar cuando las plantas tenían de 2 hojas a 4 hojas, de 4 hojas a 6 hojas y de 8 hojas a 10 hojas. Luego, se muestrearon por separado el tallo y las hojas cada siete días aproximadamente. Las dos últimas muestras tomadas correspondieron al inicio de floración en ambas especies. Se determinaron unidades de crecimiento del cultivo (GDU), según Karlen *et al.* (1988), y se confeccionaron los gráficos con los porcentajes de cada uno de los elementos analizados con los GDU acumulados. Se establecieron pa-

trones estacionales del estado del tiempo con base en los GDU (Karlen *et al.* 1987) y los datos recogidos en la estación agrometeorológica (Boletín Mensual Estación Agrometeorológica 1989).

La determinación de la humedad se realizó en una estufa a 60°C, en cenizas por calcinación en mufla a 550°C (Pearson 1976) y el Ca y Mg por complexometría (Hamerly *et al.* 1984). El N se precisó por semimicro Kjeldahl (Volonteri y Jonas 1981) y el P, por colorimetría (Jackson 1964). Se calcularon la PB (N x 6.25), y la relación Ca:P. El nitrato se determinó por colorimetría (Cataldo *et al.* 1975) y ácido oxálico según la técnica de la *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC 1984). La FB se determinó por doble digestión con álcali y ácido (Jackson 1964). Las medias de los resultados de cada uno de los análisis efectuados en las hojas se compararon con las del tallo, mediante la prueba de Student con un nivel de significancia del 95 por ciento.

En el Cuadro 1 están los valores acumulados de GDU, lluvias, días posteriores a la siembra y estadio de las especies. En el Cuadro 2 se aprecian las características analíticas del suelo.

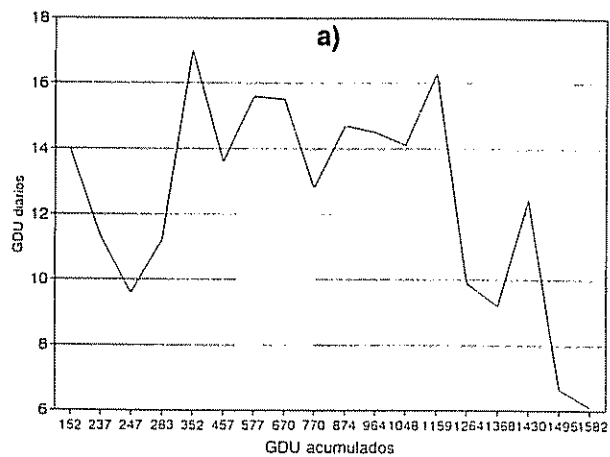
Cuadro 1. Valores acumulados de GDU, lluvias, días posteriores a la siembra y estadios correspondientes a *A. cruentus* y *A. mantegazzianus*.

GDU	Lluvia	Día	Estadios	
			<i>A. cruentus</i>	<i>A. mantegazzianus</i>
152	22.20	11	planta (2 hojas a 4 hojas)	planta (2 hojas a 4 hojas)
237	48.70	18	planta (4 hojas a 6 hojas)	planta (4 hojas a 6 hojas)
247	48.70	19	planta (6 hojas a 8 hojas)	planta (6 hojas a 8 hojas)
283	48.70	22	planta (8 hojas a 10 hojas)	planta (8 hojas a 10 hojas)
352	62.40	28	hojas y tallos	hojas y tallos
457	62.40	35	hojas y tallos	hojas y tallos
577	67.40	42	hojas y tallos	hojas y tallos
670	67.40	49	hojas y tallos	hojas y tallos
770	70.60	56	hojas y tallos	hojas y tallos
874	98.30	63	hojas y tallos	hojas y tallos
964	114.70	71	hojas y tallos	hojas y tallos
1 048	115.70	77	inicio de floración	hojas y tallos
1 159	140.70	84	inicio de floración	hojas y tallos
1 264	144.10	91	inicio de floración	hojas y tallos
1 368	221.40	99	inicio de floración	hojas y tallos
1 430	243.00	105	inicio de floración	hojas y tallos
1 495	255.00	112	inicio de floración	inicio de floración
1 582	272.00	123	inicio de floración	inicio de floración

Cuadro 2. Características analíticas del suelo.

Materia orgánica (%)	Granulometría (%)		
	Arcilla	Limo	Arena
1.30	13.2	17.8	65.0
pH (pastura saturada)	C E dsm -1	Capacidad de intercambio catiónico mEq/100 g	
6.9	0.64	13.08	
Cationes intercambiables (mEq/100 g)		P disponible ppm (Brays y Kurtz)	
Ca	Mg	Na	K
8.18	1.59	0.43	2.03

C.E. Conductividad eléctrica



La Fig. 1 presenta los GDU estacionales, la radiación solar y la humedad relativa correspondientes al período de crecimiento estudiado de ambas especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si bien ambas especies experimentan gran parte de su desarrollo en un período de GDU diarios que oscila entre 13 y 17, valores que corresponden a 250 GDU acumulados y 1250 GDU acumulados, el *A. mantegazzianus* posee un ciclo considerablemente más prolongado que el *A. cruentus*, y llega al inicio de la floración hasta los 1600 GDU acumulados (Fig. 1a)

