



Crear... Crear... Crecer...

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Trabajo Final para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

**“IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LAS ENFERMEDADES
QUE AFECTAN AL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus spp.*)
EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
DE RIO CUARTO”**

Alumno: Bonelli, Mariano

DNI: 31891738

Director: Kearney, Marcelo

Co-Directora: Alcalde, Mónica

Río Cuarto – Córdoba

27/06/2013

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**“IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LAS ENFERMEDADES
QUE AFECTAN AL CULTIVO DE AMARANTO (*Amaranthus spp.*)
EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
DE RIO CUARTO”**

Autor: Bonelli, Mariano

DNI: 31891738

Director: *Kearney, Marcelo*

Co-Director: *Alcalde, Mónica*

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado

Evaluador:

March, Guillermo _____

Zuza, Mónica _____

Fecha de Presentación: ____/_____/_____.

Aprobado por Secretaría Académica: ____/_____/_____.

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen del Carmen, por indicarme el camino y darme fuerza para seguirlo.

A mi familia, por el apoyo dado durante la carrera.

A Cristina, por su amor, compañía y comprensión en todo momento.

A Marcelo y Mónica, por la confianza y orientación académica y personal.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto, por permitirme formarme como profesional y persona.

A los amigos, por la compañía en este camino recorrido de mi vida.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	3
Objetivos:	5
Objetivos específicos:.....	5
MATERIALES Y METODOS	6
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo	8
1. Identificación y cuantificación de las enfermedades que afectan a cada uno de los cultivares sembrados de <i>Amaranthus sp.</i> durante el ciclo del cultivo	8
1.1. Identificación de las enfermedades que afectan al cultivo durante el ciclo.	8
1.2. Cuantificación de las enfermedades que afectan a cada uno de los cultivares sembrados de <i>Amaranthus sp.</i> durante el ciclo del cultivo.	10
2. Evaluar y comparar el comportamiento a enfermedades que presenta cada cultivar en las distintas fechas de siembra planteadas	13
3. Identificar y cuantificar las posibles interacciones entre fechas de siembra y cultivares.	17
4. Comparar las distintas fechas de siembra, con los distintos cultivares y con los rendimientos obtenidos una vez realizada la cosecha.	19
CONCLUSIONES:	23
BIBLIOGRAFÍA:	24
ANEXOS	28
Figura 1. Ubicación geográfica del ensayo	28
Figura 2. Planos de siembra	28
Tabla 1. Evaluación a cosecha.....	30

INDICE FIGURAS

Figura 1. Lluvias mensuales y temperaturas medias para el año de estudio (2010/2011) y del período 1981-2010	8
Figura 2. Síntomas provocados por <i>Alternaria sp</i> en hojas de <i>Amaranthus sp</i>	9
Figura 3. Síntomas de <i>Albugo bliti</i> (Biv.) Kuntze en el envés de las hojas de <i>Amaranthus sp</i>	9
Figura 4. Síntomas de <i>Albugo bliti</i> (Biv.) Kuntze en el haz de las hojas de <i>Amaranthus sp</i>	9
Figura 5. Pústulas de color blanquecino en el envés de las hojas de <i>Amaranthus sp</i> provocada por <i>Albugo bliti</i> (Biv.) Kuntze.....	10
Figura 6. Incidencia final de las enfermedades presentes en las tres fechas de siembra, para los diferentes cultivares evaluados.....	10
Figura 7. Curva epidémica de <i>Albugo bliti</i> para el cultivar Aman-G1/3 (<i>A. mantegazzianus</i>), según cada fecha de siembra.....	12
Figura 8. Curva epidémica de <i>Alternaria sp</i> , para el cultivar Aman-G1/3 (<i>A. mantegazzianus</i>), según cada fecha de siembra.....	13
Figura 9. Curva epidémica de <i>Albugo bliti</i> , según fechas de siembra y en comparación de las precipitaciones acumuladas.....	14
Figura 10. Curva epidémica de <i>Alternaria sp.</i> , según fechas de siembra y en comparación de las precipitaciones acumuladas.....	16
Figura 11. Incidencia final de <i>Albugo bliti</i> para la interacción cultivar Aman-G1/3 (<i>A. mantegazzianus</i>), con fecha de siembra.....	18
Figura 12. Incidencia final de <i>Alternaria sp</i> para la interacción cultivar Aman-G1/3 (<i>A. mantegazzianus</i>), con fecha de siembra.....	19
Figura 13. Rendimiento (Kg/ha) de Amaranto según las fechas de siembra correspondiente y precipitaciones acumuladas durante el primer mes de implantado.....	20
Figura 14. Precipitaciones caídas durante el ciclo 2010/2011 y temperaturas medias.....	21
Figura 15. Rendimiento en Kg/ha del Amaranto según los cultivares usados.....	22

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de incidencia final (%) y valor de significancia (<i>p</i>) de las diferentes enfermedades presentes en cada fecha de siembra según los cultivares utilizados.....	11
Tabla 2. Incidencia media en porcentaje de <i>Albugo bliti</i> , para el cultivar Aman-G1/3 (<i>A. mantegazzianus</i>) según cada fecha de siembra.....	14
Tabla 3. Incidencia media de <i>Alternaria sp</i> , para el cultivar Aman-G1/3 (<i>A. mantegazzianus</i>) según cada fecha de siembra.....	16
Tabla 4. Valores de incidencia final de <i>Albugo bliti</i> para la interacción cultivar Aman-G1/3 (<i>A. mantegazzianus</i>), con fecha de siembra.....	18
Tabla 5. Valores de incidencia final de <i>Alternaria sp</i> para la interacción cultivar Aman-G1/3 (<i>A. mantegazzianus</i>), con fecha de siembra.....	19
Tabla 6. Rendimiento (Kg/ha) según las fechas de siembra y las precipitaciones acumuladas un mes posterior a la siembra.....	20
Tabla 7. Rendimiento en Kg/ha del Amaranto según los cultivares.....	23

RESUMEN

El consumo y cultivo de *Amaranthus* está aumentando en los últimos años debido a su valor nutricional y a la plasticidad agronómica que posee. Determinar el comportamiento sanitario del cultivo constituye la base para el estudio y la aplicación de diferentes estrategias para el manejo de las diferentes patologías. El siguiente estudio tuvo por objetivo evaluar el efecto de distintas fechas de siembra sobre la incidencia de las enfermedades y el rendimiento en diferentes cultivares de amaranto en la región de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. El trabajo se realizó en la campaña 2010/2011 estableciendo un ensayo con cuatro cultivares de amaranto (Dorado, Candil, Alin-G16 y Aman-G1/3) sembrados en tres fechas de siembras durante los meses de octubre, noviembre y diciembre. En el experimento se cuantificaron las enfermedades y se midió la producción de granos. La cuantificación de las enfermedades foliares se realizó por medio del cálculo de incidencia y la producción de granos mediante la cosecha manual de diferentes muestras del cultivo. Se identificaron dos enfermedades roya blanca (*Albugo blitis*) y mancha foliar (*Alternaria sp*), las cuales se manifestaron solo en el cultivar Aman-G1/3. Los resultados mostraron que la tercera fecha de siembra fue la más propicia para el desarrollo de ambas enfermedades, alcanzando valores del 33,31% ($p=0,0001$) y 1,7% ($p=0,0014$) para *Albugo blitis* y *Alternaria sp*. respectivamente. El cultivar Aman-G1/3 fue el que menor rendimiento tuvo de los tres cultivares utilizados (1712,91 Kg/ha ($p= 0,1757$)) y la fecha de siembra que presentó los menores rendimientos fue la primera (1279,69 Kg/ha ($p= <0,0001$)).

Se concluye que Aman-G1/3 presenta elevada susceptibilidad a estas enfermedades foliares, y que las siembras tardías favorecieron la tasa de progreso de las mismas, debido probablemente a las condiciones meteorológicas que ocurrieron durante el ciclo de estudio.

Palabras claves: Amaranto, *Albugo blitis*, Rendimiento, fecha de siembra, *Alternaria sp*

INTRODUCCIÓN

El amaranto se cultiva en América desde hace más de siete mil años, constituyendo con el maíz y la quínoa, la dieta básica de mayas, incas y aztecas.

Pertenece a la familia *Amarantaceae*, género *Amaranthus*. Esta familia comprende más de 60 géneros y aproximadamente 800 especies de plantas herbáceas anuales, de las cuales tres son las principales productoras de grano: *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*, provenientes de México y Guatemala, y *A. caudatus*, cuyo origen radica en Perú (Hernandez Garciadiego y Herrerías Guerra, 1998).

Es una planta que alcanza gran desarrollo en suelos fértiles y en algunos casos supera los dos metros de altura, generalmente tiene un solo eje central, aunque también se presentan ramificaciones desde la base y a lo largo del tallo. Posee hojas anchas y abundantes de color brillante, la panoja es parecida a la del sorgo, con una longitud de 0,5-1,0 m, que contienen numerosas flores pequeñas de coloración púrpuras, naranjas, rojas y doradas, que alojan a una minúscula semilla (0,9-1,7 mm de diámetro), que representa el principal producto de la planta de amaranto (Figuroa Paredes y Romero Verdezoto, 2008).

El ciclo del cultivo desde que germina hasta que la semilla alcanza su madurez tiene en promedio 180 días.

Técnicamente es considerado como un pseudocereal, ya que tiene características similares a las de los granos de cereales verdaderos de las monocotiledóneas. Al igual que éstos contiene cantidades importantes de almidón, con la diferencia de que el mismo se encuentra almacenado en el perisperma y el embrión ocupa gran parte del grano, conformando así una buena fuente de lípidos y también de proteínas (Figuroa Paredes y Romero Verdezoto, 2008). Sin embargo, por ser una dicotiledónea, no es considerado como un cereal verdadero.

En las últimas décadas, ha resurgido como “viejo-nuevo” cultivo debido a los atributos que posee, como el alto contenido de proteína (17,9 %), altos niveles de aminoácidos, esencialmente lisina (6,4 % de la proteína), 1,5 a 3 veces más contenido de lípidos que otros granos y se desarrolla en condiciones adversas de altas temperaturas y suelos salinos, utilizando para la fijación del nitrógeno la vía del C₄. (Troiani, *et al.*, 2005).

La harina de la semilla de amaranto (producto de la molienda integral) no resulta panificable por sí sola ya que carece de gluten (gliadina y glutenina). Esta particularidad la convierte en un alimento apto para la población celíaca. El grano entero cocido puede usarse en forma similar al arroz, también en forma explotada (pop), para la preparación de confituras y para agregarse a los desayunos, helados y otros (Troiani, *et al.*, 2005).

El contenido proteico del trigo se incrementa cuando es combinado con la semilla de amaranto y se logra un mejor equilibrio de aminoácidos esenciales (Troiani, *et al.*, 2005).

Es un cultivo con múltiples propósitos para la alimentación humana (granífero y hortícola) y para usos industriales, entre los que se destacan la elaboración de productos cosmetológicos y la fabricación de plásticos biodegradables (Troiani *et al.*, 2005).

En las últimas décadas el mismo se ha difundido de manera exponencial en varios países del mundo, especialmente en China, en donde actualmente se cultiva la mayor superficie mundial (150 mil hectáreas) y posee uno de los bancos de germoplasma más importantes. La India es otro de los principales productores mundiales, además de contar con el segundo banco de germoplasma más relevante del planeta (Pantanelli, 2001).

