



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

**Trabajo Final para optar al Grado de Ingeniero
Agrónomo**

Modalidad: proyecto

**“IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE
ENFERMEDADES Y RENDIMIENTO DEL
AMARANTO (*Amaranthus mantegaccianus*) EN
DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA”**

Alumno: Costanzo, Carlos Federico

DNI: 35.544.817

Director: Kearney, Marcelo

Co-Directora: Alcalde, Mónica

Río Cuarto – Córdoba-2015



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

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**“IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE
ENFERMEDADES Y RENDIMIENTO DEL AMARANTO
(*Amaranthus mantegaccianus*) EN DIFERENTES FECHAS
DE SIEMBRA”**

Autor: Costanzo, Carlos Federico

DNI:35.544.817

Director: Kearney, Marcelo

Co-Director: Alcalde, Mónica

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del

Jurado Evaluador:

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____.

Secretario Académico



DEDICATORIA

El presente trabajo final está dedicado a mi familia; a mis padres, Juan Carlos y Cristina por los consejos, comprensión y apoyo incondicional tanto emocional como económico, que han sido un baluarte para la culminación de mi carrera de grado y especialmente a una mi abuelo Emilio quien no está presente físicamente y que ha sido un ejemplo de vida y un amigo para mí.



AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen de la medalla milagrosa, por indicarme el camino y darme fuerza para seguirlo.

A mi familia, mamá Cristina y papá Juan Carlos por el apoyo, sostén emocional, cariño y paciencia brindada durante la carrera.

A Stefanía, por su amor, compañía, comprensión y paciencia.

A Marcelo 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.



ÍNDICE

RESUMEN	7
SUMMARY	8
INTRODUCCIÓN	9
1. Hipótesis.....	12
2. Objetivo general.....	12
3. Objetivos específicos.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
1. Condiciones Meteorológicas durante el ciclo del cultivo.....	15
2. Identificación de enfermedades que afectan a <i>Amaranthus mantegaccianus</i> durante el ciclo del cultivo.....	17
3. Cuantificación de enfermedades que afectan a un cultivar de <i>Amaranthus mantegaccianus</i> durante el ciclo del cultivo.....	19
4. Comparación del comportamiento de las enfermedades que presentó el cultivar <i>Amaranthus mantegaccianus</i> utilizado en las tres fechas de siembra.....	23
5. Análisis estadístico de patógenos y fechas de siembra.....	24
6. Identificación y cuantificación del impacto de las enfermedades sobre el rendimiento (kg/ha).....	28
CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	31

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Ubicación general del ensayo. Ciclo 2012-2013.FAV-UNRC.....	13
Figura 2. Plano de siembra. Ciclo 2012-2013.FAV-UNRC.....	14
Figura 3. Promedio decádico de precipitaciones (mm) y temperatura (°C) para la serie 1981-2010 y para la campaña agrícola 2012-2013.....	16
Tabla 1. Fechas de los muestreos para las tres fechas de siembra.....	16
Figura 4. Sintomatología de <i>Albugo bliti</i> a nivel de foliolo.....	17
Figura 5. Sintomatología de <i>Alternaria alternata</i> a nivel de foliolo.....	18
Figura 6. Sintomatología de <i>Phyllosticta</i> sp. a nivel de foliolo.....	19
Figura 7. Incidencia (%) de <i>Alternaria alternata</i> , <i>Albugo bliti</i> y <i>Phyllosticta</i> sp., para la primer fecha de siembra del cultivar <i>Amaranthus mantegaccianus</i> según fechas de muestreo. Ciclo 2012-13. FAV-UNRC.....	19
Figura 8. Incidencia (%) de <i>Alternaria alternata</i> , <i>Albugo bliti</i> y <i>Phyllosticta</i> sp., para la segunda fecha de siembra del cultivar <i>Amaranthus mantegaccianus</i> según fechas de muestreo. Ciclo 2012-13. FAV-UNRC.....	21
Figura 9. Incidencia (%) de <i>Alternaria alternata</i> , <i>Albugo bliti</i> y <i>Phyllosticta</i> sp. para la tercer fecha de siembra del cultivar <i>Amaranthus mantegaccianus</i> según fechas de muestreo. Ciclo 2012-13. FAV-UNRC.....	22
Figura 10. Curvas epidémicas de <i>Alternaria alternata</i> , <i>Albugo bliti</i> y <i>Phyllosticta</i> sp., según fechas de siembra en el cultivar <i>Amaranthus mantegaccianus</i> . Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.....	23
Figura 11. Incidencia final (%) de <i>Phyllosticta</i> sp. según fechas de siembra, para el cultivar <i>Amaranthus mantegazzianus</i> . Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.....	24
Figura 12. Incidencia final (%) de <i>Albugo bliti</i> según fechas de siembra, para el cultivar <i>Amaranthus mantegazzianus</i> . Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.....	25
Figura 13. Incidencia final (%) de <i>Alternaria alternata</i> para las tres fechas de siembra, sobre el cultivar <i>Amaranthus mantegazzianus</i> . Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.....	26
Tabla 2. Incidencia final, probabilidad (<i>p</i> -valor), coeficiente de regresión ajustado (R^2) y coeficientes de variación (CV) para cada patógeno y fechas de siembra sobre el cultivar (<i>A. mantegazzianus</i>). Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.	27
Figura 14. Rendimiento (Kg/ha) de amaranto según las fechas de siembra correspondiente. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.....	28



RESUMEN

El amaranto es una planta perteneciente al género *Amaranthus*, familia Amarantáceas, que comprende más de 60 géneros y aproximadamente 800 especies herbáceas anuales. Determinar el comportamiento sanitario del cultivo constituye la base para el estudio y la aplicación de diferentes estrategias de manejo en diferentes patologías. El siguiente estudio tuvo por objetivo evaluar el efecto de tres fechas de siembra en un cultivar de amaranto (*Amaranthus mantegaccianus*), sobre la incidencia de las enfermedades y el rendimiento final del cultivo. El trabajo se realizó en la campaña 2012/2013 estableciendo un ensayo con un diseño en BCA y tres repeticiones utilizando el cultivar *Amaranthus mantegaccianus* sembrado en tres fechas de siembras durante los meses de diciembre y enero. Cada parcela estuvo constituida por cinco surcos de 5 m de longitud, espaciados 0,45 m entre ellos. En el experimento se identificaron y cuantificaron las enfermedades y se midió la producción de granos. La cuantificación de las enfermedades foliares se realizó por medio del cálculo de incidencia de cada patógeno. La producción de granos se cuantificó mediante la cosecha manual del cultivo tomando un metro lineal en cada uno de los dos surcos centrales de la parcela del cultivar utilizado por tratamiento y repetición. Se identificaron tres enfermedades, roya blanca (*Albugo bliti*), mancha foliar (*Alternaria alternata*) y Viruela del amaranto (*Phyllosticta sp.*). El aumento de las epidemias registradas fue importante a partir de la segunda década de febrero donde ocurrieron precipitaciones que superaron la media normal. Los resultados mostraron que en la primer y segunda fecha de siembra se observaron los mayores valores de incidencia para todos los patógenos identificados. Además se observó que independientemente de las fechas de siembra, *Alternaria alternata* fue el patógeno que mayor incidencia final alcanzó. Se concluye que la presencia de los patógenos identificados y cuantificados no influyó significativamente en el rendimiento de *Amaranthus mantegaccianus* para las tres fechas de siembra consideradas. Sin embargo el menor rendimiento observado en la primer fecha de siembra probablemente responda a las escasas precipitaciones y los elevados valores de incidencia de *Alternaria alternata* que ocurrieron durante las etapas juveniles del cultivo y periodos donde se define el rendimiento (antesis).

Palabras claves: amaranto, *Albugo blitis*, *Phyllosticta sp*, *Alternaria sp*, rendimiento, fecha de siembra.



SUMMARY

Amaranth is a plant belonging to the genus *Amaranthus*, family Amaranthaceae, comprising 60 genera and approximately 800 annual herbaceous species. Determine crop health behavior is the basis for the study and implementation of different management strategies in different pathologies. The following study was to evaluate the effect of three planting dates in cultivating amaranth (*Amaranthus mantegaccianus*) on the incidence of disease and the final yield. The work was conducted in 2012/2013 establishing a test campaign with a design in BCA and three repetitions using cultivar *Amaranthus mantegaccianus* planted in three sowing dates during the months of December and January. Each plot consisted of five rows of growing *Amaranthus mantegaccianus* of 5 m in length, spaced 0.45 m between them. In the experiment they were identified and quantified diseases and grain production was measured. Quantification of foliar diseases performed by calculation of incidence of each pathogen. Grain production was quantified by manually crop harvest taking a meter in each of the two central rows of the plot the cultivar used for treatment and repetition. Three diseases, white rust (*Albugo bliti*), leaf spot (*Alternaria*) and amaranth Smallpox (*Phyllosticta sp.*) were identified. The increase was recorded major epidemics from the second decade of February where rainfall exceeded the normal average occurred. The results showed that in the first and second sowing higher incidence values for all identified pathogens were observed. It was also noted that regardless of planting dates, *Alternaria alternata* pathogen was the highest final incidence reached. We concluded that the presence of pathogens identified and quantified not significantly influence the performance of *Amaranthus mantegaccianus* for the three planting dates considered. However, the lower yield observed in the first planting date probably respond to low rainfall and high values of incidence of *Alternaria alternata* that occurred during the juvenile stages of cultivation and periods where performance (anthesis) defined.