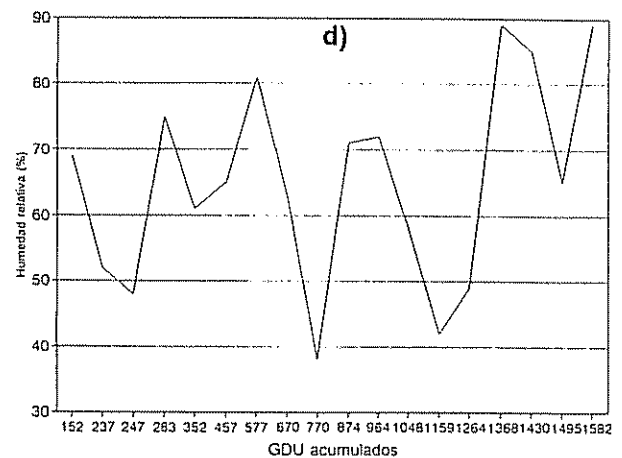
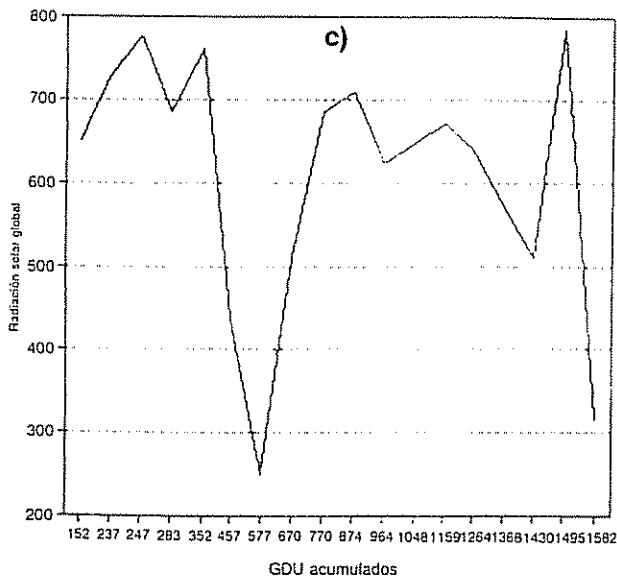
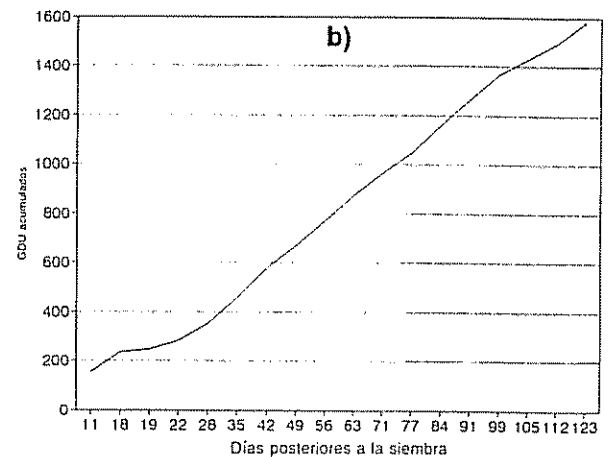


Fig. 1. (a) Variaciones diarias de GDU en función de los GDU acumulados; (b) GDU acumulados en función de los días posteriores a la siembra; (c), (d) radiación solar global y humedad relativa en función de GDU acumulados. Variables correspondientes al período de crecimiento de *A. mantegazzianus* y *A. cruentus*.

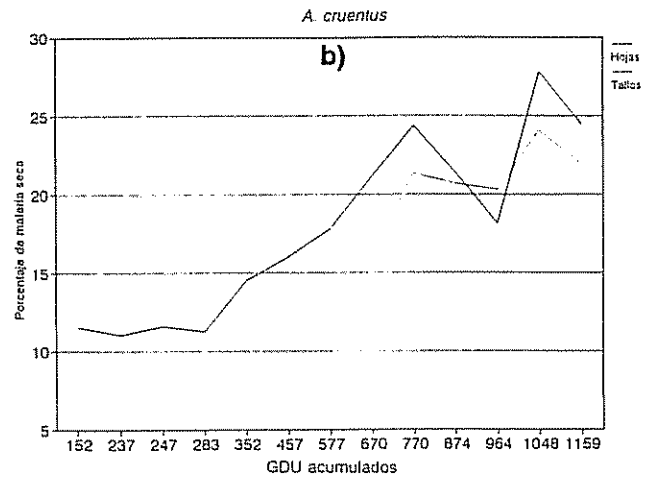
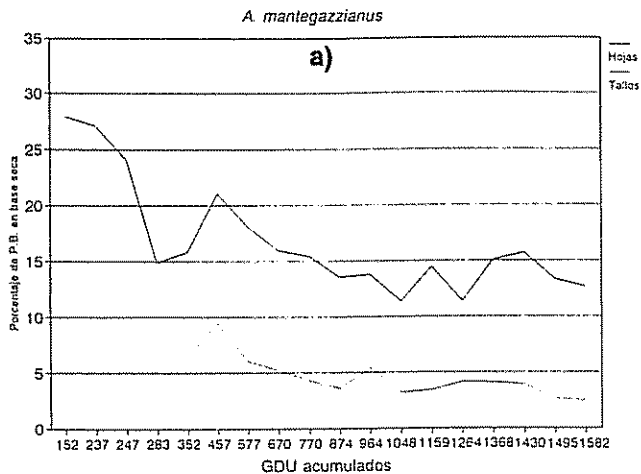


Fig. 2. Porcentaje de materia seca en tallos y hojas de a) *A. mantegazzianus* y b) *A. cruentus* en los distintos GDU acumulados.

