

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Proyecto de Trabajo Final para optar al Grado de Ingeniero
Agrónomo

**“COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES DE
AMARANTO FRENTE A ENFERMEDADES FOLIARES
EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE RÍO CUARTO”**

Alumno: Frua, Mauro Iván

DNI: 35471481

Director: Kearney, Marcelo

Co-Directora: Alcalde, Mónica

Río Cuarto – Córdoba



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

“COMPORTAMIENTO DE CULTIVARES DE AMARANTO FRENTE A ENFERMEDADES FOLIARES EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO”

Autor: Frua, Mauro Ivan

DNI: 35471481

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

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis amigos, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional durante toda esta etapa y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

Finalmente a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.



INDICE

INDICE	III
INDICE DE FIGURAS.....	III
INDICE DE TABLAS:.....	IV
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN.....	3
Hipótesis	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo	9
Identificación de las enfermedades foliares que afectan al cultivo de amaranto mediante síntomas y signos.....	10
Cuantificación de las enfermedades foliares que afectan a cuatro cultivares de amaranto durante todo el ciclo del cultivo.....	12
Comparación del comportamiento de los cultivares de amaranto frente a enfermedades foliares.	17
Cuantificación del rendimiento de grano de los cuatro cultivares de amaranto.	21
CONCLUSION.....	26
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	27
ANEXOS	31
Figura 1: ubicación general del ensayo. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.....	31
Figura 2: Esquema de siembra. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.....	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Promedio decádico de precipitaciones (mm) y temperatura (°C) para la serie 1981 2010 y para la campaña agrícola 2012-2013. UNRC.....	9
Figura 2: Síntomas de <i>Alternaria alternata</i> en folíolos de amaranto.....	11
Figura 3: Incidencia (%) de <i>Alternaria alternata</i> ; <i>Albugo bliti</i> ; y <i>Phyllosticta</i> sp. para el cultivar Candil (<i>A. cruentus</i>) a lo largo del ciclo. Campaña 2012-13, FAV-UNRC.....	12



Figura 4: Incidencia (%) de *Alternaria alternata*; *Albugo bliti*; y *Phyllosticta* sp. para cultivar ALIN-G16 (*Amaranthus hyponchondriacus*) a lo largo del ciclo. Campaña 2012-13, FAV-UNRC. 13

Figura 5: Incidencia (%) de *Alternaria alternata*; *Albugo bliti*; y *Phyllosticta* sp. para cultivar AMan-G1 (*Amaranthus mantegazzianus*) a lo largo del ciclo. Campaña 2012-13, FAV-UNRC..... 14

Figura 6: Incidencia (%) de *Alternaria alternata*; *Albugo bliti*; y *Phyllosticta* sp. para cultivar Antorcha (*Amaranthus hyponchondriacus*) a lo largo del ciclo. Campaña 2012-13, FAV-UNRC. 15

Figura 7: Incidencia media (%) de *Alternaria alternata*; *Albugo bliti*; y *Phyllosticta* sp. para todos los cultivares según precipitaciones a lo largo del ciclo. Campaña 2012-13, FAV-UNRC..... 16

Figura 8: Incidencia final (%) de *Alternaria alternata* según cultivares de *Amaranthus*. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC. 17

Figura 9: Incidencia final (%) de *Phyllosticta* sp. según cultivares de *Amaranthus*. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC. 18

Figura 10: Incidencia final (%) de *Albugo bliti* según cultivares de *Amaranthus*. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC. 19

Figura 11: Incidencia final *Alternaria*, *Phyllosticta* y *Albugo* para los cuatro cultivares de *Amaranthus* en estudio. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC. 20

Figura 12: Incidencia promedio de *Alternaria*; *Phyllosticta* y *Albugo* para cada uno de los cultivares evaluados. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC. 21

Figura 13: Rendimiento de los cultivares de *Amaranthus*. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC..... 22

Figura 14: Regresión lineal entre Incidencia de *Albugo bliti* y rendimiento para los cuatro cultivares de *Amaranthus* utilizados. Campaña 2012 2013, FAV-UNRC. 23

Figura 15: Regresión lineal entre Incidencia de *Alternaria alternata* y rendimiento para los cuatro cultivares de *Amaranthus* utilizados. Campaña 2012 2013, FAV-UNRC. 24

Figura 16: Regresión lineal entre Incidencia de *Phyllosticta* sp. y rendimiento los cuatro cultivares de *Amaranthus* utilizados. Campaña 2012 2013, FAV-UNRC.....24

INDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Fecha de muestreos en cultivo de amaranto realizados durante la campaña 2012-2013.....11



