

0

**MEDICIÓN DE VARIABLES AGRONÓMICAS EN TRES AMARANTOS  
CON LA FINALIDAD DE MECANIZAR EL PROCESO PRODUCTIVO.**

Autor: Muñoz, Osvaldo

Director: Ing. Agr. Reinaudi, Nilda Blanca

Codirector: Ing. Agr. Sánchez, Teresa M.

Carrera: Ingeniería Agronómica

Institución: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Pampa

Año: 2012

**INDICE**

Índice	Página 1
Resumen	Página 2 a 3
Introducción	Página 4 a 6
Materiales y Métodos	Página 7 a 12
Resultados y Discusión	Página 13 a 20
Conclusiones	Página 21 a 22
Bibliografía	Página 23 a 27

## Resumen

Las especies de *Amaranthus* cultivadas están aumentando sus posibilidades de consumo y cultivo debido al valor nutritivo y a la plasticidad agronómica que poseen. La competencia con la maleza es uno de los inconvenientes vinculados a los costos y calidad del producto. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar en tres cultivares de amaranto, las malezas, la arquitectura de la planta, debido a que ésta presenta problemas en la cosecha mecánica. Estos parámetros deben ser analizados a los efectos de obtener un grano en condiciones de ser utilizado sea para su consumo o para futuras siembras. Para ello se sembraron 3 franjas de 75 m de largo que contenían 13 surcos separados a 0,70 m, en la Facultad de Agronomía UNLPam. La siembra de *Amaranthus hypochondriacus* L. cv Artasa 9122; *Amaranthus cruentus* cv Don Guien y *Amaranthus mantegazzianus* Pass. cv Don Juan, se realizó el 30 de noviembre de 2009 y se resembró *Amaranthus hypochondriacus* el 31 de diciembre de 2009, con una sembradora de cuerpos separados a una densidad de 3,6 kg ha<sup>-1</sup>. Para controlar las malezas se realizó aporque y escardillado en dos oportunidades.

En *A. cru* la población de plantas disminuyó de 98.000 plantas/hectárea (pl. ha<sup>-1</sup>) antes del 1<sup>er</sup> aporque a 66.000 pl. ha<sup>-1</sup>. Antes de efectuar el 2<sup>o</sup> aporque se contabilizó un total de 60.000 pl. ha<sup>-1</sup> y después del mismo el stand fue de 40.000 llegando a cosecha con 32.000 pl. ha<sup>-1</sup>. El espaciamiento entre líneas y entre plantas, unido a las características genéticas de esta especie hizo que la inflorescencia sea coposa, bi y trifurcada con buen índice de cosecha y profundos daños de corte y muerte de plantas en cada aporque. *Amaranthus mantegazzianus* presentó un IC de 0,17 mientras que en *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus* fue de 0,22 y 0,21; por lo que aquellos germoplasmas con IC bajo, serán más aptos para la producción hortícola y forrajera.

Respecto a las pérdidas de cosecha para *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*, las pérdidas por cola fueron de 232 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente y los rindes de 320 kg ha<sup>-1</sup> en *Amaranthus hypochondriacus* y 350 en *Amaranthus cruentus*. En *Amaranthus mantegazzianus*, se cortaron las panojas manualmente y posteriormente se trillaron con la cosechadora, debido a la excesiva altura de las plantas y la presencia de hojas. En este caso el rinde fue de 865 kg ha<sup>-1</sup>. La cosechadora de parcelas nueva no se pudo regular correctamente y se deberá readecuar para lograr un buen funcionamiento. No se evaluaron pérdidas de pre cosecha.

## Introducción

El cultivo de amaranto (***Amaranthus spp***), originario de América y, conocido como "ataco", "Sangorache" o "quinua de castilla" "kiwicha" ha sido desplazado de los lugares en los que se lo cultivaba, hasta casi desaparecer como especie alimenticia. Hay evidencias arqueológicas que este cultivo fue utilizado en América desde hace 4000 años (Estrella, 1986). Cuando los españoles llegaron al continente americano, encontraron al amaranto, junto con el maíz y la quinua, como los principales granos alimenticios de las poblaciones nativas (Monteros, *et al.*, 1998). La influencia de los conquistadores, en este aspecto fue negativa, y el amaranto junto con otras especies nativas, fue reemplazado por especies introducidas, que se impusieron en los campos de cultivo y en los hábitos alimenticios de la población; es por ello que en la actualidad se habla del redescubrimiento del amaranto.

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 el redescubrimiento del cultivo, justificado principalmente por su valor nutritivo y potencial agronómico (Kauffman, 1992). Su semilla posee un alto contenido de proteína (14,9-19,3 %), destacándose su riqueza en aminoácidos esenciales como la metionina y lisina; siendo su eficiencia proteínica comparable con la de la caseína de la leche (Pérez Borroto, *et al.*, 2003). Además, su contenido en aceite es 1,5 a 3,0 veces mayor, lo que le confiere un alto contenido calórico (408,5 Kcal/100 g de semilla) en comparación con otros granos. Otros componentes que le confiere importancia son: calcio 490, fósforo 455 y caroteno de 14 a 90 expresados en mg /100 g de semilla y de grasa 8,29 % (Gómez Pando, 2003).

Las semillas de amarantos graníferos y hortícola son diminutas, variando su diámetro entre 0,7 y 1,0 mm de acuerdo a la especie y cultivar, siendo éste influenciado por las condiciones ambientales como la humedad, temperatura, etc. Por este motivo, la preparación de la cama de siembra es muy importante para la obtención de un stand adecuado de plantas (Aufhammer, *et al.*, 1998). La compactación del suelo tiene un efecto similar, al que afecta a semillas de las especies *Pennisetum glaucum* L. y *Eleusine coracana* L. que poseen también semillas pequeñas (Piffer y Benez, 2005). Si la semilla se coloca a demasiada profundidad, ocurre la germinación pero las reservas se agotan antes que el eje embrionario alcance la superficie. A esto debe agregarse la compactación que puede sufrir el suelo como consecuencia de una lluvia intensa (Forcella, *et al.*, 2000). Para lograr un buen stand de plantas la semilla debe ser fresca y sana, preferentemente de la campaña anterior por que el almacenamiento prolongado por más de un año disminuye el poder germinativo (Gómez Pando, 2003). La presencia de micotoxinas y fusariosis también reduce el poder germinativo como se observó en semillas de trigo en la provincia de Santa Fe y Entre Ríos (Formento, 2002).

