

# RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE DON JUAN CON RIEGO COMPLEMENTARIO EN ZONA SEMIÁRIDA PAMPEANA, ARGENTINA

## INFLUENCE OF NITROGEN FERTILIZATION WITH COMPLEMENTARY IRRIGATION IN THE PRODUCTION OF BIOMASS AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SEMIARID PAMPA REGION ARGENTINA

R. M. de Troiani, T. M. Sánchez, J. C. Bazán Salvador

Facultad de Agronomía UNLPam., CC300, AR-LP 6300, Santa Rosa La Pampa, Argentina.  
[mdetroini@agro.unlpam.edu.ar](mailto:mdetroini@agro.unlpam.edu.ar)

**RESUMEN.** En las prácticas culturales de nuevos cultivos como lo es el amaranto, es importante conocer la respuesta a la fertilización para incrementar el potencial de producción. Por lo que el objetivo fue averiguar la respuesta a la fertilización nitrogenada de la producción y características morfológicas de los cortes realizados en *Amaranthus mantegazzianus* Passerini CV Don Juan. La siembra se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía UNLPam., Santa Rosa, La Pampa, Argentina, en parcelas con cinco surcos distanciados 0,40 m. Se realizaron seis tratamientos los que consistieron en fertilizaciones con urea, al momento de los distintos cortes en forma alternada y sin fertilizar. El diseño correspondió a bloques al azar con cuatro repeticiones. Se utilizó riego complementario para asegurar la humedad habitual de la zona. Los cortes realizados, en una totalidad de cuatro, correspondieron a hojas, tallos y pecíolos tiernos. Se midieron las siguientes variables: producción de materia verde y materia seca, área de la hoja, ancho del tallo, largo del pecíolo, número de hojas por planta. Se calculó la relación, área de la hoja / largo de pecíolo. Se realizó prueba de T para la comparación de las variables correspondientes al segundo corte y ANOVA y prueba de Tukey para las variables del tercer y cuarto corte. Cada planta originó entre dos y tres rebrotes luego de cada corte. El ancho del tallo principal sufre una disminución con respecto a los rebrotes cortados. Se encontró respuesta a la fertilización a partir del tercer corte, manifestándose en aumentos de materia verde, materia seca, tamaño de hoja y largo de pecíolo. La cantidad de cortes no dependió de la fertilización.

**PALABRAS CLAVE:** Amaranto, rendimiento, corte, materia verde, urea.

**SUMMARY.** For new crops such as amaranth it is important to develop adequate cultural practices including fertilization dosages and response. The objective of study was to quantify nitrogen fertilization response on production and morphological characteristic of *Amaranthus mantegazzianus* Passerini CV Don Juan. Seeding was carried out in the experimental field of the Facultad de Agronomía UNLPam. Santa Rosa, La Pampa, Argentina, in plots with five furrows at 0,40 m distance. Six treatments were carried out that consisted in fertilization with urea, at the moment of the different cuts in alternate form and without fertilization. The experimental design corresponded to random blocks with four repetitions. Complementary irrigation was used to ensure the normal humidity of the area. Four cuts were realized, separated into leaves, tender stems and petioles. Variables measured: production of green and dry matter, leaf area, width of the stem, length of the petiole, number of leaves per plant. The relation of leaf area/length of petiole was calculated. The variables of the second cut were compared with T test and ANOVA and Tukey test for the variables of the third and fourth cut. Each plant originated between two and three regrowths after each cut. The width of the main stem diminished in the regrowth cuts. Fertilization response was noticeable starting from the third cut, showing increases of green matter, dry matter, leaf area, length of petiole. The amount of cuts obtained from each plot did not depend on the fertilization.

