

PRODUCCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA
CORRESPONDIENTE A 18 GENOTIPOS DE AMARANTOS SEMBRADOS
EN LA FACULTAD DE AGRONOMÍA UNLPAM.

—
Autores: _ Enrique, Lucas Sebastian
_ Olivieri, Claudio Ezequiel

Director: _ Ing. Agr. Reinaudi, Nilda Blanca

Cátedra Química III

Ingeniería Agronómica

Facultad de Agronomía UNLPam.

Año: 2012

INDICE

Contenido	Paginas
Carátula.....	1
Índice.....	2
Resumen.....	3
Introducción.....	4
Materiales y Métodos.....	6
Resultados	13
Discusión.....	18
Conclusión	21
Agradecimientos.....	22
Bibliografía.....	22

RESUMEN

Dieciocho genotipos de amaranto correspondiente a semillas propias e introducidas de germoplasma de México y República Checa se cultivaron en el campo de la Facultad de Agronomía UNLPam, con el objetivo de estudiar los siguientes caracteres vegetativos y reproductivos: días necesarios para la emergencia de las plántulas, días para la cobertura del entresurco, diámetro de tallo, días necesarios para que el 50% de las plantas llegue a antesis, a madurez lechosa-pastosa y a madurez fisiológica del grano, altura de plantas a cosecha, largo de panoja en las plantas marcadas, porcentaje de plantas que permanecían en pie a la cosecha, rendimiento de grano expresado en kg ha^{-1} e índice de cosecha.

Todos los genotipos estudiados cumplieron su ciclo fenológico en las condiciones en que se realizó el ensayo. Determinamos genotipos que no son adecuados como *A. hypochondriacus* San Antonio para la producción de semilla debido al “reverdecimiento de la panoja” y *A. hypochondriacus* var Revancha morfotipo Mercado por la heterogeneidad de planta e inflorescencia. *A. hypochondriacus* 280 FK-FH1 fue el que tuvo el ciclo más corto, de ciclo intermedio resultaron *A. cruentus* Mexicano, R 127, var Amont, cv Don Guiem y *A. pumilus* RAFIN K 340 y presentaron un ciclo largo *A. hypochondriacus* var Nutrisol morfotipo azteca, *A. hypochondriacus* Rojita/rosita, *A. mantegazzinus* cv. Don Juan, *A. cruentus* Don Leon y *A. cruentus* Candil. El Índice de cosecha osciló entre 10,5 para *A. hypochondriacus* var. Revancha y *A. hypochondriacus* 280 FK-FH1, contra los 22.5 para *A. hypochondriacus* cv Artasa 9122.

La producción de semilla fue superior en *A. hybridus* K593 con un rendimiento de semilla 2020 Kg ha^{-1} , con igual significancias se encuentran *A. hypochondriacus* cv Artasa 9122 de 1578 Kg ha^{-1} , *A. hypochondriacus* Rojita/ rosita con 1574 Kg ha^{-1} , *A. cruentus* var. Morelos 1519 Kg ha^{-1} , *Amaranthus cruentus* cv Candil 1482 Kg ha^{-1} entre otros. Los de menor

rendimiento de semilla resultaron ser *Amaranthus cruentus* R 127350 kg ha^{-1} y *Amaranthus cruentus* Mexicano 353 kg ha^{-1} .

INTRODUCCION

La familia Amaranthaceae está compuesta de aproximadamente 60 géneros, uno de ellos es el género *Amaranthus* que comprende aproximadamente 50 especies.

Las áreas de origen de los amarantos graníferos (principalmente *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*) están distribuídas a través de México y se extiende en el interior de Guatemala y el sud-oeste de EEUU de América. En Sud América se encuentra en una banda estrecha que se extiende desde el sur de Ecuador, a lo largo del Perú y Bolivia hasta el norte de la Argentina. Fueron domesticados más tempranos o concurrentemente con el maíz. Probablemente después de la conquista de América emigró de México, Guatemala y de los Andes peruanos a la India, Europa, África y Asia. El cultivo del amaranto se inició hace unos 5000 años y llegó a constituirse en una fuente alimenticia de los pueblos aztecas, incas y mayas, tan importante como el maíz y los porotos. También forma parte de la dieta de numerosas comunidades africanas y de la India (Ayole, 2006; Muyonga *et al.*, 2008).

El interés mundial por el amaranto es muy reciente, a partir de los años 80, aparecen las primeras investigaciones, lideradas por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos y prácticamente se produce un redescubrimiento del cultivo, justificado principalmente por su valor nutritivo y potencial agronómico (Kauffman, 1992).

En la actualidad es cada vez mayor el interés en nuevos recursos vegetales y nuevos procesos de producción que contribuyan a resolver los difíciles y complejos problemas que está atravesando la disponibilidad de alimentos en un planeta cada vez más poblado (Matteuci y Pla,

1998). Por lo tanto el amaranto, sin intención de transformarse en un cultivo providencial, puede aportar soluciones, especialmente a pequeños productores, que en definitiva son los que más están sufriendo el impacto de situaciones desfavorables.

La disponibilidad de genotipos de alto rendimiento, posibilitará la incorporación de esta especie a los sistemas de producción agropecuaria de la región y su inclusión en la industria de alimentos como una fuente de proteína de alto valor biológico, favorecido por la ausencia de gluten en el grano, determinando un alimento de calidad para los celíacos.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar los siguientes caracteres vegetativos y reproductivos en 18 genotipos de amaranto: días necesarios para la emergencia de las plántulas, días para la cobertura del entresurco, diámetro de tallo, días necesarios para que el 50% de las plantas llegue a antesis, a madurez lechosa-pastosa y a madurez fisiológica del grano, altura de plantas a cosecha, largo de panoja en las plantas marcadas, porcentaje de plantas que permanecían en pie a la cosecha, rendimiento de grano expresado en kg ha^{-1} e índice de cosecha.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 18 genotipos (Gen) de amaranto correspondiente a semillas propias e introducidas de germoplasma de México y República Checa (Tabla 1) que se sembraron en el campo de la Facultad de Agronomía UNLPam. (S: 36° 32', 726', W: 64° 18', 721', 210 msnm), en un suelo que se clasifica como Haplustol éntico (Tabla 2).