Por su parte, en Estados Unidos el cultivo tomó importancia a mediados de la década de los 70, a pesar que la superficie sembrada no alcanzó grandes dimensiones (500 hectáreas). El interés por el producto ha ido en aumento y actualmente comparte con Japón, la vanguardia en la investigación agronómica y en la tecnología de uso alimentario. En Iowa, se encuentra la colección de germoplasma de amaranto más importante del mundo, al igual que Perú, donde además hubo importantes avances tecnológicos. En México el cultivo adquirió impulso en la década de los 80, pero a partir de los 90 se encuentra en retroceso (Pantanelli, 2001).

En Argentina, debido a su precio internacional y a la relativa facilidad de producción, el amaranto se presenta como una buena alternativa de cultivo estival en aquellos suelos en donde no puede ingresar el complejo sojero. Sin embargo, la superficie cultivada en el territorio nacional es de apenas 600 hectáreas (Kearney, com. pers.), debido a que la comercialización se hace muy difícil por la falta de consumo masivo y la ausencia de un mercado referencial (Pantanelli, 2001).

El área potencial del cultivo en nuestro país abarca las provincias de Jujuy, Santiago del Estero, Córdoba, Este de La Pampa y Oeste de Buenos Aires.

En la actualidad se presentan serias dificultades para transformar al amaranto en un cultivo extensivo, en tanto que no se dispone de cantidades suficientes de semilla, si el mercado así lo requiriese. A lo anterior se suma la alta densidad necesaria para su siembra, producto de su tamaño, generando la necesidad de la graduación de la maquinaria utilizada o la cosecha de tipo manual, con la consecuente tendencia a hibridarse con malezas y otras especies similares (Consejo Federal de Ciencia y Tecnología).

Cuando se realizan estudios sobre la adaptación de germoplasmas a condiciones agroclimáticas de una región, uno de los aspectos de importancia es el comportamiento sanitario y en cultivos de escasa difusión tales como el amaranto, esta información es aun más relevante.

Antecedentes

En distintas regiones productoras de Argentina se han identificado varios hongos causando enfermedades en hojas, tallos y panojas, los que se detallan a continuación: *Albugo bliti* (Biv.) Kuntze, causando roya blanca; *Alternaria alternata*; (Fries) Keissler, que causa mancha foliar; tizón foliar; manchado y podredumbre de semillas; *Alternaria chlamydospora* Mouchaca, causal de manchado y podredumbre de semillas; *Epicoccum nigrum* Link, ocasionando manchado y podredumbre de semillas; *Macrophoma* sp., que nos origina mancha negra del tallo; *Phoma* sp., provocando manchas en el tallo; *Phyllosticta* sp. que produce viruela; *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp, originando mal de los almácigos y cancrisis del tallo. Por último, *Sclerotinia sclerotiorum* (Kib) de Bary, causando pudrición marrón del tallo y *Thecaphora amaranthi* (Hirschh.) Vánky y *T. amaranthicola* (Piepenbr), causales de carbón de la panoja. (Noelting *et al.*, 2009).

Por otra parte en la Universidad Nacional de Río Cuarto se ha evaluado su potencial agronómico, comprobándose su adaptación a las condiciones ambientales y en consecuencia, su posible inserción como cultivo alternativo (Peiretti y Gesumaria, com. pers.). También se han realizado investigaciones sobre su comportamiento sanitario, detectándose las siguientes enfermedades: “roya blanca del amaranto”, causado por *Albugo bliti* (Biv.) Kuntze; “mancha foliar”, producido por *Alternaria* sp. (Fries); “viruela del amaranto”, cuyo agente causal es *Phyllosticta amaranthi*; “mancha negra del tallo”, originado por *Macrophoma* sp.; “marchitamiento del amaranto”, provocado por *Fusarium solani* (Mart.) y “carbón de la panoja”, originado por *Thecaphora amaranthicola* (M. Piepenbr) (Alcalde, 1999).

De esta manera se procede a realizar una breve descripción de cada una de estas enfermedades:

“Roya blanca del Amaranto” (*Albugo bliti* (Biv.) Kuntze). Se manifiesta en el haz de las hojas áreas de color verde claro a amarillento, siendo la epidermis forzada hacia arriba y formando “ampolladuras”. En coincidencia, por el envés se forman pústulas de color blanquecino con halo castaño. Las pústulas son redondeadas, de 1-2 mm de diámetro y pueden encontrarse aisladas o pueden confluir (Alcalde, 1999).

“Mancha foliar” (*Alternaria alternata*; (Fries)). Esta enfermedad produce manchas de color castaño con halo amarillento, y cuando el patógeno fructifica su centro se torna más oscuro (Alcalde, 1999).

Además, este patógeno es el principal microorganismo involucrado en producir el manchado de semillas. Sin embargo en una investigación reciente llevada a cabo por Noelting *et al* (2009), en la cual se inoculó semillas de amaranto con cuatro aislamientos fúngicos: *Alternaria chlamydospora* Mouchaca; *Epicoccum nigrum* Link y dos aislamientos de *Chaetomium* sp Kunze, mostraron al cabo de siete días de incubación que las semillas

inoculadas con *A. chlamydospora* y *E. nigrum* exhibieron los síntomas del manchado, las que además fueron acompañadas por una reducción significativa de la germinación.

“Viruela del amaranto” (*Phyllosticta amaranthi*) se presenta en las hojas como manchas irregularmente redondas de 1-5 mm de diámetro, rosadas y bordeadas por una línea violácea, observando en el centro de las mismas pequeños puntos negros. Los cuerpos observados sobre las manchas son picnidios globosos en cuyo interior se encuentran gran cantidad de conidios unicelulares, hialinos y elipsoidales. En ataques severos las mismas manchas aparecen en los tallos (Marchionatto, 1948).

“Mancha negra del tallo” (*Macrophoma* sp.) muestra como síntomas manchas oscuras en la base del tallo, que lo ennegrece y estrangula, seguidamente avanza hacia la parte superior de la planta hasta que el tallo se debilita y dobla en dos y como consecuencia, se produce muerte de la planta. En ataques severos los porcentajes de incidencia pueden alcanzar del 30 al 100%, observando que este hongo requiere de ciertas condiciones ambientales que le favorezcan su desarrollo como son un período de sequía de uno a dos semanas antes de desarrollarse (Sánchez *et al.*, 1991).

“Carbón de la panoja” (*Thecaphora amaranthicola* M. Piepenbr). Se trata de un patógeno que afecta al normal desarrollo de las semillas. Las teliosporas se presentan agrupadas, son de color marrón oscuro, de forma globosa a elíptica y de 40,78µm x 34,23 µm. (Noelting, *et al.*, 2005).

Dos especies de carbones del género *Thecaphora* (*T. amaranthi* (Hirschh.) K. Vanky, comb. Nov y *T. amaranthicola* M. Piepenbr.) han sido reconocidas en el sur de la provincia de Buenos Aires como los agentes responsables de afectar a las inflorescencias de cuatro especies de amarantos cultivados: *A. mantegazzianus* Pass, *A. hypochondriacus* L., *A. cruentus* L. y *A. caudatus* L. Ambos carbones inciden en forma directa sobre el rendimiento del cultivo ya que el contenido de sus granos es reemplazado por teliosporas. (Noelting *et al.*, 2006).

“Podredumbre de los tallos” (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary), el cual se ve favorecido por la ocurrencia de bajas temperaturas y alta humedad relativa, condiciones que pueden presentarse cuando cultivares de ciclo largo son sembrados en forma tardía. Las características distintivas de la podredumbre en plantas adultas son consistentes con la aparición en el tallo de manchas de color castaño claro, síntoma precedido por un marchitamiento de las hojas y del tallo; este presenta desintegración total de la médula y presencia de esclerocios de color negro en su interior. En ataques severos puede ocasionar el marchitamiento temprano de toda la planta. Los esclerocios, constituyen la principal fuente de inóculo y de resistencia a las condiciones adversas y la viabilidad en el suelo puede superar los ocho años (Noelting y Sandoval, 2005).

De acuerdo a los antecedentes antes mencionados se propone como hipótesis de este trabajo que las enfermedades identificadas en el cultivo de *Amaranthus* sp. se presentan con distinta intensidad según la fecha de siembra y los cultivares utilizados, lo que genera diferencias en los rendimientos de cada cultivar.

Objetivos:

- Evaluar el efecto de distintas fechas de siembra sobre la incidencia de las enfermedades y el rendimiento en diferentes cultivares de amaranto.

Objetivos específicos:

- Identificar y cuantificar las enfermedades que afectan a cada uno de los cultivares de *Amaranthus* sp. durante el ciclo del cultivo.
- Registrar y comparar el comportamiento a enfermedades que presenta cada cultivar en las distintas fechas de siembra.
- Identificar y cuantificar las posibles interacciones entre fechas de siembra y cultivares.
- Comparar las distintas fechas de siembra, con los distintos cultivares y con los rendimientos obtenidos una vez realizada la cosecha.

MATERIALES Y METODOS

La experiencia se realizó en el campo experimental (CAMDOCEX) de la Universidad Nacional de Río Cuarto, cuyas coordenadas de ubicación son 33°08'S y 64°2'O, y se encuentra a una altitud de 438,62 m snm. (Página oficial de la UNRC, 2011) (Anexo. Figura 1. Ubicación geográfica del ensayo)

El ambiente del sitio experimental está compuesto por planicies muy suavemente onduladas, el relieve es normal-subnormal (sin napa cercana a la superficie) y las pendientes son largas a muy largas, con gradientes generales de 0,7 a 1%, (Cantero *et al.*, 1986).

El suelo es un Haplustol típico de textura franca arenosa, bien drenado a algo excesivamente drenado. Presenta una retención de humedad y estructura superficial moderada. Es un suelo apto para agricultura (Agencia Córdoba Ambiente- INTA, 2006).

Esta zona presenta un clima templado sub húmedo, con precipitaciones que suelen exceder la evapotranspiración en los meses de primavera y otoño y con déficit puntuales en verano e invierno. La precipitación media anual normal es de 801,2 mm con valores extremos mínimos de 451,1 mm en 1988 y máximos de 1195,2 mm en 1984, para la serie 1978 – 2007 (Seiler et al., 1995).

El régimen térmico es mesotermal, la temperatura media del mes más cálido (enero) es de 23°C con una máxima absoluta de 39,5°C. La temperatura media del mes más frío (julio) es de 9,1°C con una mínima absoluta de - 11,5°C. La amplitud térmica media anual es de 13,9°C. La fecha media de la primera helada es el 25 de mayo y la de última es el 12 de septiembre, siendo el período libre de heladas 255 días en promedio (Seiler et al., 1995).

Los materiales experimentales utilizados fueron cuatro cultivares de amaranto, los cuales pertenecen a tres especies diferentes como se describe a continuación: **Dorado** (*A. hypochondriacus*), **Candil** (*A. cruentus*), **Alin-G16** (*A. hypochondriacus*) y **Aman-G1/3** (*A. mantegazzianus*).

Las siembras comenzaron a mediados de octubre con un intervalo aproximado de 30 días entre ellas, siendo la fecha de la primera siembra el 26/10/2010, la segunda el 24/11/2010 y la tercera se realizó el 23/12/2010. Las mismas se efectuaron con una sembradora manual de un surco. Anterior a esto, se realizó una labor con una rastra de disco.

Para el control de malezas se utilizó un carpidor manual de un solo surco, el cual también cumplió con la función de aporque. Cabe aclarar, que se tuvo que utilizar este método debido a que el cultivo no tiene tolerancia a los herbicidas utilizados para el control de malezas de hoja ancha.