**KEY WORDS:** Amaranth, yield, cut, green matter, urea.

## INTRODUCCION

Varias especies del género *Amaranthus* son cultivadas para la alimentación humana (grano y hoja), para alimentación animal (grano) y como forraje y ensilaje. La parte aérea es rica en nutrientes, tiene 26,7 % de proteína, 9,9 % de fibra, 19,9 % de cenizas, 3,2 % de lípidos y 39,7 % de carbohidratos. Además posee 2034 mg de calcio por 100g, hierro 30 mg por 100g y fósforo 311 mg por 100g, todos referidos a base seca. Los contenidos de nitratos en hojas, oscilan desde 0,4 % a 0,9 % y oxalatos desde 0,6 % a 9,1 % ( Bertoni, y Cattaneo, 1987).

Los amarantos poseen el ciclo fotosintético  $C_4$  que les permite un rápido crecimiento, con una temperatura óptima de desarrollo que oscila entre 30 y 40° C y no muestran saturación lumínica aún con las intensidades máximas de un día claro de verano. El crecimiento suele disminuir cuando decrece la intensidad lumínica y baja la temperatura (Kigel, 1996).

En Argentina, el cultivo del amaranto se presenta como una alternativa potencial para un área superior a las 5.000.000 ha, ubicadas en la región semiárida, al norte de la Patagonia (Covas, 1994).

El cultivar *Amaranthus mantegazzianus* Passerini CV Don Juan, de buen desarrollo en la zona semiárida pampeana de Argentina, produce importantes volúmenes de biomasa en relativamente corto tiempo, tiene la particularidad de originar abundantes rebrotes una vez que se ha cortado la parte apical y en algunos casos puede realizarse hasta tres cortes. El rendimiento de materia verde de cada corte, que incluye hoja tallo y pecíolo, puede alcanzar a 21 t ha<sup>-1</sup> o más según las condiciones ambientales (Troiani, *et al.*, 1998).

El amaranto responde con crecimiento y alta producción de hojas a la fertilización nitrogenada. El crecimiento de la raíz es muy poco influenciado por los agregados de nitrógeno. Se ha observado un valor alto de raíz/ parte aérea en plantas desarrolladas con bajos contenidos de nitrógeno (Rigel, 1996.)

Se logran incrementos en la producción de amaranto tipo mexicano 656 mediante fertilización nitrogenada y fosfórica con dosis de 100, 110 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (Martínez *et al.*, 1996).

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 (Monteros, *et al.*, 1998). Una muy buena respuesta a la fertilización con nitrógeno y fósforo, no así al potasio son reportados

por Kietz (1992). *Amaranthus mantegazzianus* Passerini CV. Don Juan respondió a la fertilización con NPK, con riego complementario, en cultivo intensivo aumentando el rendimiento de materia verde y contenido de proteína cruda (Reinaudi, *et al.*, 2004.)

El presente trabajo tuvo por finalidad evaluar el rendimiento de biomasa, materia seca, área foliar, largo pecíolo, ancho de tallo, número de hojas por planta y relación lámina/pecíolo de amaranto (*A. mantegazzianus* Passerini CV Don Juan) fertilizado con urea en el momento de realizar los cortes y sin fertilizar, utilizando riego complementario.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación del estudio.** El ensayo se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Agronomía UNLPam., Santa Rosa, Argentina (36° 32,726' S y 64° 18,271' W, a 135 m sobre el nivel del mar). Se utilizó *Amaranthus mantegazzianus* Passerini = *A. edulis* Spegazzini CV. Don Juan, cultivar obtenido en la Estación Experimental Agropecuaria "Ing. Agr. Guillermo Covas", del INTA de Anguil, La Pampa, Argentina. Esta especie posee destacado potencial de producción y adaptación a la agricultura extensiva, se utiliza tanto para la producción de grano como para follaje (Troiani *et al.*, 1998).

**Características del suelo.** 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 1,66 %; pH sobre pasta saturada 6,56; conductividad eléctrica, 0,41 dSm<sup>-1</sup>, contenido de fósforo (Mét. Brays y Kurtz) 28,6 mg kg<sup>-1</sup>, nitratos 47,1 mg kg<sup>-1</sup>, nitrógeno de nitrato 10,6 ppm, calcio 4,46 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, magnesio 0,80 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, sodio 0,68 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, potasio 3,55 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>.