El porcentaje de MS seca se incrementa en ambas especies a medida que se desarrollan, y es superior en las hojas, dato que coincide con Castañeda *et al.* (1987) (Fig.2).

El porcentaje de MS en *A. cruentus* comenzó a disminuir en las hojas a los 765 GDU hasta los 950 GDU para volver a incrementarse posteriormente. En *A. mantegazzianus* ocurrió lo mismo; en este caso la disminución fue apreciable a los 1300 GDU y 1600 GDU, por poseer un ciclo más largo que la especie anterior. En ambas especies, los valores de MS fueron superiores en las hojas que en los tallos, excepto cuando se presentaron las disminuciones mencionadas, las cuales coincidieron con las que se observan en la Fig. 1d.

La comparación de las medias al finalizar el ciclo analizado no estableció diferencias significativas entre el tallo y las hojas de las dos especies.

El porcentaje de PB tiene similar comportamiento en las dos especies estudiadas (Fig. 3); en ambas los valores son inferiores a los citados en la bibliografía (Pulido y Trinidad 1988). En el tallo y las hojas de *A. mantegazzianus*, el porcentaje de PB es levemente superior al de *A. cruentus*. La diferencia de porcentajes acumulados durante el período analizado, entre el tallo y las hojas de las dos especies, es significativa, pues fue un 68% superior en las hojas con respecto al tallo de *A. cruentus* y un 69% mayor en las hojas en relación con el tallo de *A. mantegazzianus*. Los valores más altos del porcentaje de PB se apre-

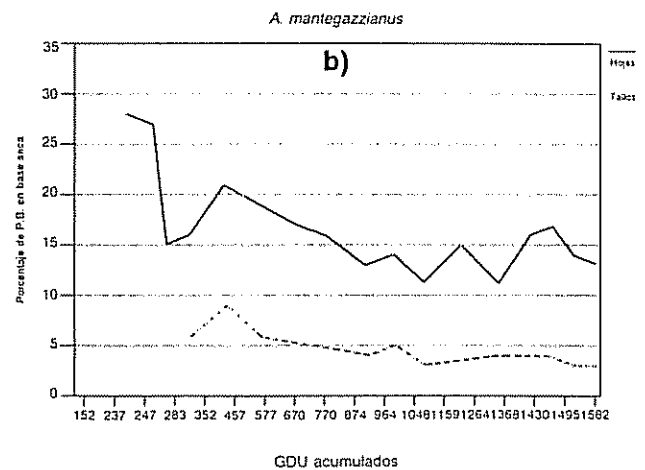
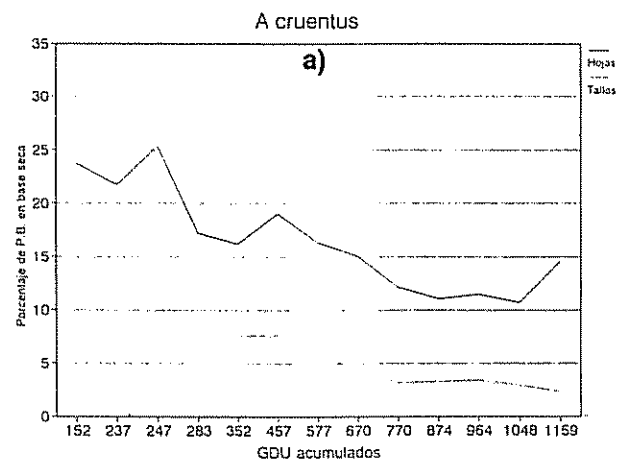


Fig. 3. Porcentaje de proteína bruta en base seca en tallo y hojas de a) *A. mantegazzianus* y b) *A. cruentus* en los distintos GDU acumulados.