El ensayo para cada fecha de siembra se planteó con un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y las parcelas estuvieron constituidas por cinco surcos del cultivo de 5 m de longitud, espaciados 0,45 m entre ellos (Anexo. Figura 2. Planos de siembra).

Las evaluaciones se realizaron semanalmente a partir de la aparición de los primeros síntomas de las enfermedades. Su identificación y cuantificación se realizó durante todo el ciclo del cultivo sobre cinco plantas por cada cultivar sembrado, haciendo un total de 20 plantas por bloque y de 60 plantas por cada cultivar sembrado, en cada fecha de siembra las plantas fueron marcadas individualmente con el objetivo de realizar un seguimiento detallado sobre las mismas.

La cuantificación de las enfermedades foliares se realizó por medio del cálculo de incidencia (% de foliolos afectados) según lo siguiente:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hojas enfermas}}{\text{N}^\circ \text{ total de hojas de la planta}} \times 100$$

Una vez obtenido el nivel de incidencia para cada fecha de muestreo, se continuó con la construcción de las curvas epidémicas, esta nos permitió observar el desarrollo de cada una de las enfermedades presentes en el cultivo.

La estimación del rendimiento comenzó con la cosecha manual del cultivo mediante el siguiente procedimiento: primero se midió dos metros lineales en los surcos medios de cada cultivar sembrado en cada uno de los bloques y en su respectiva fecha de siembra, evitando los lugares donde no existían plantas. Luego en la distancia medida se contabilizó el número de plantas totales, como así también las plantas que estaban quebradas. Además se obtuvo la altura media de las plantas. Una vez tomado estos datos se procedió al corte de las panojas, colocándose a las mismas en bolsas arpilleras para posteriormente ser colgadas dentro de un galpón donde existía circulación de aire que colaboró en el secado. Cabe aclarar que se debió hacer revisiones periódicas para evitar el ardido de los granos.

Cuando el nivel de humedad de las panojas cosechadas descendió a los niveles deseados (peso constante) se realizó la trilla de las mismas tomándose el peso de los granos. (Anexo. Tabla 1. Evaluación a cosecha)

Para realizar la comparación entre tratamientos y los patógenos presentes, se consideró el valor de enfermedad final (Yf) obtenido para cada patógeno. Este mismo valor se utilizó también para realizar la comparación con el rendimiento final de cada fecha de siembra y cultivar. Para obtener las comparaciones se realizó un ANAVA a través del programa INFOSTAT (Anexo. Salidas del programa INFOSTAT).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo

La figura 1 muestra las lluvias mensuales (mm) durante el ciclo agrícola 2010-2011 y el período 1981-2010. Como se observa en la misma, las condiciones pluviométricas en el ciclo de estudio fueron semejantes a las históricas, registrándose lluvias por debajo de la media en los meses de Diciembre, Marzo y abril. A esto hay que agregarle que en el mes de Diciembre y levemente en Abril, la escasez hídrica coincidió con temperaturas medias mayores a las del periodo comprendido entre 1981-2010.

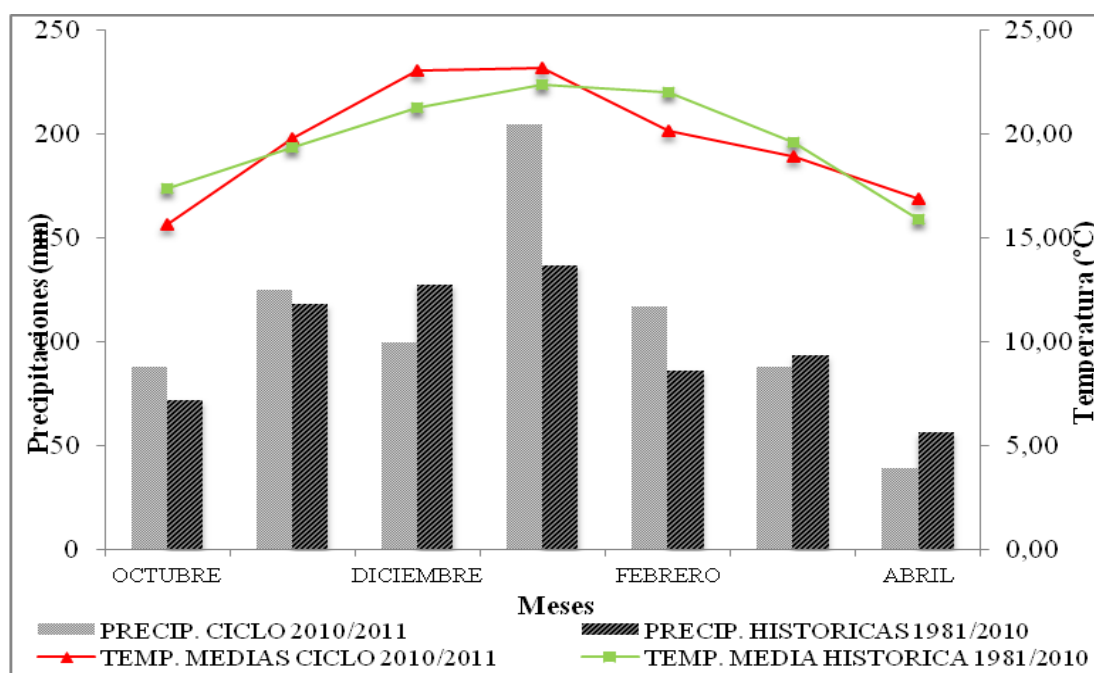


Figura 1. Lluvias mensuales y temperaturas medias para el ciclo 2010/2011 y del período 1981-2010. Campo experimental de la UNRC.

1. Identificación y cuantificación de las enfermedades que afectan a cada uno de los cultivares sembrados de *Amaranthus sp.* durante el ciclo del cultivo

1.1. Identificación de las enfermedades que afectan al cultivo durante el ciclo.

En las figuras 2, 3, 4 y 5 se observan las sintomatologías de las enfermedades identificadas durante el ciclo del cultivo en los distintos cultivares según las fechas de siembra. Se registro la presencia de **roya blanca** (*Al. bliti*) y **mancha foliar** (*Alternaria sp.*)

En cuanto a roya blanca, la sintomatología apreciada fue la siguiente: en las etapas tempranas del cultivo se observó en el haz de las hojas círculos de color verde claro, siendo la epidermis forzada hacia arriba y formando ampollas. Al mismo tiempo, del lado opuesto se manifestaron pústulas de color blanquecino (Figuras 3, 4 y 5). Esta sintomatología fue similar a las mencionadas por Fernández Valiela (1978), quien hizo referencia a este género.

Por su parte, para mancha foliar se registró la siguiente sintomatología: manchas de color castaño rodeadas de un halo amarillento y luego su centro se torna de color más oscuro, esto se debe a la fructificación del patógeno (Figura 2).

Ambas sintomatologías coincidieron también con lo descrito por Alcalde (1999) y Noelting (2009) quien además en el caso de mancha foliar, identificaron a otro microorganismo responsable de producir el manchado, éste fue *Epicoccum nigrum*.

Por otra parte, Alcalde *et al.* (2012), identificaron patógenos en semilla de Amarantho, los cuales fueron: *Alternaria*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Rhizopus*, siendo *Alternaria* el hongo que se presentó con mayor frecuencia.



Figura 2. Síntomas provocados por *Alternaria sp* en hojas de *Amaranthus sp*.



Figura 3. Síntomas de *Albugo bliti* (Biv.) Kuntze en el envés de las hojas de *Amaranthus sp*.



Figura 4. Síntomas de *Albugo bliti* (Biv.) Kuntze en el haz de las hojas de *Amaranthus sp*.



Figura 5. Pústulas de color blanquecino en el envés de las hojas de *Amaranthus* sp provocada por *Albugo bliti* (Biv.) Kuntze.

1.2. Cuantificación de las enfermedades que afectan a cada uno de los cultivares sembrados de *Amaranthus* sp. durante el ciclo del cultivo.

En la figura 6 se observan los valores finales de incidencia en porcentaje para cada uno de los cultivares evaluados según la fecha de siembra a la que correspondan. Por su parte y según se visualiza en la tabla 1 existe interacción significativa entre la incidencia final de las enfermedades para cada fecha de siembra y cada uno de los cultivares ($p < 0,05$), a excepción de mancha foliar, donde el p es superior a 0,05.

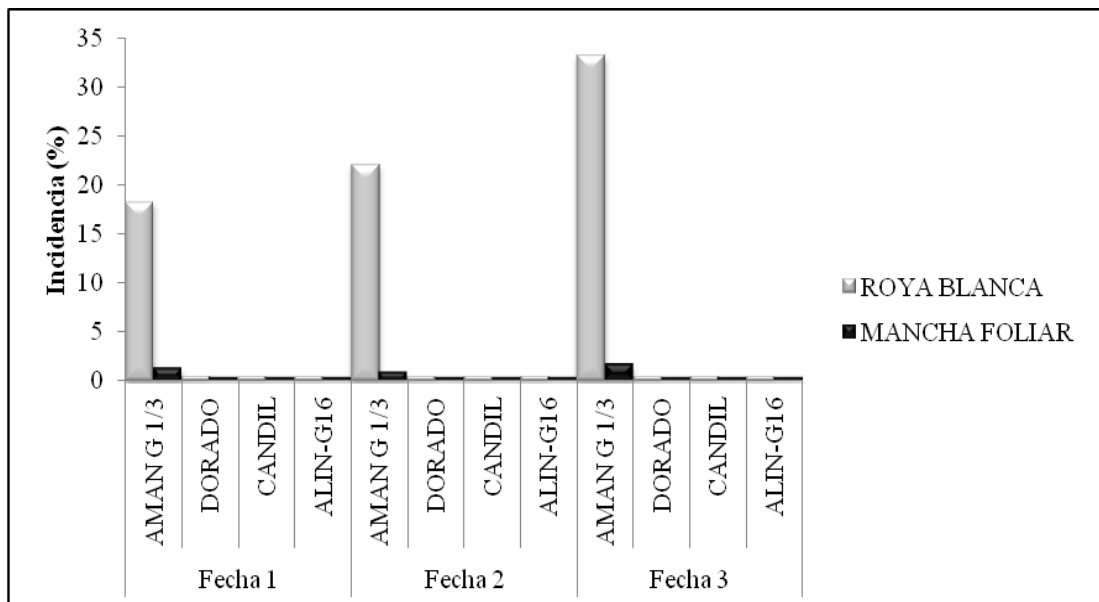


Figura 6. Incidencia final de las enfermedades presentes en las tres fechas de siembra, para los diferentes cultivares evaluados. Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

Tabla 1. Incidencia final (%) y significancia (*p*) de las enfermedades presentes en cada fecha de siembra según los cultivares utilizados. Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

Fechas de Siembra	Cultivares	Roya blanca (<i>Albugo bliti</i>)	Mancha foliar (<i>Alternaria sp.</i>)
Fecha 1	AMAN G 1/3	18,33	1,32
	DORADO	0	0
	CANDIL	0	0
	ALIN-G16	0	0
Fecha 2	AMAN G 1/3	22,14	0,88
	DORADO	0	0
	CANDIL	0	0
	ALIN-G16	0	0
Fecha 3	AMAN G 1/3	33,31	1,7
	DORADO	0	0
	CANDIL	0	0
	ALIN-G16	0	0
		<i>P</i> <0,0001	<i>P</i> =0,9251

Como se puede observar en la figura 6 y en la tabla 1, el único cultivar que tuvo susceptibilidad a ambas enfermedades fue el Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*), por lo que los análisis posteriores solo se harán en este cultivar.