Edwards (1990) observó una respuesta negativa en la producción de granos, cuando la densidad se incrementaba más allá de las 20.000 pl. ha<sup>-1</sup> en aquellos genotipos que presentan segregación. En cambio en selecciones uniformes es posible obtener respuesta a densidades de 60.000 pl. ha<sup>-1</sup>. Edwards (1981), menciona en otro trabajo que cambios en la densidad afectan la arquitectura de la planta, diámetro de tallo, altura de planta y número de ramificaciones. Repollo *et al.*, (2009) encontró correlación significativa entre altura de planta, largo de inflorescencia y rendimiento.

Peiretti y Gesumería (1998) evaluaron sobre tres especies de amaranto con aptitud granífera cuyas densidades aproximadas correspondientes fueron: 1.100.000, 740.000; 550.000 y 470.000 pl. ha<sup>-1</sup>. Tanto los caracteres vegetativos, evaluados a inicio de formación de la panoja, como las dimensiones de la misma y la producción de semilla por planta al momento de la recolección disminuyeron con la reducción del espaciamiento entre líneas. Este comportamiento se acentuó por debajo de 0,45 m. El rendimiento por unidad de superficie, no obstante resultó poco influenciado o tendió a incrementarse con el aumento de la densidad. La rapidez de cobertura de las entrelíneas a espaciamiento de 0,30 y 0,45 m y las ventajas que ello representa en el control de las malezas por competencia, la recolección mecánica y las posibilidades de incrementar el rendimiento permiten considerar a estos espaciamientos como los más apropiados.

El control químico de malezas, utilizando glifosato durante el período entre cultivos estivales (barbecho) es una práctica habitual en la región sojera núcleo de Argentina. La composición y abundancia de las especies de malezas en la comunidad presente en los barbechos fue determinada durante varios años por Puricelli y Tuesca, 2005. En los últimos años se han detectado dificultades para controlar con glifosato especies del género *Conyza*. Se han observado plantas de este género con marcadas diferencias morfológicas (Cabrera y Zardini, 1979, Bukard, 1987; Baerson, *et al.*, 2002).

El objetivo de este trabajo fue evaluar en tres especies de amarantos, las malezas presentes y la arquitectura de la planta, debido a que ésta presenta problemas en la cosecha mecánica, que deben ser analizados a efectos de obtener un grano en condiciones de ser utilizado sea para su consumo o para futuras siembras.

## Materiales y Métodos

En el campo de la Facultad de Agronomía UNLPam. (S: 36° 32, 726', W: 64°, 18,721', 220 msnm) se sembraron 3 franjas de 75 m de largo que contenían 13 surcos separados a 0,70 m, lo que permitió definir una superficie de cultivo de 682,5 m<sup>2</sup>. Los 0,50 m de cada extremo se consideraron de bordura a igual que los surcos N° 1, 2, 12 y 13. La hilera N° 3 fue destinada para las mediciones y observaciones. Las hileras 4, 5, 6, 7, 8, 9,10 y 11 se destinaron a cosecha mecánica de grano, lo que permitió recoger el grano de una superficie de 414,44 m<sup>2</sup>. La siembra de *Amaranthus hypochondriacus* L. cv Artasa 9122 (*A. hyp.*); *Amaranthus cruentus* cv Don Guien (*A. cru.*) y *Amaranthus mantegazzianus* Pass. cv Don Juan (*A. man.*) se realizó a fines de noviembre de 2009, con una sembradora de cuerpos separados (fotos N° 1, 2 y 3) en un suelo totalmente libre de malezas, relativamente esponjoso y a una densidad de 3,6 kg ha<sup>-1</sup>, dado que las semillas son muy pequeñas por lo que la profundidad de siembra no debe ser superior a 1,5 cm. En el caso de *Amaranthus hypochondriacus* tuvo que ser resembrado el 31 de diciembre debido a la demora de un fin de semana largo en la siembra unido a los factores climáticos adversos. Se sembró una alta densidad de semillas para lograr una densidad adecuada de plantas (700.000 plantas/ha) y considerando que la propia competencia entre ellas produce el raleo natural. Cuando las plantas tenían aproximadamente 0,20-0,25 m de alto (15/01/2010) se realizó el 1° escardillado y aporque para el control mecánico de las malezas y el 2° escardillado y aporque cuando las plantas tenían 0,50-0,65 m de alto (15/02/ 2010). A los 35 días de la siembra y a posteriori de cada escardillado y aporque se hizo el recuento de las plantas vivas en un metro lineal en un número de 20 réplicas. Teniendo en cuenta el ancho del surco y la longitud total para localizar las 20 plantas se calculó el número de pl. ha<sup>-1</sup>.



El censo de malezas fue efectuado previo a cada escardillado. Se determinaron todas las malezas presentes y se estimó la densidad-cobertura para cada una de ellas, mediante el método de J. Braun Blanquet, 1979, donde se utilizó la escala que figura en el cuadro N° 1.

Cuadro 1: Escala de porcentajes de cobertura correspondiente a las malezas

Escala de cobertura	Porcentaje
R	Inferior a 0,05%
0	Entre 0,05 y 5%
1	Entre 5 y 10 %
2	Entre 10 y 25 %
3	Entre 25 y 50 %
4	Entre 50 y 75 %
5	Entre 75 y 100 %

Fue necesario el control del bicho moro (*Epicanta adspersa*), durante la primera quincena de enero con cipermetrina a razón de 2 l ha<sup>-1</sup>.

El seguimiento del cultivo se realizó desde su nacimiento y se efectuaron las diferentes mediciones en 3 etapas del cultivo:

- A los 30 días de la siembra.
- A los 60 días después de la emergencia.
- Madurez y el tiempo en días para alcanzar la madurez.

En cada una de las etapas mencionadas, se evaluó altura de planta en el surco N° 3 para lo cual se marcaron 20 plantas de cada genotipo. A la madurez se midió: 1) diámetro de tallo a 10 cm y a 100 cm del suelo, en aquellas especies que lo permitió (altura de corte de la cosechadora), 2) ancho y 3) largo de panoja. Se cortaron las plantas a ras del suelo para evaluar materia seca y producción de grano. Con estos dos últimos datos se calculó el índice de cosecha. **IC: Materia seca semilla/ materia seca planta entera.**

Para determinar peso seco de cada planta se pesó cada una de las plantas marcadas después de colocada en estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante. También se contaron las panojas multicéfalas en *Amaranthus hypochondriacus* y las plantas caídas a cosecha en *Amaranthus mantegazzianus* por presentar el primero esta característica agronómica y en el segundo por la altura alcanzada por este genotipo.

La cosecha mecánica se realizó el 30/04/2010 con una cosechadora de parcelas. Se colocó un aro ciego de 0,196 m<sup>2</sup> de superficie, para estimar las pérdidas de cosecha por cola (semillas que quedan sobre la superficie del aro ciego colocado en la línea de la máquina).