RESUMEN

El amaranto es una planta perteneciente a la familia de las Amarantáceas, la cual comprende 70 géneros. El género *Amaranthus* incluye algo más de 60 especies, entre ellas algunas con aptitud granífera, siendo las más importantes y conocidas: *A. cruentus* L., *A. caudatus* L. y *A. hypochondriacus* L. Determinar el comportamiento sanitario que presenta el cultivo constituye la base para el estudio y la aplicación de estrategias de manejo. En Argentina se han identificado varios patógenos, entre los que se destacan: *Alternaria alternata*, *Phyllosticta* sp. y *Albugo bliti*. El presente trabajo tuvo como objetivo Identificar y cuantificar las enfermedades foliares sobre cuatro cultivares de amaranto y comparar los rendimientos obtenidos bajo las condiciones ambientales de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Para lograr esto se sembraron cuatro cultivares de Amaranto, pertenecientes a tres especies diferentes: Candil (*Amaranthus cruentus*), AMan-G1 (*Amaranthus mantegazzianus*), Antorcha (*Amaranthus hypochondriacus*) y Alin-G16 (*Amaranthus hypochondriacus*). El trabajo se realizó durante la campaña 2012-2013, con un diseño en bloques al azar y tres repeticiones. La siembra fue efectuada de forma manual. La cuantificación de las enfermedades a nivel foliar se realizó mediante el cálculo de incidencia en porcentaje. Al momento de la madurez de cosecha se recolectaron las panojas en 2 metros lineales para cada cultivar y en cada repetición, para realizar el cálculo de rendimiento. Sobre el cultivo se detectó la presencia de *Alternaria Alternata*, *Albugo blitti* y *Phyllosticta spp.* en los cuatro cultivares estudiados, aunque con diferencias en los niveles de incidencia. Para *Alternaria* el cultivar más afectado fue AMan-G1 diferenciándose del resto de los cultivares que presentaron un mejor comportamiento. En el caso de *Phyllosticta* Alin-G16 fue quien obtuvo los niveles de incidencia más bajos, siendo nuevamente AMan-G1 el material más afectado por la enfermedad. En el caso de *Albugo*, el cultivar Candil fue el más afectado mientras que Antorcha y Alin-G16 obtuvieron incidencias inferiores al 15%. El cultivar Candil fue quien presentó el menor rendimiento (1494,37 Kg/ha), mientras que el cultivar AMan-G1 fue el que presentó el mayor rendimiento (2176,56 Kg/ha). Como análisis complementario se realizó una regresión lineal entre rendimiento y nivel de incidencia de enfermedad para cada patógeno y cultivar, con el fin de detectar posibles interacciones entre estas dos variables. Solamente se encontró una correlación entre el rendimiento y el nivel de incidencia de *Albugo bliti*, *Alternaria alternata* y *Phyllosticta* sp. para dos cultivares, Alin G-16 y Antorcha.

SUMMARY

Amaranth is a plant belonging to the family of the “Amarantáceas”, which understands 70 different varieties. The *Amaranthus* includes slightly more than 60 species, among them some varieties with the quality of a grain - being these the most important and well-known: *A. cruentus* L., *A. caudatus* L. and *A. hypochondriacus* L.

Determining the sanitary behaviour that presents the crop constitutes the basis for the study and the application of management strategies. In Argentina, several pathogens have been identified among which *Alternaria alternata*, *Phyllosticta* sp. and *Albugo bliti* are outlined. The present work aims at evaluating the incidence of diseases and the crop performance over different varieties of amaranth in the region of Río Cuarto, Córdoba, Argentina. To achieve this, four cultivars of Amaranth were sowed and they belonged to three different varieties: Candil (*Amaranthus cruentus*), AMan-G1 (*Amaranthus mantegazzianus*), Antorcha (*Amaranthus hypochondriacus*) and Alin-G16 (*Amaranthus hypochondriacus*). This process was fulfilled during the campaign 2012-2013, with a structured design and three repetitions. The sowing was done by means of a manual process. The quantification of the diseases at the foliate level was carried out by means of the calculation of incidence in percentages. At the time of harvest maturity, cobs were collected in 2 linear metres for each subdivision and in each repetition in order to calculate the crop performance.

On the cultivation, the presence of *Alternaria*, *Albugo blitti* and *Phyllosticta* spp. was detected in the four cultivars studied but with differences at the level of incidence. In the case of *Alternaria*, the most affected cultivar was AMan-G1 differing from the rest of the cultivars that performed better. In the case of *Phyllosticta* Alin-G16, it was the one that got the lowest incidence levels, being AMan-G1 once again the most affected by the disease. Finally, whereas in the case of *Albugo*, Candil was the most affected, Antorcha and Alin-G16 got incidence levels under the value of 15%.

Candil farming was the one which had the lowest yield (1494.37 kg / ha), while the cultivar AMan-G1 was the one that presented the highest yield (2176.56 kg / ha). A linear regression between yield and disease incidence level was performed in order to analyze possible interactions between these two variables throwing the same negative results for the three diseases found.

INTRODUCCIÓN

El amaranto es una planta perteneciente a la familia de las Amarantáceas, la cual comprende 70 géneros. El género *Amaranthus* incluye algo más de 60 especies, algunas con aptitud granífera, siendo las más importantes y conocidas: *A. cruentus* L., *A. caudatus* L. y *A. hypochondriacus* L. (Hernandez Garcia Diego y Herrerias Guerra, 1998).

El registro más antiguo del amaranto, asociado a la actividad humana lo refieren unas semillas halladas en México que datan del año 4000 a.C. pertenecientes a una comunidad indígena llamada Ocampos (Vele, 2000). Uno de los primeros pueblos en utilizarlo habría sido el Maya, seguido de los Incas y Aztecas. Se estima que cuando los conquistadores arribaron a América, los Aztecas producían una 20 mil toneladas de granos al año, a lo que habría que sumarle la cantidad recibida como tributo de los pueblos sometidos (Pantanelli, 2001).