Tabla 1: Identificación y origen de los 18 genotipos sembrados en la campaña 2006/07

Gen	Nombre del genotipo
1	<i>Amaranthus cruentus</i> Mexicano (INTA Anguil, L.P.) “ <i>A. cruentus</i> Mex”
2	<i>Amaranthus cruentus</i> R 127 (Origen: México) “ <i>A. cruentus</i> R 127”
3	<i>Amaranthus pumilus</i> RAFIN K 340 (Don.: Rep. Checa) “ <i>A. pumilus</i> RAFIN K 340”
4	<i>Amaranthus cruentus</i> L. var. Amont (Origen: USA) “ <i>A. cruentus</i> L var Amont”
5	<i>Amaranthus caudatus</i> L. CAC 48A (Origen: Perú) “ <i>A. caudatus</i> L. CAC 48A”
6	<i>Amaranthus cruentus</i> cv. Don Guiem (INTA Anguil, L.P.) “ <i>A. cruentus</i> cv Don Guiem”
7	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> var. Revancha morfotipo Mercado (Origen: México) “ <i>A.hyp</i> Revancha”
8	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> var. Nutrisol morfotipo Azteca “ <i>A. hyp</i> Nutrisol”
9	<i>Amaranthus cruentus</i> var. Tarasca morfotipo Mexicano (Origen: México) “ <i>A. cruentus</i> cv Tarasca”
10	<i>Amaranthus cruentus</i> var. Morelos (Origen: México) “ <i>A. cruentus</i> var Morelos”
11	<i>Amaranthus hybridus</i> K 593 (USA PI 538325) “ <i>A. hybridus</i> K593”
12	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> 280 FK-FH1 (Origen: Hungría) “ <i>A. hyp</i> 280 FK-H1”
13	<i>Amaranthus cruentus</i> cv. Don León (INTA Anguil, L.P.) “ <i>A. cruentus</i> Don León”
14	<i>Amaranthus cruentus</i> cv. Candil (Origen: Río Cuarto) “ <i>A. cruentus</i> Candil
15	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> San Antonio (Origen: México) “ <i>A. hyp</i> San Antonio “
16	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> Rojita/Rosita (Origen: México) “ <i>A. hyp</i> Rojita/Rosita”
17	<i>Amaranthus mantegazzianus</i> cv. Don Juan (INTA Anguil, L.P.) “ <i>A. mantegaz</i> cv. Don Juan”
18	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> cv. Artasa 9122 (INTA Anguil, L.P.) “ <i>A. hyp</i> cv. Artasa 9122”

Tabla 2: Características físico-químicas del suelo utilizado en el ensayo.

Bloques	Fosforo (ppm)	CATIONES DE INTERCAMBIO (meq/100g)				CIC (meq/100g)	pH
		Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²		
1	88.55	0.73	3.5	9.36	1.14	15.63	6.45
2	69.65	0.94	3.4	9.57	1.87	16	6.73
3	46.69	0.66	3.2	10.60	2.29	16.87	6.57
4	37.10	0.74	3.55	9.36	1.35	18.37	6.76

El clima de la región es semiárido con temperaturas que en invierno alcanzan los -13,0 °C y en el verano las temperaturas máximas rondan los 42.0 °C. (Tabla 3) y aproximadamente seis meses con heladas (Tabla 4). Con vientos dominantes del cuadrante nor-noreste y del suroeste (Grafico1). Las precipitaciones son escasas y presentan una mala distribución (Gráficos 2 y 3).

Tablas 3: Temperatura del aire (°C) (serie 1964/2007)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media mensual	22.8	21.6	19.2	15.1	11.2	7.8	7.4	9.3	12.1	15.4	18.7	21.5
Máxima absoluta	41.5	40.0	37.8	36.5	31.1	25.7	28.2	32.6	34.0	36.7	39.2	42.2
Mínima absoluta	1.5	0.9	-4.5	-9.1	-10.5	-12.8	-13.2	-10.7	-10.5	-7.6	-2.9	-0.1

Tabla 4: Fecha media de heladas para la localidad de Santa Rosa.

	1.50 m.		0.05 m.	
Localidad	FECHA MEDIA 1° HELADA	FECHA MEDIA ULT. HELADA	FECHA MEDIA 1° HELADA	FECHA MEDIA ULT. HELADA
Santa Rosa	21/4 +/-16 días	14/10 +/-18 días	27/3 +/-28 días	7/11 +/-19 días

Grafico 1: Direcciones predominantes de los vientos.

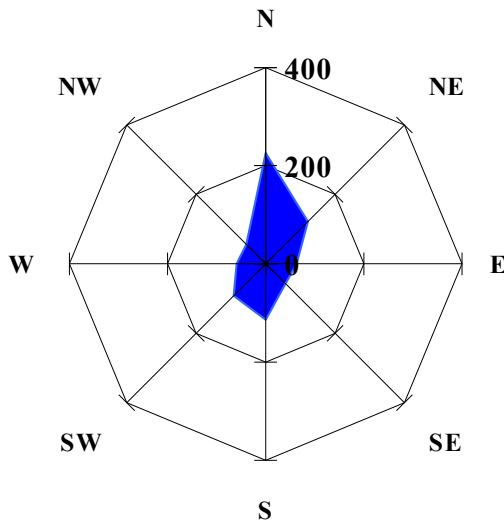


Grafico 2: Distribución media de las precipitaciones y temperaturas media, máxima y mínimas promedio.