**Manejo del cultivo.** Se realizaron las labores culturales propias de la preparación para los cultivos de verano, para ello se pasó en el mes de septiembre una rastra doble pesada a fin de permitir la acumulación de agua y nitratos. Dos días antes de la siembra se pasó el cincel a fin de eliminar las malezas y emparejar el suelo. La siembra se realizó el día 15 de Noviembre de 2005 en parcelas de 5,50 m de largo por 1,40 m de ancho, con 5 surcos distanciados 0,40 m, con cuatro repeticiones. Se emplearon aproximadamente 4,5 kg<sup>-1</sup> de semilla. Se tapó y compactó levemente con rastrillo a una profundidad de siembra no superior a 1,5 cm. Los cortes, en su totalidad cuatro, se hicieron a 0,10 – 0,15 m del suelo cuando las plantas de las parcelas sin

fertilizar tenían entre 0,40 y 0,50 m de altura. Los rebrotes fueron cortados cuando alcanzaron igual altura, correspondiendo a las siguientes fechas: 16/12/05, 29/12/05, 16/01/06, 07/02/06. Se cortó toda la parcela y 1 m lineal del surco central se destinó para las mediciones correspondientes. La fertilización con urea, a razón de 100 kg ha<sup>-1</sup> se realizó luego de cada corte, en forma alternativa como se detalla en el Cuadro 1. Se dejó un testigo sin fertilizar.

La totalidad de las parcelas fueron mantenidas libres de malezas mediante escardilladas efectuadas en forma mecánica entre parcelas y a mano entre surcos, durante el estadio juvenil de las plantas (25 días a partir de la emergencia).

En el mes de febrero se realizó el control de la oruguita de la verdolaga, *Loxostege bifidalis* (F.) (Lepidoptera: pyralidae: Pyrautinae).

Fue necesario recurrir al riego complementario, para disminuir la condición adversa de la falta de humedad, condición atípica en los últimos dos años en la zona (Vergara, G. y Casagrande, G. 2002). En el Cuadro 2 figuran las precipitaciones medias mensuales, riego aplicado y temperaturas medias mensuales de los meses en que se realizó el ensayo.

Del metro lineal cortado en cada corte, se midió: producción de materia verde y materia seca y se seleccionaron 10 plantas al azar para la determinación de: área de las hojas (largo por ancho), ancho del tallo (medido a 1 cm del corte), largo del pecíolo, número de hojas por planta. Se calculó la relación, área 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. Se calculó el rendimiento acumulado de materia verde (MV) y materia seca (MS) por muestra y en kg ha<sup>-1</sup>.

Se realizó prueba de T para la comparación de las medias de las variables correspondientes al segundo corte y ANOVA para las variables del tercer y cuarto corte. En los casos en que se halló significancia entre las medias, se compararon con prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de corte establecida, permitió el desarrollo de los rebrotes originados de las yemas asilares de las hoja basales, ubicadas en los 0,10 – 0,15 m próximos a la raíz.

**Cuadro 1:** Distribución de la fertilización por bloques para los distintos tratamientos.

Bloques	Tratamientos
1	Sin fertilización
2	Fertilización 1 <sup>a</sup> corte
3	Fertilización 2 <sup>a</sup> corte
4	Fertilización 1 <sup>a</sup> y 3 <sup>a</sup> corte
5	Fertilización 2 <sup>a</sup> y 3 <sup>a</sup> corte
6	Fertilización 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> y 3 <sup>a</sup> corte.

**Cuadro 2:** Precipitaciones medias mensuales, riego complementario y temperaturas medias máximas y mínimas mensuales correspondientes al período de desarrollo del cultivo.

Meses	Precip. Medias mensuales (mm)	Riego (mm)	Tem.°C Medias mensuales	
			Máximas	Mínimas
Noviembre	24,0	23	35,5	4,2
Diciembre	61,5	76	38,6	5,0
Enero	62,0	35	38,6	7,7
Febrero	171,8	13	36,6	6,3
Marzo	106,8	-----	34,0	3,5

Precip.: Precipitaciones. Tem.: Temperaturas.