El consumo del amaranto estaba muy ligado a los Aztecas, quienes además de consumir las hojas y el grano, consumían la harina para la fabricación de estatuillas que los indígenas utilizaban para comulgar en las ceremonias religiosas. Los españoles asociaron esto con la religión y se prohibió el consumo de figuras. Este hecho sumado a la introducción de nuevas especies del viejo mundo, redujo drásticamente el cultivo de amaranto, solo algunos pequeños agricultores continuaron con la labor, exclusivamente para consumo propio (Pantanelli, 2001).

En tiempos precolombinos *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* eran cultivadas en la región que va desde el Norte de México hasta el centro de América Central, mientras que *A. caudatus* lo era en la zona andina sudamericana, desde el Ecuador hasta el norte de Argentina. A pesar de haberse originado en áreas diferentes, *A. hypochondriacus* y *A. caudatus* son genéticamente más cercanas entre sí respecto de *A. cruentus* (FAO, 1997; Hernandez Garcia Diego y Herrerias Guerra, 1998).

México y Perú poseen una tradición milenaria en consumo de amaranto, que se vio seriamente afectada luego de la llegada de los conquistadores, provocando esto cambios en la alimentación de la población. Sin embargo, hace algunas décadas se ha retomado el estudio de esta especie y su reintroducción.

Perú es uno de los países con dos de los bancos de germoplasma más importantes a nivel mundial y es donde se han logrado los rendimientos más importantes, alcanzando hasta 7200 kg/ha de grano bajo condiciones experimentales, siendo el promedio mundial entre 1000 kg/ha y 3000 kg/ha (Barros y Buenrostro, 1997).

Se trata de especies anuales, herbáceas o arbustivas, de diversos colores que van desde el verde al morado o púrpura pasando por coloraciones intermedias. La raíz es pivotante con abundante ramificación. El tallo es cilíndrico y anguloso con gruesas estrías longitudinales que le dan la apariencia acanalada, alcanzando de 0,4 a 3 m de longitud. Las hojas son pecioladas, sin estípulas, de



forma oval-elíptica, opuestas o alternas, con nervaduras prominentes en el envés, lisas o poco pubescentes, de color verde o púrpura y tamaño variable entre 6.5-15 cm. La inflorescencia del amaranto corresponde a panojas muy vistosas, terminales o axilares, erectas o decumbentes, con colores que van del amarillo, anaranjado, rojo hasta el púrpura; el tamaño varía de 0,5-0,9 m. Presentan flores unisexuales pequeñas, estaminadas y pistiladas. La semilla es pequeña, lisa, brillante de 1-1,5 mm de diámetro, ligeramente aplanada, de color blanco, pero también puede tener colores amarillentos, dorados, rojos, rosados, púrpuras o negros; el número de semillas varía de 1000 a 3000 por gramo (FAO, 1997).

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 muy eficiente en el uso del agua (Martin de Troiani *et al.*, 2005).

El cultivo se caracteriza por ser autógeno, variando el porcentaje de polinización cruzada según los cultivares. Su crecimiento es primavero-estival y la duración del ciclo ronda aproximadamente los 150 días (FAO, 1997).

Es una especie que alcanza un gran desarrollo en suelos fértiles, pudiendo superar los 2 metros de altura, generalmente con un tallo central aunque es posible observar ramificaciones desde la base del tallo y a lo largo del mismo (Mazon *et al.*, 2003). Se adapta a una gran variabilidad de ambientes aunque las especies productoras de grano responden mejor a suelos bien drenados con un pH neutro o alcalino (superior a 6). En general, se ha demostrado que hay varias especies que toleran muy bien ciertos niveles de salinidad en el suelo (Escamilla, 2001).

El rango de altitudes para el desarrollo del cultivo parece extenderse desde el nivel del mar hasta los 2800 metros de altitud, sin embargo el mejor comportamiento se da cuando se supera los 1000 msnm (Escamilla, 2001).

Normalmente el amaranto presenta buen crecimiento con temperaturas no inferiores a 15°C y el óptimo parecería estar entre los 18°C y los 24°C. A nivel experimental se ha comprobado que la germinación de las semillas es óptima a los 35°C y la mayor eficiencia fotosintética se da a los 40°C. Cuando las temperaturas son inferiores a 8°C se produce el cese de crecimiento del cultivo, sin afectarse el tejido del mismo, pero cuando la misma desciende hasta los 4°C ya comienzan a producirse daños fisiológicos en el cultivo, por lo que es notable que el cultivo no resiste las bajas temperaturas, mucho menos las heladas (Escamilla, 2001).

Es un cultivo que requiere de humedad adecuada cuando se desencadenan los procesos de germinación y crecimiento inicial, pero luego de que las plántulas se han establecido se caracteriza por prosperar muy bien en ambientes con humedad limitada, de hecho se registran mejores crecimientos en áreas secas, calientes y con gran luminosidad. Muchas especies de amaranto utilizadas como especie hortícola requieren 3000 mm anuales, mientras que las especies para grano, pueden dar cosechas aceptables en ambientes que registren 300-400 mm anuales (Escamilla, 2001).