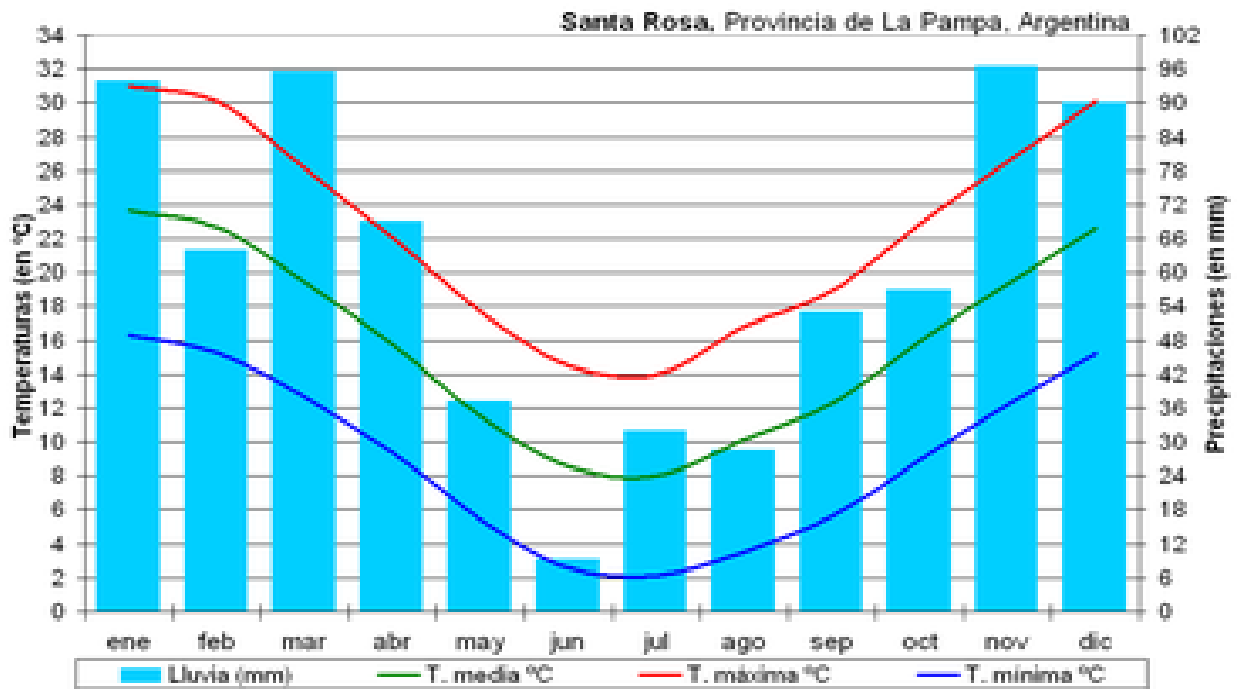
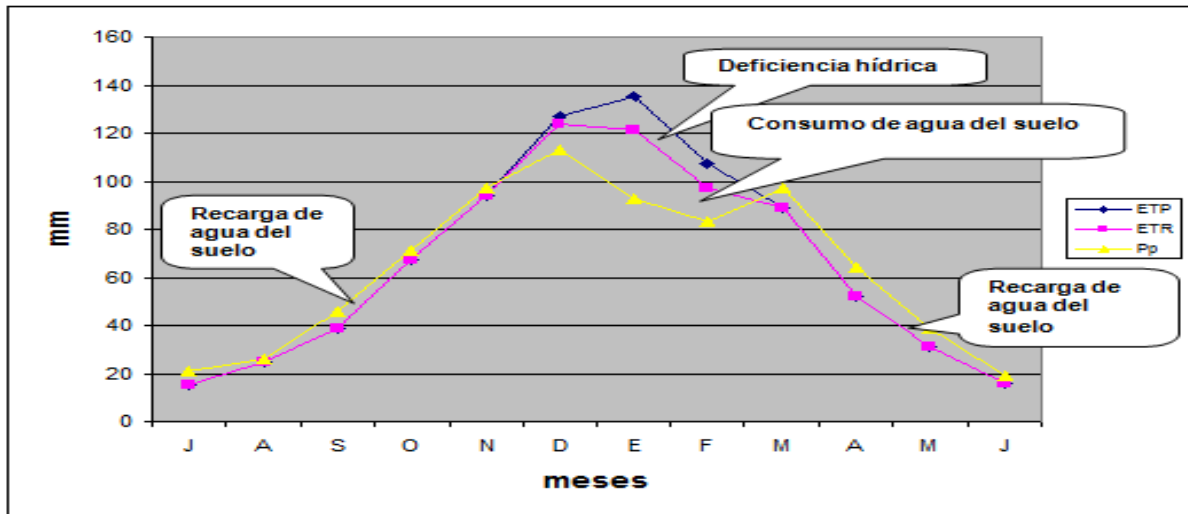


Grafico 3: Balance hídrico de agua en el suelo.



ETP: Evapotranspiración (mm), ETR: evapotranspiración relativa (mm), Pp: precipitaciones (mm)

Los distintos genotipos se sembraron el 29/11/06 en parcelas de 18 m² (1,5 m x 12m) distribuidas al azar en 4 bloques, siendo la distancia entre surcos de 0,25 m (Grafico N° 4). La separación entre parcelas se realizó con maíz para evitar el entrecruzamiento y lograr protección de los vientos. Se sembraron aproximadamente 3 kg ha⁻¹ de semilla en forma manual “chorrillo” en el surco, se aplicó riego complementario por goteo para disponer con condiciones de humedad adecuada y asegurarse una buena germinación y desarrollo del cultivo.

Debido a dos lluvias intensas (1° y 7 de diciembre) se produjo la pérdida del 50 % de los bloques, por lo que la medición de las variables estudiadas se llevó a cabo en sólo 2 de ellos. En la tabla 5 se presentan las precipitaciones y temperaturas medias durante el ciclo del cultivo.

Tabla 5: Temperatura y precipitación mensual registrada en los meses en que se llevó a cabo el experimento. Año 2006/07.

meses	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Temperatura °C					
Mínima	11,7	15,3	16,8	14,8	13,3
Media	20,7	23,2	24,2	37,2	20,6
Máxima	27,5	31,3	31,5	29	25,2
Precipitación (mm)					
Acumulada mensuales	14,9	65	57,1	72,6	203,6
Días	4, 13, 26,	1, 2, 7, 13,	9, 22, 25,	8, 10, 13, 15, 16,	4, 7, 8, 13, 15,
	27, 29	19,	28, 29	19,	16,
		22, 24, 31		21, 25, 26	21, 22, 26, 29, 30

Durante el desarrollo del cultivo en las parcelas se contaron los días para la emergencia de las plántulas (DE), días para la cobertura del entresurco (DS), se midió el diámetro del tallo (DT) con calibre vernier, a 5 cm del suelo y cada 20 días contados a partir de su aparición, realizándose un total de seis mediciones. Para este último parámetro se marcaron 10 plantas seleccionadas al azar del segundo surco de un total de seis. Se registró el período de tiempo transcurrido desde la siembra hasta la antesis (DA), madurez lechosa-pastosa (DP) y madurez fisiológica del grano (DM)) para cada una de los genotipos (se consideró la fecha de antesis, madurez lechosa-pastosa y fisiológica cuando el 50 % de las plantas de cada parcela se encontraban en el respectivo estado fenológico). De los seis surcos correspondientes a cada unidad experimental: dos corresponden a las borduras, otro se utilizó para hacer la medición del diámetro, altura de planta, largo de panoja a cosecha, número de hojas e índice de cosecha. Los tres surcos centrales se destinaron a evaluar rendimiento de grano, descartando 0,5m de cada extremo de la unidad experimental. En cada una de los estadios se contaron el número de hojas desarrolladas en las plantas marcadas.