Con todos los datos disponibles, se efectuó una caracterización de cada una de las variedades estudiadas con el fin de visualizar las fortalezas y debilidades de las variedades estudiadas para la cosecha mecánica en la zona. Para mayor información, se adjuntaron los datos climáticos correspondientes al ciclo del cultivo en el Cuadro 2 y los datos físico-químicos del suelo en el Cuadro 3.

Cuadro 2: Datos climáticos: Año 2009/2010

Meses	Set/09	Oct/09	Nov/09	Dic/09	Ene/10	Feb/10	Mar/10
Temperatura °C							
Mínima	4,1	7,6	10,6	14,1	16,3	15,4	13,9
Media	11,1	15,9	18,7	20,9	24,4	21,6	20,6
Máxima	17,7	24,3	26,8	27,7	32,4	27,9	27,4
Max Abs	26,4	35,0	32,3	32,9	41,0	36,2	33,8
Min Abs	-2,5	0,0	0,6	5,6	8,2	8,3	5,5
Precipitaciones (mm)							
Acumulada	53,9	8,0	72,4	100,3	66,9	143,3	231,6
Humedad							
Mínima	45	30	27	44	27	45	48
Media	76	58	54	70	61	74	78
Máxima	99	91	87	100	93	98	100
Max Abs	100	100	100	100	100	100	100
Min Abs	12	6	5	17	5	5	5

Cuadro 3: Características físico-químicas del suelo utilizado en el ensayo.

Puntos de muestreo	Fósforo (ppm)	CATIONES DE INTERCAMBIO (meq/100g)				CIC (meq/100g)	pH
		Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>		
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

Se realizó un análisis estadístico exploratorio, a los efectos de centrarse en etapas posteriores en las variables más importantes (Rial Boubeta y Varela Mollou, 2008) dado que las características experimentales requerirán un análisis más complejo que excede los objetivos de este estudio.

Foto 1



Foto 2



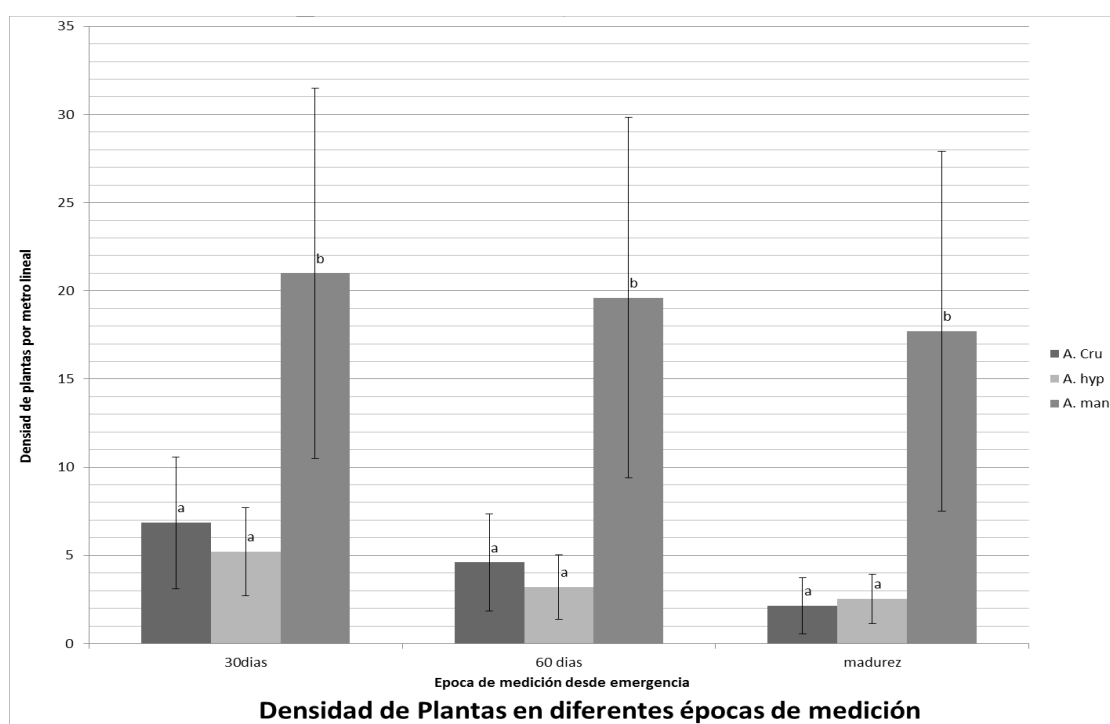
Foto 3



## Resultados y discusión

En el Fig. N° 1 se observa una densidad altamente significativa de *Amaranthus mantegazzianus* de respecto a *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus*, en la medición realizada a los 30 días de la siembra. Esta diferencia obedeció a que *Amaranthus mantegazzianus* se sembró inmediatamente después de una lluvia, mientras las otras dos especies fueron sembradas cuatro días después de la lluvia y las intensas evaporaciones durante la emergencia y días posteriores produjo un descenso en la población de plantas. En la 1<sup>era</sup> época de medición, se obtuvieron 98.000 pl. ha<sup>-1</sup> para *Amaranthus cruentus* y para *Amaranthus hypochondriacus* de 74.000 pl. ha<sup>-1</sup> (provenientes del resembrado), ambos genotipos por debajo del óptimo de 173.000 pl. ha<sup>-1</sup>, hallado por Henderson *et al.*, 2000 y Troiani *et al.*, 2004, a los efectos de lograr una buena competencia con las malezas. En *Amaranthus mantegazzianus* se registraron 300.000 pl. ha<sup>-1</sup>. Esta diferencia en densidad se mantiene en las otras dos fechas y se acrecienta esta disminución del stand de plantas al efectuarse el 1° y 2° escardillado y aporque, dado que la planta se desarrolló lateralmente (menor densidad) y esta arquitectura facilitó la rotura y muerte de plantas.

Fig. N°1- Densidad de plantas/m lineal de los 3 amarantos estudiados



Respecto al diámetro de tallo tomado a 10 cm del suelo (Fig. N° 2 y Cuadro 4) se observó que *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus cruentus* poseen valores de diámetro de tallo similares entre sí, sin presentar diferencias estadísticamente significativas. Mientras que *Amaranthus mantegazzianus* presentó diferencias significativas respecto a los dos anteriores. Los valores obtenidos en el presente estudio son menores que los encontrados por Repollo, *et al.*, 2009 a y 2010 en la campaña 2006-2007, trabajando con los mismos genotipos y medidos a 5 cm del suelo, al momento de la cosecha. En *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus mantegazzianus* también fue posible realizar estas mediciones a cosecha a 100 cm del suelo por mayor altura de la planta.