Keys word: amaranth, *Albugo blitis*, *Phyllosticta sp*, *Alternaria sp* yield, planting date.



INTRODUCCIÓN

El amaranto es una planta perteneciente al género *Amaranthus*, familia Amarantáceas, que comprende más de 60 géneros y aproximadamente 800 especies herbáceas anuales. (Hernández García Diego y Herrerías Guerra, 1998).

Este cultivo fue descubierto por los españoles que llegaron al continente americano, encontrando amaranto, maíz y quínoa como los principales granos alimenticios de las poblaciones nativas (Monteros *et al.*, 1994, citado por Calero, J.J. y Pachala, A. 2.004). Existen evidencias arqueológicas de que fue utilizado hace más de 4000 años, por las poblaciones nativas de centro América (México, Guatemala) y Sudamérica (Perú, Ecuador), pero con el pasar del tiempo fue desplazado de los campos de cultivo hasta casi desaparecer como especie alimenticia (Vele, 2000) .

El amaranto tiene múltiples usos y aplicaciones. Las más destacadas son en la alimentación humana (granífero y hortícola) y en la industria (productos cosméticos, plásticos biodegradables) (Peiretti, 2006). Para la alimentación humana se puede utilizar el grano, ya sea entero o en harinas. Con el grano entero, previamente reventado (a manera de maíz canguil) se pueden preparar desayunos, postres, papillas, budines y otros. También se pueden consumir los granos reventados mezclados con miel de caña, chocolate o miel de abeja. En México son muy comunes los dulces a manera de turrónes, que no son otra cosa que amaranto reventado mezclado con miel y solidificado en moldes (Monteros *et al.*, 1994). Luego de tostado o reventado el grano, se puede preparar harina, la cual se puede consumir mezclada con dulce a manera de pinol o bien preparar cualquier derivado de la industria harinera (panes, galletas, pastas, etc.) (Peiretti, 2006).

El amaranto es un cultivo anual que se adapta a diferentes altitudes, climas y tipos de suelos, sembrándose desde el nivel del mar hasta los 3000 metros de altura (Hernández García y Herrerías Guerra, 1998). En general todas las especies crecen mejor cuando la temperatura promedio es superior a 15° C y temperaturas de 18° a 24° C parecen ser las óptimas para el cultivo. A nivel experimental, se ha observado que la germinación de semillas es óptima a 30-35° C y la mayor eficiencia fotosintética se produce a los 40 °C. El límite inferior de temperatura para que el cultivo cese su crecimiento es de 8° C y para que sufra daños fisiológicos 4° C, es decir, el mismo no tolera las bajas de temperatura, ni las heladas. En general, todas las especies prosperan muy bien en ambientes con alta luminosidad, además requieren de humedad adecuada en el suelo durante la germinación de las semillas y el crecimiento inicial, pero luego que las plántulas se han establecido, prosperan muy bien en ambientes con humedad limitada, de hecho hay un mejor crecimiento en ambientes secos y calientes que en ambientes con exceso de humedad (Montero *et al.*, 1994).



Si bien se adapta a una amplia gama de tipos de suelo, las especies prosperan mejor en suelos bien drenados, con pH neutro o alcalino (generalmente superior a 6), no así las destinadas al consumo hortícola que prefieren suelos fértiles, con abundante materia orgánica y con pH más bajos. En general se ha demostrado que muchas especies toleran muy bien ciertos niveles de salinidad en el suelo (Monteros *et al.*, 1994).

La fijación del carbono es a través de la vía C_4 , lo que le permite responder bajo condiciones ambientales de baja productividad y aptitud agrícola, debido a que es una especie eficiente en el uso del agua (Asociación Mexicana de Amaranto, 2003).

La especie se caracteriza por ser autógama, variando el porcentaje de polinización cruzada según los cultivares. Su crecimiento, es primavero-estival y la duración del ciclo es de aproximadamente 150 días (Asociación Mexicana de Amaranto, 2003).

Técnicamente es considerado como un pseudocereal, ya que tiene características similares a 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, ocupando gran parte del grano y conformando así una buena fuente de lípidos y también de proteínas (Figuroa Paredes, *et al.*, 2008).

Contiene 17.9 % de proteína, 6.4 % de lisina (aminoácido esencial); 1.5 a 3 veces más lípidos que otros granos, minerales y vitaminas (A, B1, B2, B3, C, ácido fólico, niacina; calcio, hierro, y fosforo), en cantidades importantes (Asociación Mexicana del Amaranto, 2003).

Según datos de la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS), sobre un valor proteico ideal de 100, el grano de amaranto presenta 75, la soja 68, el trigo 60 y el maíz 44 (Kugler, 2011).

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 produciéndose un redescubrimiento del cultivo, justificado principalmente por su valor nutritivo y potencial agronómico.

En la actualidad, las especies cultivadas para la producción de semilla son: *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus* provenientes de México y Guatemala y *Amaranthus caudatus*, originaria de Perú (Asociación Mexicana de Amaranto, 2003).

Al igual que en México, el consumo del amaranto en Perú es una tradición milenaria que decayó por mucho tiempo; sin embargo en años recientes se ha dado un nuevo realce a la investigación de la planta y a su reintroducción. Perú cuenta con dos de las colecciones de germoplasma de amaranto más importantes del mundo y es el país donde se han logrado los mayores rendimientos. En algunos campos experimentales se han alcanzado a producir hasta 7200 kg/ha de grano, valor significativamente mayor que el promedio mundial que oscila entre 1000 a 3000 kg. /ha (Barros, 1997).

En Ecuador, el Programa de Cultivos Andinos del INIAP, inició las primeras investigaciones a partir de 1983 con la recolección y evaluación de germoplasma nativo, complementado con la introducción de germoplasma de otros países, especialmente de la Zona Andina (Nieto, 1990).

La especie está retomando su importancia y se difunde hacia otros países del mundo, como es el caso de China donde actualmente se cultiva la mayor superficie mundial (150 mil hectáreas) y se preserva uno de los bancos de semillas más importantes (Revista Alimentos Argentinos, 2007).

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 (Revista Alimentos Argentinos, 2007).

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, (Revista Alimentos Argentinos, 2007).

Uno de los aspectos de importancia cuando se realizan estudios sobre la adaptación de germoplasmas a condiciones agroclimáticas de una región es el comportamiento sanitario, y en cultivos de escasa difusión, como el amaranto, esta información es aún más relevante, (Revista Alimentos Argentinos, 2007). Al respecto, se han identificado varios patógenos, que se detallan a continuación: *Albugo bliti* (Biv.) Kuntze, causante de roya blanca; *Alternaria alternata* (Fries) Keissler, que produce mancha y tizón foliar; *Alternaria chlamydospora* Mouchaca y *Epicoccum nigrum* Link, ocasionando manchado y podredumbre de semillas; *Macrophoma* sp y *Phoma* sp, provocando manchas en el tallo; *Phyllosticta* sp que provoca viruela (Moreno-Velazquez, m.; m. Yañez-Morales, r. Rojas-Martinez; e. Zavaleta-Mejía y a. Trinidad-Santos, 2005). También se destacan *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp, originando mal de los almácigos y cancrisis del tallo; *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).

En las semillas también se pueden encontrar patógenos fúngicos causantes de manchas que reducen la viabilidad de los granos y disminuyen la calidad de la molienda. Estos microorganismos fúngicos son: *Fusarium* sp, *Phoma medicaginis*, *Aspergillus* sp (Moreno-Velazquez *et al.*, 2005) *Alternaria alternata*, *A. chlamydospora*, *Epicoccum nigrum*, y otros (Noelting *et al.*, 2009).

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, com. pers.). También se han realizado



investigaciones sobre su comportamiento sanitario, detectándose las siguientes enfermedades: “roya blanca del amaranto” (*Albugo bliti* (Biv.) Kuntze); “mancha y tizón foliar; manchado y podredumbre de semillas” (*Alternaria* sp.; (Fries); “viruela del amaranto”, cuyo agente causal es *Phyllosticta amaranthi*; “mancha negra del tallo” (*Macrophoma* sp); “marchitamiento del amaranto”, provocado por *Fusarium solani* (Mart.) y “carbón de la panoja”, originado por *Thecaphora amaranthicola* M. Piepenbr (Alcalde, 1995).

Debido a su importancia de las enfermedades, se propone estudiar la asociación con las épocas de siembra.

HIPÓTESIS

Las enfermedades identificadas en el cultivo de *Amaranthus mantegaccianus* se presentan con distinta intensidad según la fecha de siembra, lo cual genera diferencias en los rendimientos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de tres fechas de siembra en un cultivar de amaranto (*Amaranthus mantegaccianus*), sobre la incidencia de las enfermedades y el rendimiento del cultivo

Objetivos específicos

- a)- Identificar y cuantificar las enfermedades que afectan a un cultivar de *Amaranthus mantegaccianus* durante el ciclo del cultivo.
- b)- Comparar el comportamiento de las enfermedades que presenta el cultivar utilizado en las tres fechas de siembra.
- c)- Identificar y cuantificar el impacto de las enfermedades sobre los rendimientos obtenidos una vez realizada la cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en el campo experimental (CAMDOCEX) de la Universidad Nacional de Río Cuarto, cuya coordenadas de ubicación son 33°08´S y 64°2´O, y se encuentra a una altitud de 438,62 m.s.n.m (Página oficial de la UNRC, 2011).(Figura 1).