A la madurez comercial del grano se contaron la cantidad de plantas marcadas que aún permanecían en pie (determinación de % de plantas en pie a cosecha) y en cada una de estas plantas se procedió a medir: la altura de planta a cosecha (HP), largo de panoja (LP), secándose en estufa a 60° C, con circulación de aire forzado para evaluar su masa seca. En ese momento el grano fue separado manualmente, pesado y calculado el índice de cosecha [IC= rendimiento de semilla/ (biomasa aérea + rendimiento de semilla)]. Los surcos centrales fueron destinados a evaluar la producción de semilla, los que fueron cosechados y trillados manualmente expresándose el resultado en kg ha^{-1} .

El control de malezas se realizó manualmente y se aplicó en tres oportunidades insecticida, debido a la presencia de *Epicauta adspersa*.

El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza para las variables: altura de planta, largo de panoja, índice de cosecha y rendimiento de semilla y la significancia de medias mediante test de Tukey. Se estudió la correlación entre DT y rendimiento, HP y rendimiento; HP y LP; LP y rendimiento de semilla y la correlación lineal HP y LP para cada genotipo.

CRONOGRAMA DE LABORES

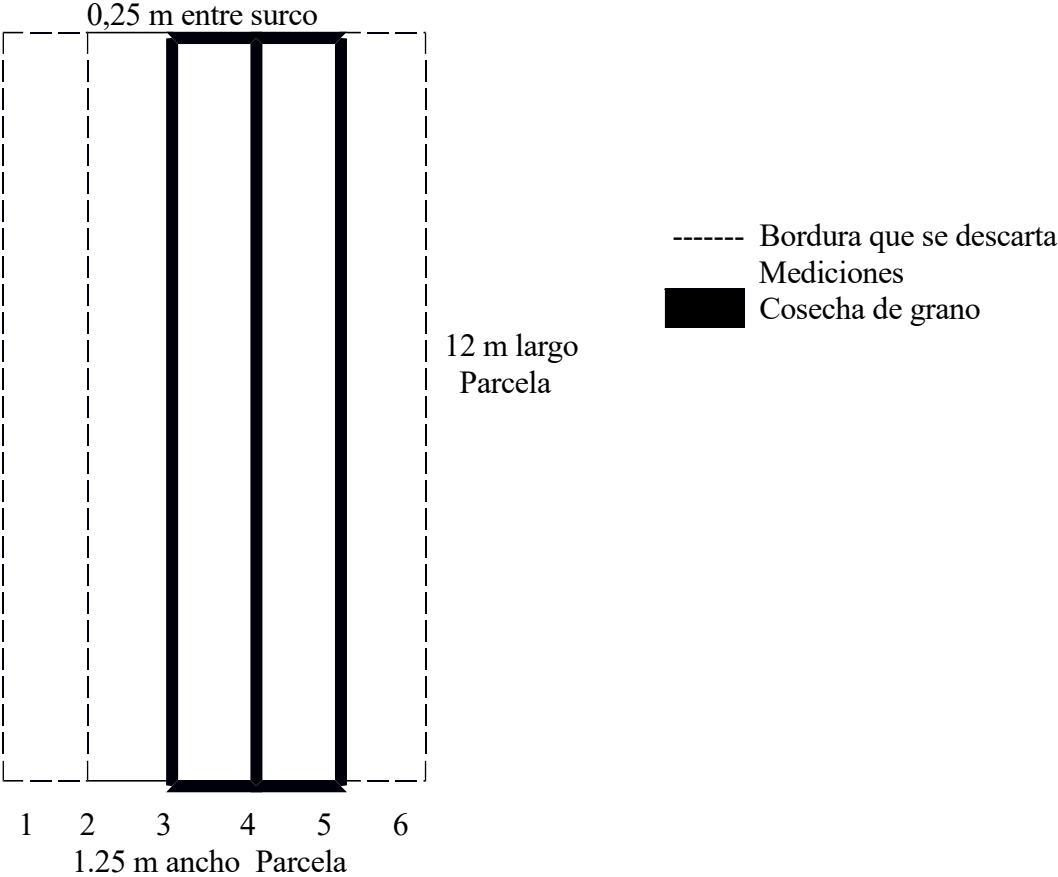
Debido a que el “Amaranto” es un cultivo de ciclo estival, y siendo que en esa época del año el balance hídrico es negativo en la zona donde se sembró la especie, la primera labor que se realizó fue un barbecho. El principal fin de esta práctica es eliminar las malezas para que no utilicen el agua del perfil del suelo y que en el mismo se almacenen las precipitaciones.

Se comenzó en el invierno (junio/06) con una labor primaria, para generar condiciones de porosidad, descomposición de la materia orgánica, acumulación de nitratos y almacenaje de agua. Luego en octubre se controlaron de forma química, malezas de estación, una semana

antes de la fecha de siembra se realizó una labor secundaria para preparar una fina cama de siembra para lograr el íntimo contacto del suelo con la semilla.

A fines de noviembre se procedió a la siembra de las parcelas; en los meses de Diciembre, Enero y Febrero se realizaron las labores de riego del cultivo, mediciones, control de malezas, enfermedades e insectos. Entre Febrero y Marzo se procedió a la cosecha de las parcelas según el genotipo.

Grafico N° 4: Modelo de cada parcela en cada block.



RESULTADOS

Tabla 6- Días para emergencia, cobertura del entresurco y valores medios, con sus desvíos estándar, del diámetro del tallo (D1, a D6).