El diámetro de tallo es influenciado por la densidad de siembra, siendo mayor a bajas densidades (Henderson *et al.*, 2000). Este resultado es consistente con la plasticidad morfológica del amaranto reportada por Hauptli, 1977; Putnam, 1990 y Martínez *et al.*, 1999. Una reducción del diámetro del tallo es conveniente para la cosecha mecánica por que facilita la deshidratación y posteriormente el corte.

Cuadro 4: Análisis de varianza correspondiente al diámetro de tallo de los tres genotipos amarantos a 10 y 100 mm de altura.

ANÁLISIS DE VARIANZA		Diámetro del tallo a 10 cm del suelo					
Oraen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	949,4333333	2	474,7166667	9,68012	0,000240278	3,158842719	
Dentro de los grupos	2795,3	57	49,04035088				
Total	3744,733333	59					

Respecto a la altura de planta a madurez se realizó el ANOVA (Cuadro 7) y test de Tukey difiriendo *Amaranthus mantegazzianus* significativamente de *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus* lo que se demuestra en las Fig. N° 3. Estos resultados coinciden con las características reportadas por Troiani, *et al.*, 2004; para estas especies en la misma zona. Estas evidencias de altura fueron más fuertes después de la floración. En el 2006 y 2007 estos tres amarantos tuvieron un comportamiento similar (Repollo *et al.*, 2009 a y b).