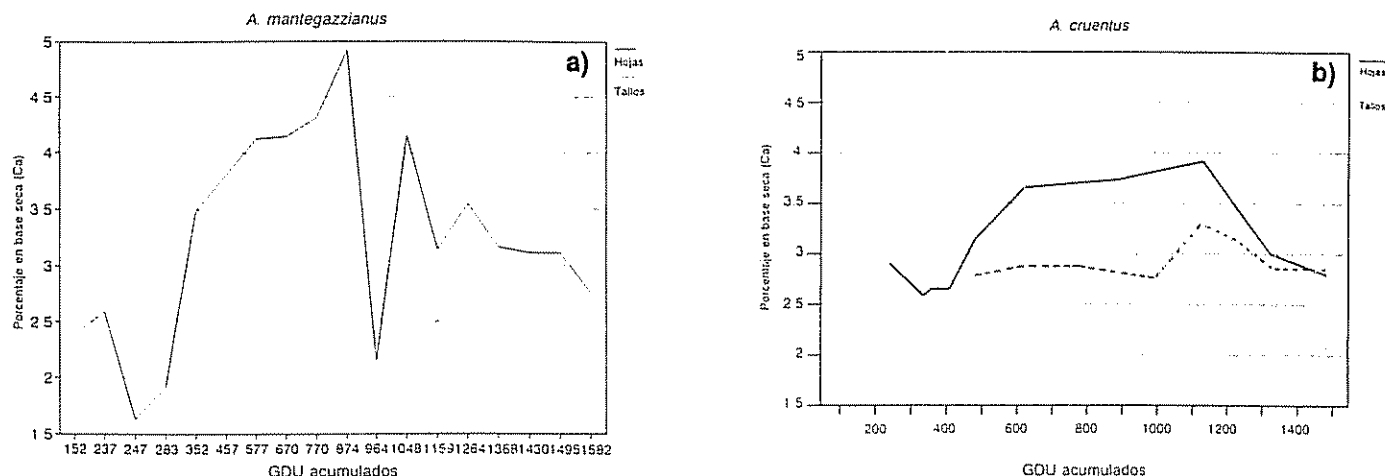


Fig. 4. Porcentaje de Ca en base seca en tallos y hojas de a) *A. mantegazzianus* y b) *A. cruentus* en los distintos GDU acumulados.

cieron en los estadios de plántula (Fig. 3), decayeron luego progresivamente y se recuperaron en los 450 GDU como respuesta a la humedad relativa. Sin embargo el descenso continuó y no se presentaron aumentos con la humedad por la precipitación en los 570 GDU (Fig 1d), pues la planta se encontraba en pleno crecimiento y aumento de biomasa

En *A. cruentus* se apreció, un incremento en el porcentaje de PB alrededor de los 1150 GDU causado por la humedad relativa y al inicio de la floración. El porcentaje de PB en *A. mantegazzianus* aumentó en 1350 GDU por la misma causa.

El porcentaje de Ca osciló, en ambas especies, entre 2% y 4.70%; valores que concordaron con los hallados por Hill en *A. retroflexus* (Hill y Rawate

1982), y fueron superiores a los que menciona Sullivan para forrajes en general (Sullivan 1969). El porcentaje más alto se determinó en las hojas, luego que las plantas aumentaron el número de 8 hojas a 10 hojas (Fig. 4). Los porcentajes obtenidos a los 600 GDU, que correspondían aproximadamente a 45 días de la siembra (Fig 1b), coincidieron con los citados por Castañeda *et al* (1987) para *A. hypochondriacus*. *A. mantegazzianus* sufrió incrementos y disminuciones en las hojas, superados los 900 GDU (Fig. 4). La comparación de las medias al finalizar el ciclo estudiado no mostró diferencias significativas entre el tallo y las hojas de *A. cruentus*. Esa diferencia en *A. mantegazzianus* fue muy significativa, por lo que se supone que, para esta especie, los valores del porcentaje de Ca en las hojas a 850 GDU difieren notoriamente de los porcentajes inferiores hallados en el tallo.

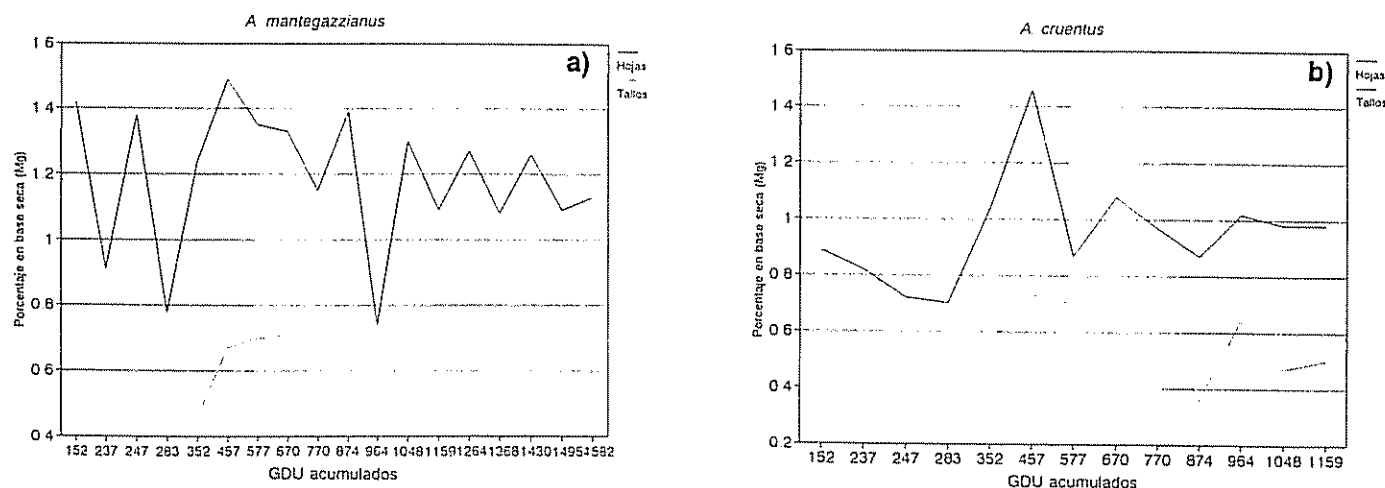


Fig. 5. Porcentaje de Mg en base seca en tallos y hojas en a) *A. mantegazzianus* y b) *A. cruentus* en los distintos GDU acumulados.