Gen	DE	DS	DT1 cm	DT2 cm	DT3 cm	DT4 cm	DT5 cm	DT6 cm
1	5	20	0,52 ± 0,12	1,08 ± 0,24	2,04 ± 0,41	2,05 ± 0,52	2,17 ± 0,33	2,55 ± 0,53
2	5	20	0,67 ± 0,14	1,13 ± 0,23	1,75 ± 0,42	1,96 ± 0,52	1,81 ± 0,49	2,45 ± 0,40
3	5	20	0,47 ± 0,09	0,92 ± 0,28	2,07 ± 0,64	2,31 ± 0,72	2,48 ± 0,76	2,25 ± 0,58
4	5	20	0,74 ± 0,21	1,81 ± 0,48	2,34 ± 0,66	2,55 ± 0,76	2,84 ± 0,72	2,77 ± 0,90
5	5	20	0,62 ± 0,24	1,24 ± 0,73	1,75 ± 0,52	1,78 ± 0,56	1,94 ± 0,77	2,02 ± 0,21
6	5	20	0,53 ± 0,13	1,24 ± 0,31	2,40 ± 0,83	2,51 ± 0,72	2,88 ± 0,70	2,84 ± 0,34
7	5	25	0,48 ± 0,13	1,16 ± 0,32	2,32 ± 0,79	2,64 ± 0,74	2,92 ± 0,95	2,77 ± 0,66
8	5	20	0,57 ± 0,13	1,43 ± 0,53	2,56 ± 0,62	2,62 ± 0,49	3,53 ± 0,87	3,10 ± 0,52
9	5	20	0,65 ± 0,20	1,35 ± 0,36	2,26 ± 0,65	2,33 ± 0,65	2,47 ± 0,92	2,48 ± 0,81
10	5	25	0,61 ± 0,26	1,37 ± 0,27	2,10 ± 0,23	2,35 ± 0,50	2,69 ± 0,53	2,68 ± 0,53
11	5	20	0,52 ± 0,15	1,27 ± 0,26	1,67 ± 0,45	1,83 ± 0,59	2,04 ± 0,67	2,80 ± 0,53
12	5	20	0,53 ± 0,21	1,21 ± 0,32	1,44 ± 0,47	1,93 ± 0,29	-----	-----
13	5	25	0,85 ± 0,35	1,62 ± 0,40	1,66 ± 0,75	1,88 ± 0,46	2,02 ± 0,56	2,02 ± 0,72
14	5	20	1,06 ± 0,34	1,91 ± 0,53	2,05 ± 0,80	2,31 ± 0,75	2,63 ± 0,53	2,46 ± 0,63
15	5	25	0,57 ± 0,19	1,16 ± 0,38	1,63 ± 0,68	1,99 ± 0,69	2,15 ± 0,67	2,28 ± 1,03
16	5	25	0,54 ± 0,19	1,49 ± 0,34	2,37 ± 0,43	2,33 ± 0,67	2,44 ± 0,53	2,47 ± 0,49
17	5	25	0,61 ± 0,24	1,36 ± 0,28	1,75 ± 0,41	2,08 ± 0,44	2,03 ± 0,54	2,32 ± 0,83
18	5	20	0,50 ± 0,13	1,38 ± 0,19	1,81 ± 0,47	2,07 ± 0,45	2,12 ± 0,50	2,22 ± 0,40

Tabla 7- Valores medios de las variables: Días a antesis (DA), días a madurez pastosa (DP), días a madurez fisiológica (DM) con sus respectivos número de hojas. Porcentaje de plantas a cosecha. El número de hojas a antesis, a madurez fisiológica y a cosecha se presentan con el desvío estándar.

Gen	DA días	N° hojas Antesis	DP días	N° hojas a madurez pastosa	DM días	N° hojas a cosecha	Ciclo	% plantas a Cosecha
1	56	31±13	79	109± 78	127	0	Intermedio	85
2	56	29±15	91	30± 14	127	0	Intermedio	25
3	54	31±27	83	47± 22	120	6 ± 5	Intermedio	50
4	56	20± 7	89	40±34	127	0	Intermedio	25
5	57	18± 5	89	21± 6	127	0	Intermedio	40
6	59	24± 9	86	24± 7	127	0	Intermedio	50
7	66	40±35	104	49±28	132	0	Largo	80
8	68	101±19	117	167± 67	135	0	Largo	75
9	57	34±16	100	59± 36	144	0	Largo	95
10	68	64±13	115	235±63	169	0	Largo	95
11	55	37±18	90	48± 20	127	0	intermedio	55
12	43	24±10	66	24±8	91	27 ± 14	Corto	50
13	65	25±14	79	29± 5	144	0	Largo	65
14	54	24± 7	79	41± 23	144	0	Largo	35
15	64	36±16	115	32±11	174	12 ± 7	Largo	75
16	53	38±14	113	36±16	168	0	Largo	75
17	70	61±49	114	75±45	163	0	Largo	25
18	58	44±33	82	101±22	128	0	intermedio	50

Tabla 5- ANOVA correspondiente a rendimiento de grano

F.V.	SC	gl	CM	F	valor p
Modelo	6203015,59	18	344611,98	2,17	0,0583
Gen	5623001,34	17	330764,78	2,08	0,0700
Bloque	580014,25	1	580014,25	3,65	0,0729
Error	2698077,37	17	158710,43		
Total	8901092,96	35			

Tabla 6- ANOVA correspondiente al índice de cosecha

F.V.	SC	gl	CM	F	valor p
Modelo	608,15	17	35,77	9,21	<0,0001
Gen	605,76	16	37,86	9,75	<0,0001
Bloque	2,38	1	2,38	0,61	0,4449
Error	62,12	16	3,88		
Total	670,26	33			

Tabla 7- ANOVA correspondiente a altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	valor p
Modelo	27038,02	18	1502,11	2,95	0,0152
Gen	26872,05	17	1580,71	3,10	0,0124
Bloque	165,97	1	165,97	0,33	0,5756
Error	8660,01	17	509,41		
Total	35698,03	35			

Tabla 8- ANOVA correspondiente a la longitud de panojas

F.V.	SC	gl	CM	F	valor p
Modelo	4199,14	18	233,29	5,15	0,0007
Gen	3990,35	17	234,73	5,18	0,0007
Bloque	208,79	1	208,79	4,61	0,0466
Error	770,42	17	45,32		
Total	4969,56	35			

Tabla 9-. Test de Tukey para determinar diferencias de medias correspondientes a rendimiento de semilla, IC, HP y LP. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.10$, $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$)