Fig. N°2- Diámetro de tallo de los 3 amarantos a cosecha

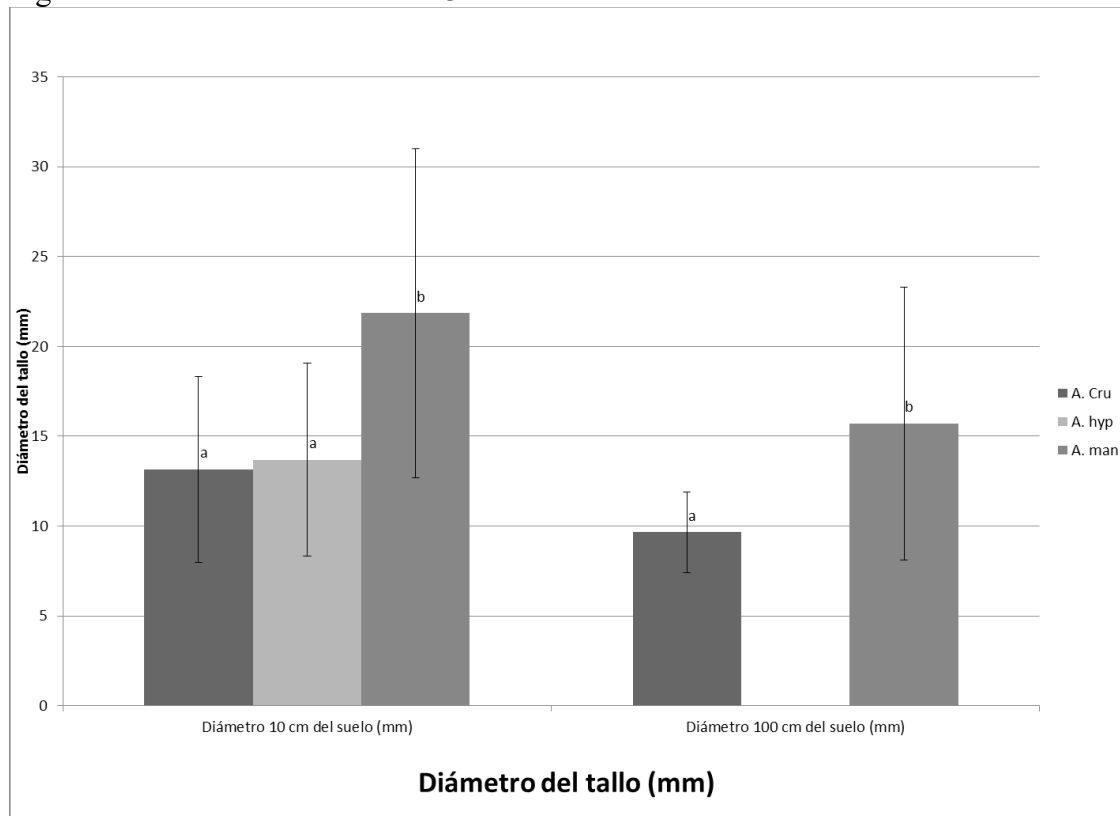


Fig. N°3- Altura de planta de los 3 amarantos en fechas diferentes

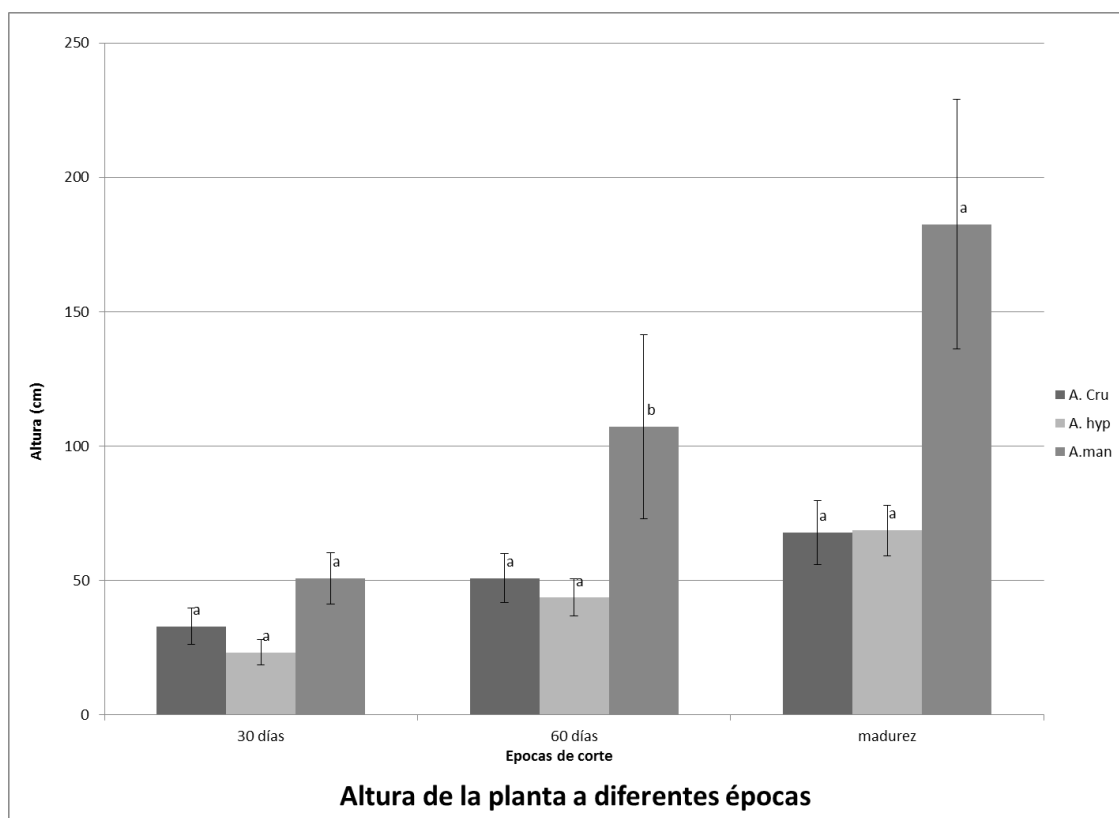
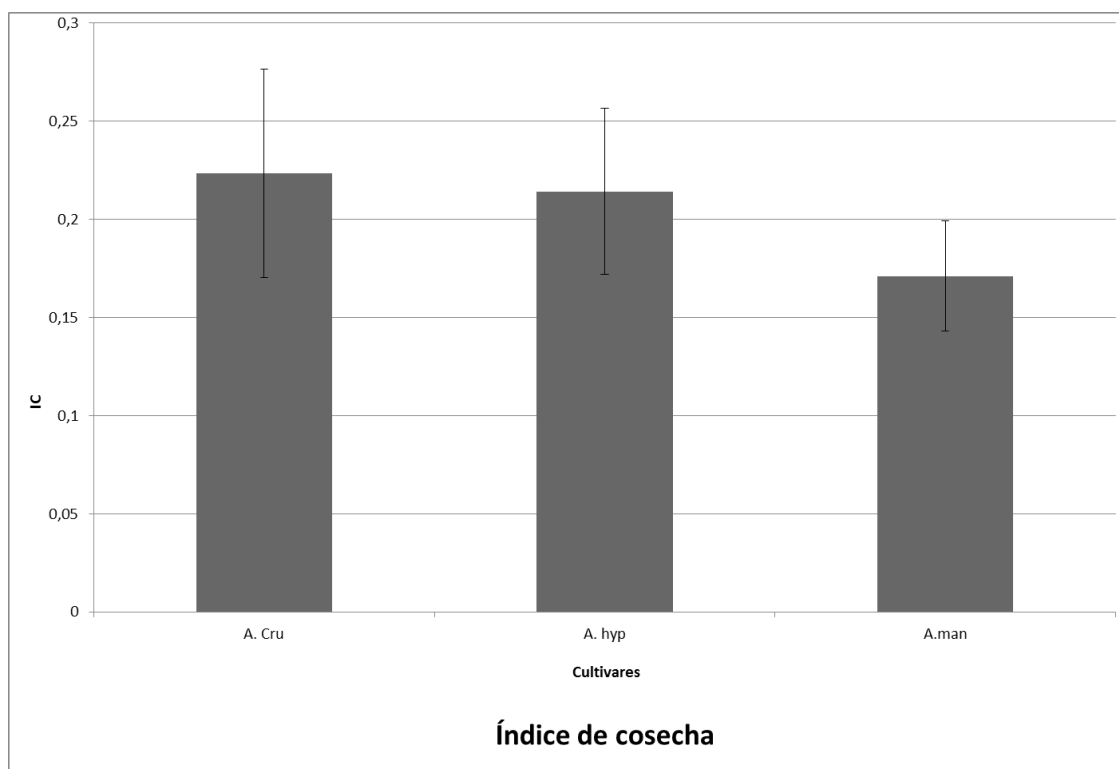


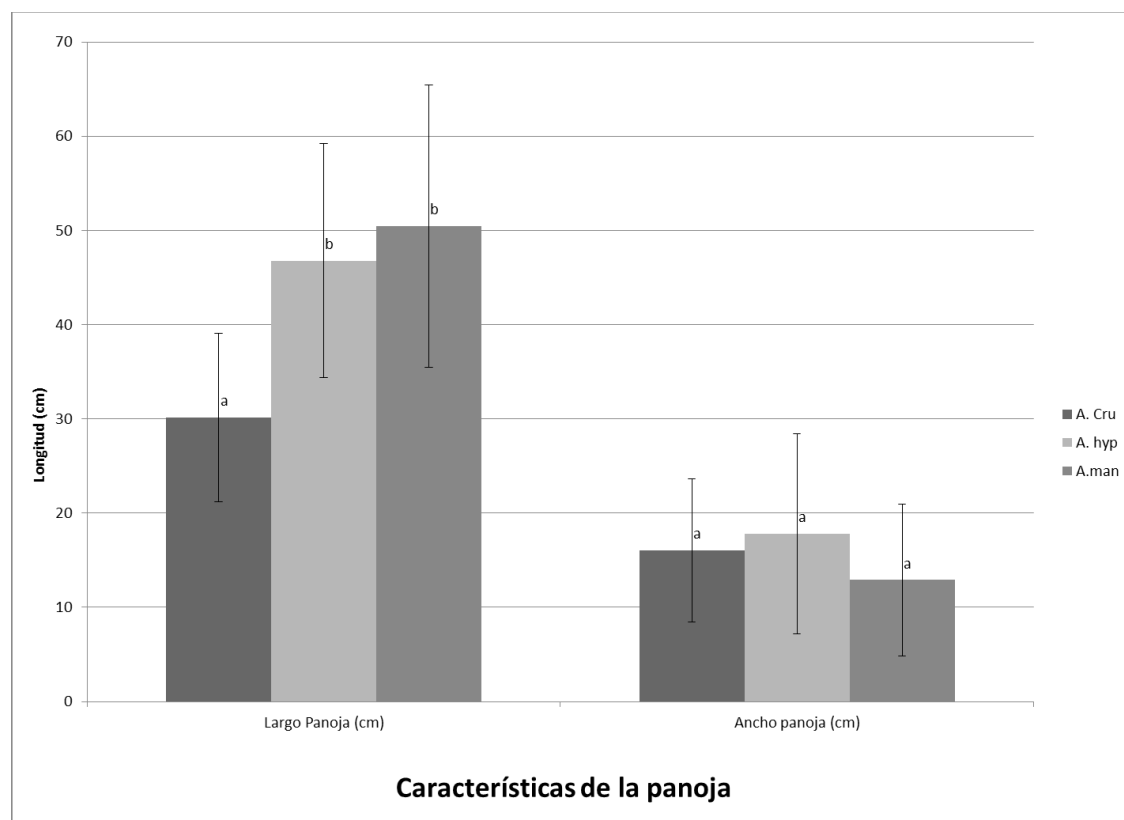


Fig. N° 4- Índice de cosecha correspondiente a 3 amarantos.