Se realizaron cuatro cortes, uno más de los mencionados por Troiani, *et al.*, 1998, en la misma especie, sembrada en el mes de Diciembre sin fertilizar y sin riego.

Luego del último corte las plantas comenzaron a formar la inflorescencia en respuesta al fotoperíodo, las que no llegaron a la maduración por ocurrencia de heladas.

### Primer corte

El primer corte se realizó en las 24 parcelas del ensayo, correspondió a un período de crecimiento de 48 días con riego complementario y sin fertilización. Se obtuvo un rendimiento promedio de MV de 696 g/muestra, de MS de 60 g/muestra. El área foliar promedio fue de 42,48 cm<sup>2</sup>, N° promedio de hojas por plantas 17, ancho de tallo promedio de 7,31 mm, lardo de pecíolo promedio de 6,21 cm y 9,34 % de MS, en respuesta a la fertilidad del suelo y al vigor de las plantas en pleno desarrollo.

### Segundo corte

El segundo corte correspondió a los rebrotes que originó la planta al cortarse el tallo principal.

Analizado el segundo corte, se obtuvieron los resultados que se muestran en el cuadro 3.

Los rendimientos de MV y MS correspondientes al segundo corte no presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las parcelas fertilizadas y sin fertilizar. Contrariamente a lo que indica Ayodele (2006), que la altura de planta, número de hojas producidas, materia verde y seca incrementan cuando aumenta la cantidad de nitrógeno agregado en dos especies de *Amaranthus*, no se hallaron diferencias significativas entre las medias de ninguna de ellas, por lo que se presupone no hubo respuesta para las variables medidas, a la primera fertilización realizada al momento del primer corte.

Según Kigel (1996), la aplicación de 200 kg / ha de N incrementa la producción de hojas en un 75 % en *A. hybridus* y en un 60 % en *A. hypochondriacus* comparados con el control. A su vez las plantas que no fueron fertilizadas presentaron una coloración verde amarillentas comparadas con el color verde intenso de

las fertilizadas. También, *A. hybridus* presentó aumentos en la materia verde mientras que *A. hypochondriacus* aumenta la producción de semilla. El agregado de 100 kg/ha de N es el óptimo para *A. hybridus*. Estos datos corresponden a plantas que no fueron cortadas.

En todas las variables medidas en el segundo corte, se aprecia una disminución con respecto al valor promedio del primer corte, a causa del estres producido a las plantas por el corte y por tratarse de rebrotes que las plantas originaron (entre dos y tres rebrote por planta) al cortarse el tallo principal en el primer corte. La MV tuvo un desarrollo de 13 días solamente a partir del primer corte. Esto puede apreciarse claramente en la disminución del ancho de tallo (de 7,31 mm a 5,4-5,1 mm) debido a los rebrotes laterales originados de las yemas axilares de la planta, al cortarse el tallo principal.

### Tercer corte

En el tercer corte, cuyo material correspondió a un desarrollo de 15 días desde el segundo corte, los rendimientos de MV y MS son superiores en forma altamente significativa en las parcelas que fueron fertilizadas en la primera y segunda fecha con respecto a todas las demás. También la MV es superior en las parcelas fertilizadas en la segunda fecha con respecto a las no fertilizadas y similar a las fertilizadas en la primera fecha (Cuadro 4).

En este mismo corte el área foliar y el número de hojas por planta no presentó diferencias significativas entre los tratamientos.

El ancho de tallo es significativamente ( $P < 0,05$ ) superior en las plantas fertilizadas dos veces (en el primer y segundo corte) con respecto a las no fertilizadas y a las fertilizadas en el segundo corte.

El largo del pecíolo resultó similar en las plantas no fertilizadas con las fertilizadas en el primer corte y las fertilizadas en el segundo corte. A su vez, las fertilizadas dos veces (en el primer y tercer corte) tuvieron un largo de pecíolo superior ( $P < 0,01$ ) con respecto a los otros tratamientos (Cuadro 4).