Es considerado un pseudocereal, ya que el fruto tiene características similares a las de los granos de los cereales (monocotiledóneas). Al igual que éstos contiene cantidades importantes de almidón, con la diferencia de que el mismo se encuentra almacenado en el perisperma. El embrión, ocupa gran parte del grano y constituye una buena fuente de lípidos y también de proteínas (Figueroa Paredes y Romero Verdezoto, 2008).

En las últimas décadas, ha resurgido como “viejo-nuevo” cultivo debido a atributos tales como el alto contenido de proteína (17,9 %), elevados niveles de aminoácidos, esencialmente lisina (6,4 % de la proteína), de 1,5 a 3 veces más contenido de lípidos que otros granos, minerales y vitaminas (A, complejo B, C, niacina, ácido fólico, hierro, calcio y fósforo) en conjunto con la capacidad de producir en condiciones adversas de altas temperaturas (Martin de Troiani *et al.*, 2005). Si se utilizaran mezclas de proporciones iguales de amaranto-trigo o amaranto-maíz el balance de aminoácidos y el valor nutritivo sería muy similar al recomendado por FAO para la alimentación humana (Monteros *et al.*, 1997).

Según datos de la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre un valor proteico ideal de 100, la semilla de amaranto se encuentra posicionada en primer lugar con 75, seguida de la soja con 68, Trigo 60 y maíz con 44 (Monteros *et al.*, 1997).

En condiciones adecuadas de suelo, humedad y temperatura se obtienen los mejores rendimientos, pudiendo alcanzar los 5000 kg/ha; aunque en promedio se obtienen rendimientos entre 800 y 1500 kg/ha (FAO, 1997; Peiretti, 2006).

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 (Dyner *et al.*, 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, existiendo antecedentes de su cultivo en áreas marginales de las provincias de La Pampa, San Luis y Córdoba (González, 2014).

Se siembra entre noviembre y diciembre y para su cosecha es conveniente que ocurra una helada para favorecer la muerte de la planta y facilitar el trabajo de las máquinas cosechadoras. El retraso en su ocurrencia favorece la caída de plantas y panojas, reduciendo los rindes (Peiretti, 2006).

En la adaptación a las diferentes condiciones agroclimáticas, uno de los aspectos de importancia es el comportamiento sanitario que tiene el cultivo, el cual constituye la base para el estudio y la aplicación de estrategias de manejo (Noelting *et al.*, 2009).

Al respecto, en Argentina 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 (Noelting *et al.*, 2009).

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



tallos *Thecaphora amaranthi* (Hirschh.) Vánky y *T. amaranthicola* (Piepenbr), causales de carbón de la panoja (Noelting *et al.*, 2009).

En la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, se han realizado ensayos de adaptación del cultivo a las condiciones de clima y suelo de la zona y también se ha investigado sobre su comportamiento sanitario, registrándose la presencia de : “mancha en V” producida por *Alternaria* sp.; “roya blanca del amaranto” (*Albugo bliti* (Biv.); “viruela del amaranto”, cuyo agente causal es *Phyllosticta amaranthi*; “mancha castaña del tallo”, originado por *Phomopsis* sp; “marchitamiento del amaranto”, provocado por *Fusarium* sp y “carbón del amaranto”, originado por *Glomosporium amaranthi* (Alcalde, 1995).

La investigación del comportamiento de las enfermedades de los cultivos constituye la base para el estudio y el desarrollo de diversas estrategias para su manejo. Dado que la aparición y progreso de las mismas es la resultante de la interacción entre tres factores: planta susceptible, patógeno infeccioso y ambiente favorable, resulta esencial perfeccionar los sistemas prácticos de manejo, para poder identificarlas, conocer su comportamiento y entender los efectos de las modificaciones ambientales sobre su desarrollo.

Hipótesis

Las enfermedades que afectan al cultivo de *Amaranthus* sp. se presentan con distinta intensidad según el cultivar utilizado, lo que da lugar a diferencias en los rendimientos.

Objetivo general

Identificar y cuantificar las enfermedades foliares sobre cuatro cultivares de amaranto y comparar los rendimientos obtenidos bajo las condiciones ambientales de Río Cuarto.

Objetivos específicos

- Identificar las enfermedades foliares que se presentan en el cultivo de amaranto mediante síntomas y signos.
- Cuantificar las enfermedades foliares que afectan a cuatro cultivares de amaranto durante el ciclo del cultivo.
- Comparar el comportamiento de cuatro cultivares de amaranto frente a enfermedades foliares.
- Cuantificar y comparar el rendimiento de grano de cuatro cultivares de amaranto.



MATERIALES Y MÉTODOS

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°02'O, y se encuentra a una altitud de 438,62 m.s.n.m

El ambiente del sitio experimental está compuesto por planicies muy 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. 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, con precipitaciones promedio del orden de 700-800 mm anuales, concentrados 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, siendo la temperatura media anual de 16°C (Vinocur, com. pers).

La siembra se realizó el 22/12/2012. El ensayo tuvo un diseño en bloques al azar con tres repeticiones. Las parcelas de cada variedad estuvieron constituidas por cinco surcos del cultivo, de 5 m de longitud, espaciados 0,45 m entre ellos.