El índice de cosecha mide la eficiencia del germoplasma en la producción de granos. Los valores de rendimiento en grano y de producción de biomasa pueden ser muy variables entre plantas y entre germoplasmas; sin embargo, la razón entre ambos resulta un indicador relativamente constante para cada germoplasma bajo las condiciones edafoclimáticas dadas. Aquellos germoplasmas cuyo IC es bajo, serán más aptos para hortaliza y forraje, mientras que los de IC alto se preferirán como graníferos. En este caso *Amaranthus.mantegazzianus* presentó un IC de 0,17 comparado con *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus* 0,22 y 0,21 respectivamente (Fig. N° 4 y 5).

Fig. N° 5- Características de las panojas de los 3 amarantos estudiados



Cuadro 5: ANOVA correspondiente al largo de panoja de los 3 amarantos

ANÁLISIS DE VARIANZA Largo de Panoja						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4684,233333	2	2342,116667	14,5541	0,00000783	3,158842719
Dentro de los grupos	9172,7	57	160,9245614			
Total	13856,93333	59				

ANÁLISIS DE VARIANZA Ancho de Panoja						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	246,6333333	2	123,3166667	1,49445	0,233031489	3,158842719
Dentro de los grupos	4703,45	57	82,51666667			
Total	4950,083333	59				

En *Amaranthus cruentus* la población de plantas disminuyó de 98.000 pl. ha<sup>-1</sup> antes del 1° aporque a 66.000 pl. ha<sup>-1</sup>. Antes de efectuar el 2° aporque se contabilizó un total de 60.000 pl. ha<sup>-1</sup> y después del mismo el stand fue de 40.000 llegando a cosecha con 32.000 pl. ha<sup>-1</sup>. El espaciamiento entre líneas y entre plantas, unido a las características genéticas de la esta

especie hizo que la inflorescencia sea coposa, bi y trifurcada con buen índice de cosecha y profundos daños de corte y muerte de plantas en cada aporque (Fig. N° 5).

### Población de malezas

Las malezas halladas y la densidad evaluadas antes del 1° y 2° aporque figuran en el Cuadro 6

Cuadro 6. Malezas y densidad encontrada en los potreros del ensayo.

Malezas	Densidad-cobertura	
	Previo 1° aporque	Previo 2° aporque
<i>Centaurea solstitialis</i>	R	R
<i>Chenopodium álbum</i>	1	0
<i>Conyza bonariensis</i>	1	1
<i>Digitaria sanguinalis</i>	4	3
<i>Eleusine indica</i>	0	1
<i>Eleusine tristachya</i>	1	0
<i>Eragrostis virescens</i>	R	R
<i>Hirschfeldia incana</i>	R	R
<i>Panicum bergii</i>	R	0
<i>Panicum capillare</i>	3	3
<i>Salsola kali</i>	3	2
<i>Sorghum halepense</i>	R	R
<i>Datura ferox</i>	R	1
<i>Portulaca oleracea</i>	1	2
<i>Tribulus terrestris</i>	R	1

Las especies más abundantes fueron: *Digitaria sanguinalis* L.; *Chenopodium album* L.; *Panicum capillare* y *Salsola kali*, que pueden ser controladas de manera combinada mediante agentes químicos y mecánico. Según Van Veldhuizen *et al.*, 2004 el mejor control de malezas es la combinación del control mecánico y químico en verano, de esta manera se reduce el número de especies de malezas para el próximo año, luego de una buena preparación de la cama de siembra y adecuada densidad de siembra.

La quinoa *Chenopodium album* se encontró entre un 10 y 25% (Cuadro 6). Repollo, *et al.*, 2011 estimó una reducción del 41 % en la producción de materia seca de *Amaranthus hypochondriacus* var. Artaza 9122 para la proporción 50:50. En general, en las plantas C<sub>4</sub> el área de la hoja producida por unidad de peso de la planta es superior a las C<sub>3</sub>, pero esta predicción no está bien testada en el campo (Troiani *et al.*, 2008).

La presencia de *Conyza* se ha convertido en una de las malezas importantes en los barbechos de lotes agrícolas de la región pampeana y su importancia creciente podría estar asociado con su tolerancia a glifosato (Vitta, *et al.*, 2004; Tuesta *et al.*, 2001 y Puricelli y Tuesta, 2005; Metzler *et al.*, 2011; Baersen *et al.*, 2002). En este caso la población fue de 1. Según Van Veldhuizen *et al.*, 2004, la inexistencia de herbicida específico para amarantos impediría el control por ese medio. Según Mathiassen y Kudsk, (2009) el amaranto sembrado como cultivo de segunda a 0,70-0,80 m de distancias entre surcos compite pobremente con las malezas y hasta el presente en América y Europa no se registra un herbicida que pueda usarse en el cultivo de amaranto. El herbicida clomazone (240g/ha) fue tolerado por el amaranto en una temprana post-emergencia (2 hojas).

La cosecha se realizó cuando las plantas presentaron un color pardo amarillento (31 de marzo 2010). También presentaron cierta dehiscencia en la base de las panojas y los granos se tornaron de aspecto harinoso, cuando llegaron a la madurez de cosecha. Esta dehiscencia se incrementó con la presencia de aves y vientos que hicieron que las pérdidas pre-cosecha fueran importantes (no evaluadas en este caso). Cuando se efectuó la trilla mecánica *Amaranthus hypochondriacus*; *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus mantegazzianus* poseían respectivamente 11, 12 y 15 % de humedad. Solamente presentó hojas verdes en un valor medio de 3,3 hojas planta<sup>-1</sup> *Amaranthus mantegazzianus*. Este último caso es debido a la estructura globosa de la panoja, que dificulta el secado.

No se evaluaron las pérdidas de pre-cosecha generadas por causas naturales e inducidas por un ineficiente manejo previo del cultivo, ajenas al proceso de cosecha. Estas pérdidas se producen principalmente por desgrane natural, y/o plantas volcadas, caídas, que resultan imposibilitadas de ser recolectadas por el cabezal de la cosechadora y por el consumo de aves. A esto debe agregarse el pequeño tamaño del grano que dificulta su individualización en la superficie del suelo.