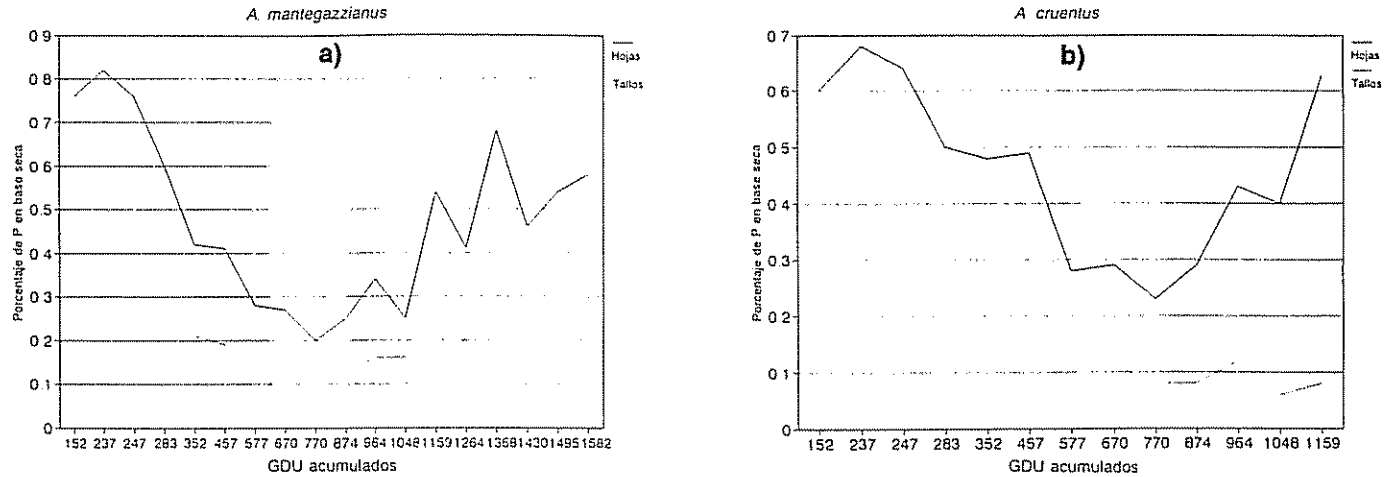


Fig. 6. Porcentaje de P en base seca en tallos y hojas de a) *A. mantegazzianus* y b) *A. cruentus* en los distintos GDU acumulados.

Los porcentajes de Mg de *A. cruentus* y *A. mantegazzianus*, calculados durante el ciclo estudiado, se encuentran en la Fig. 5. Los valores son similares en las dos especies, con tendencia a permanecer constantes. En *A. cruentus*, la media del ciclo en las hojas es de 1.03% y en tallos de 0.59 por ciento. Por su parte, en *A. mantegazzianus*, la media en las hojas es de 1.20% y en los tallos de 0.60 por ciento. Con la aplicación la prueba de Student para comparar las diferencias entre las medias, los porcentajes de Mg del tallo y las hojas resultaron significativos en ambas especies.

Los porcentajes de P hallados en las hojas durante el análisis fueron próximos a los citados por Hill para *Amaranthus* sp. y *A. retroflexus* (Hill y Rawate 1982). Los valores encontrados en las hojas y los tallos en ambas especies son inferiores a los citados por Castañeda *et al.* (1989) para *A. hypochondriacus*. La presencia de este elemento en la planta depende, en gran parte, de la fertilidad del suelo (Cuadro 2). Los valores porcentuales de este elemento son similares y presentaron igual tendencia en las dos especies estudiadas: disminuyeron con el crecimiento y aumentaron al inicio de la formación de la inflorescencia. Los porcentajes en las hojas son superiores a los del tallo durante todo el ciclo estudiado. La comparación de las medias entre el tallo y las hojas, señaló diferencias significativas.

Las relaciones Ca:P son mayores en el tallo que en las hojas en las dos especies (Cuadro 3), por los bajos contenidos de P en el tallo. Entre 577 GDU y 964 GDU, esta relación en las hojas se elevó por en-

cima de los valores considerados óptimos por Underwood 1981) para consumo animal, pues el porcentaje de Ca fue elevado en ambas especies durante este lapso (Fig. 4). El resto de los valores de la relación Ca:P en las hojas fue adecuado para mantener el equilibrio necesario de estos dos elementos para la nutrición animal (Underwood 1981).

Cuadro 3. Relación Ca:P correspondiente a tallos y hojas de *A. cruentus* y *A. mantegazzianus* en los distintos GDU acumulados.

GDU	<i>A. cruentus</i>		<i>A. mantegazzianus</i>	
	Tallos	Hojas	Tallos	Hojas
152		4.75		3.23
237		3.18		3.16
247		3.70		2.14
283		4.48		3.18
352	10.83	7.29	10.48	8.28
457	10.80	8.84	14.31	9.29
577	22.66	16.60	33.25	14.75
670	23.82	15.27	21.83	15.37
770	31.75	19.91	40.71	21.60
874	44.75	16.31	22.00	19.68
964	26.16	9.02	14.87	8.82
1 048	44.33	7.35	13.37	16.64
1 159	33.25	4.00	13.94	5.81
1 264			10.15	8.66
1 368			13.43	4.65
1 430			11.79	6.76
1 495			11.22	5.76
1 589			13.75	4.75

Dentro de los denominados antinutrientes, los porcentajes de nitrato tienen importancia en ambas especies por los valores que alcanzan en sus primeras fases de desarrollo. Es importante destacar que algunos autores, como Sullivan (1969), Hill y Rawate (1982) y Avila *et al.* (1987), citan como valores potencialmente tóxicos los comprendidos entre 0.21% y 2.00% en base seca. Los porcentajes de nitrato se comportaron en forma similar en las dos especies estudiadas. *A. mantegazzianus* posee un porcentaje de 1.35 de nitrato cuando tiene de 2 hojas a 4 hojas, el cual desciende notoriamente a medida que se incrementa el número de las hojas, lo que coincide con lo expuesto por de Troiani (1989).