En la figura 7 se muestra la curva epidémica de *Al. bliti* para el cultivar Aman-G1/3, según cada fecha de siembra. Como se aprecia en la figura 7, la tercera fecha de siembra fue la que tuvo los mayores valores de incidencia de la enfermedad, seguido por la segunda y en último lugar la primer fecha. Otra apreciación que se puede hacer es que los valores iniciales y finales de incidencia también van de menor a mayor según las fechas de siembra que corresponda. Además se puede observar que, a partir del 21 de febrero para cualquiera de las tres fechas de siembra los valores de incidencia se estabilizan, provocando una meseta en las curvas epidémicas.

Es de importancia destacar que si bien el tiempo de duración de la epidemia en la tercera fecha de siembra es corto, los valores de incidencia de la enfermedad fueron elevados, generando durante el mes de febrero un pico del doble del valor detectado en la primera fecha de siembra, durante la cual, si bien el tiempo de duración de la epidemia fue extenso, los niveles de incidencia fueron menores. Por último la segunda fecha de siembra mantuvo valores de incidencia intermedios de *A. bliti*.

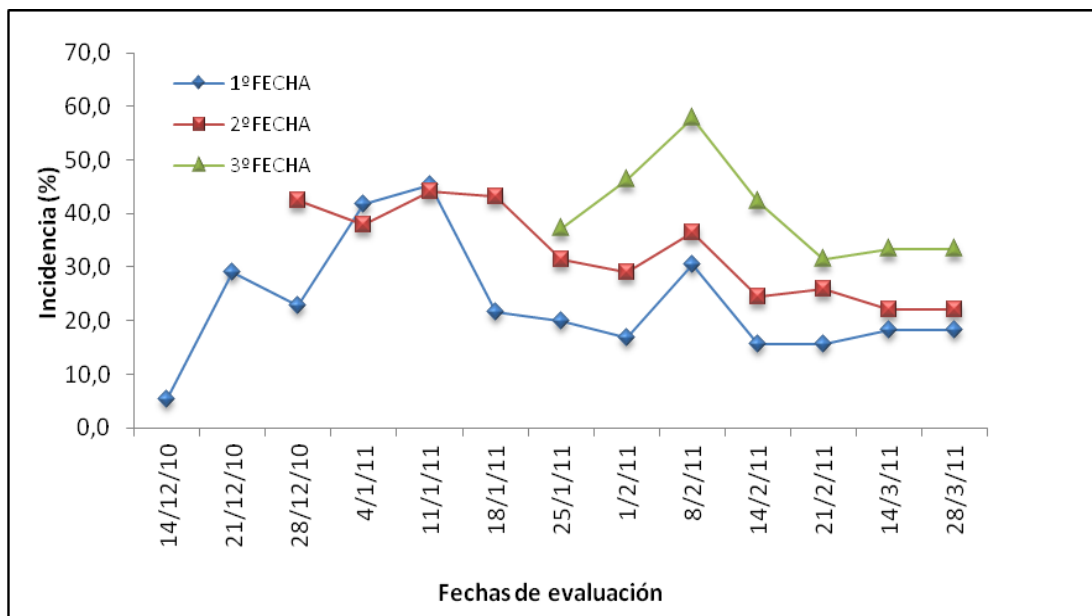


Figura 7. Curva epidémica de *Albugo bliti* para el cultivar Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*), según cada fecha de siembra. Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

En lo referente a *Alternaria sp.* en la figura 8, se muestra su curva epidémica para el cultivar Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*), según cada fecha de siembra. Como se puede apreciar en la figura, el periodo en el cual se detecta mancha foliar es más extenso en la primera fecha de siembra, sin embargo los valores de incidencia final de la enfermedad son mayores en la tercera fecha de siembra. También se puede destacar que en la primera fecha de siembra los valores de incidencia se estabilizan a partir del 21 de febrero, fecha a partir de la cual se comienza a detectar la presencia de la enfermedad en las otra dos fechas de siembra, en las cuales se produce una estabilidad de los valores a partir del 14 de marzo.

Además se puede destacar que la tercera fecha de siembra posee el mayor valor de incidencia inicial, el cual continúa incrementándose a lo largo del ciclo del cultivo, concluyendo en un elevado valor de incidencia final.

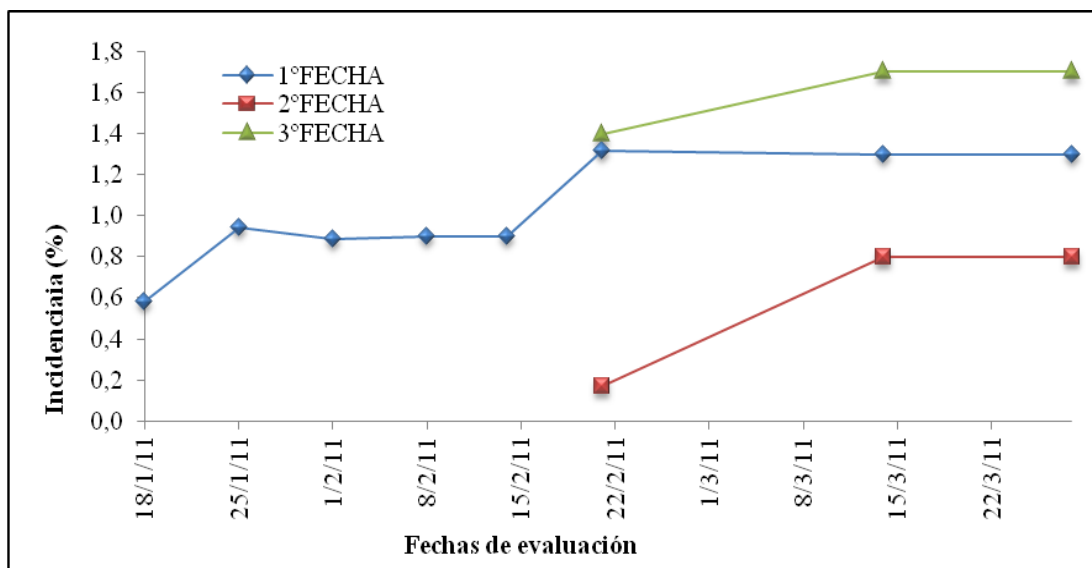


Figura 8. Curva epidémica de *Alternaria sp.* para el cultivar Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*), según cada fecha de siembra. Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

2. Evaluar y comparar el comportamiento a enfermedades que presenta cada cultivar en las distintas fechas de siembra planteadas

En la figura 9 se realizó un análisis gráfico entre la curva epidémica de *Al. bliti* y las precipitaciones semanalmente durante el ciclo 2010/2011, partiendo desde el mes de diciembre.

Los resultados que arrojó el análisis visual en el gráfico es que el aumento de la incidencia en las tres fechas de siembras durante el mes de febrero se debió a precipitaciones de consideración cercanas a la fecha de relevamiento. Esto creó condiciones de humedad, que acompañado por buenas temperaturas produjeron un aumento en los valores de incidencia de la enfermedad. También se puede observar que posteriormente este nivel de incidencia disminuye, debido seguramente al crecimiento de nuevas hojas que causaron un efecto de dilución en los valores de la misma. Por otro lado, se visualiza además que se mantienen las diferencias entre los valores de cada fecha de siembra.

Del mismo modo es posible apreciar en la figura 9 que la probable causa de los mayores niveles de incidencia inicial y final que se detectaron en la tercera fecha de siembra, pudo deberse a las mayores precipitaciones registradas previamente al inicio del cultivo en comparación con las otras dos fechas de siembra.

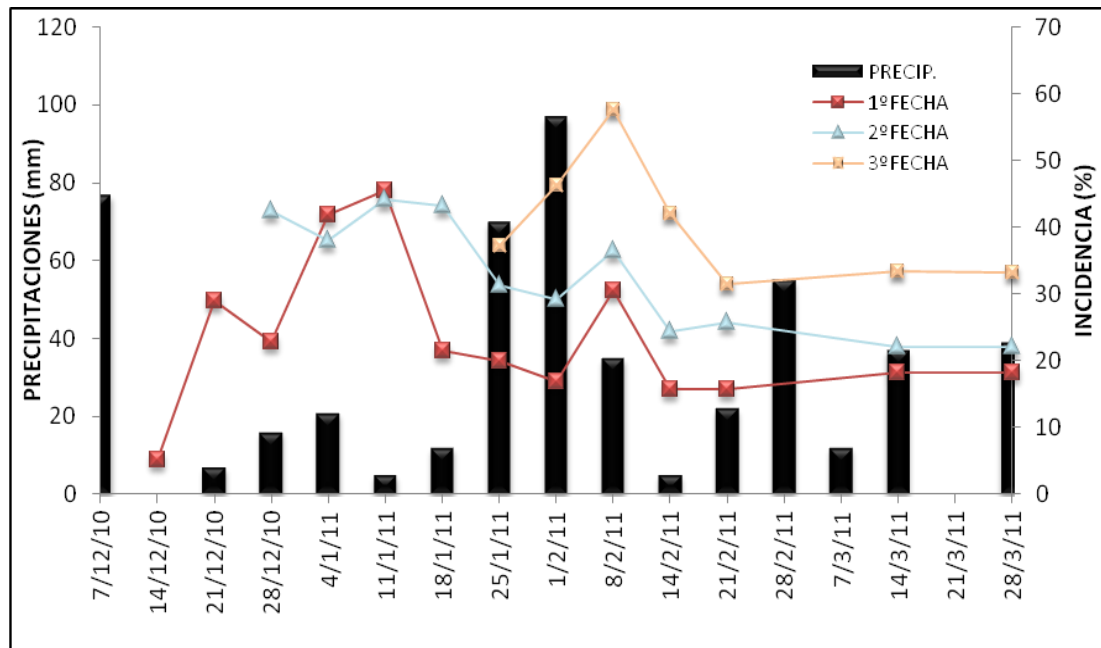


Figura 9. Curva epidémica de *Albugo bliti*, según fechas de siembra y las precipitaciones semanales. Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

Tabla 2. Incidencia media de cada fecha de evaluación de *Albugo bliti*, para el cultivar Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*) según fechas de siembra. Ciclo 2010-2011. Campo experimental UNRC.

FECHAS	1ª FECHA (26/10/2010)	2ª FECHA (24/11/2010)	3ª FECHA (23/12/2010)	P FECHA DE SIEMBRA
14/12/2010	5,2 b	0 a	0 a	0,0005
21/12/2010	29 b	0 a	0 a	<0,0001
28/12/2010	22,9 b	42,4 c	0 a	<0,0001
04/01/2011	41,8 b	38 b	0 a	<0,0001
11/01/2011	45,4 b	44,1 b	0 a	<0,0001
18/01/2011	21,5 b	43,1 c	0 a	<0,0001
25/01/2011	19,9 a	31,4 b	37,3 b	0,0004
01/02/2011	16,9 a	29,1 b	46,2 c	<0,0001
08/02/2011	30,6 a	36,4 a	57,7 b	<0,0001
14/02/2011	15,6 a	24,4 a	42,1 b	<0,0001
21/02/2011	15,6 a	25,8 b	31,4 b	0,0092
14/03/2011	18,3 a	22,1 a	33,4 b	0,0024
28/03/2011	18,3 a	22,1 a	33,3 b	0,0028

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Como se muestra en la tabla 2, existe una interacción significativa entre la incidencia de la enfermedad a lo largo del ciclo del cultivo y las fechas de siembra ($p < 0,05$). Además se puede observar que, comienza a haber una diferencia estadísticamente significativa a partir del 25 de enero a favor de la primera fecha de siembra (Incidencia: 19,9%) mientras que las otras dos fechas ya presentaban mayores valores de enfermedad para esa época no diferenciándose entre ellas (31,4 para la segunda fecha y 37,3 para la tercera).