Figura 1. Ubicación del ensayo. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.

El ambiente del sitio experimental está compuesto por planicies suavemente onduladas. El relieve es normal-subnormal (sin napa cercana a la superficie). 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 moderada y estructura superficial moderada. Es un suelo apto para agricultura, aunque presenta limitaciones de tipo climática (Agencia Córdoba Ambiente- INTA, 2006).

En cuanto a la caracterización climática, el área donde se desarrolló la experiencia se encuentra en una región semiárida, de clima templado-cálido, donde las precipitaciones promedio son de 700-800 mm anuales, centradas de octubre a marzo. Las temperaturas

máximas promedio para la región rondan los 24° C, mientras que las mínimas promedio están alrededor de los 9° C. También se puede agregar que las temperaturas medias anuales son de 16° C. (com. pers., Cátedra de Agro meteorología, UNRC).

El ensayo se sembró con un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y las parcelas estuvieron constituidas por cinco surcos del cultivo *Amaranthus mantegaccianus* de 5 m de longitud, espaciados 0,45 m entre ellos. Los tratamientos fueron tres épocas de siembra, siendo la fecha de la primer siembra el 04/12/2012, la segunda el día 24/12/2012 y la tercera se realizó el 10/01/2013 (Figura 2).

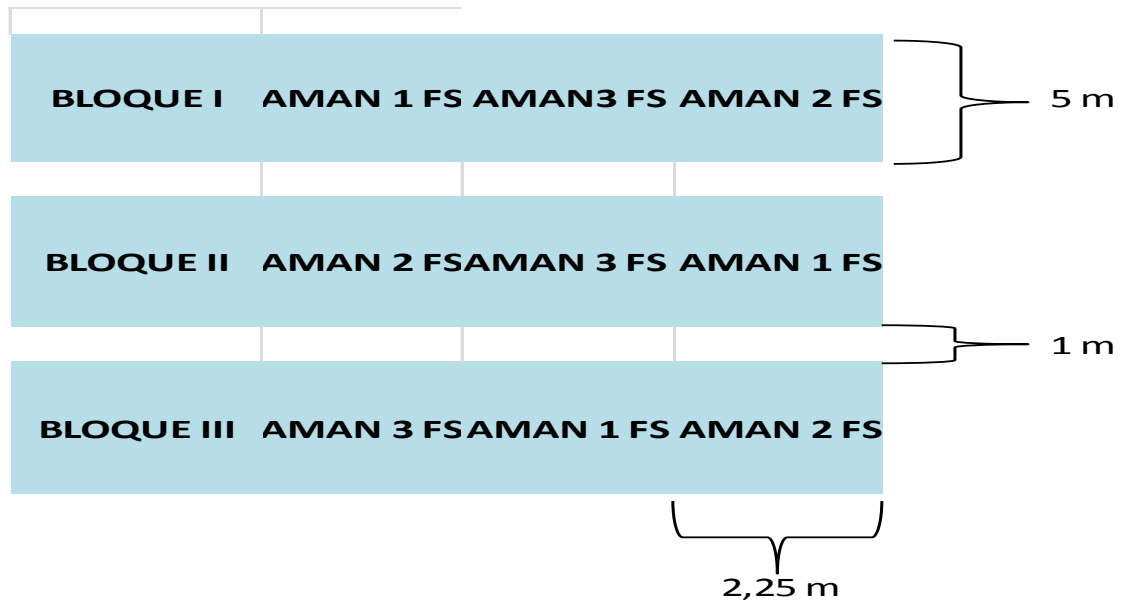


Figura 2. Plano de siembra. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.

Las evaluaciones se realizaron a partir de la aparición de los primeros síntomas de las enfermedades foliares. Su identificación y cuantificación se realizó cada quince días durante todo el ciclo del cultivo sobre veinte plantas por tratamiento (fecha de siembra) en el cultivar sembrado. Las plantas fueron marcadas previamente con el objeto de realizar un seguimiento detallado sobre las mismas.

La cuantificación de las enfermedades foliares se realizaron por medio del cálculo de incidencia (% de hojas afectadas de cada planta) según lo siguiente:

$$\text{Incidencia (\%)}: \frac{\text{N}^\circ \text{ de hojas enfermas}}{\text{N}^\circ \text{ total de hojas evaluadas}} \times 100$$

La determinación del rendimiento se realizó con la cosecha manual del cultivo tomando un metro lineal en cada uno de los dos surcos centrales de la parcela del cultivar utilizado por tratamiento y repetición. Luego se procedió al corte de las panojas, colocándose a las mismas en bolsas de arpilleras para posteriormente ser colgadas dentro de un galpón



con circulación de aire para favorecer al secado. Se realizaron revisiones periódicas para prevenir el ardido de los granos. Una vez que el nivel de humedad de las panojas cosechadas descendió a los niveles deseados se realizó la trilla de las mismas tomándose el peso total de las panojas y el peso de los granos.

Para realizar la comparación entre tratamientos de los patógenos presentes, se consideró el valor de enfermedad final (Yf) obtenido para cada patógeno presente. Este mismo valor de incidencia final fue utilizado también para realizar la comparación de la producción final. Para obtener las comparaciones se realizó un ANAVA a través del programa INFOSTAT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones Meteorológicas durante el ciclo del cultivo.

Para poder analizar los resultados es necesario observar las condiciones meteorológicas durante la campaña 2012-2013 en la zona de Río Cuarto.

En la figura 3 pueden observarse las temperaturas medias y precipitaciones para la campaña analizada, como también la temperatura media y precipitaciones históricas tomadas en el período 1981-2010 para la región. Como puede apreciarse en dicha figura, la campaña 2012-2013 comienza con buenas precipitaciones hasta la segunda década de diciembre. A partir de allí las mismas decaen quedando por debajo del promedio, marcando un ciclo seco que se extiende hasta la tercera década de abril. Este ciclo seco se ve interrumpido por dos precipitaciones ocurridas en la segunda década de febrero y marzo respectivamente. En síntesis se puede decir que las condiciones pluviométricas no fueron similares a las históricas, registrándose un importante stress hídrico en la tercera década de diciembre y en todo el mes de enero. El stress hídrico anteriormente descrito fue agravado por las temperaturas elevadas, que superaron a las registradas en la serie histórica.

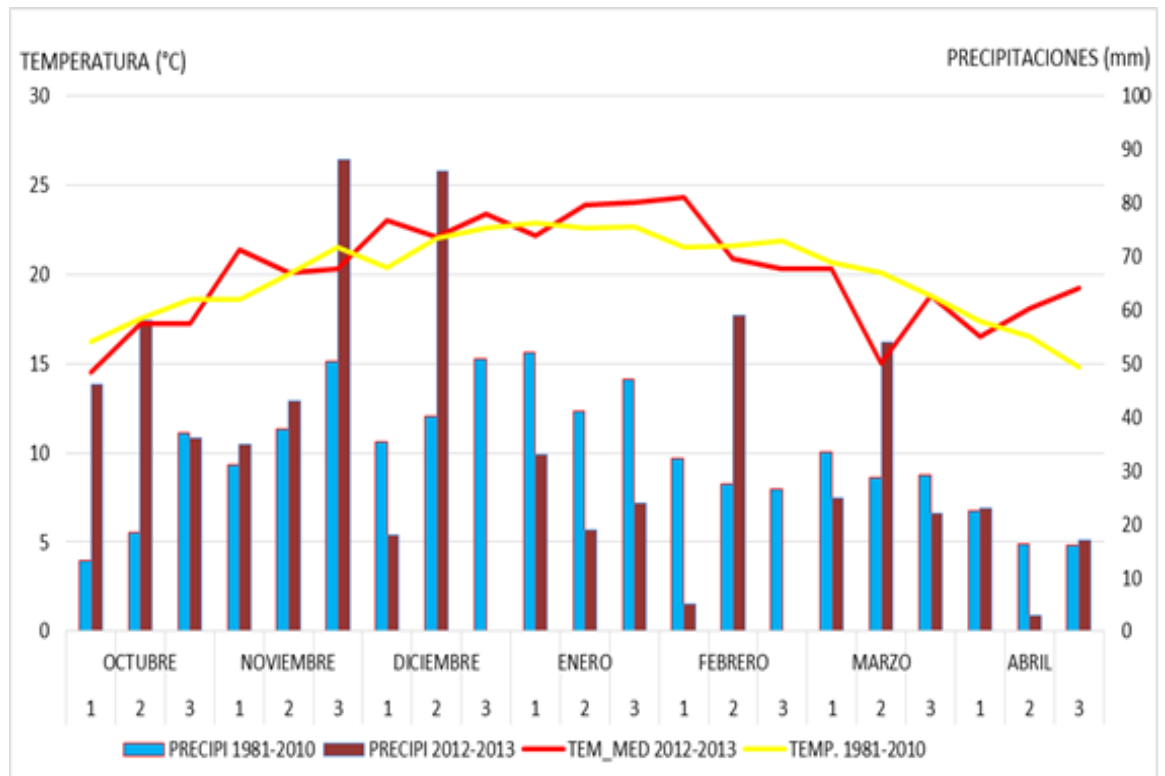


Figura 3: Promedio decádico de precipitaciones (mm) y temperatura (°C) para la serie 1981-2010 y para la campaña agrícola 2012-2013. UNRC.