Genotipo	Ren. (kg/ha; $p \leq 0,10$)	IC (%; $p \leq 0,05$)	HP (cm; $p \leq 0,05$)	LP (cm; $p \leq 0,01$)
<i>A. cruentus</i> R 127	350 A	11,5 A	132 A	26 A
<i>A. cruentus</i> Mex	353 A	18,0 A B C D	135 A B	27 A
<i>A. cruentus</i> L var Amont	973 A B	11,0 A	148 A B	24 A
<i>A. pumilus</i> RAFIN K 340	1102 A B	15,5 A B C D	107 A	31 A B
<i>A. caudatus</i> LCAC 48A	1147 A B	17,0 A B C D	146 A B	31 A B
<i>A. hyp</i> 280 FK-H1	1185 A B	10,5 A	140 A B	35 A B
<i>A. hyp</i> Revancha	1201 A B	10,5 A	160 A B	50 A B
<i>A. hyp</i> San Antonio	1220 A B	---	152 A B	55 B
<i>A. cruentus</i> Don León	1227 A B	13,0 A	191 A B	26 A
<i>A. cruentus</i> cv Don Guiem	1255 A B	21,5 C D	163 A B	33 A B
<i>A. hyp</i> Nutrisol	1280 A B	11,0 A	197 A B	58 B
<i>A. mantegaz</i> cv Don Juan	1286 A B	13,5 A B	173 A B	55 B
<i>A. cruentus</i> cv Tarasca	1336 A B	12,5 A	169 A B	44 A B
<i>A. cruentus</i> Candil	1482 A B	14,5 A B C	204 B	38 A B
<i>A. cruentus</i> var Morelos	1519 A B	12,0 A	191 A B	43 A B
<i>A. hyp</i> Rojita/Rosita	1574 A B	21,0 B C D	209 B	45 A B
<i>A. hyp</i> cv. Artasa 9122	1748 A B	22,5 D	140 A B	44 A B
<i>A. hybridus</i> K593	2020 B	22,0 C D	175 A B	44 A B

Gráfico 5- Correlación entre altura de planta y rendimiento de semilla

No hay correlación significativa ($r=0,27$ y $p=0,11$)

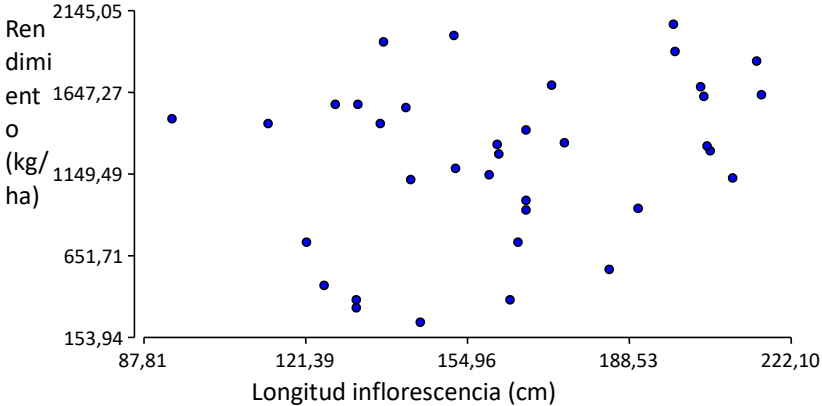


Gráfico 6 - Correlación significativa entre altura de planta y largo de panoja

($r = 0,34$ y $p = 0,04$)

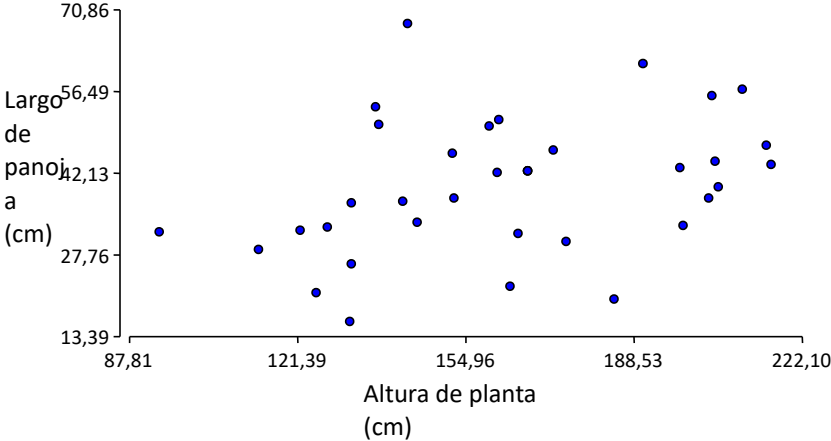


Gráfico 7- Correlación significativa entre largo de panoja y rendimiento de semilla

($r = 0,39$ y $p = 0,02$)

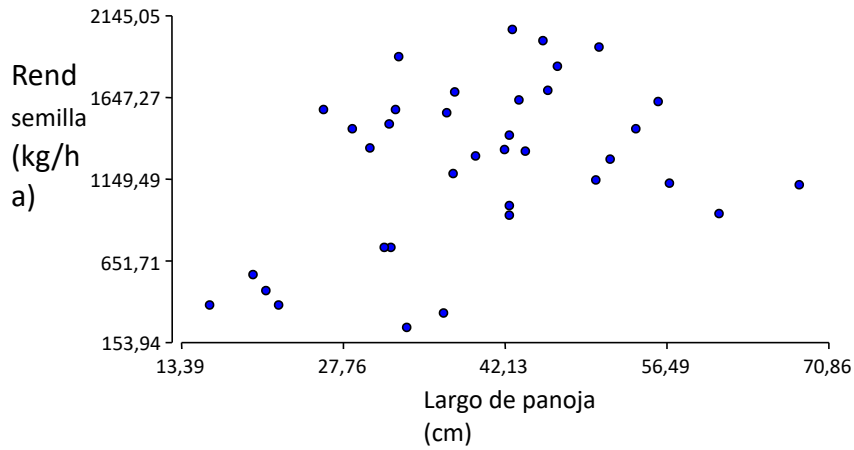
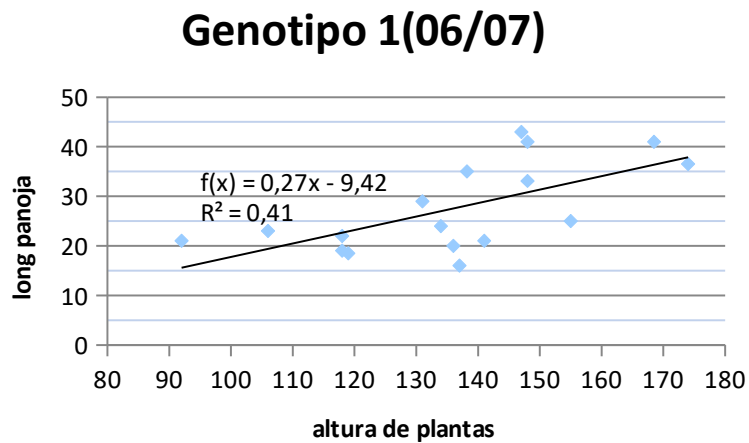