**Cuadro 3.** Valores obtenidos de las variables medidas en *A. mantegazzianus* correspondientes al segundo corte para las parcelas fertilizadas y sin fertilizar.

Tratamientos	MV(g/muestra)	MS(g/muestra)	AF (cm <sup>2</sup> )	N° h/planta	AT(mm)	LP(cm)
SF	480 a	50 b	34,87 c	11,49 d	5,4 e	5,09 f
CF	450 a	50 b	28,89 c	11,47 d	5,1 e	5,31 f

SF: Sin fertilización. CF: Con fertilización. Números seguidos de igual letra no difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

### Cuarto corte

En el cuarto corte (Cuadro 5) el rendimiento de MV de las parcelas que fueron fertilizadas en las tres fechas no difieren de las fertilizadas dos veces (en la primera y segunda fecha) y (segunda y tercera fecha). Las fertilizadas en la segunda y tercera fecha junto con las que recibieron tres fertilizaciones presentan el mayor rendimiento de MV y se diferencian en forma altamente significativa con respecto a las que no recibieron fertilización, contribuyen a esta diferencia el largo de peciolo y el área foliar.

La producción de MS de las parcelas fertilizadas no difieren significativamente ( $P < 0.05$ ) entre si, pero la MS de las parcelas fertilizadas tres veces difiere

significativamente ( $P < 0.05$ ) de las que no recibieron fertilización.

El área foliar de las parcelas fertilizadas no difieren significativamente entre sí. Las parcelas que fueron fertilizadas en la primer y tercer corte tuvieron un área foliar significativamente superior ( $P < 0.05$ ) a las que no fueron fertilizadas, al igual que en *A. powellii* que la aplicación de nitratos, aumenta el área de la hoja, favoreciendo la división y expansión celular (Kigel, 1996).

El número de hojas por planta y el ancho del tallo no presentaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos en el cuarto corte.

**Cuadro 5.** Valores obtenidos de las variables medidas en *A. mantegazzianus* correspondientes al cuarto corte para los distintos tratamientos.

Tratamientos	MV(g/muestra)	MS(g/muestra)	AF(cm <sup>2</sup> )	Nºh/planta	AT(mm)	LP(cm)
SF	400 a	60 a	17,83 a	9,70 a	0,47 a	3,76 a
Fert. 1º C.	490 ab	70 ab	25,53 ab	9,65 a	0,46 a	4,08 ab
Fert. 2º C.	470 ab	70 ab	19,22 ab	9,90 a	0,41 a	3,83 a
Fert. 1º y 2º C.	600 abc	70 ab	30,57 b	11,75 a	0,53 a	5,27 b
Fert. 2º y 3º C.	650 bc	70 ab	30,47 ab	13,20 a	0,54 a	4,78 ab
Fert. 1º, 2º y 3º C.	730 c	80 b	26,38 ab	10,40 a	0,54 a	4,95 ab

SF: Sin Fertilización. Fert.: Fertilización. MV: Materia Verde. MS: Materia Seca. AF: Area Foliar. Nº h: número de hojas.

AT: Ancho de Tallo. LP: Largo Peciolo.

**Cuadro 6.** Rendimiento promedio de materia verde (MV) (g/muestra) y materia seca (MS) (g/muestra) de *A. mantegazzianus* por corte y rendimiento acumulado de ellos (g/muestra), correspondiente a los distintos tratamientos.

Tratamientos	Cortes				Renimiento MV	acumulado MS				
	1ª	2ª	3ª	4ª						
	MV	MS	MV	MS	MV	MS				
S/F	424	43	460	54	335	52	401	57	1620,5 a	205,5 a
Fertilizado Al 1ª Corte	577	58	354	41	417	62	493	69	1834,25 ab	229,0 ab
Fertilizado Al 2ª Corte	776	69	362	44	433	62	469	65	2040,0 abc	240,0 ab
Fertilizado Al 1ª y 3ª corte	821	65	511	53	424	58	597	72	2354,0 bc	248,0 ab
Fertilizado Al 2º y 3º Corte	776	70	627	59	532	66	650	75	2572,5 c	269,0 ab
Fertilizado Al 1ª, 2ª y 3ª Corte	797	73	497	47	659	77	732	84	2685,5 c	281,0 b