En la tabla 1 figuran las fechas de cada muestreo a campo, para las tres fechas de siembra.

Tabla 1: Fechas de Muestreos para las tres fechas de siembra. Ciclo 2012-13. FAV-UNRC.

Muestreo	1° fecha de siembra	2° fecha de siembra	3° fecha de siembra
	4/12/12	24/12/12	10/01/13
1	02/01/2013	17/01/2013	07/03/2013
2	17/01/2013	04/02/2013	28/03/2013
3	04/02/2013	18/02/2013	18/04/2013
4	18/02/2013	07/03/2013	
5	07/03/2013	13/04/2013	
6	13/04/2013		

Identificación de enfermedades que afectan a un cultivar de *Amaranthus mantegaccianus* durante el ciclo del cultivo.

Durante el ciclo del cultivo en estudio se observó la sintomatología de diferentes patógenos, identificando la presencia de Roya Blanca producida por *Albugo bliti*, Mancha y Tizón Foliar cuyo agente causal es *Alternaria alternata* y *Phyllosticta sp.* que produce la enfermedad denominada Viruela del amaranto.

Con respecto al género *Albugo bliti* el mismo se caracteriza por ser un parásito obligado y forma un micelio intracelular con haustorios globosos, luego produce zoosporangios en cadena, subepidérmicos, los que al madurar rompen la epidermis del hospedante por presión, diseminándose por el viento. En cuanto a sintomatología, lo común es la presencia de pústulas blancas, irrumpentes, dispuestas generalmente en la cara inferior de las hojas. Spegazzini (1891, 1899, 1909,1925) (S.F Gray) (Figura 4).



Figura 4. Sintomatología de *Albugo bliti* a nivel de folíolos en la cara abaxial y adaxial.

En cuanto a Mancha y Tizón Foliar producida por *Alternaria alternata* se observó, como sintomatología en el tercio medio superior de la planta, unas manchas necróticas de color castaño rodeadas de un halo amarillento que luego su centro se tornó de color oscuro, debiéndose a la fructificación del patógeno. Estas manchas de 0,5 a 2,5 cm de diámetro en algunos casos aumentaron su tamaño coalesciendo entre ellas y formando grandes superficies necróticas (Figura 4).

Este patógeno posee conidios castaños claro o dorado castaño con picos cortos y con un diámetro más o menos uniforme (Plate y Krober, 1977). Es importante destacar que esta enfermedad afecta con mayor intensidad cuando las plantas están sometidas a estrés

ambiental, generalmente asociadas a la ocurrencia de trips y arañuelas, las cuales son plagas esporádicas apareciendo en años de sequías (Plate y Krober, 1977) .

Estas sintomatologías coincidieron con lo descrito por Alcalde (1999), quien describe en su trabajo síntomas similares. A su vez, concuerdan con resultados obtenidos por Alcalde *et al.* (2012), donde se identificaron patógenos en semilla de Amarantho, siendo los mismos: *Alternaria*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Rhizopus*, donde *Alternaria alternata* fue el patógeno más importante y que se presentó en el cultivo con mayor frecuencia (Figura 5).

Por su parte Noelting *et al.* (2009), también en su trabajo encontró a estos patógenos, y logro identificar a otros microorganismos responsables de producir el manchado, estos fueron *Alternaria chlamidospora* y *Epicoccum nigrum*.



Figura 5: Sintomatología de *Alternaria alternata* a nivel de foliolo.

En lo que respecta a *Phyllosticta* sp. esta es una enfermedad ocasional, asociada a estaciones de crecimiento coincidentes con abundantes lluvias. Dicho patógeno afecta a todos los estadios fenológicos, cuyos síntomas se distribuyen en el tercio inferior de la planta, tanto en el haz como en el envés de las hojas. Las manchas foliares inicialmente son circulares irregulares de 1 a 7 mm de diámetro. Cuando coalescen forman lesiones de gran tamaño, las que presentan color claro, amarillo pajizo y con bordes definidos de color castaño oscuro (Muñoz y Sillon, 2004). Estas sintomatologías coinciden con lo observado en los cultivares de Amarantho en la campaña 2011/2012.

El organismo causal *Phyllosticta* sp. es un patógeno que se transporta por semillas y que produce picnidios globosos y anfígenos, los cuales poseen un tamaño de 65 a 170 micrones con ostiolas de 10 a 20 micrones. Los conidios son unicelulares, delgados y elípticos con extremos redondeados, hialinos con gúttulas muy visibles, que miden entre 1,8-3,2 x 5,2-7 micrones (Sinclair, 1997).



Figura 6: Sintomatología de *Phyllosticta* sp. a nivel de foliolo.

Cuantificación de enfermedades que afectan a un cultivar de *Amaranthus mantegaccianus* durante el ciclo del cultivo.

A continuación se describe el comportamiento sanitario de *Amaranthus mantegaccianus* a través de la cuantificación de las enfermedades presentes en el ensayo por medio del parámetro incidencia para las diferentes fechas de siembra.

En la Figura 6 se encuentran las curvas de progreso de enfermedad de los patógenos identificados en la experiencia para la primer fecha de siembra.

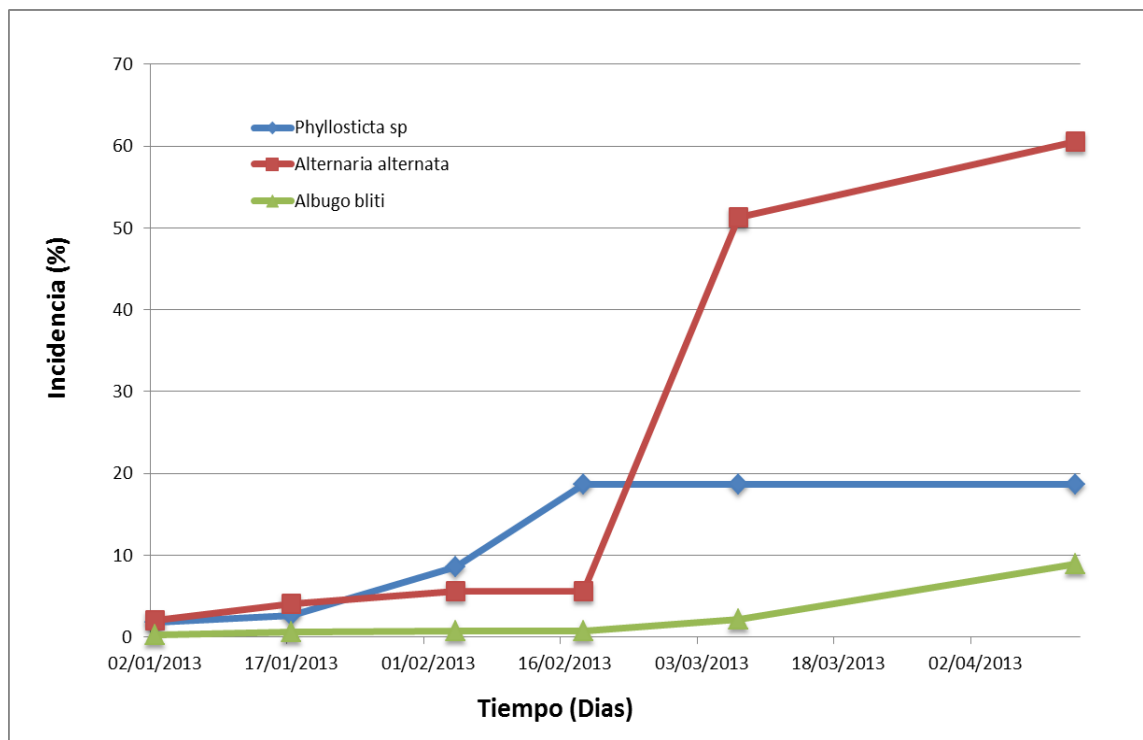


Figura 7. Incidencia (%) de *Alternaria alternata*, *Albugo bliti* y *Phyllosticta* sp., para la primer fecha de siembra del cultivar *Amaranthus mantegaccianus* según fechas de muestreo. Ciclo 2012-13. FAV-UNRC



Como se observa en la figura 7, *Phyllosticta* sp. fue aumentando gradualmente a medida que se realizaron las evaluaciones, hasta encontrarse con un periodo húmedo después de la tercera década de enero donde la ocurrencia de precipitaciones generó un desarrollo acelerado de la enfermedad alcanzando un nivel de incidencia cercano al 20%. De allí en más no tuvo nuevos incrementos, ya que las nuevas apariciones de hojas no registraron variación en la incidencia, manteniendo ese valor hasta el fin del ciclo del cultivo. Estos resultados coinciden con lo observado por Giantomasi (2013) quien obtuvo valores de incidencia de *Phyllosticta* sp. que no superaron el 10% en dos fechas de siembra diferentes.