Los tratamientos estuvieron conformados por cuatro cultivares de amaranto: Candil (*Amaranthus cruentus*), AMan-G1 (*Amaranthus mantegazzianus*), Antorcha (*Amaranthus hypochondriacus*) y Alin-G16 (*Amaranthus hypochondriacus*).

Las evaluaciones se efectuaron a partir de la aparición de los primeros síntomas de las enfermedades. La identificación de los patógenos presentes se realizó mediante la observación de síntomas y signos, utilizando lupa y microscopio para la observación de las estructuras del patógeno. Además para el caso de *Alternaria* y *Phyllosticta* se utilizó bibliografía específica con claves taxonómicas (Barnet hl, 1960). Su cuantificación se realizó cada quince días, durante todo el ciclo del cultivo, sobre veinte plantas representativas por tratamiento (cultivar). Cabe aclarar que dichas plantas fueron marcadas previamente con el objeto de realizar un seguimiento preciso de las mismas.

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

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

La estimación del rendimiento comenzó con la cosecha manual del cultivo delimitando un sector de dos metros lineales sobre alguno de los surcos centrales de cada parcela, ya que allí se



encontraba el cultivo en competencia perfecta. Luego en el mismo sector se contabilizó el número de plantas totales, como así también las plantas que estaban volcadas. Además se obtuvo la altura media de las plantas. Una vez registrada esta información se procedió al corte y recolección de todas las panojas del sector de muestreo, las cuales se llevaron luego a un ambiente seco y cálido para propiciar su secado.

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 obtenidos.

Para realizar la comparación entre tratamientos y los patógenos presentes, se consideró el valor de enfermedad final (Yf) obtenido para cada patógeno presente. Este mismo valor de incidencia final también fue utilizado para analizar su incidencia sobre la producción final. Para realizar las comparaciones se efectuó un ANAVA a través del programa INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones meteorológicas durante el ciclo del cultivo

Para realizar un análisis más preciso, se presentan a continuación las condiciones bajo las cuales se desarrolló el cultivo durante la campaña 2012 – 2013.

La Figura 1 refleja la evolución de la temperatura media y las precipitaciones para la campaña analizada, como también la temperatura media y precipitaciones históricas tomadas en el período 1981-2010 para la región (Cátedra agrometeorología, FAV, UNRC, 2013). La campaña 2012-2013 comenzó 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 febrero y marzo.

La temperatura se asemeja al promedio de la región, comportándose de forma normal en la campaña de estudio.

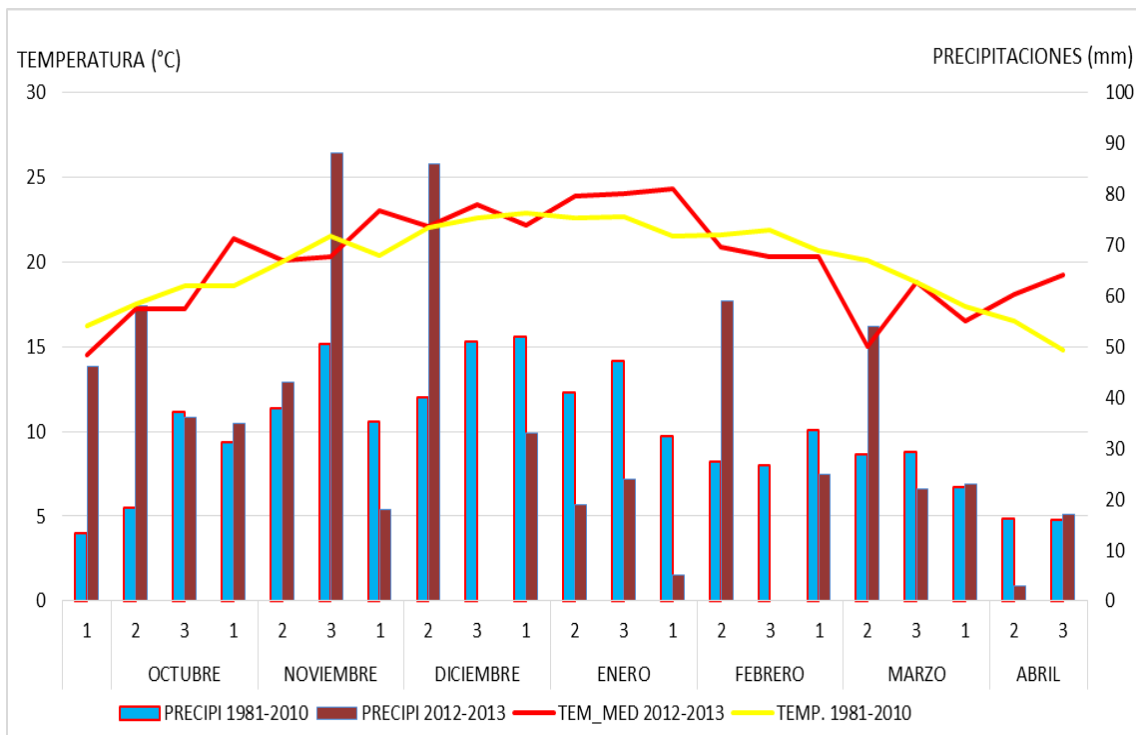


Figura 1: Promedio decádico de precipitaciones (mm) y temperatura (°C) para la serie 1981 2010 y para la campaña agrícola 2012-2013. UNRC.