Para *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus* se determinaron las pérdidas de cola realizando cuatro (4) repeticiones, arrojando en cada una de estas aros ciegos después del paso del cabezal y antes que caiga el material por cola, que se calcularon pesando las semillas

que quedaron sobre la superficie del aro ciego. Cada uno de estos aros tiene un diámetro de 0,56 m, que juntos representan 1 m<sup>2</sup> (González y Elisei; 2006). Se obtuvo un promedio que transpolado dio un valor medio de 232 kg ha<sup>-1</sup>. Para amaranto hay pocos datos de pérdidas totales de las cosechadoras y rotura de granos. En maíz González y Elisen, 2006) consideran que pérdidas totales de las cosechadoras de 108,2 kg ha<sup>-1</sup> promedio es adecuado, dado que se aproxima a la tolerancia de 105 kg ha<sup>-1</sup> (Bragachini, *et al.*, 2006) y representa un 3,5 % del rinde promedio 6.871,81 lb ha<sup>-1</sup>. Según Lee *et al.*, 1996, en la cosecha comercial de amaranto ocurren pérdidas de 35 a 40% del total. El rinde de *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus cruentus* fue de 320 y 350 kg/ha mientras que para *Amaranthus mantegazzianus* debido a la altura de las plantas y la presencia de hojas se cortaron las panojas manualmente y posteriormente se trillaron con la cosechadora. En este caso el rinde fue de 865 kg ha<sup>-1</sup>. La cosecha se realizó con una máquina cosechadora de parcelas artesanal que no estaba bien diseñada.

## Conclusiones

En un programa de manejo integrado de malezas se debe proponer que los controles sobre la interacción maleza-cultivo se orienten a desarrollar sistemas de cultivo que no sean totalmente dependientes de la eficacia del uso del escardillo y de herbicidas; por lo que se debe partir de un lote limpio de malezas antes de la siembra.

La profundidad de siembra no debe exceder de 7 a 10 mm, en razón del tamaño de la semilla y para evitar problemas de emergencia en caso de planchado del suelo. No se recomienda el escardillado y aporque para el control de malezas cuando la densidad de plantas es igual o inferior a 40.000 pl. ha<sup>-1</sup>. El stand de plantas debe ser superior a 40.000 pl. ha<sup>-1</sup> para competir con las malezas, evitar el desarrollo lateral de las plantas, lograr tallos finos y facilitar el trabajo de las cuchillas de la cosechadora.

La cosecha se realizó cuando las plantas presentaron un color pardo amarillento (31 de marzo 2010). Se observó dehiscencia en la base de las panojas de los tres genotipos. Esta dehiscencia se incrementó con la presencia de aves y vientos que hizo que las pérdidas pre-cosecha fueran importantes (no evaluadas en este caso). Cuando se efectuó la trilla mecánica *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus mantegazzianus* poseían respectivamente 11, 12 y 15 % de humedad. *Amaranthus mantegazzianus* además, presentó hojas verdes, en un valor medio de 3,3 hojas planta<sup>-1</sup>, esto junto a la estructura globosa de la panoja, dificultó la pérdida de humedad del grano.

Para *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus* se determinaron las pérdidas por cola con la cosechadora de parcelas, las mismas se efectuaron con un aro ciego, colocado en la línea de cola de la máquina y se obtuvo un valor medio de 232 kg ha<sup>-1</sup>.

Los rindes de *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus cruentus* obtenidos mediante

cosechadora de parcelas fueron de 320 y 350 kg ha<sup>-1</sup>. En *Amaranthus mantegazzianus* las panojas se tuvieron que cosechar a mano debido a la presencia de hojas verdes y a la altura de las plantas que posteriormente fueron trilladas con la cosechadora de parcelas, el rinde fue de 865 kg ha<sup>-1</sup>.

La cosechadora de parcelas presentó fallas de diseño que hizo que las pérdidas fuesen importantes.

Con respecto a la arquitectura de la planta se recomienda descartar *Amaranthus mantegazzianus* debido a su excesiva altura, bajo índice de cosecha (0,17), alto diámetro del tallo y las características antes mencionadas como presencia de hojas verdes y características de la panoja (globosa), que dificultan la cosecha mecánica (elevan la humedad). Respecto a las otras variedades no se encontraron diferencias significativas respecto a su altura, índice de cosecha, diámetro del tallo. En estas se obtuvieron iguales rindes y mejores características morfológicas que las hacen aptas para la mecanización de la cosecha.

Luego de esta experiencia podemos afirmar que el amaranto representa una alternativa interesante de diversificación y que no requiere inversión en maquinaria específica. Asimismo en razón de sus destacadas cualidades nutricionales, constituye un importante aporte a la seguridad alimentaria, extensiva a la población celiaca.

## Bibliografía

- Afhammer, W., Czuczorova, D., Kaul, H. P. and Kruse, M. 1998. Germination of grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* X *A. hybridus*): effects of seed quality, temperature, light and pesticides. *European J. of Agronomy* 8:127-135.
- Baerson, S. R., Rodriguez, D. J., Tran, M; Feng, J.; Biest, N. A. and Dill, G. M. 2002. Glyphosate-Resistant Goosegrass. Identification of a mutation in the target enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase. *Plant Physiology* 129:1265-1275.
- Bragachini, M., & Casini, C. 2005. Eficiencia de cosecha y post-cosecha en soja. Manfredi (Argentina). INTA PROPECO. Manual Técnico N° 3. 6 pág.
- Braun Blanquet, J. 1979. Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales. H Blume Ediciones. Madrid (España).820 pp.
- Burkart, A. 1967. Flora ilustrada de Entre Ríos. Tomo III. Argentina. Colección Científica del INTA. Buenos Aires. 611 pág.
- Cabrera, A. J. & Zardini, E. M. 1979. Manual de la Flora de los alrededores de Buenos Aires. 452 pág.
- Covas, G., Paccapelo, H. A. y Arnaiz, J. P. 1994. Incidencia de la luz natural vs. oscuridad y de la permeabilidad de la testa en la germinación de semillas de amarantos (*Amaranthus spp.*) *Amarantos Novedades e Informaciones* N° 16:7-11.
- 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. 181p.
- Edwards, A. D. 1981. The effect of plant density on the quality of *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus hybridus* and *Amaranthus caudatus*. Summary In: Rodale Research Center. Germplasm: distribution,



Taxonomy, Genetics and Breeding. Bibliography of Cultivated Amaranthus. Mallory, E. Blair, M and Weber, L: 45 p.