En lo que respecta a *Albugo bliti*, se observa que fue el patógeno con menor incidencia final, a pesar de que el patógeno estuvo bajo condiciones favorables para su desarrollo (humedad), sobre todo después de la segunda quincena de febrero, donde pudo avanzar sobre el cultivo alcanzando el máximo valor de incidencia (10 %).

Para el caso de *Alternaria alternata* hasta la cuarta fecha de evaluación la enfermedad se presentó con valores bajos de incidencia (5 al 7%). De allí en adelante, comenzaron a registrarse aumentos muy significativos junto al aumento de las precipitaciones, alcanzando valores de 60% incidencia al final del ciclo del cultivo. Resultados similares fueron obtenidos por Giantomasi (2013) quien registró la mayor incidencia alcanzada por *Alternaria alternata*, para el cultivar *Amaranthus mantegaccianus* y en la primer fecha de siembra llegando al valor máximo de 42%.

A continuación constan las curvas epidémicas de los tres patógenos identificados en *Amaranthus mantegaccianus* para la segunda fecha de siembra (Figura 8).

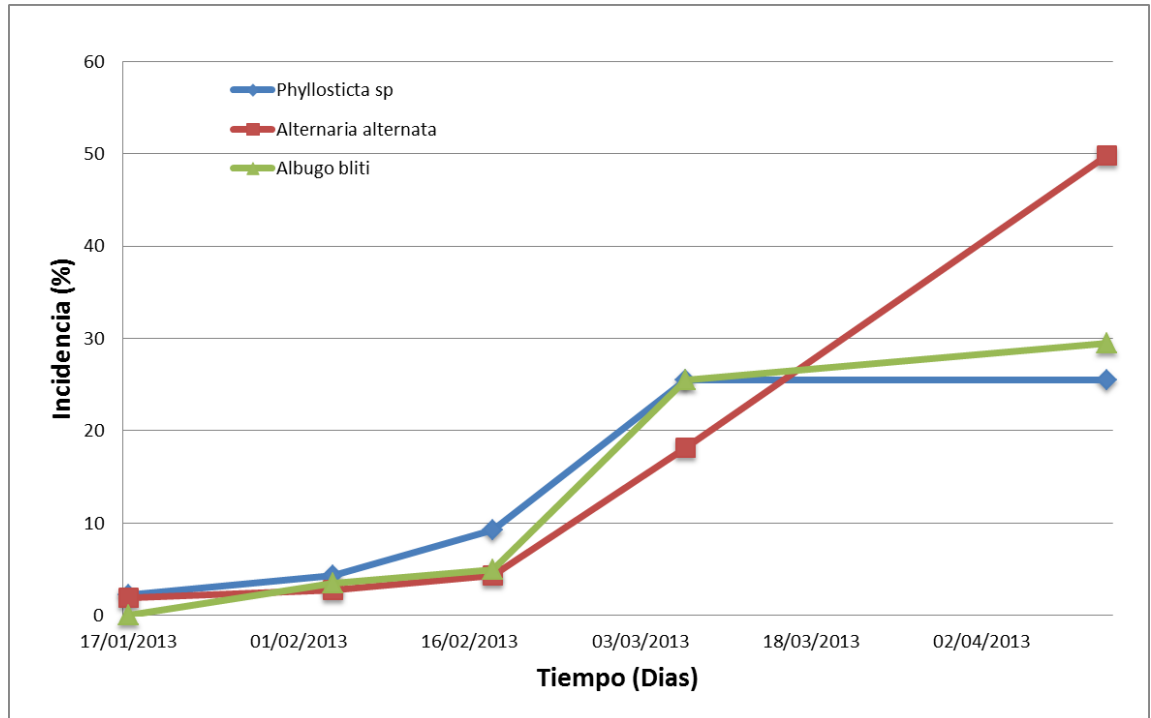


Figura 8. Incidencia (%) de *Alternaria alternata*, *Albugo bliti* y *Phyllosticta sp.*, para la segunda fecha de siembra del cultivar *Amaranthus mantegaccianus* según fechas de muestreo. Ciclo 2012-13. FAV-UNRC.

En lo que respecta a *Phyllosticta sp* y *Albugo bliti* se puede observar un similar comportamiento con un gradual avance de la enfermedad, correlacionandose con el incremento en la humedad del ambiente, hecho relacionado a las mayores precipitaciones. Este incremento es bien marcado a partir de la tercera evaluación, llegando a valores máximos obtenidos del 26% de incidencia para *Phyllosticta sp* y del 29% para *Albugo bliti*. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Giantomasi (2013), quien observó en su trabajo valores de incidencia de *Albugo bliti* cercanos al 70 % solo en la segunda fecha de siembra, la cual contó en ese ciclo con buena cantidad de precipitaciones, descenso de temperaturas máximas y condiciones óptimas para el desarrollo del patógeno.

En lo que respecta a *Alternaria alternata* se aprecia una incidencia inicial del 2%, con un incremento significativo de la intensidad de la enfermedad a partir de la tercer fecha de evaluación tomando un valor final cercano al 50 %. Esto concuerda con lo descrito por Muñoz y Sillon (2011), quienes observaron que dicha enfermedad afecta al cultivo de amaranto fundamentalmente en condiciones climáticas de déficit hídrico y altas temperaturas, condiciones que presentó el cultivo de la experiencia durante el mes de enero y principios de febrero. Estos resultados son coincidentes con lo descrito por Dixon (1984) quien observó que la germinación y penetración de conidios de *Alternaria alternata* es

óptima a 22°C, ya que el conidio y el micelio son muy resistente a la desecación y a las temperaturas elevadas.

A continuación se describe el comportamiento sanitario del cultivar *Amaranthus mantegaccianus* para la tercer fecha de siembra (Figura 9).

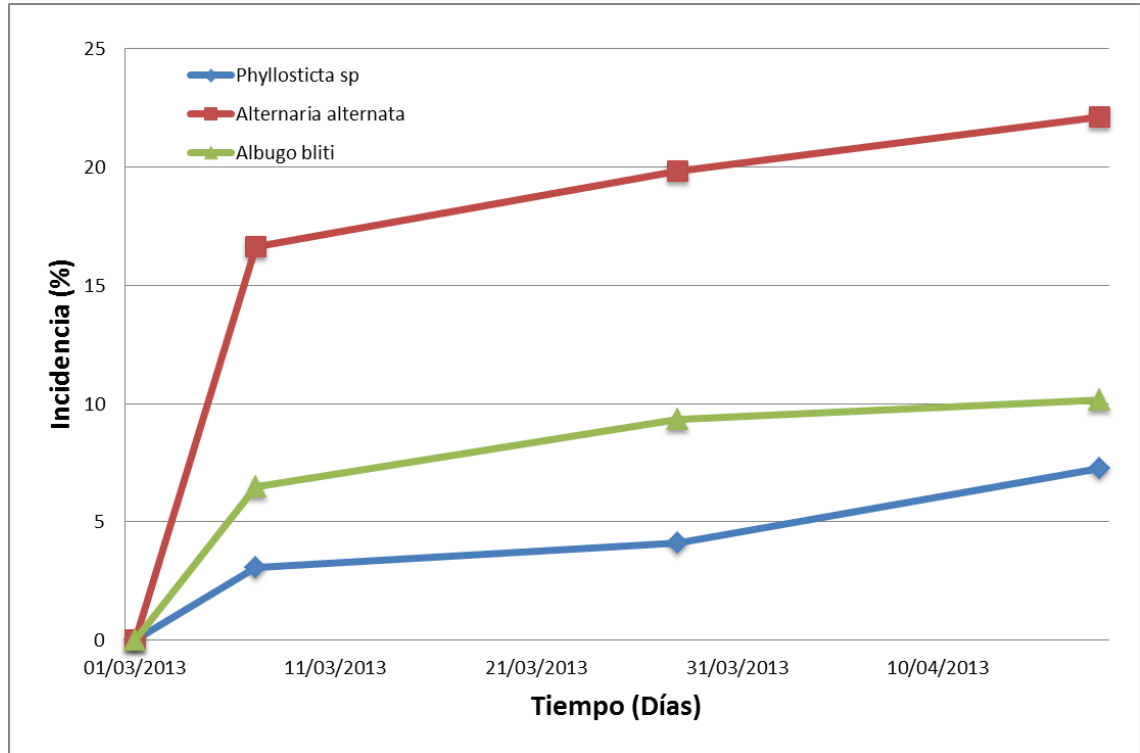


Figura 9. Incidencia (%) de *Alternaria alternata*, *Albugo bliti* y *Phyllosticta sp.* para la tercer fecha de siembra del cultivar *Amaranthus mantegaccianus* según fechas de muestreo. Ciclo 2012-13. FAV-UNRC.

En esta fecha de siembra, se observó un aumento sostenido de la incidencia para los tres patógenos identificados pero a diferentes niveles. Estos incrementos coinciden con el aumento de las precipitaciones y humedad ambiental que favorecieron el desarrollo de nuevos ciclos de infección. Como en las dos fechas de siembra anteriores, *Alternaria alternata* fue el patógeno que llegó a tener el mayor valor final de incidencia (>20%). Por su parte la incidencia final de *Albugo bliti* y *Phyllosticta sp* no llegaron a superar el 10 % en la última fecha de evaluación.