SF: Sin Fertilizar. Números encolumnados seguidos de igual letra no difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

El largo de pecíolo resultó significativamente superior en las parcelas que fueron fertilizadas dos veces (primer y segundo corte) con respecto a las no fertilizadas y a las fertilizadas en el segundo corte. Las tres fertilizaciones origina los valores máximos de MV y MS, pero ellos no se diferencian significativamente de los valores obtenidos de las parcelas fertilizadas dos veces (1º y 2º fecha), por lo que estas dos últimas fertilizaciones serían suficientes para una producción superior de MV y MS con un buen tamaño y número de hojas por planta.

En el Cuadro 6 se puede ver que las parcelas que fueron fertilizadas dos y tres veces, tienen los mayores rendimientos acumulados de MV a causa del mantenimiento e incremento, en algunos casos, de la producción de MV en los cortes realizados. La diferencia significativa la presentan las parcelas que fueron fertilizadas dos veces (al segundo y tercer corte) y las fertilizadas tres veces con respecto a las no fertilizadas y a las fertilizadas al 1º corte.

Amaranto presenta una fuerte respuesta en el crecimiento a los agregados de N. En cultivos de amaranto, la aplicación de N resulta en alta producción

de hojas. Algunas especies son afectadas en forma diferente, en *A. retroflexus*, *A. spinosus* y *A. viridis* es influenciado el crecimiento de la raíz por el agregado de bajas dosis de N, aumentando la relación raíz/tallo. En este caso se ve favorecida la disminución del vuelco (caída de la planta por desarraigo o quebradura del tallo). Con baja disponibilidad de N altera la distribución de las hojas pero no el área foliar producida por unidad (área foliar específica) (Kigel, J. 1996).

Los rendimientos acumulados de MV y MS expresados en ( $t\ ha^{-1}$ ) para todos los tratamientos figuran en el Cuadro 7. Los valores obtenidos de MV se hallan entre  $40,5\ t\ ha^{-1}$  y  $67,1\ t\ ha^{-1}$ , material que se obtuvo en un lapso de noventa días. Los valores obtenidos son superiores a los hallados por Troiani, R. M. de y otros, 1998 en *A. mantegazzianus* sembrado en el mes de Diciembre y sin fertilización.

La relación lámina de la hoja/pecíolo (Cuadro 8) es inferior al hallado por Troiani, R. y otros, 2005 en *A. mantegazzianus* en un primer corte, con y sin fertilización, los que fueron de 10,15 y 8,29 respectivamente.

**Cuadro 7.** Rendimiento de MV y MS acumulada de *A. mantegazzianus*, correspondiente a todos los tratamientos.

Tratamientos	NV ( $t\ ha^{-1}$ )	MS ( $t\ ha^{-1}$ )
S/F	40,5	5,1
Fertilizado al 1º corte	45,8	5,7
Fertilizado al 2º corte	51,0	6,0
Fertilizado al 1º y 3º corte	58,0	6,2
Fertilizado al 2º y 3º corte	64,3	6,7
Fertilizado al 1º, 2º y 3º corte	67,1	7,0

S/F; Sin fertilización.

**Cuadro 8.** Valores promedios de la relación: lámina de la hoja ( $cm^2$ )/largo de pecíolo (cm) de *A. mantegazzianus* correspondientes a los tres últimos cortes y a cada tratamiento.

Tratamientos	2º Corte	3º Corte	4º Corte
S/F	6,85	6,38	4,47
Fertilizado Al 1ª Corte	5,44	5,93	5,28
Fertilizado al 2ª Corte		5,86	5,01
Fertilizado al 1ª y 3ª corte		6,17	5,80
Fertilizado al 2º y 3º Corte			6,37
Fertilizado al 1º, 2º y 3º corte			5,32

Como se aprecia en el Cuadro 8, la relación lámina de la hoja/pecíolo, se mantiene pareja en todos los cortes, esto haría presumir que junto a una expansión de la hoja, se produce un crecimiento del pecíolo.