- Edwards, A. D. 1990.. Grain Amaranth: characterization and culture. Summary. In Rodale Research Center. Germplasm: distribution, Taxonomy, Genetics and Breeding. Bibliography of Cultivated *Amaranthus*. Mallory, E. Blair, M and Weber, L: 46 pág.
- Kauffman, C.S. 1992. Realizing the potential of grain amaranth. Food Rev. Int 8, 5-21.
- Forcella, F., Vence, A. L., Sánchez, R and Ghersa, C. M. 2000. Modeling seedling emergence.<http://sciencedirect.com/science?>. 14 pág.
- Formento, N. 2002. Estrategias para controlar problemas sanitarios en trigo. <http://www.inta.gov.ar/info/intainfo/ant/2002/boletin187.htm>:
- Gómez Pando, L. 2003. Kiwicha. [http:// www.samconet.com/productos/producto/103/descripción\\_103.htm](http://www.samconet.com/productos/producto/103/descripción_103.htm).
- González, N & Elisei, J. 2006. Informe técnico de Evaluación del Funcionamiento de Cosechadoras en el Cultivo de Soja en la campaña 2005/2006 en el Norte de Buenos Aires. INTA PRECOP Pergamino. EEA Pergamino. 6 pág.
- Henderson, T. L.; Burton & L. J. Schneiter, A. A. 2000. Row spacing, plant population and cultivar effects on grain Amaranth in the Northern Great plain, en Agron. J. 92: 329-336.
- Huaptli, H. 1977. Agronomic potential and breeding strategy for grain amaranth. In: Proc. Amaranth Sem., 1st, Maxatawny, P.A. 29 jul 1977. Rodale Press, Emmaus, P.A. pp: 71-81
- Lee, J. H; Aufhammer & W. and Kubher. 1996. Produced, harvested and utilizable grain yield of the pseudocereals buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench),

quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) and amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L. X *A. hybridus* L.) as affected by production techniques. *Die Bodenkultur* 47: 5-12.

- Mathiassen, S. K. and Kudsk, P. 2009. Herbicide selectivity in amaranth. *Jornadas Amaranto 2009*. La Plata. Argentina. Resumen publicado en CD.
- Martinez M. D., Nuñez, F. J., Terrazas, T., Del Mar, R.P. L., Trinidad, S. A., Larque, S. A. 1999. Plastic responses to clipping in to species of *Amaranth* from the Sierra Norte de Puebla, México. *Gen. Res. Crop Evol.* 46: 225-234.
- Metzler, M. J., Papa, J. C. & Peltzer, H. F. 2011. Eficacia del control de *Conyza spp* con herbicidas residuales en postemergencia del cultivo de soja. *Cultivos estivales. Para mejorar la Producción- INTA EEA Oliveros* 46:109-112.
- Peiretti, E. G. & Gesumaría, J. J. 1998. Influencia de la distancia entre líneas sobre el crecimiento y rendimiento de amaranto granífero (*Amaranthus spp*) Pod. *Veg.* 13 (1-2)139-151.
- Perez Borroto, M., Machado Saiz, J., Rodríguez Sánchez, I. & Guardia Madrazo, T. 2003. El amaranto cultivo alternativo para áreas en proceso de desertificación. Resumen de algunas experiencias cubanas. Cuba: Medio ambiente y Desarrollo. *Rev. Electrónica de la Ag. Medio ambiente.* Año 3 N° 5, 5 pág.
- Piffer, C. R. y Benez, S. H. 2005. Desenvolvimento do sistema radicular de amaranto, Milheto e pe de galinha em diferentes níveis de compactação. *Energ. Agric. Botucatu*, 20 (3): 50-63.
- Puricelli, E. & y Tuesta, D. 2005. Efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbecho de cultivos resistentes a glifosato. *Agriscientia.* XXII (2): 69-78.
- Putnam, D. H. 1990. Agronomic practices for grain amaranth. *In: Proc. Natl. Amaranth Symp.* 4th. 23-25 Aug. 1990. Minnesota. Ext. Service. University of Minnesota. St. Paul, MN, U.S.A. pp: 151-162.

- Rial Boubeta, A y Mollou Varela, J. 2008. Estadística para la Investigación en Ciencias de la Salud. Coruña. Netbiblo, 328 págs ó pp.
- Repollo, R., Benito, L. R. Muñoz, O. E., Monforte Castañeira, M. & Reinaudi, N. B. 2009a. Comportamiento de variables agronómicas en 18 genotipos de amaranto sembrados en la Facultad de Agronomía UNLPam. Campaña 2006/07. X Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. 29 y 30 oct. 2009. Consejo Profesional Ciencias Naturales de La Pampa. Resumen en DVD pág. 58.
- Repollo, R., Benito, L., Oliviere, C. E., Monforte Castañeira, M. & Reinaudi, N. B. 2009b. Potencial productivo de 18 genotipos en la zona semiárida pampeana. X Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. 29 y 30 oct. 2009. Consejo Profesional Ciencias Naturales de La Pampa. Resumen en DVD, pág. 59.
- Repollo, R., Troiani, R. M., Noellemeyer, E.; Sánchez, T. & Reinaudi, N. 2010. Respuesta del amaranto a dos distancias de siembra y a densidades de población. *Agronomía trop.* 60(3):278-293.
- Repollo, R.; Chantre, G. y Sabbatini, M. R. 2011c. Competencia entre *Amaranthus hypochondriacus* y *Chenopodium album* bajo dos frecuencias de riego. Actas XX Congreso Asociación Latinoamericana de malezas. 1031-1039.
- Troiani R. M., Sánchez, T. M., Reinaudi, N. B. & Ferramolas, L. A. 2004. Optimal sowing date of three species of grain-amaranth in the semi-arid Argentina pampa. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2 (3):385-391.
- Troiani, R. M. de, Reinaudi, N. B. & Troiani, H. 2008. Efecto del control mecánico de malezas en los caracteres agronómicos de tres genotipos de amaranto. *Rev. de Desarrollo Rural y Cooperativismo Agrario*: 11:19-30.
- Tuesca, D., Puricelli, E. & Papa, J. C. 2001. A long-term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Research*. 41:369-382.
- Van Veldhuizen, R. M., Knight, CH. W. 2004. Performance of Agronomic Crop Varieties in Alaska en AFES, 111. University of Alaska Fairbanks. Pág. 136.

- Vitta, J., Tuesca, D. y Puricelli, E. 2004. Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina. *Agriculture, Ecosystem and Environments*. 103: 621-624.

### Cronograma del Plan de Trabajo:

Septiembre- octubre: preparación del suelo (barbecho) y toma de muestras de suelo para su posterior análisis físico-químico.

Noviembre- diciembre: siembra de los 3 genotipos y labores culturales.

Enero: febrero, marzo, abril: observaciones, mediciones a campo, trabajo en laboratorio con las muestras recolectadas y con el material cosechado.

Mayo, junio y julio: Actividades de laboratorio, revisión bibliográfica, análisis estadístico de datos obtenidos, redacción y presentación del trabajo para su evaluación.