En la Fig. 7 se observan dos incrementos posteriores en *A. mantegazzianus*, que llegaron a 0.78% y 0.31% en las hojas, originados por las precipitaciones producidas (Fig. 1d), ya que la humedad y la fertilidad del suelo influyen en el contenido de nitrato en los vegetales (Pearson 1976). La tendencia en las dos especies es la disminución de los porcentajes de nitratos a medida alcanza la madurez fisiológica, ya que los incrementos antes citados son cada vez menores y casi no hay respuesta al aumento de la humedad relativa, que se produjo alrededor de los 1500 GDU (Fig. 1d). Los porcentajes de nitratos en los tallos de *A. mantegazzianus* son inferiores a los de las hojas, por lo que se presentaron disparidades importantes al comparar las medias. *A. cruentus* posee porcentajes superiores en los tallos que en las hojas y, además, los tallos incrementan su medida con las precipitaciones, más que los de *A. mantegazzianus* (Fig. 7). En *A. cruentus* la comparación entre medias no fue significativa.

Los porcentajes de ácido oxálico en las especies analizadas de *Amaranthus* (Fig. 8) coincidieron con los citados por Hill (Hill y Rawate 1982) para hojas de *A. retroflexus*. Un amplio rango de los contenidos de oxalatos, que va de 5.22% a 24.98% en base seca, se citó para *Amaranthus*, así como los valores de 1.65%, 2.18% y 2.58% en la fase vegetativa para los distintos genótipos de *Amaranthus* (Avila *et al.* 1987). Los porcentajes de ácido oxálico hallados en las dos especies descendieron con la madurez fisiológica, apreciación que coincidió con la de Davis (1981) para *Atriplex*. Los valores de oxalatos que exceden el 10% son considerados potencialmente tóxicos (Avila *et al.*); en los vegetales, pueden ser de sodio y de potasio (solubles), y de calcio (insolubles); los primeros son más peligrosos, ya que el ión oxalato, por sus posteriores reacciones, resulta tóxico para el organismo animal. Es muy probable que en *A. mantegazzianus* y *A. cruentus* la cantidad de ese elemento corresponda a oxalatos de calcio por la abundancia que hay de este catión en ellos (Fig. 4).

Los valores de FB obtenidos en *A. cruentus*, variaron entre 23.77% y 31.06% en los tallos; y 8.77% y 15.93% en las hojas. En *A. mantegazzianus*, los porcentajes fueron de 20.35% a 31.51% en los tallos y de 8.77% a 16.83% en las hojas, lo que demuestra mínimas diferencias entre las especies estudiadas. Estas estimaciones coincidieron con las halladas por Bertoni (Bertoni y Cattano 1987) en *A. caudatus*, *A. cruentus* y *A. mantegazzianus*. La comparación de medias entre las hojas y los tallos mostró diferencias significativas en ambas especies al finalizar el periodo estudiado.

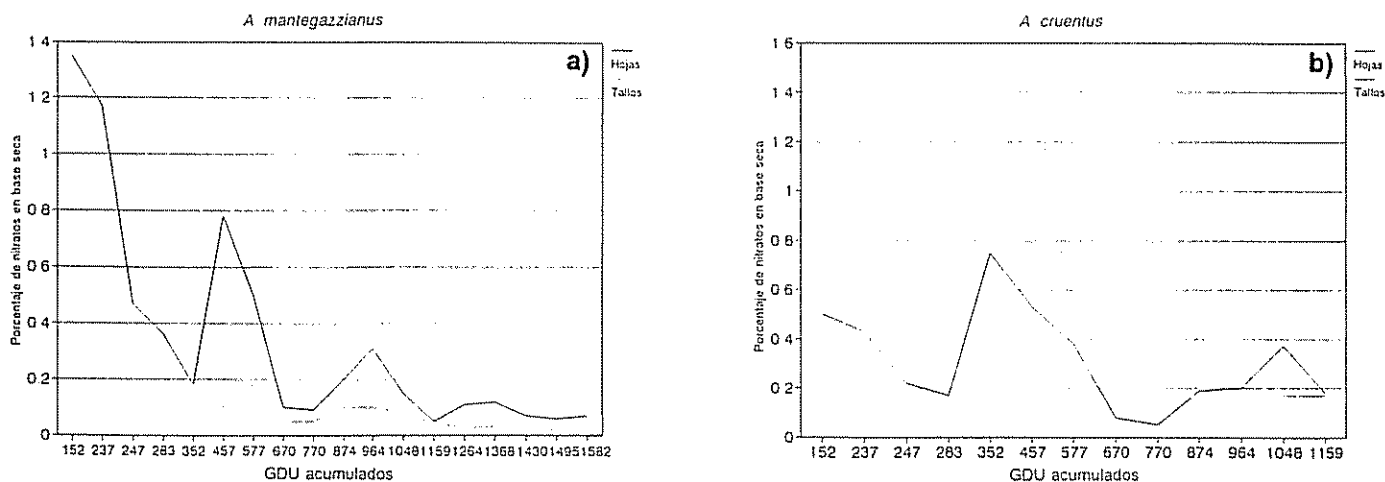


Fig. 7. Porcentaje de nitratos en base seca en tallos de a) *A. mantegazzianus* y b) *A. cruentus* en los distintos GDU acumulados.