Comparación del comportamiento de las enfermedades que presenta el cultivar utilizado en las tres fechas de siembra.

A continuación se integran en un solo gráfico las curvas de progreso de enfermedad de *Albugo bliti*, *Alternaria alternata* y *Phyllosticta sp* según cada fecha de siembra en el cultivar *Amaranthus mantegaccianus* con el fin de realizar una síntesis del comportamiento de esos patógenos e identificar diferencias en el comportamiento sanitario.

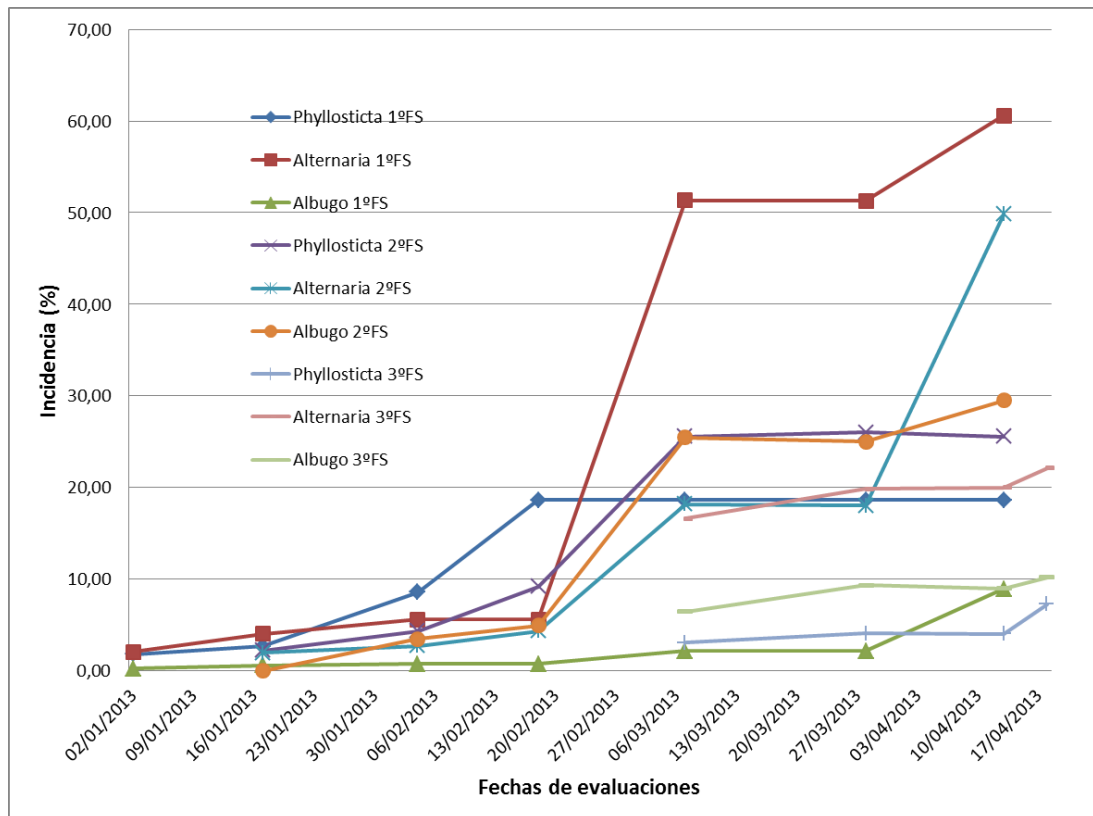


Figura 10. Curvas epidémicas de *Alternaria alternata*, *Albugo bliti* y *Phyllosticta sp.*, según fechas de siembra en el cultivar *Amaranthus mantegaccianus*. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.

Al observar la figura anterior surge claramente de su análisis la influencia de un periodo seco durante el mes de enero y posteriormente un incremento marcado en los valores de incidencia de todos los patógenos identificados, como consecuencia de la ocurrencia de una precipitación de 60 mm en la segunda década de febrero. También se observa que *Alternaria alternata* en la primer y segunda fecha de siembra fue el patógeno que presentó obtener los valores mas altos de incidencia en comparación al resto. Por otra parte, en la tercer fecha de siembra los valores de incidencia final (y_f) de los tres patógenos fueron bajos probablemente por la influencia de las temperaturas medias de ese mes que fueron inferiores a las medias historicas. Para esta fecha además, se observa que las tres curvas epidémicas inician en valores mas elevados que en las otras dos fechas de siembra. Esto concuerda con

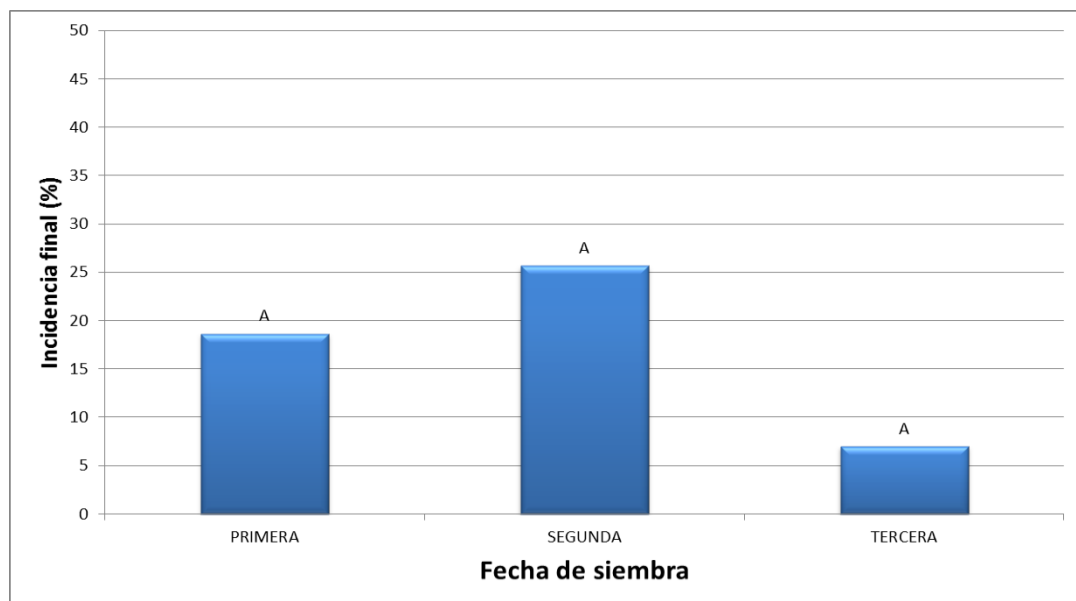
lo registrado por Bonelli (2013), quien determinó para su experiencia, que la tercer fecha de siembra fue la que tuvo los mayores valores de incidencia inicial (y_0) en la campaña 2010-2011.

Los altos valores de y_f de *Alternaria alternata* alcanzados en este trabajo podrían deberse además de las condiciones ambientales, al uso de semilla infectada proveniente del ciclo 2011-2012, en la cual se registró la presencia de este patógeno. Al respecto existen antecedentes previos que dan cuenta de la presencia de *Alternaria alternata* como patógeno de la semilla constituyendo a la misma como fuente inicial de inóculo (Moreno-Velazquez *et al.*, 2005; Alcalde *et al.*, 2012).

Análisis estadístico de patógenos y fechas de siembra.

A continuación se describe la comparación estadística de cada patógeno según las diferentes fechas de siembra utilizando para ello los valores promedios de y_f (incidencia final) obtenidos para cada patógeno.

En la figura 11 se muestran los datos de incidencia final (y_f) de *Phyllosticta* sp. según las fechas de siembra y diferencias estadísticas.



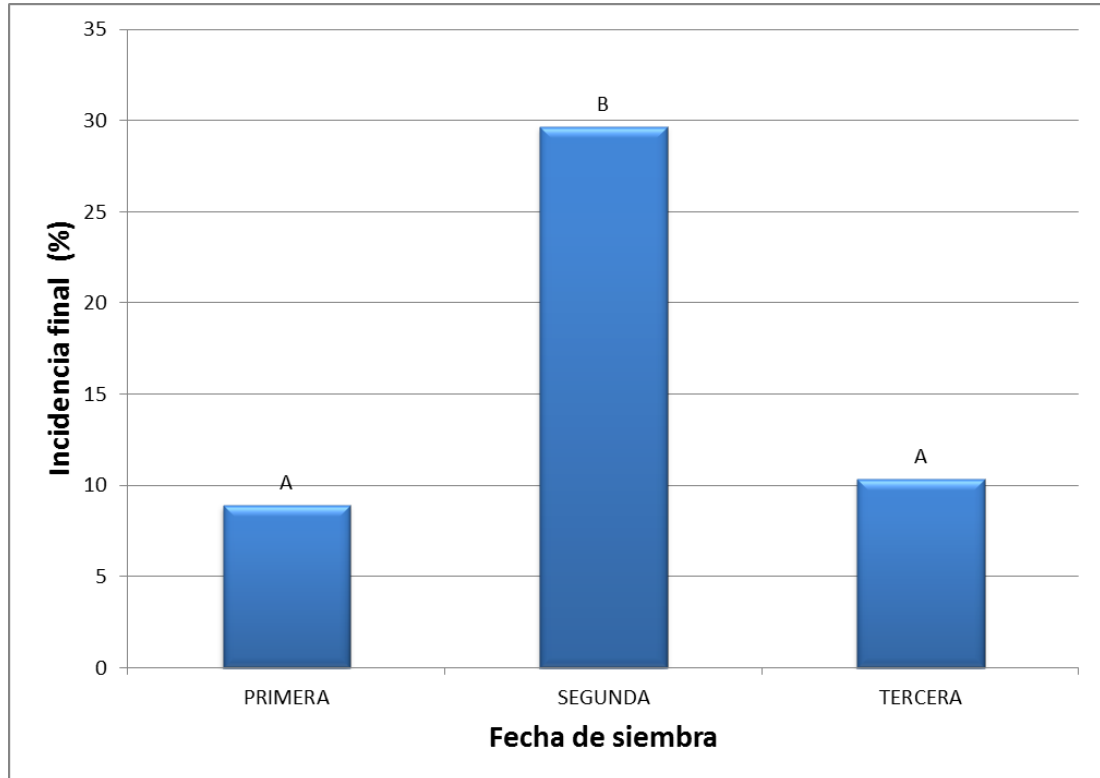
Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Figura 11. Incidencia final (%) de *Phyllosticta* sp. según fechas de siembra, para el cultivar *Amaranthus mantegazzianus*. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.