A continuación, en la Tabla 1, se detallan las fechas de los muestreos realizados a campo.

Tabla 1: Fecha de muestreos en cultivo de amaranto realizados durante la campaña 2012-2013.

Muestreo	Fecha:
1	17/01/2013
2	04/02/2013
3	18/02/2013
4	07/03/2013
5	13/04/2013

Identificación de las enfermedades foliares que afectan al cultivo de amaranto mediante síntomas y signos

Durante el ciclo de vida del cultivo fue posible detectar la presencia de tres enfermedades: Roya blanca, cuyo agente causal es *Albugo bliti*; Viruela producida por *Phyllosticta sp.* y *Alternaria alternata* causante de la enfermedad denominada Mancha foliar.

En referencia a Roya blanca, la sintomatología característica de la enfermedad comienza con manchas circulares de coloración verde pálida en el haz de las hojas, sobre todo las inferiores, produciendo el levantamiento de la epidermis y dando lugar a la formación de ampollas. En concordancia con esas manchas, en el envés de las hojas fue posible apreciar la presencia de pústulas de color blanquecino. Éstas se encuentran aisladas al comienzo de la enfermedad, pero si la misma continúa pueden confluír en una mancha de mayor tamaño. Si la hoja se encuentra muy afectada se puede producir el desprendimiento de la misma. Esta enfermedad puede ser apreciada tanto en estadios vegetativos como reproductivos de la planta (Noelting, 2009). Para confirmar la presencia del patógeno mencionado, se realizó un preparado utilizando porta y cubre objeto, donde se observó la presencia de zoosporangios gruesos, globosos en cadena y subepidémicos, característicos del género *Albugo* (Lenardon *et al.*, 2015).

Viruela producida por *Phyllosticta sp.* se caracteriza por ser una enfermedad que se presenta en forma esporádica, asociada a épocas con precipitaciones abundantes y temperaturas menores a las habituales. Sin embargo para nuestro país fue posible observar alta prevalencia aunque con baja intensidad en años secos. Los síntomas observados consistieron en manchas ovales o en forma de V, de color marrón en las primeras etapas de la enfermedad, tornándose de coloración gris a bronceada con el transcurrir de los días. Fue posible observar bajo lupa manual la presencia de cuerpos de coloración oscura, dichos cuerpos son picnidios, quienes liberan las esporas que se diseminan principalmente con la lluvia, dando origen luego a futuras infecciones. Estos síntomas coinciden con los encontrados por otros autores (Carmona y Scandiani, 2011; Giantomassi 2014).

El organismo causal *Phyllosticta* sp. es un patógeno necrotrófico lo que le otorga la capacidad de sobrevivir en el rastrojo y semilla (Carmona y Scandiani, 2011). Los picnidios son de forma globosa con tamaño muy variable que va desde los 60 a 170 micrones. Los conidios son delgados, unicelulares hialinos, con extremos redondos (Sinclair y Cerkauskas, 1997).

Mancha foliar causada por *Alternaria alternata*, presentó manchas necróticas que comenzaron con pequeñas puntuaciones de coloración castaño, rodeadas normalmente por un halo clorótico. Estas puntuaciones pueden confluir en manchas de mayor tamaño llegando a tener 3–4 centímetros de tejido necrótico (Figura 2). Cuando las infecciones son severas pueden ocupar gran parte de la lámina de la hoja, observándose en el centro una coloración más oscura que corresponde a la fructificación del hongo. En el microscopio se observó la presencia de conidios típicos de *Alternaria* de forma elipsoidal, tabicados longitudinal y transversalmente, simples o en cadenas, sobre conidióforos simples y oscuros. La infección comienza en hojas basales, avanzando luego hacia los estratos superiores (SENASA, 2014). Estos síntomas coinciden también con lo observado por Giantomassi (2014). A su vez Noelting (2011), en una investigación realizada sobre semillas de amaranto detecta este patógeno causando decoloración en las mismas. En el mismo trabajo también encontraron a otros patógenos responsables de producir manchas, estos fueron: *Alternaria chalmidospora* y *Epicoccum nigrum*.

Las mayores infecciones de *Alternaria* se registran en años secos, cuando el cultivo se encuentra en situación de estrés y susceptible a ataques de ciertas plagas esporádicas como trips y arañuelas (Plate y Krober, 1997).