Además, se puede apreciar en la tabla anterior que a partir del primero de febrero la tercer fecha de siembra se diferencia significativamente de las otras dos fechas siendo la más afectada por *A. bliti*; diferencia que se mantiene hasta el final del ciclo del cultivo.

Por último, es de consideración mencionar que la significativa interacción ($p < 0,05$) entre la incidencia de la enfermedad y la fecha de siembra nos aproxima a la idea de que los valores registrados de la enfermedad se debían a las condiciones predisponentes en cada fecha de siembra.

En la figura 10 se puede observar la curva epidémica de *Alternaria sp.* y las precipitaciones semanalmente. En esta figura se puede apreciar que la mayor duración de la enfermedad en la primera fecha de siembra se puede deber a que a partir del 18 de enero las condiciones meteorológicas mejoraron, por lo que pudo favorecer el desarrollo de la enfermedad. Pero como se puede distinguir en la figura las otras dos fechas de siembra acusan la enfermedad tiempo más tarde, por lo que el desarrollo de mancha foliar puede estar más relacionada a ciertos estadios fenológico del cultivo que a las condiciones meteorológicas que se dieron en ese año de estudio.

Además, como se puede notar en la figura 10 a partir del 21 de febrero para la primer fecha de siembra y del 14 de marzo para las otras dos fechas, se estabilizan las tres curvas epidémicas, esto se puede deber a que hacia final del ciclo del cultivo las precipitaciones comenzaron a ser más escasas lo que provoco que las condiciones para el desarrollo de la enfermedad ya no sean tan favorables.

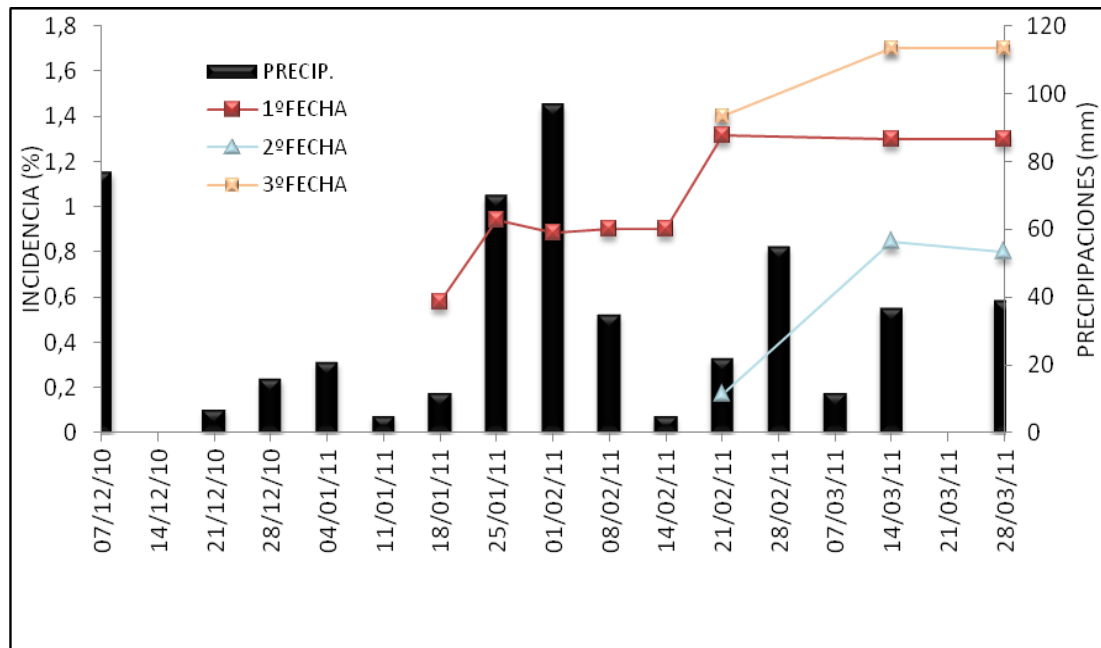


Figura 10. Curva epidémica de *Alternaria sp.*, según fechas de siembra y precipitaciones semanales. Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

Tabla 3. Incidencia media de cada fecha de evaluación de *Alternaria sp.*, para el cultivar Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*) según fechas de siembra. Ciclo 2010-2011. Campo experimenta de la UNRC.

FECHAS	1ªFECHA	2ªFECHA	3ªFECHA	P FECHA DE SIEMBRA
18/01/11	0,6 a	0 a	0 a	0,3765
25/01/11	0,9 a	0 a	0 a	0,1532
01/02/11	0,9 a	0 a	0 a	0,0602
08/02/11	0,9 b	0 a	0 a	0,0594
14/02/11	0,9 a	0 a	0 a	0,0608
21/02/11	1,3 a	0,2 a	1,4 a	0,4969
14/03/11	1,3 a	0,8 a	1,7 a	0,7150
28/03/11	1,3 a	0,8 a	1,7 a	0,7478

Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0,05)

Como se observa en la tabla 3, no existió una interacción significativa entre los valores de incidencia de *Alternaria* considerando las tres fechas de siembra ($p < 0,05$). Además se puede apreciar que salvo el 08/02, en los demás días de muestreo no existió una diferencia estadística significativa. Una de las posibles causas que generaron los valores de incidencia encontrados, pudo ser la carga fúngica sobre las semillas, dado que las semillas usadas fueron las cosechadas años anteriores, por lo que hay posibilidades de que exista la

presencia del patógeno en ellas y si a esto, le sumamos una fecha de siembra donde las condiciones sean las predisponentes para que se exprese la enfermedad, entonces podremos tener ciertos niveles de incidencia de mancha foliar (Peiretti, com pers). Esto concuerda con lo observado por Alcalde *et al.* (2012), quienes trabajando en un estudio de carga fúngica con semillas de campañas anteriores detectaron y cuantificaron la presencia de *Alternaria* en semilla. En otro estudio realizado por Moreno-Velazquez *et al.* (2005), en México, también identificaron en semillas de amaranto 19 especies fúngicas, encontrándose entre estas a la especie *Al. alternata*. En este trabajo también se remarcó que de todos los hongos aislados, el mayor porcentaje correspondió a esta especie, diferenciándose significativamente del resto de los patógenos.

3. Identificar y cuantificar las posibles interacciones entre fechas de siembra y cultivares.

Como se especificó en el primer apartado, el único cultivar que fue afectado por ambas enfermedades fue Aman-G1/3, por lo que es de consideración decir que no existió una interacción entre cultivares con las fechas de siembra, debido a que en ninguno de los demás cultivares se pudo registrar la presencia de ambos patógenos.

En la figura 11, se observa la incidencia final de *Al. bliti* en el cultivar Aman-G1/3, según las diferentes fechas de siembra, existiendo evidencia estadística significativa ($p > 0,05$) entre el valor final de incidencia de la enfermedad y cada una de las fechas de siembra para el cultivar antes mencionado (Tabla 4). Como se puede observar es la tercera fecha la que tiene el mayor valor de incidencia final (33,31%). Esto puede deberse a que las condiciones meteorológicas durante la tercera fecha fueron más favorables que en las otras dos fechas, lo cual significó que durante el periodo de susceptibilidad del cultivar, el patógeno pueda expresar su potencial patogénico y aumentara entonces la proporción de individuos con la enfermedad.

También se puede observar que entre la primera y la segunda fecha no se puede establecer una diferencia significativa en los valores incidencia de la enfermedad.

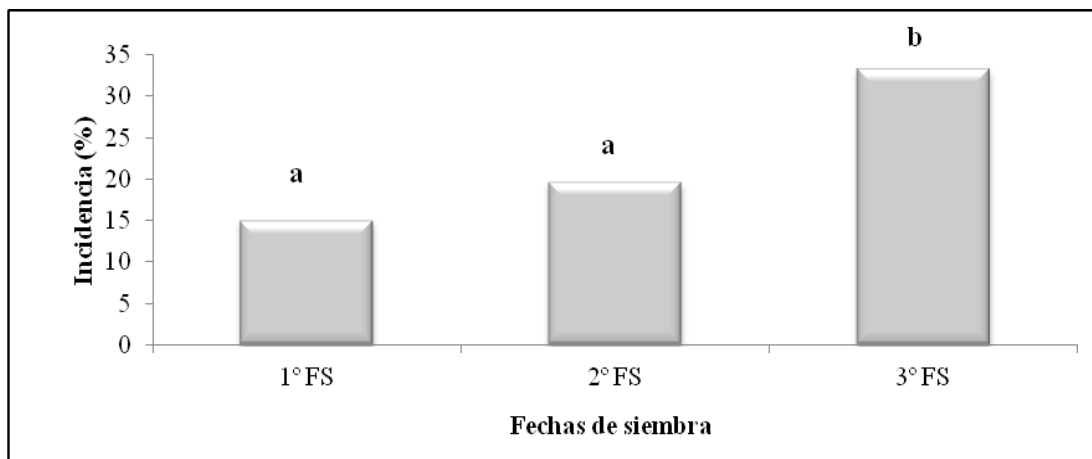


Figura 11. Incidencia final de *Albugo bliti* según fecha de siembra para el cultivar Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*). Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

Tabla 4. Incidencia final de *Albugo bliti* según fechas de siembra para el cultivar Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*). Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

FECHA DE SIEMBRA		
1° FS	2° FS	3° FS
15,01 a	19,63 a	33,31 b
$p=0,0005$		

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En la figura 12, se puede apreciar la incidencia final de *Alternaria sp* para el cultivar Aman.G1/3, según las diferentes fechas de siembra. En la tabla 5 se puede observar que existe interacción significativa ($p > 0,05$) entre el nivel de incidencia final de la enfermedad y cada una de las fechas de siembra para este cultivar. Como se distingue en el gráfico y la tabla, aquí también fue la tercera fecha de siembra la que tuvo mayor nivel de incidencia, pero a diferencia de la enfermedad anterior, los valores de las otras dos fechas son aún más cercanos. Otra diferencia que se puede notar es que para cualquiera de las fechas de siembra los valores de incidencia final que corresponde a la roya blanca siempre son mayores que los de mancha foliar, lo que indica que hasta el final del ciclo del cultivo *Al. bliti* tuvo mayor intensidad que *Alternaria sp*.

Este último patógeno se encontró en otros cultivos, como en el caso del girasol. Al respecto en un trabajo realizado por Lange (2012), en el cual destacaba las dificultades y soluciones del cultivo de girasol en siembra directa, encontró que el retraso de la fecha de siembra, por riesgo de heladas, podía ser causa indirecta del aumento de la incidencia de mancha foliar por *Alternaria (Al. helianthi)*.

Por su parte Chamorro *et al.* (2008), quienes trabajaron sobre las enfermedades de fin de ciclo de soja en dos fechas de siembras distintas (18/11/06 y 12/12/06), identificaron entre otros patógenos a *Alternaria sp.* Estos investigadores también evaluaron incidencia y severidad, encontrando la mayor incidencia en la segunda fecha de siembra sin embargo estos investigadores destacaron que los rendimientos fueron mayores en esta fecha de siembra, debido a que se dieron mejores condiciones ambientales.