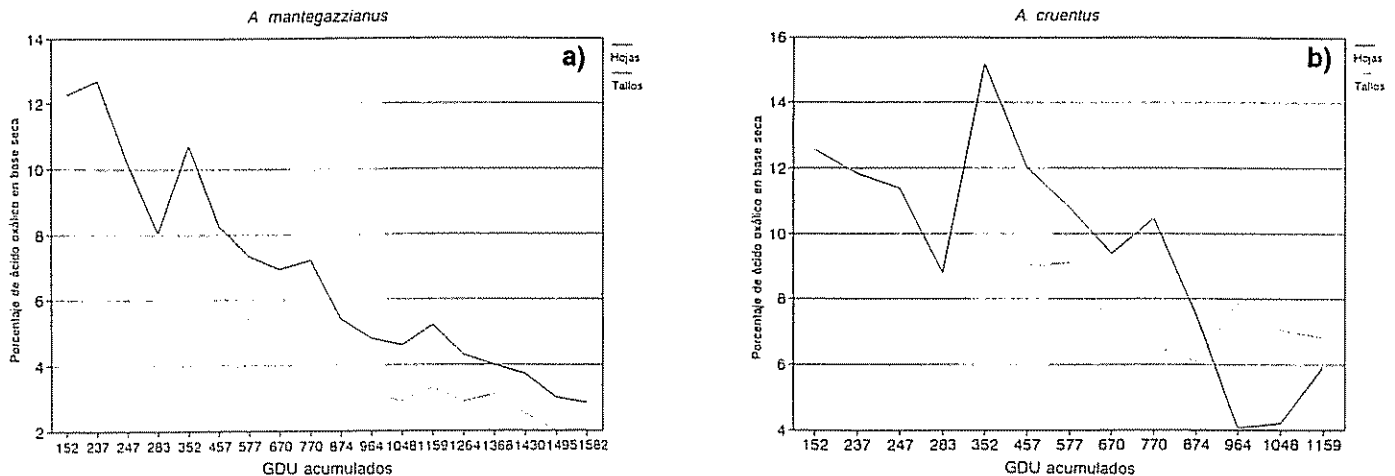


Fig. 8. Porcentaje de ácido oxálico en base seca en tallos y hojas de a) *A. mantegazzianus* y b) *A. cruentus* en los distintos GDU acumulados.

CONCLUSIONES

Ambas especies presentaron contenidos similares de nutrimentos y antinutrimentos analizados durante el ciclo vegetativo estudiado. Las dos respondieron a los aumentos de la humedad relativa con un incremento en los porcentajes de nitratos, y las dos se mostraron como excelentes portadoras de Ca, después del estadio de plántula. Los contenidos porcentuales de P, Mg y ácido oxálico son levemente superiores en *A. mantegazzianus*. La MS, levemente superior en las hojas, y la FB superior en un 50%, en el tallo, denotan la mayor riqueza de las primeras en nutrimentos, en el ciclo estudiado. Esta característica puede permitir que la inclusión de fibra en la dieta se regule con la variación de la densidad de siembra, para aumentar o disminuir el tamaño del tallo (Frecentese y Covas 1987). Todos los elementos analizados son superiores en las hojas excepto los nitratos en *A. cruentus* y en el valor de FB de ambas especies. Al finalizar el ciclo estudiado, se verificaron las diferencias significativas entre las medias de los tallos y las hojas para todos los elementos analizados, con excepción de MS, CA y nitratos en *A. cruentus*, y MS en *A. mantegazzianus*.

En caso de usarse como hortaliza de hoja, el momento adecuado sería alrededor de los 500 GDU a 600 GDU, que corresponde a los 40 días o 45 días posteriores a la siembra, momento en que se dan las mejores condiciones de riqueza en elementos nutricionales (elevado contenido de Ca y buen contenido de PB) en las dos especies.

Para un consumo sin los inconvenientes de los contenidos tóxicos de oxalatos y nitratos es recomendable hervir el *Amaranthus*, pues así los oxalatos se eliminan en gran medida y los segundos, casi en su totalidad, (Bertoni *et al* 1984; Hamerly *et al* 1984). Los riesgos de posible toxicidad causados por esos elementos ponen en duda el uso de *Amaranthus* en forma cruda, en el lapso de 40 días a 45 días después de la siembra y, aun más, en el estadio de plántula.

El uso de *Amaranthus* como forrajera es conveniente practicarlo después de los 700 GDU acumulados para evitar el riesgo tóxico, preferiblemente en el momento de la formación de la inflorescencia, que coincide con el mayor porcentaje de MS y con dependencia, en gran medida, de la aceptación del animal.