Eventualmente la conservación de un exceso de producción de materia verde para su posterior consumo, implicaría algún proceso (deshidratado, ensilado, arrollado, realización de cubos deshidratados) para los cuales el contenido acuoso de los tallos y pecíolos retrasaría el tratamiento y desmejoraría levemente el aspecto y calidad del material (Bertoni, *et al.*, 1992). Una relación alta lámina de la hoja/pecíolo contribuiría a disminuir esta condición.

En la Figura 1 se aprecian los porcentajes de MS de todos los cortes y tratamientos. En el segundo corte no hubo diferencias significativas en los % de MS entre las parcelas fertilizadas y sin fertilizar. En el tercer corte se aprecia una disminución de los % de MS en el orden que fueron fertilizadas las parcelas.

En este mismo corte se detectó una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) entre las parcelas no fertilizadas y las fertilizadas dos veces (1º y 2º corte) (Figura 1).

En el cuarto corte se mantiene la tendencia de disminuir la MS a medida se fertiliza, en este caso la diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) se originó entre las parcelas no fertilizadas y las fertilizadas dos veces (2º y 3º corte) y tres veces (Figura 1)

Tanto la disminución como el aumento de la MV en los distintos cortes no fue de igual proporción que la MS. Esta última manifestó una menor respuesta a los agregados de fertilizante que la MV, a causa de una mayor absorción de agua por parte de las plantas fertilizadas (Cuadro 6).

## CONCLUSIONES

En las condiciones del ensayo realizado, la respuesta a la fertilización comenzó a manifestarse a partir del tercer corte.

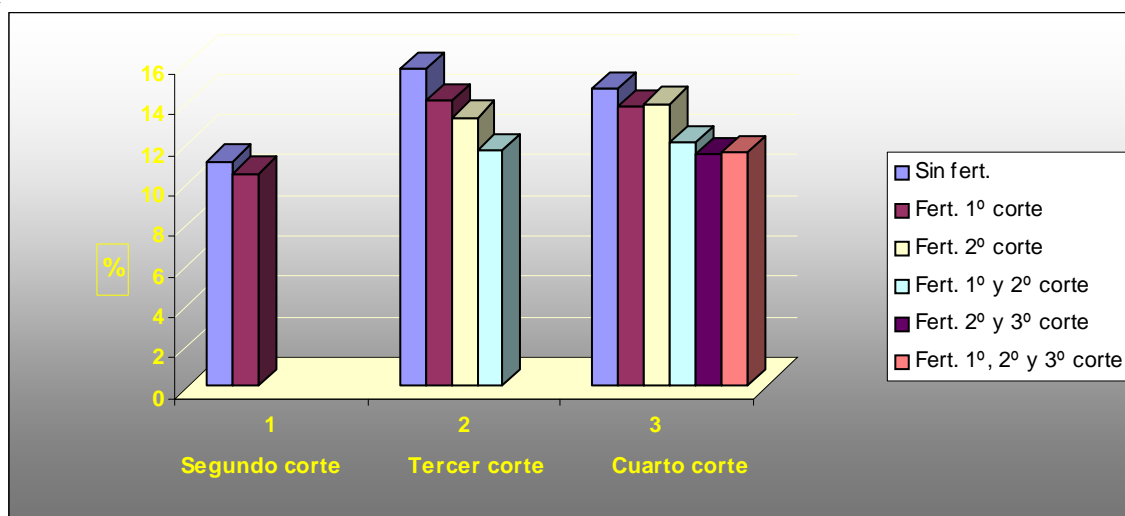
La cantidad de cortes realizados no dependió de la fertilización.

El número de hojas por planta no fue afectado por la fertilización.

A partir del segundo corte el ancho del tallo promedio, permaneció similar para todos los tratamientos y se manifestó marcadamente inferior al ancho de tallo principal del el primer corte.