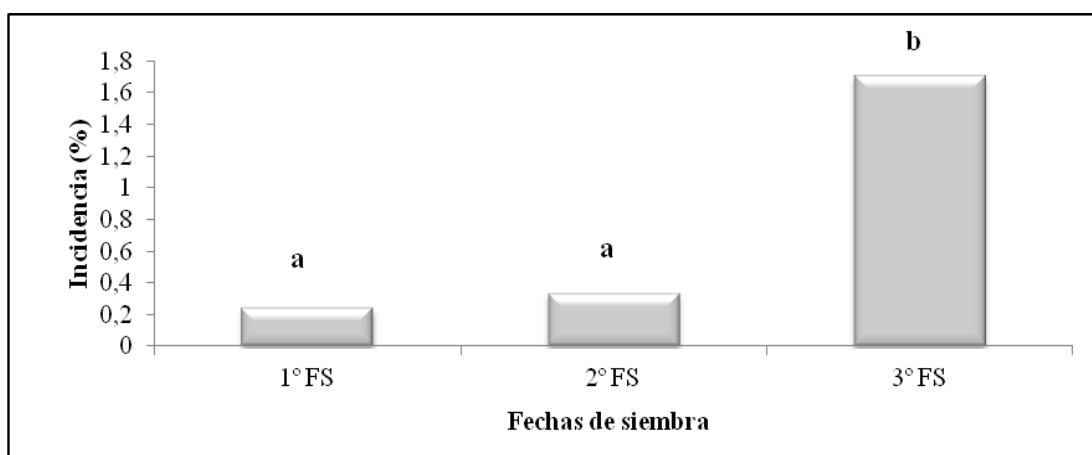


Figura 12. Incidencia final de *Alternaria sp.* según fecha de siembra para el cultivar Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*). Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

Tabla 5. Valores de incidencia final de *Alternaria sp.* según fechas de siembra para el cultivar Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*). Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

FECHA DE SIEMBRA		
1° FS	2° FS	3° FS
0,24 a	0,33 a	1,7 b
$p = 0,05$		

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

4. Comparar las distintas fechas de siembra, con los distintos cultivares y con los rendimientos obtenidos una vez realizada la cosecha.

En la figura 13 y tabla 6 se puede apreciar que el rendimiento fue significativamente menor ($p > 0,05$) en la primer fecha de siembra con respecto al resto de la fechas, las cuales no se diferenciaron entre ellas. Esto se contrapone con lo expuesto por Salazar (1996), quien en México, en su trabajo de caracterización del crecimiento y desarrollo del cultivo amaranto (*Amaranthus cruentos* L.), encontró que el rendimiento no mostro diferencia estadística significativa en relación a las distintas fechas de siembra, logrando un valor máximo de 26,83 qq/ha en la primer fecha de siembra (6 de octubre).

Este menor rendimiento se pudo deber a que las condiciones meteorológicas en la primer fecha fueron adversas, a tal punto que días después de la implantación del cultivo hubo que colocar un riego para crear condiciones de humedad que permitiera la germinación de las semillas. Con motivo de ello en la tabla 6 y figura 13 se agregan los valores de precipitaciones caídas durante el primer mes de implantado el cultivo, periodo durante el cual, este es susceptible, debido a que necesita buenas condiciones de humedad para que la semilla se imbibiera y provoque la germinación de la mismas y además, luego de esto, la planta no posee un sistema de raíces desarrollados (Peiretti com. pers.).

Por otra parte, es importante destacar los elevados rendimientos encontrados en la tercer fecha de siembra a pesar de que esta fue la que tuvo mayor valor de incidencia de ambas enfermedades.

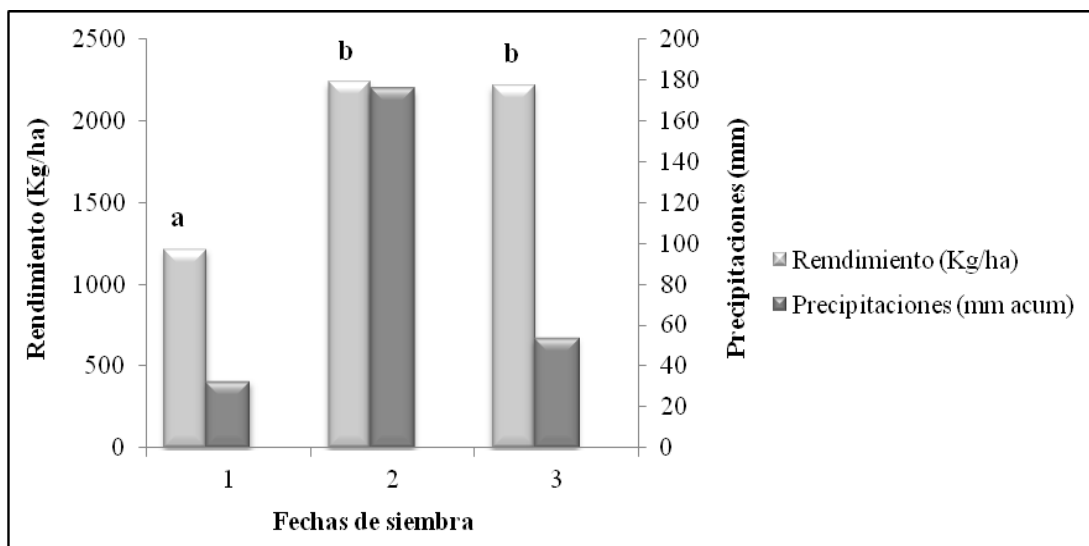


Figura 13. Rendimiento (Kg/ha) de Amaranto según las fechas de siembra correspondiente y precipitaciones acumuladas durante el primer mes de implantado. Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

Tabla 6. Rendimiento (Kg/ha) según las fechas de siembra y las precipitaciones acumuladas un mes posterior a la siembra.

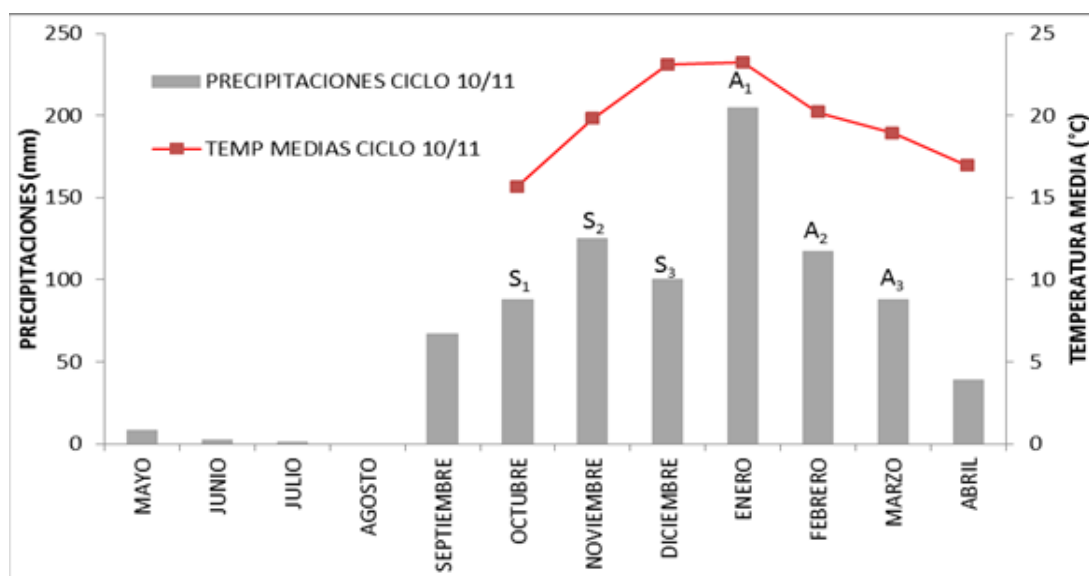
Fecha de siembra	Rendimiento (Kg/ha)	Precipitaciones (mm)
1	1279,69 a	33
2	2240,18 b	176
3	2220,82 b	54

$p = <0,0001$

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Considerando lo antes expuesto, Troiani *et al.* (2004), quien trabajando en las fechas de siembra óptimas para este cultivo en la zona semiárida de la pampa argentina, cito a Henderson *et al.* (1998) quienes afirmaron que el crecimiento de las plantas de amaranto están influenciadas por la distribución de las lluvias, no solo durante el desarrollo inicial, sino también durante la emergencia.

Otra posible causa es que durante el periodo de antesis, para la primer fecha de siembra, las precipitaciones caídas (205 mm acumulados en el mes de enero) no fueron las suficientes para salir del déficit hídrico con que venía el suelo hasta ese momento, debido a que si bien las mismas fueron en aumento, también aumentaron las temperaturas medias, con lo que seguramente la evaporación desde el suelo también aumentó (Figura 14). En lo que respecta a las otras dos fechas de siembra, la antesis cae en meses donde si bien las precipitaciones fueron menores a las anteriores, es posible que el suelo haya llegado a cargar el perfil y además las temperaturas fueron en disminución. Esto se puede apreciar en la figura 14, donde se muestran las precipitaciones caídas y temperaturas medias. Al respecto en el mismo trabajo mencionado anteriormente, Troiani *et al.* (2004), encontró que la caída en la producción en la segunda fecha de siembra (primer quincena de diciembre) se debió al déficit hídrico que se produjo durante la fase de antesis. Este investigador también recomendó que las siembras del cultivo se realicen después del 20 de noviembre y durante diciembre para garantizar un excelente desarrollo de la planta y maduración total del grano producido en la zona de estudio.



*S*₁: 1ª Fecha de siembra; *S*₂: 2ª Fecha de siembra; *S*₃: 3ª Fecha de siembra; *A*₁: Antesis de la 1ª fecha de siembra; *A*₂: Antesis de la 2ª fecha de siembra; *A*₃: Antesis de la 3ª fecha de siembra.

Figura 14. Precipitaciones caídas durante el ciclo 2010/2011 y temperaturas medias. Ciclo 2010/2011. Campo experimental de la UNRC.

Una vez comparadas las fechas de siembras y comprobando que existe una interacción significativa entre esta y el rendimiento, se prosigue en comparar los distintos cultivares usados en el ensayo.

En la figura 15 se puede observar el rendimiento (Kg/ha) del cultivo según los diferentes cultivares utilizados, y se visualiza que no existieron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre los cultivares (Tabla 7). A pesar de esto, se puede observar que el cultivar Aman-G1/3 (*A. mantegazzianus*) tiene una leve tendencia no estadística a tener un menor rendimiento (Kg/ha). Esto coincide con lo expuesto por Matteucci (1998), quien en su trabajo referido al potencial productivo del amaranto en la pampa ondulada, evaluó el comportamiento de seis germoplasma, encontrando que no había diferencia estadística del rendimiento entre los germoplasmas y que todos superaron el rendimiento de 1,5 tn/ha. También destacó que *A. hypochondriacus* fue el que mayor Índice de Cosecha (IC) tuvo y que *A. mantegazzianus* fue el que mayor altura tuvo, pero el de menor IC.

Una de las posibles causas del menor rendimiento puede ser por los mayores valores de enfermedad encontrados en dicho cultivar. Ello se puede deber a que éste es originario de zonas semidesérticas, lo que hace que las condiciones de humedad de nuestra zona aun sean favorables para el desarrollo de enfermedades (Peiretti, com. Pers.). Por otro lado Peiretti y Gesumaria (1998), en su trabajo llegó al resultado de que *A. mantegazzianus* tenía un mejor desarrollo cuando las condiciones de humedad edáficas eran favorables durante el periodo siembra-aparición de la inflorescencia, lo cual no sucedió en todas las fechas de siembra planteadas. Además observó que el crecimiento de *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* estaría más relacionado a la temperatura ambiente que a las precipitaciones caídas.