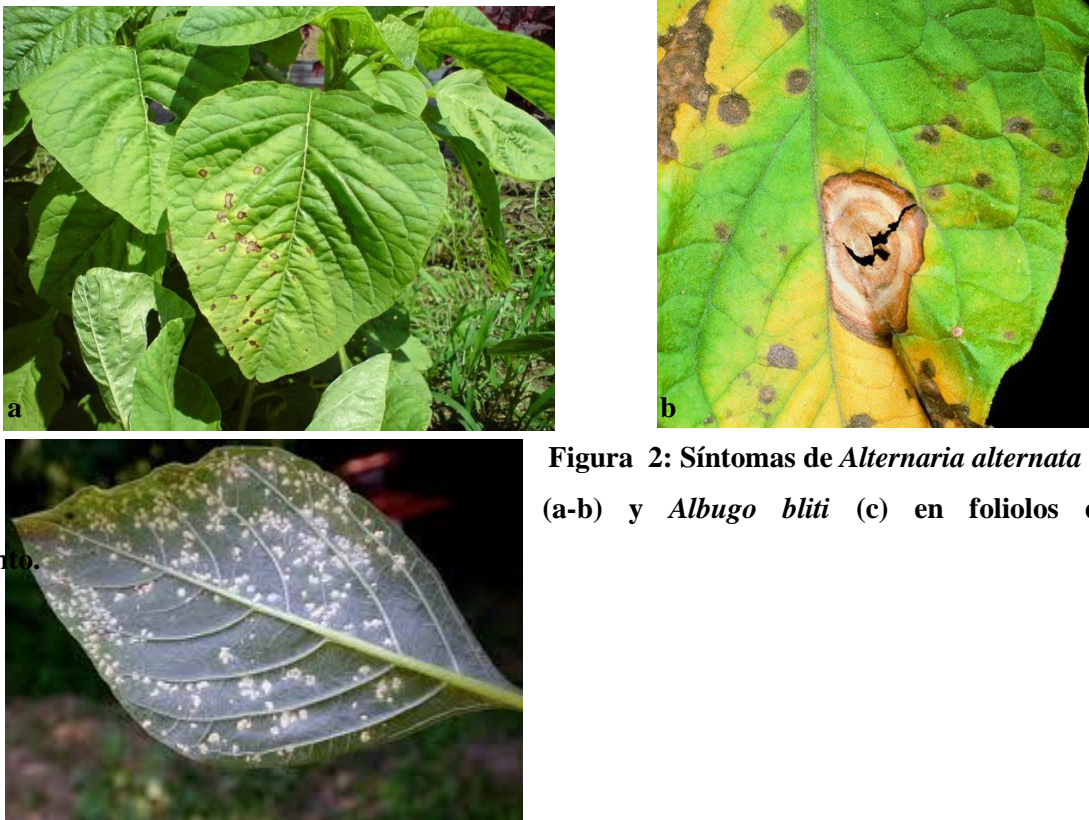


Figura 2: Síntomas de *Alternaria alternata* (a-b) y *Albugo bliti* (c) en folíolos de

Amaranto.

c

Cuantificación de las enfermedades foliares que afectan a cuatro cultivares de amaranto durante todo el ciclo del cultivo.

A continuación se procede a describir el comportamiento sanitario de los diferentes cultivares de amaranto

En la Figura 3 constan los datos de incidencia (%) de cada patógeno identificado sobre el cultivar Candil, a lo largo del ciclo.

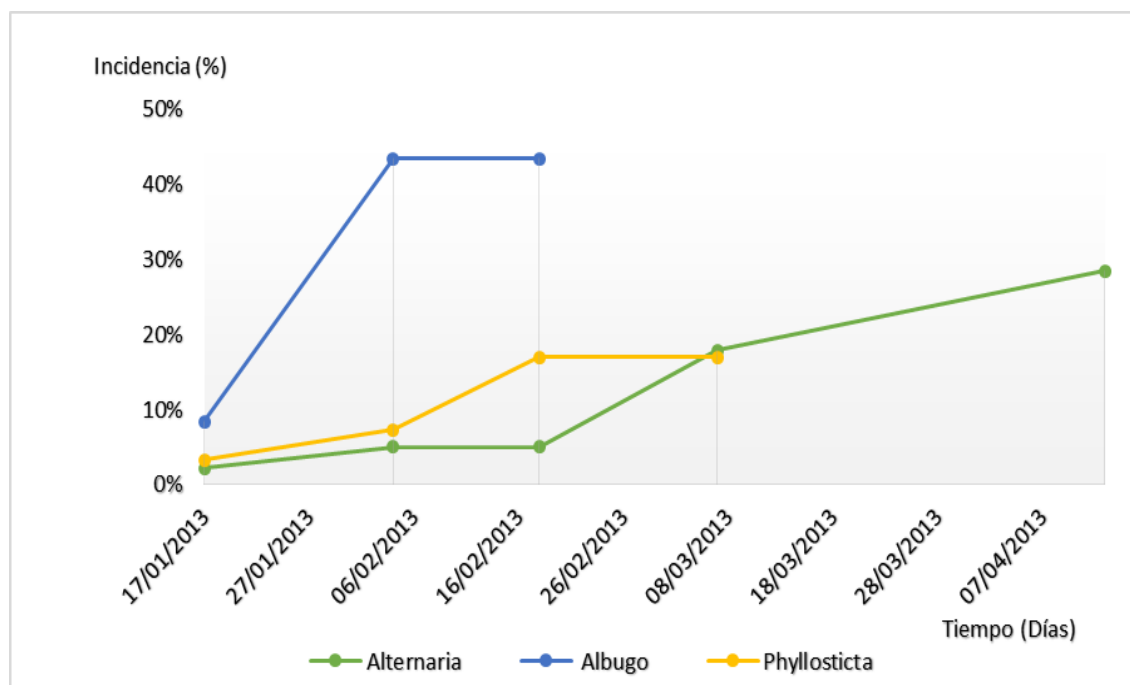


Figura 3: Incidencia (%) de *Alternaria alternata*; *Albugo bliti*; y *Phyllosticta* sp. para el cultivar Candil (*A. cruentus*) a lo largo del ciclo. Campaña 2012-13, FAV-UNRC.