LITERATURA CITADA

- ALFARO, M A ; MARTINEZ, R R ; RAMIREZ y BRESANI, R 1987 Rendimiento y composición química del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en diferentes etapas fisiológicas Archivos Latinoamericanos de Nutrición 37:108-121.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1984. Official methods of analysis Washington, D.C.

- AVILA, F I ; SUAREZ, R G ; CALDERON, M 1987. Estudio comparativo de oxalatos y nitratos en seis genotipos de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Pedro Escobero Querétaro In Coloquio Nacional del Amaranto (Querétaro, Méx) p 193-203.
- BERTONI, M H ; GOMEZ, R G ; CATTANEO, P ; COVAS, G. 1984. Estudio sobre semillas de especies americanas de *Amaranthus*. II. Harinas de extracción de *A. caudatus* y *A. mantegazzianus*. Anales de la Asociación Química Argentina 72 (6):597-605.
- BERTONI, M H ; CATTANEO, P 1987 Aspectos nutricionales del follaje y de la semilla de amarantos americanos cultivados. In Jornadas Nacionales sobre Amarantos (I) Actas. Arg., Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa p. 63-86.
- BETSEHART, A A ; IRVING, D W ; SHEPHERD, A D ; SAUNDERS, R M. 1981 *Amaranthus cruentus*: Milling characteristics, distribution of nutrients within seed components, and the effects of temperature on nutritional quality Food Science (46):1181-1187.
- BIRTHE, P ; KALINOWSKI, L S ; EGGUN, O B. 1987. The nutritive value of amaranth grain (*Amaranthus caudatus*). I Protein and minerals of raw and processed grain. Plant Food for Human Nutrition 36:309-324
- BOLETIN MENSUAL ESTACION AGROMETEOROLOGICA. 1989 Arg. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa
- CASTAÑEDA, C L ; SUAREZ, R G ; VALDEZ, L A 1987. Evaluación del amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) como hortaliza en comparación con la espinaca (*Spinacea oleracea* L.) cv Viroflay In Coloquio Nacional del Amaranto (Méx., Querétaro) p 150-162.
- CATALDO, D A ; HAROON, M ; SCHRADER, L E ; YOUNGS, V L. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid Soil Science and Plant Annals 6(1):71-80.
- DAVIS, A M. 1981 The oxalate, tannin, crude fiber, and crude protein composition of young plants of some *Atriplex* sp. Journal of Range Management 34(4)
- FRECENTESE, A M ; COVAS, G. 1987. Técnicas culturales de los amarantos In Jornadas sobre Amarantos (I). Arg., Santa Rosa, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. p 56-62.
- HAMERLY, J ; MARRACINO, J ; PIAGENTINI, R. 1984. Curso de química analítica Buenos Aires. El Ateneo p 1006.
- HILL, R M ; RAWATE, P D. 1982. Evaluation of food potential, some toxicological aspects, and preparation of a protein isolate from the aerial part of amaranth (pig-weed) Journal of Agricultural Food Chemicals 30:465-469.
- JACKSON, L N 1964 Análisis químico de suelo 2a ed. Trad. del inglés por J.B. Martínez Barcelona, Omega. 662 p.
- KARLEN, D L ; SADLER, E J ; CAMP, C R 1987 Dry matter, nitrogen, phosphorus and potassium accumulation rates by corn on Norfolk loamy sand Agronomy Journal (79):649-656
- KARLEND, D L ; FLANNERY, SADLER, E J. 1988 Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn Agronomy Journal 80:232-242.
- PEARSON, D. 1976. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Traducción del inglés por C. Romero, J. Miranda y Suso. Esp., ACRIBIA. 331 p.
- PULIDO, M C ; TRINIDAD, S A. 1988 Efecto de nitrógeno y humedad en el rendimiento de grano, materia seca y contenido de proteína de *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus cruentus* In Coloquio Nacional del Amaranto. Méx., Querétaro
- SORIANO, S J ; BRITO, F E DE LA ; TOVAL, G L R. 1988. Valor nutritivo de semillas de amaranto procesadas mediante un sistema de lecho fluidizado In Coloquio Nacional del Amaranto. Méx., Querétaro. p. 234-241.
- SULLIVAN, J T 1969. Chemical composition of forages with reference to the needs of the grazing animal. Washington, D C.. U S Department of Agriculture, Agronomy Research Service p 34-107
- TROIANI, R DE 1989. Contenido de nitratos y proteína en plántulas de *Amaranthus cruentus* L. cv Don Guien. Universidad Nacional de La Pampa, Facultad de Agronomía. Arg. Amarantos, novedades e informaciones no. 2 p. 2-3.
- TROIANI, R DE ; MIRASSON, E ; COVAS, G 1987. Análisis químico comparado de "alegría" (*A. cruentus* L.) y maíz pisingallo (*Zea mays* L. var *Oryzaea Kulechov*). In Jornadas Nacionales sobre Amarantos (I.). Actas. Arg., Universidad de La Pampa. Facultad de Agronomía, Santa Rosa. p 102-105.
- UNDERWOOD, E J 1981. Los minerales en la nutrición del ganado. Traducción del inglés por P.D. Maluenda. Esp. ACRIBIA. 210 p
- VOLONTERI, H ; JONAS, O. 1981 La determinación de N en materiales biológicos. Boletín del Centro Pampeano de Estudio en Ciencias Naturales y Agronómicas no. 2 p 23-30.