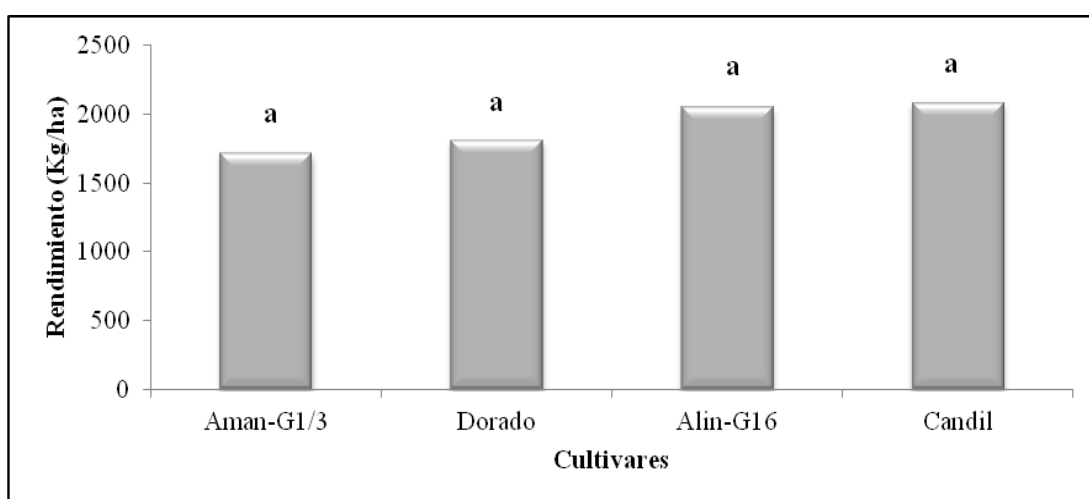


Figura 15. Rendimiento en Kg/ha del Amaranto según los cultivares usados. Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

Tabla 7. Rendimiento en Kg/ha del Amaranto según los cultivares. Ciclo 2010-2011. Campo experimental de la UNRC.

Cultivar	Rendimiento(Kg/ha)
Aman-G1/3	1712,91 a
Dorado	1806,30 a
Alin G-16	2052,35 a
Candil	2082,68 a
$p= 0,1757$	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

CONCLUSIONES

- Durante el ciclo del cultivo de amaranto se identificaron dos enfermedades, roya blanca (*Albugo blitis*) y mancha foliar (*Alternaria sp.*).
- El cultivar Aman-G1/3 fue el único susceptible a las dos enfermedades foliares (*Albugo blitis* y *Alternaria sp.*), siendo roya blanca la que se presentó con mayores características epidémicas.
- La tercera fecha de siembra fue la más propicia para el progreso de ambas enfermedades, mientras que las otras dos fechas arrojaron resultados variables.
- El progreso de ambas enfermedades llegó a una mayor intensidad durante la tercera fecha de siembra debido a las condiciones meteorológicas presentes en esa fecha.
- Las condiciones ambientales condicionaron el desarrollo de *Albugo blitis*, mientras que esto no fue así para *Alternaria sp.*
- La primera fecha de siembra tuvo un menor peso de los granos.
- *Amaranthus mantegazianus* fue el cultivar que menor peso de grano tuvo.
- La incidencia de las enfermedades no tuvieron efecto sobre el rendimiento.
- El rendimiento solo fue afectado por la fecha de siembra, no registrándose diferencias significativas entre cultivares.
- Para el rendimiento no se registró interacción significativa entre fechas de siembra y cultivares

BIBLIOGRAFÍA:

AGENCIA CORDOBA AMBIENTE – INTA EEA MANFREDI. 2006. Recursos naturales de la provincia de Córdoba: los suelos. Nivel de reconocimiento escala 1:500000 (en CD).

ALCALDE, M.A. 1999. Microorganismos presentes en el amaranto (*Amaranthus sp.*) en el sur de la Provincia de Córdoba. Argentina. Trabajo de investigación, UNRC-Argentina.

ALCALDE, M.A.; M. KEARNEY Y G. PEIRETTI. 2012. Micoflora asociada a la semilla de amaranto (*Amaranthus sp.*). Libro de resumen de trabajos de la XIV jornada fitosanitaria argentina. Editorial “El tabaquillo”.Potrero de los funes. San Luis. Argentina

CANTERO, A. G.; E.M. BRICCHI; V.H. BECERRA; J.M. CISNEROS y H.A. GIL. 1986. Zonificación y descripción de tierras del departamento Rio Cuarto (Córdoba). 1º ed. UNRC. Rio Cuarto, Córdoba, Argentina.

CHAMORRO, A. M.; C. ROLLÁN; R. BEZUS; A. L. VIVIERS Y S. CORREA. 2008. Enfermedades de fin de ciclo en soja, su relación con el cultivar y la fecha de siembra. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales – UNLP. Artículo publicado en la XII Reunión Argentina de Agrometeorología. Disponible web: http://agro.unc.edu.ar/~clima/AADA/Congresos/Jujuy/08_adversidades/033%20-%20Chamorro2%20-%20Listo.pdf Consultado: 19/03/13.

CONCEJO FEDERAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. Estudios de las debilidades tecnológicas por sector: Quinoa y Amaranto. Jujuy. Argentina. Disponible web: http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pdf/productos_alimenticios/Quinoa_y_Amaranto.pdf

FIGUEROA PAREDES, J.P. Y A.E. ROMERO VERDEZOTO. 2008. Evaluación agronómica de catorce accesiones de Amaranto (*Amaranthus sp.*) en el cantón Caluma, Provincia Bolívar. Tesis. Facultad de ciencias agropecuarias, Univ. Estatal de Bolivar, Guaranda, Ecuador. Disponible en Web: <<http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream>>. Consultado: 28/10/10.

FERNANDEZ VALIELA, M.V. 1978. Introducción a la fitopatología. Volumen III: hongos. 3^{ra} edición. Colección científica del INTA. Bs. As. Argentina.

HERNÁNDEZ GARCIADIEGO, R. Y G. HERRERÍAS GUERRA. 1998. Amaranto: Historia y Promesa. Artículo publicado en Tehuacán: Horizonte del Tiempo Vol. 1. Disponible en web: < <http://www.quali.com.mx/Amaranto.pdf>>. Consultado el 26/10/10.

LANGE, A. 2012. Girasol en Siembra Directa: Dificultades y Soluciones. Actas 18ª Conferencia Internacional del Girasol, Mar del Plata, Argentina. Consultado: 19/03/13.

MARCHIONATTO, J.B. 1948. Tratado de fitopatología. Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

MATTEUCCI, S. D. 1998. Potencial productivo del amaranto en la pampa ondulada, Argentina: comportamiento de seis germoplasmas. Rev. Fac. Agron. (LUZ).

MORENO-VELAZQUEZ, M.; M.J. YAÑEZ-MORALES; R.I. ROJAS-MARTINEZ; E. ZAVALETA-MEJIAS Y A. TRINIDAD-SANTOS. 2005. Diversidad de hongos en semillas de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) y su caracterización molecular. Artículo publicado en Revista mexicana de fitopatología. 32: 111-118.

MUJICA SÁNCHEZ, A.; M. BERTI DÍAZ Y J. IZQUIERDO. 1997. El cultivo de Amaranto (*Amaranthus sp.*): producción, mejoramiento genético y utilización. Oficina Regional de la FAO para América latina y el Caribe. Disponible en la web: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/home1.htm>.

NOELTING, M.C; M.M. ASTIZ GASSÓ Y M.C. SANDOVAL. 2005. Primer reporte en Argentina de *Thecaphora amaranthicola* como agente responsable del carbón en *Amaranthus mantegazzianus*. Publicación N° 24 de la Facultad de Agronomía, UNLPam, Argentina.

NOELTING, M.C Y M.C. SANDOVAL. 2005. Evaluación “in vitro” de cepas de *Trichoderma* spp. sobre *Sclerotinia sclerotiorum*, patógeno en cultivos de amaranto (*Amaranthus* spp). Publicación N° 24 de la Facultad de Agronomía, UNLPam, Argentina.

NOELTING, M.C; M.M. ASTIZ GASSÓ Y M.C. SANDOVAL. 2006. Especies seilvestre de amarantos (*Amaranthus* sp.) hospedantes de *Thecaphora amaranthi* y *T. amaranthicola* (Ustilaginales) en la provincia de Buenos Aires. Libro resumen de la XII Jornada fitosanitaria argentina.

NOELTING, M.C; M.C. SANDOVAL Y M.C. MOLINA. 2009. Revisión de las principales patologías de origen fúngico que afectan al cultivo de amaranto en la Argentina.

(Review of the main fungi diseases that affect to amaranth crop in Argentina). Jornadas 2009- Amaranto- La Plata- Argentina.

PANTANELLI, A. 2001. Los Mayas ya lo sabían: prometedora resurrección del amaranto, p.60-63. Revista Alimentos Argentinos, edición n° 18. Buenos Aires, Argentina. Disponible en web: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_18/18_07_amaranto.htm>.

PEIRETTI, G. 2009. Haciendo realidad un Nuevo cultivo: 25 años potenciando el futuro del amaranto. Jornadas 2009- Amaranto- La Plata- Argentina.

PEIRETTI, G Y GESUMARIA, J.J. 1998. Influencia de la distancia entre líneas sobre el crecimiento y rendimiento de amaranto granífero (*Amaranthus sp.*). Departamento de producción vegetal. Facultad de agronomía y veterinaria. UNRC. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

SALAZAR S. A. A. 1996. Caracterización del cultivo amaranto (*Amaranthus Cruentus L.*) bajo condiciones del valle central de la novena región y evaluación del efecto de cinco épocas de siembra y dos poblaciones de plantas sobre su rendimiento. Universidad de la Frontera. Fac. de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Disponible en web: <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=026334>.

SÁNCHEZ, E.M.; R.E. ESPITIA Y K.S. OSADA. 1991. Etiología de la mancha negra del tallo (*Macrophoma sp.*) en el Amaranto (*Amaranthus sp.*). Primer Congreso Internacional del Amaranto.

SEILER, R.; R. FABRICIUS; V. ROTONDO Y M. VINOCUR. 1995. Agroclimatología de Río Cuarto – 1974 / 1993. Volumen I. UNRC. P: 41

TROIANI, M.R.; T. ROSA; N.B. REINAUDI Y M. TASSONE. El Amaranto en su mesa. 2005. Trabajo publicado en el CD de “Ciencia y Tecnología de Alimentos 2005”. Trabajos del X Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1° Simposio Internacional de Nuevas Tecnologías. “Apertura a nuevos procesos, productos e ideas: camino al futuro”. Disponible en web: <<http://www.agro.unlpam.edu.ar/publicaciones-pdf/El%20amaranto%20en%20su%20mesa.pdf>>.