Para el caso de *Phyllosticta* sp. no existieron diferencias estadísticamente significativas en la incidencia final de la enfermedad ($p=0,13$) entre las fechas de siembra (Figura 11 y Tabla 2). Los resultados obtenidos concuerdan con Giantomasi, (2013), quien

no encontró en el cultivar *Amaranthus mantegaccianus*, diferencias estadísticas en los niveles de incidencia final en las dos fechas de siembra que evaluó.

En la figura 12 constan los datos de incidencia final de *Albugo bliti* según las fechas de siembra.

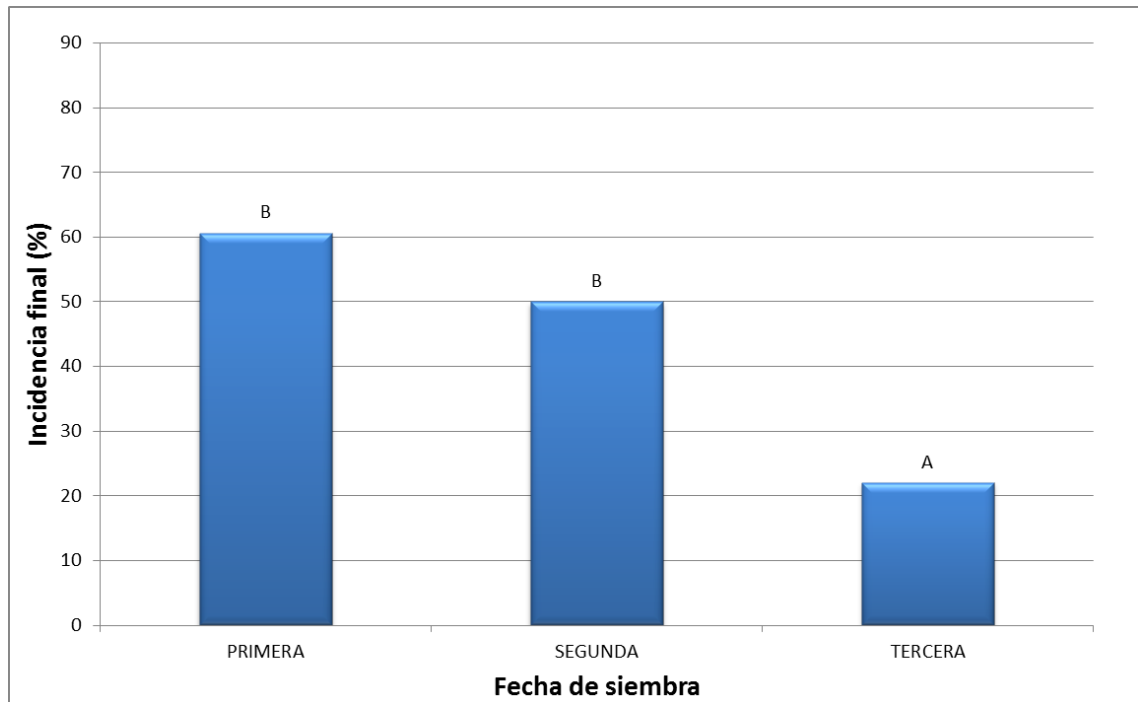


Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Figura 12. Incidencia final (%) de *Albugo bliti* según fechas de siembra, para el cultivar *Amaranthus mantegazzianus*. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.

La segunda fecha de siembra fue la que tuvo la mayor incidencia final de *Albugo bliti* diferenciándose significativamente ($p=0,05$) de las otras dos fechas, las cuales no difirieron entre ambas (Figura 12 y tabla 2). Esto no coincide con Bonelli, (2013) quien encontró en su trabajo, para el cultivar *Amaranthus mantegaccianus*, a la tercera fecha como la de mayor valor de incidencia final (33,31%). Esto se debió a que las condiciones meteorológicas para esa campaña y durante la tercera fecha fueron más favorables que en las otras dos fechas.

En la figura 13 constan los datos de incidencia final de *Alternaria alternata* según las fechas de siembra.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Figura 13. Incidencia final (%) de *Alternaria alternata* para las tres fechas de siembra, sobre el cultivar *Amaranthus mantegazzianus*. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.

Se observó que la tercer fecha de siembra tuvo los menores valores de incidencia final de *Alternaria alternata* diferenciándose significativamente ($p=0,03$) de las dos fechas, las cuales no presentaron diferencias significativas entre ellas (Figura 13 y tabla 2). Esto no concuerda con Bonelli, (2013) quien analizó el cultivar *Amaranthus mantegaccianus* y vio que la tercera fecha de siembra fue la que tuvo mayor nivel de incidencia para *Alternaria alternata*.

En la tabla 2 constan los valores de incidencia final, probabilidad (p -valor), coeficiente de regresión ajustado (R^2) y coeficientes de variación (CV) para cada patógeno y fechas de siembra.

Tabla 2. Incidencia final, probabilidad (*p*-valor), coeficiente de regresión ajustado (R^2) y coeficientes de variación (CV) para cada patógeno y fechas de siembra sobre el cultivar (*A. mantegazzianus*). Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.

PATÓGENO	Y _f 1°FS	Y _f 2°FS	Y _f 3°FS	<i>P</i> -valor	R^2	CV
<i>Phyllosticta</i>	18.65 a	25.67 a	7.00 a	0.13	0.70	51.80
<i>Albugo</i>	8.91 a	29.67 b	10.33 a	0.05	0.78	47.96
<i>Alternaria</i>	60.58 b	50.00 b	22.00 a	0.03	0.82	27.42

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

Según se observa en la tabla anterior *Alternaria alternata* fue el patógeno que presentó el mejor ajuste estadístico ($P=0.03$) y llegando a un R^2 aceptable (0.82) con el menor valor de CV (27.42). Además se aprecia claramente, que tanto en la primera como segunda fecha de siembra, los valores de incidencia final fueron los más elevados diferenciándose estadísticamente respecto a la tercer fecha. Esto no concuerda con (Bonelli, 2013), ya que encontró diferencias significativas, pero respecto a la tercera fecha, encontrando los mayores valores de incidencia final.

En el caso de *Albugo bliti* se observa que existe 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, lo cual coincide con (Bonelli, 2013).

El patógeno con menor ajuste estadístico ($P=0.13$) fue *Phyllosticta sp.*, llegando a un R^2 aceptable (0.70), pero con un elevado CV (51.80).

Identificación y cuantificación del impacto de las enfermedades sobre el rendimiento.

En el siguiente gráfico se muestra el rendimiento promedio (Kg/Ha) de los tres bloques, en relación con las diferentes fechas de siembras.