Gráfico 8: La correlación lineal entre altura de la planta y largo de la panoja para el genotipo

Amaranthus cruentus Mexicano



DISCUSIÓN

Los resultados promedio del rendimiento de semilla, expresados en kg ha^{-1} (tabla 9) mostraron diferencias significativas con $p \leq 0.10$; así *A. cruentus* R 127 (350 kg ha^{-1}) y *A. cruentus* Mex (353 kg ha^{-1}) obtuvieron los menores valores, mientras que *A. hybridus* K 593 (2020 kg ha^{-1}) obtuvo el mayor.

El genotipo más precoz (91 días) (tabla 7) fue *A. hypochondriacus* 280 FK-FH1 con buen rinde 1185 kg ha^{-1} , en segundo término aparece *A. pumilus* RAFIN K 340 (120 días) con rinde de 1102 kg ha^{-1} , *A. hypochondriacus* San Antonio presentó el fenómeno del “reverdecimiento” de la panoja o crecimiento secundario en las estructuras florales, descrito por Torres Saldaña, et. al (2006), siendo un genotipo no adecuado para la cosecha mecánica, además de tener un ciclo largo de 174 días a madurez (DM).

Los días a emergencia fueron igual para todos los genotipos (tabla 6) concordando con Hurtado (2000), en dos genotipos de *A. paniculatus* y *A. dubius*. Este mismo autor encontró 9 y 7 días para *A. hybridus* y *A. cruentus*. Los resultados de esta variable están fuertemente asociados a la humedad y temperatura del suelo, en cambio en los días a cobertura del entresurco (DS), a algunos genotipos le tomo cinco días más que a otros, tardando entre los 20-25 días en cubrir el entre surco.

A analizar IC se hallaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$) entre los genotipos, el mayor IC lo consiguió *A. hypochondriacus* cv Artasa 9122 (22,5), el cual se destacó significativamente ($p \leq 0,05$) de *A. cruentus* R 127 (11,5), *A. cruentus* L. var. Amont (11,0), *A. cruentus* cv. Don León (13,0), *A. cruentus* var Morellos (12,0), *A. cruentus* var. Tarasca (12,5), *A. hypochondriacus* var. Revancha (10,5), *A. hypochondriacus* 280 FK-FH1 (10,5) y *A. hypochondriacus* var. Nutrisol (11,0). El IC de *A. hypochondriacus* cv Artasa 9122 (22,5) no difirió ($p \leq 0,05$) de *A. hybridus* K 593 (22,0); *A. hypochondriacus* Rojita/Rosita

(21,0), *A. cruentus* cv. Don Guiem, *A. cruentus* Mexicano (18,00) , *A. caudatus* L. CAC 48A (17,0) y *A. pumilus* RAFIN K 340 (15,5). *A. mantegazzianus* Pass cv Don Juan tuvo un IC (13,5) y se manifestó con ramificaciones laterales e inflorescencias laterales, observación presentada también por Matteucci (1998), por lo que se considera un genotipo de “doble propósito”: biomasa y semilla. Aquellos genotipos con IC más bajos son más aptos para uso hortícola o como forrajeros mientras que los de IC más altos se deben preferir para la producción de semilla.

Respecto a la altura de planta se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los genotipos (Tabla 7 de ANOVA y Tabla 9 correspondiente al test de Tukey), presentan mayor altura significativa ($p \leq 0,05$) de planta, *A. hypochondriacus* Rojita/Rosita (209cm), *A. cruentus* Candil (204 cm) respecto a *A. cruentus* R 127 (132 cm) y *A. pumilus* RAFIN K 340 (107 cm) , lo cual no es una característica deseada para la cosecha mecánica. Troiani, et al, (2008) en la campaña 2007/08 realizado en el mismo lugar físico encontró la menor altura de planta en *A. hypochondriacus* Artaza, mientras que la mayor altura la encontró en *A. mantegazzianus* a igual que Matteucci, (1998) en el Instituto Fitotécnico de La Plata. Estos resultados nos indican que la altura de planta se encuentra influenciada por las características genéticas, factores ambientales y de manejo del cultivo.

En cuanto a la longitud de la panoja se hallaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) entre los genotipo, se destacan por su mayor longitud de panoja los genotipos *A. hypochondriacus* var. Nutrisol (58 cm) con un rinde significativo de 1280 kg/ha, *A. mantegazzianus* Pass cv Don Juan (55 cm) y *A. hypochondriacus* var. San Antonio (55 cm); respecto de *A. cruentus* L var. Amont, *A. cruentus* cv Don León (26 cm), *A. cruentus* R 127 (26 cm) y *A. cruentus* Mexicano (27 cm).

Los genotipos *Amaranthus pumilus* RAFIN K 340, *Amaranthus hypochondriacus* 280 FK-FH1 y *Amaranthus hypochondriacus* San Antonio presentaron hojas a cosecha (tabla 7), característica no deseada para la cosecha mecánica, mientras que los genotipos restantes tuvieron senescencia total de sus hojas a la madurez de los mismos.

No se halló correlación entre altura de planta y rendimiento ($r= 0,27$ y $p\leq 0,11$), la correlación entre HP y LP ($r= 0,34$ y $p\leq 0,04$) y entre LP y rendimiento ($r= 0,39$ y $p\leq 0,02$) fueron significativas (gráficos 5, 6 y 7); aunque con un bajo valor de r .