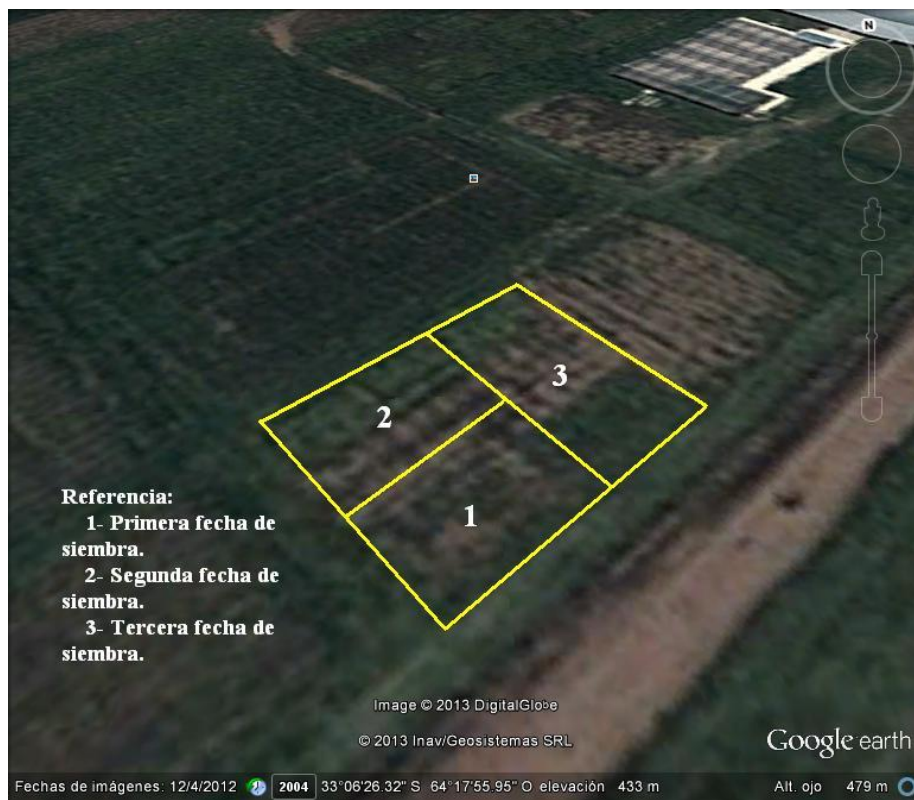
TROIANI, R.M.; T.M. SANCHEZ; N.B. REINAUDI Y L.A. FERRAMOLA. 2004. Optimal sowing dates of three species of grain-bearing amaranth in the semi-arid Argentine Pampa. Universidad Nacional de La Pampa. Argentina. Disponible en web: [http://www.inia.es/gcontrec/pub/385-391-\(8303\)-Optimal_1161693825250.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/385-391-(8303)-Optimal_1161693825250.pdf).

ANEXOS

Figura 1. Ubicación geográfica del ensayo

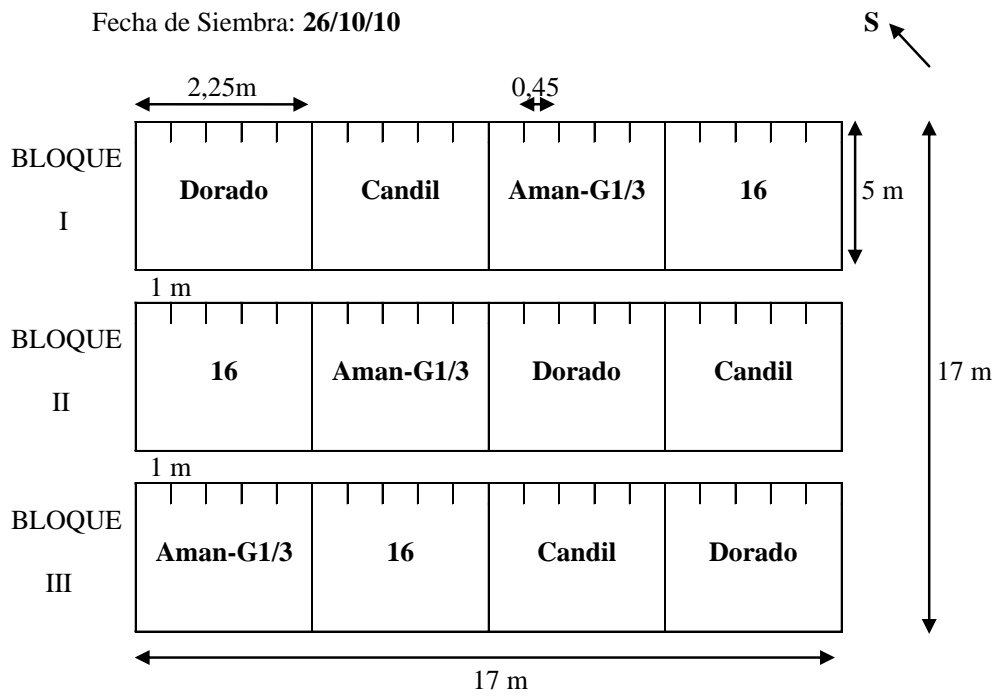


Figura 2. Planos de siembra



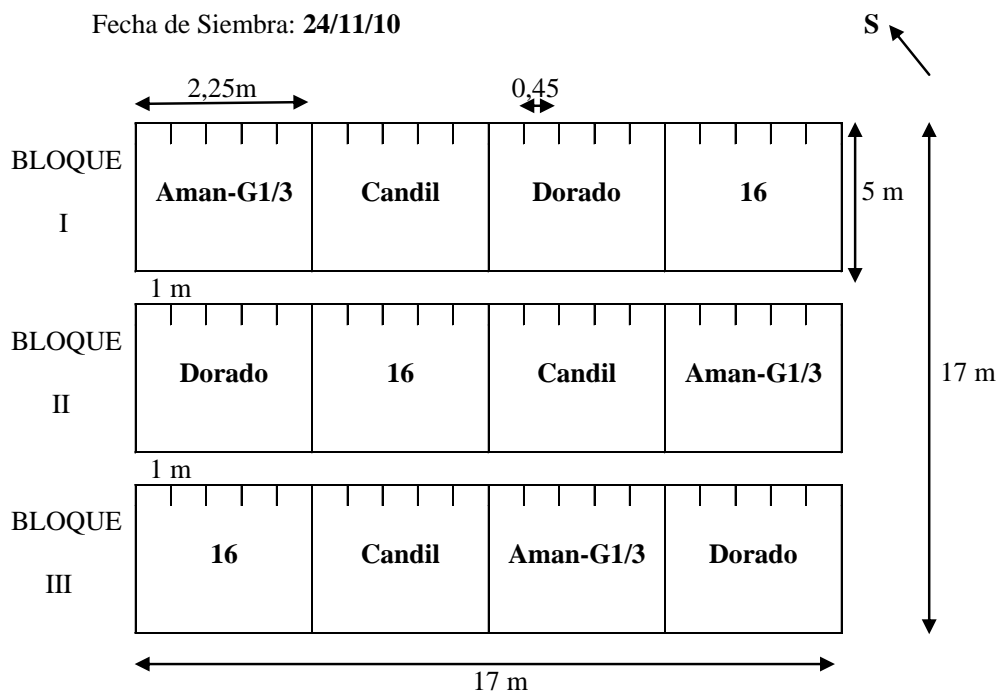
Primera epoca de Siembra.

Fecha de Siembra: 26/10/10



Segunda epoca de Siembra.

Fecha de Siembra: 24/11/10



Tercera época de Siembra.

Fecha de Siembra: **23/12/10**

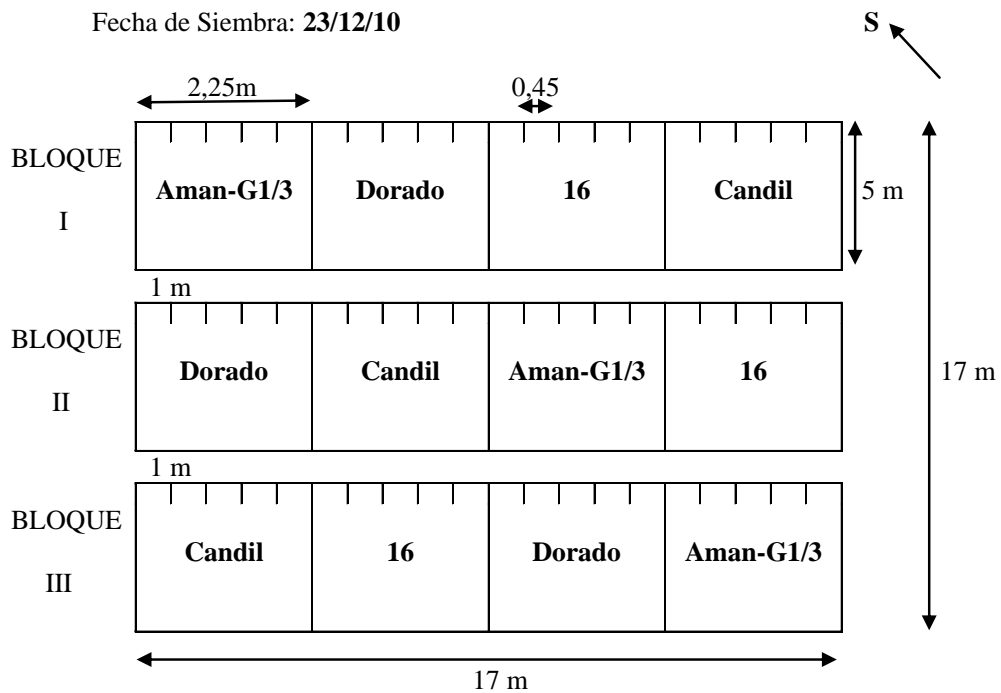


Tabla 1. Evaluación a cosecha

Primer época de Siembra

Cultivar	Fecha de muestreo	Repetición	Altura promedio (cm)	Nº total de plantas/ m ²	Nº de plantas quebradas/ m ²	Peso total del grano
16	18/08/2011	I	105	70	43	73,07
		II	95	55	17	61,44
		III	125	73	5	200,02
CANDIL	18/08/2011	I	96	24	8	126,71
		II	110	49	6	151,01
		III	96	20	8	111,32
DORADO	28/03/2011	I	146	35	3	139,06
		II	126	35	-	67,1
		III	120	25	7	47,28
AMAN-G1/3	14/04/2011	I	186	58	7	111,25
		II	180	57	15	119,93
		III	183	65	4	173,87

Segunda época de Siembra

Cultivar	Fecha de muestreo	Repeticion	Altura promedio (cm)	Nº total de plantas/ m ²	Nº de plantas quebradas/ m ²	Peso total del grano (gr)
16	28/03/2011	I	147	39	13	283,49
		II	148	63	22	230,27
		III	160	57	28	188
CANDIL	28/03/2011	I	139	36	13	231,67
		II	145	54	22	184,02
		III	152	50	25	223,74
DORADO	13/04/2011	I	174	43	3	205,92
		II	176	33	2	187,69
		III	175	53	15	222,9
AMAN-G1/3	20/04/2011	I	198	47	15	167,84
		II	199	52	3	175,65
		III	200	56	22	118,2

Tercer época de siembra

Cultivar	Fecha de muestreo	Repeticion	Altura promedio (cm)	Nº total de plantas/ m ²	Nº de plantas quebradas/ m ²	Peso total del grano (gr)
16	14/04/2011	I	186	38	16	187,65
		II	150	60	30	228,82
		III	154	45	21	209,64
CANDIL	14/04/2011	I	190	32	24	201,48
		II	192	29	11	218,13
		III	182	33	17	238,89
DORADO	20/04/2011	I	180	31	12	225,86
		II	177	40	23	160,87
		III	171	39	18	206,42
AMAN-G1/3	20/04/2011	I	215	35	13	172,46
		II	242	35	10	191,84
		III	220	29	8	156,42