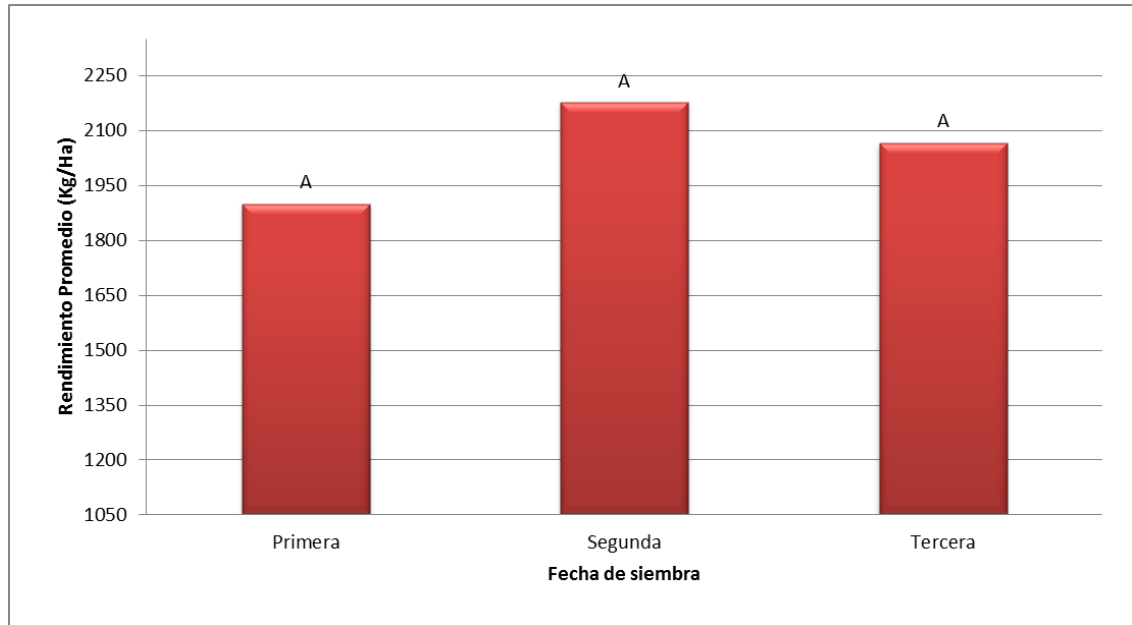


Figura 14. Rendimiento (Kg/ha) de Amarantho según las fechas de siembra correspondiente. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.

En la figura 14 se observa que no existieron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento al comparar las tres fechas de siembra. Esto concuerda con lo expuesto por Salazar (1996), quien en México, en su trabajo de caracterización del crecimiento y desarrollo del cultivo amarantho (*Amaranthus cruentos* L.), encontró que el rendimiento no mostró diferencia estadística significativa en relación a las distintas fechas de siembra, logrando un valor máximo de 26,83 qq/ha. Por otra parte, es importante destacar que *Alternaria alternata* tuvo los máximos valores de incidencia en la primer fecha de siembra, factor que pudo haber contribuido a definir los menores valores de rendimiento logrados. Otra causa por lo que el rendimiento fue menor en la primera fecha de siembra, es por las escasas precipitaciones de la última década de diciembre y todo el mes de enero, afectando no solo la emergencia y establecimiento del cultivo, sino también la anthesis, período donde se define el rendimiento del cultivo.

Estos resultados no concuerdan con lo registrado por Bonelli (2013), quien en su experiencia obtuvo los mayores valores de incidencia de *Alternaria alternata* y rendimiento en la tercer fecha de siembra.



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 no fueron las suficientes para salir del déficit hídrico.



CONCLUSIONES

- Las enfermedades que se identificaron para el cultivar *Amaranthus mantegaccianus* fueron *Alternaria alternata*, *Albugo bliti* y *Phyllosticta sp.*
- El aumento de las epidemias registradas fue importante a partir de la segunda década de febrero donde ocurrieron precipitaciones que superaron la media normal.
- En la primer y segunda fecha de siembra se observaron los mayores valores de incidencia para todos los patógenos identificados.
- *Alternaria alternata* alcanzó el mayor valor de incidencia final en la primera y segunda fecha de siembra.
- En la tercer fecha de siembra *Amaranthus mantegaccianus* logró el mejor comportamiento sanitario frente a *Alternaria alternata*.
- *Albugo bliti* fue favorecido por la segunda fecha de siembra alcanzando los mayores valores de incidencia en *Amaranthus mantegaccianus*.
- La presencia de los patógenos identificados y cuantificados no influyo significativamente en el rendimiento de *Amaranthus mantegaccianus* para las tres fechas de siembra consideradas.
- El menor rendimiento en la primer fecha de siembra probablemente responden a las escasas precipitaciones y los elevados valores de incidencia de *Alternaria alternata* que ocurrieron durante las etapas juveniles del cultivo y periodos donde se define el rendimiento (antesis).
- El mayor rendimiento en grano de *Amaranthus mantegaccianus* se registró en la segunda fecha de siembra.

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. 1995. “Microorganismos presentes en el amaranto (*Amaranthus sp.*) en el sur de la Provincia de Córdoba. Argentina”. UNRC-Argentina. Pág. 15.
- 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. Pág. 28.
- ALCALDE, M.A.; M. KEARNEY Y G. PEIRETTI 2012. Micoflora asociada a la semilla de amaranto (*Amaranthus sp.*).en: Libro de resumen de trabajos de la XIV jornada fitosanitaria argentina. Editorial “El tabaquillo”. Potrero de los Funes. San Luis. Argentina. Pág. 98.
- BARROS, C. y M. BUENROSTRO. 1997. “Amaranto, fuente maravillosa de sabor y salud”. Grijalbo, México. Pág. 135.
- BONELLI, M. 2013.”Identificación y evaluación de las enfermedades que afectan al cultivo de amaranto (*Amaranthus spp.*) en la zona de influencia de la Universidad Nacional de Río Cuarto”. Tesis de grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.19 p.
- CANTERO, A. G.; E. M. BRICCHI; V. H. BECERRA; J. M. CISNERO y H. A. GIL 1986. Zonificación y descripción de tierras del departamento Rio Cuarto (Córdoba). 1^o ed. UNRC Rio Cuarto, Córdoba, Argentina. Pág. 156
- DIXON, G.R. 1984. Vegetable Crop Diseases. Disponible: <http://books.google.com.ar/books?id=xY3Gyg4irDMC&pg=PA593&dq=alternaria&hl=es419&sa=X&ei=uulKUrN YJMz84AO7q4BI&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q=alternaria&f=false>. Consultado: 20-03-2013.
- 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 previa a la obtención del título de: Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador. En: <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/152/1/TESIS%20DE%20AMARANTO%20CALUMA.pdf>. Consultado: 28/10/11.
- GIANTOMASSI, T. 2013. “Comportamiento del Amaranto (*Amaranthus spp.*) frente a enfermedades en la región de Río Cuarto, Córdoba”. Tesis de grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 20 p.



- HERNANDEZ GARCIADIEGO, R; HERRERIAS GERRERO, G. “Amaranto Historia y Promesa”. 1998. Disponible en <http://www.quali.com.mx/Amaranto.pdf-08/11/2011>. Consultado: 09-11-2012.
- HERNÁNDEZ GARCIA, D. R. y G. HERRERÍAS GUERRA. 1998. “Amaranto: Historia y Promesa”. Artículo publicado en Tehuacán, México: Horizonte del Tiempo Vol. 1. Disponible en: <http://www.quali.com.mx/Amaranto.pdf>. Consultado: 26/10/2011.
- KUGLER, W. 2011. “El cultivo de Amaranto”. . INTA EEA Pergamino. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/pergamino/info/documentos/ext11/Ensayo_amaranto2011_INTAPergamino.pdf- consultado: 25/10/2012.
- MARCHIONATTO, J.B. 1948. Tratado de fitopatología. Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Pág. 86-92.
- MONTEROS, C. NIETO, C. CAICEDO, V. RIVERA, M. VIMOS, N. “INIAP 1997. Alegría” primera variedad mejorada de Amaranto para la siembra ecuatoriana. Disponible en: http://archive.idrc.ca/library/document/100162/chap8_s.html- consultado: 16/11/2012.
- 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. Pág. 48-51.
- MUNOZ, R.; SILLON, M. 2011. “Las Enfermedades De La Soja, y Su Importancia en el Mercosur”. Pág. 59-65.
- NIETO, C. 1990 “Identificación de microcentros de variabilidad en quinua, amaranto y chocho en Ecuador INIAP, EE. Santa Catalina”. Publicación Miscelánea N° 52. Quito, Ecuador. Proyecto INIAP/IFAD/IPGRI. s.n.t. 15 p.
- 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”.
- PEIRETTI, E. G. y J. J. GESUMARÍA. 1998. “Influencia de la distancia entre líneas sobre el crecimiento y rendimiento de amaranto granífero (*Amaranthus* spp)”. Inves. Agr.: Prod. Prot. Veg. Vol 13 (1-2). Págs 139-150.
- PEIRETTI, E. G. 2006. “Impulsan el Amaranto para diversificar la producción y aprovechar su valor nutritivo”. En: <http://www.puntal.com.ar/noticia.php?id=3221> Consultado: 10/10/2012.
- PPLATE, H.P y KROBER, T. 1977. Weisser Rost an Gerbera auf teneriffa. Disponible en: <http://books.google.com.ar/books?id=eu4yXfkTwKIC&pg=PA38&dq=Albugo+trago pognis&hl=es419&sa=X&ei=fANLUqoLpei4APttYHQBw&ved=0CC8Q6AEwA A#v=onepage&q=Albugo%20trago pognis&f=false>. Consultado: 20-02-2013.



- REVISTA ALIMENTOS ARGENTINOS, EDICION N°18. 2007. Disponible en web:
http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_18/18_07_amaranto.htm
.Consultado: 25/10/2012.
- SINCLAIR, J.B; CERKAUSKAS, R.F. 1997. “Laten infection vs. Endophytic colonización by fungi”. Pags. 3-29, en: Endophytic Fungi in Grasses and Woody Plants. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- VELE. G. 2000. Amaranto: “símbolo de inmortalidad”. Universidad de Guadalajara. En:
www.cucba.udg.mx/anterior/sitiosinteres/coaxican/plts_mex/amaranto/amarant.htm.
Consultado el: 04/03/2013.