La correlación lineal, para cada genotipo, que explica el largo de la panoja en función de la altura de la planta, presentó diferentes resultados. El genotipo que presentó mayor coeficiente de regresión $R^2= 0.413$ (grafico 8), es el gen *Amaranthus cruentus* Mexicano (INTA Anguil, L.P.), cuya recta $Y=0.271x-9.416$. En los restantes genotipos se observaron tanto, relaciones positivas como negativas y hasta algunas despreciables como *Amaranthus hypochondriacus* 280 FK-FH1 con $R^2= 0.021$.

CONCLUSIONES

Todos los genotipos estudiados cumplieron su ciclo fenológico en las condiciones en que se realizó el ensayo. Determinamos genotipos que no son adecuados como *A. hypochondriacus* San Antonio para la producción de semilla debido al “reverdecimiento de la panoja” y *A. hypochondriacus* var. Revancha morfotipo Mercado, por la heterogeneidad de planta e inflorescencia, ambos Mexicanos.

A. hypochondriacus 280 FK-FH1 fue el que tuvo el ciclo más corto, de ciclo intermedio resultaron *A. cruentus* R 127, *A. cruentus* Mexicano, *A. cruentus* var Amont, *A. cruentus* cv Don Guiem y *A. pumilus* RAFIN K 340 y presentaron un ciclo largo *A. hypochondriacus* var Nutrisol morfotipo azteca, *A. hypochondriacus* Rojita/ rosita, *A. mantegazzianus* cv Don Juan, *A. cruentus* Don Leon y *A. cruentus* Candil.

El Índice de cosecha osciló entre 10,5 para *A. hypochondriacus* var. Revancha y *A. hypochondriacus* 280 FK-FH1, contra los 22.5 para *A. hypochondriacus* cv. Artasa 9122 y los 22 de *A. hybridus* K 593 por ejemplo.

La producción de grano fue superior en *A. hybridus* K593 con un rendimiento de semilla 2020 Kg ha^{-1} , en igual significancias se encuentran *A. hypochondriacus* cv. Artasa 9122 de 1578 Kg ha^{-1} , *A. hypochondriacus* Rojita/ rosita con 1574 kg ha^{-1} , *A. cruentus* var. Morelos 1519 kg ha^{-1} , *A. cruentus* cv Candil 1482 kg ha^{-1} entre otros, los de menores rendimiento de semilla resultaron ser *A. cruentus* R 127 350 kg ha^{-1} y *A. cruentus* Mexicano 353 kg ha^{-1} .

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración brindada por la Directora del Proyecto: Ing. Agr. Rosa. Martín de Troiani así como la predisposición del técnico Ing. Agr. Rodolfo Repollo. También agradecemos a nuestra directora de tesis Ing. Agr. Reinaudi, Nilda Blanca, que nos ayudó y prestó toda su colaboración con ideas y sugerencias para la realización de esta tesis. Trabajo financiado por el Proyecto Amaranth-Future-Food, EUROPEAN COMISIÓN (Danish Inst. Agric. Science) IP6032263.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Ayole, V. I. 2006. Influence of nitrogen of fertilization on yield of *Amaranthus* species. International Society for Horticultural Science. www.actashort.Org/members/showpdfbooknarmr=571_9
- Hurtado, J. 2000. Comportamiento de cuatro especies de Amaranto en el municipio de Manizales-Caldas. Fitotecnia. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 5 p.<http://ciagrope.tripod.com./fitote24.html>
- Kauffman, C. R. 1992. Realizing the potential of grain amaranth. Food Rev. Int 8, 5 5-25.
- Matteucci, S. D.1998. Potencial productivo del amaranto en la pampa ondulada, Argentina: comportamiento de seis germoplasmas. Rev. fac. Agron. (LUZ). 15(6):560-570

- Matteucci, S. D. y Pla, L. 1998. Estructura de correlaciones y selección de descriptores en la evaluación de germoplasmas de amaranto. Rev. Fac. Agron. Universidad del Zulia. Venezuela. 15: 545-559.
- Muyonga, J.H.; Nabakabya D.; Nakimbugwe, D.N. and Masinde, D. 2008. Effort to promote amaranth production and consumption in Uganda to fight malnutrition. En: Food Science and Technology to Improve Nutrition and Promote Development. Chapter 8. Robertson, G.L. & Lupien, J. R. (Eds). Internacional Union of Food Science & Technology.
- Torres Saldaña, G.; Santos, T. A.; Trujillo Reyna, T.; Castillo Juarez, H.; Estrada Escalante, A. y León González, A. 2006. Respuesta de genotipos de amaranto a densidades de población. Rev. Fitotec. Mex 29(4):307-312.
- Troiani, R. M. de; Reinaudi, N. B., y Sánchez, T. 2008. Agronomic Characteristics irrelationship with yield seed of sixteen genotypes of *Amaranthus* grow n in Argentina.5th International Symposium of the European Amaranth Association. Slovak Republic. Nov. 9-14 2008. pp 48-50.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Daloz, C. 1979. Amaranth as a leaf vegetable: Horticultural observations in temperate climate. Proceedings of the second Amaranth Conference. Press: 68-73.
- Estrada, L. A. y Sahagún, C. 2001. Guía para cultivar amaranto en el Distrito federal. Folleto para productores N° 1 SAGARPA, INIFAP, CIR-CENTRO. CEVAMEX, Chapingo. Estado de México. 16 p.

- Estrella, E. 1986. El Pan de América, Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC. Centro de Estudios históricos. Madrid. 181 p.
- Gomez Pando, L. 2003. Kiwicha. [http:// www.samconet.com/productos/producto/ 103/descripción 103.htm](http://www.samconet.com/productos/producto/103/descripción103.htm).
- Grobelnik Mlakar, S; Bavec, M.; Jakop, M and Bavec, F. 2008. Productivity of grain amaranth *A. cruentus* 'G6' as affected by drought occurring at different growth stages. Amaranth-Plant for the future. 5th International Symposium of the European Amaranth Association. Nov 9-14, 2008 Slovak Republic:40-43.
- Kauffman, C. R. and Ewber, L. E. 1990. Grain amaranth. *In*: New Crops Advance J Janick, J. E. Simon (eds). Timber Press. Portland. OR. Pp 127-139.
- Pietronave, Hy Junco, G. 2007. Manual del Cultivo de Amaranto. *Amaranthus sp.* EEA INTA Reconquista, Municipalidad de Reconquista-provincia de Santa Fé, 23 p.