Con dos y tres fertilizaciones se favoreció la expansión de la hoja acompañada con un alargamiento del pecíolo. En el tercer corte, el aumento de la producción de MV y MS, al fertilizarse dos veces, estuvo fuertemente influenciada por el aumento del ancho del tallo y largo de pecíolo.

La fertilización en el 2º y 3º corte sería suficiente para lograr buenos rendimientos acumulados de MV y MS



Fert.: Fertilización.

**Figura 1.** Valores de los porcentajes de MS de los tres últimos cortes correspondientes a los distintos tratamientos.

## LITERATURA CITADA

- Ayodele, V. I. 2006. Influence of nitrogen fertilisation on yield of *Amaranthus* species. International Society for Horticultural Science ISHS [www.actahort.org/members/showpdf?booknr=571\\_9](http://www.actahort.org/members/showpdf?booknr=571_9)
- Bertoni, M. H. y Cattaneo, P. 1987. Aspectos nutricionales del follaje y de la semilla de Amarantos. Americanos Cultivados. Actas de las Primeras Jornadas Nacionales sobre Amarantos. Universidad Nacional de La Pampa. Fac. de Agr. Santa Rosa, La Pampa, Argentina. pp. 63-86.
- Bertoni, M. H.; Cataneo, P. y Covas, G. 1992. Composición química del follaje deshidratado naturalmente de *Amaranthus cruentus* L. cv. Don Guen. Amaranto, Novedades e Informaciones. Fac. de Agr. UNLPam., INTA. N° 12 :2-3.
- Covas, G. 1994. Perspectiva del cultivo de los amarantos en la República Argentina. EEA, INTA Anguil. Santa Rosa, La Pampa, Argentina, Publicación Miscelánea. No. 13 pp. 10
- Henderson, T. L.; Burton, L. J. y Schneiter, L. 1998. Grain Amaranth Seeding Dates in the Northern Great Plains. *Agrom. J.* 90:339-344.
- Kauffman, C. S. y Weber L. E.. 1990. Grain Amaranth . *In:* J. Janick and J.E. Simon (eds.), *Advances in new crops*. Timber Press, Portland, OR. pp. 127-139.
- Kietz, R. 1992. Compendio del amaranto. Rescate y revitalización en Bolivia. Ed. Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales. (ILDIS) Ed. Garza Azul. La Paz. Bolivia., 175 p.
- Kigel, J. 1996. Biotechnology for an Ancient Crop: Amaranth. *In:* Amaranth biology, chemistry and technology. Chapter 4. O. Paredez López, (ed). CRC Press Inc., pp. 223.
- Martínez Martínez, O.; Velasco Velasco, V. y Carrillo, R. 1996. Amaranto 96, Taller Iberoamericano. Rosario. Argentina. pp 3.
- Monteros, C. J.; Nieto, C. C.; Caicedo, C. V.; Rivera, M. M. y Vimos, C. N. 1998. "INIAP Alegría". Primera variedad mejorada de Amaranto 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)
- 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.
- Troiani, R. M. de; Sánchez, T. y Ferramola, L. 2005. Incidencia de la fertilización en amaranto. Zona semiárida Pampeana (Argentina). *Rev. FCA UNCuyo*. Tomo 37. (2): 65-71.
- Troiani, R. M. de; Sánchez, T. ; Reinaudi, N. ; 1998. Una amarantácea con posibilidades de consumo y cultivo granífero y hortícola. *Rev. Fac. Agron. (LUZ) Universidad del Zulia. Venezuela.* 15:30-37.
- Troiani, R. M. de; Sánchez, T.; Reinaudi, N.; Ferramola, L. A. 2004. Optimal sowing dates of three species of grain-bearing amaranth in the semi-arid Argentine Pampa. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2 (3): 385-391.
- Vergara, G. T.; Casagrande, G. A. 2002. Estadísticas agroclimáticas de la Facultad de Agronomía, Santa rosa, La Pampa, Argentina. *Rev. Fac. de Agronomía UNLPam.* Vol. 13 (1-2):7-70.