El patógeno que presentó el mayor valor de incidencia en *A. cruentus* (Candil), fue *Albugo bliti*, alcanzando un 45% en el segundo muestreo. Sin embargo, una vez alcanzado ese valor la enfermedad no siguió progresando.

Phyllosticta sp., mostró una tendencia similar a *Albugo*, ya que la enfermedad aumentó su incidencia en los primeros estadios del cultivo, aunque con valores que no superaron el 15%, haciéndose constante a partir del tercer muestreo.

Por su parte, *Alternaria alternata* plantea un panorama distinto, ya que la enfermedad permanece, en sus comienzos, en valores bajos de incidencia, incrementándose la misma a medida que

avanza el ciclo del cultivo. Los valores máximos se alcanzan cuando el cultivo culmina su ciclo, llegando a un 30% de incidencia.

En el cultivar ALIN-G16 (*Amaranthus hyponchondriacus*) también fue posible observar la presencia de las tres enfermedades (Figura 4).

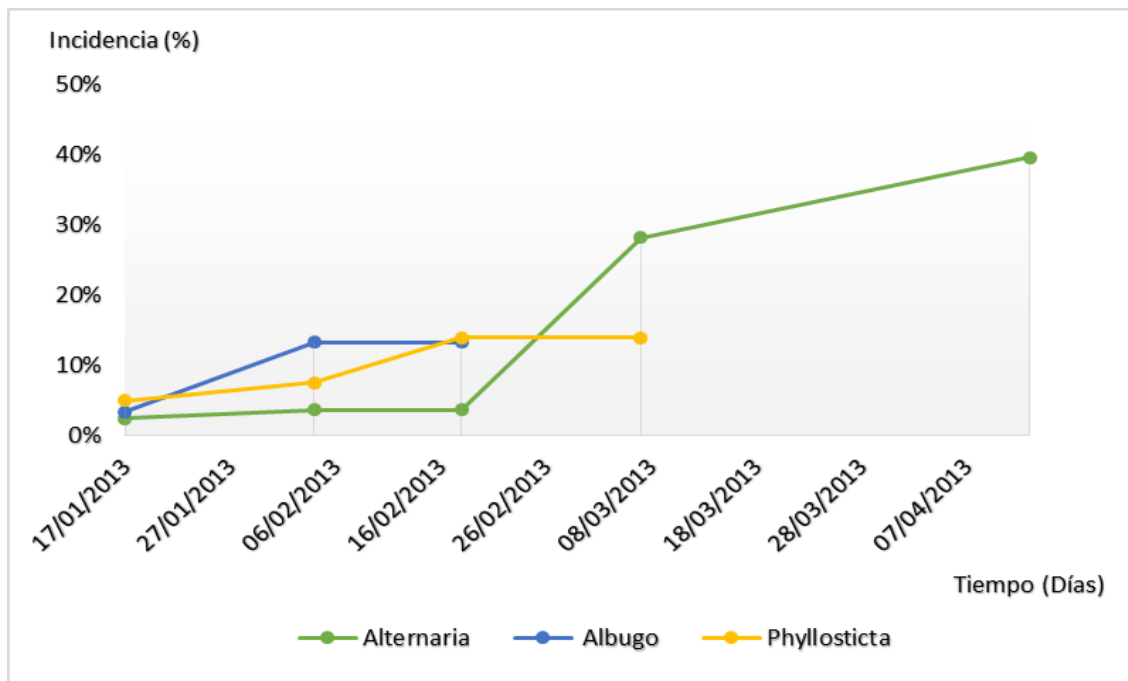


Figura 4: Incidencia (%) de *Alternaria alternata*; *Albugo bliti*; y *Phyllosticta* sp. para el cultivar Alin-G16 (*Amaranthus hyponchondriacus*) a lo largo del ciclo. Campaña 2012-13, FAV-UNRC.

Según se observa en la figura anterior, *Albugo bliti* y *Phyllosticta* sp. alcanzaron valores de incidencia cercanos al 15%, aunque en diferentes momentos, ya que el primer patógeno logró desarrollar antes dichos niveles de infección. A partir del tercer muestreo ambos patógenos mantuvieron niveles de enfermedad de semejantes y constantes hasta culminar el ciclo del cultivo.

Para el caso de *Alternaria alternata* el comportamiento fué distinto al observado para las dos enfermedades anteriores, ya que inicialmente los niveles de incidencia fueron muy bajos, observándose luego del tercer muestreo un marcado incremento de la enfermedad, llegando a valores cercanos al 40% hacia fines del ciclo del cultivo

Continuando con el análisis sanitario de los cultivares, en la Figura 5 puede observarse la evolución de las enfermedades para *Amaranthus mantegazzianus* (AMan-G1). Este cultivar también se vió afectado por las enfermedades descriptas anteriormente.

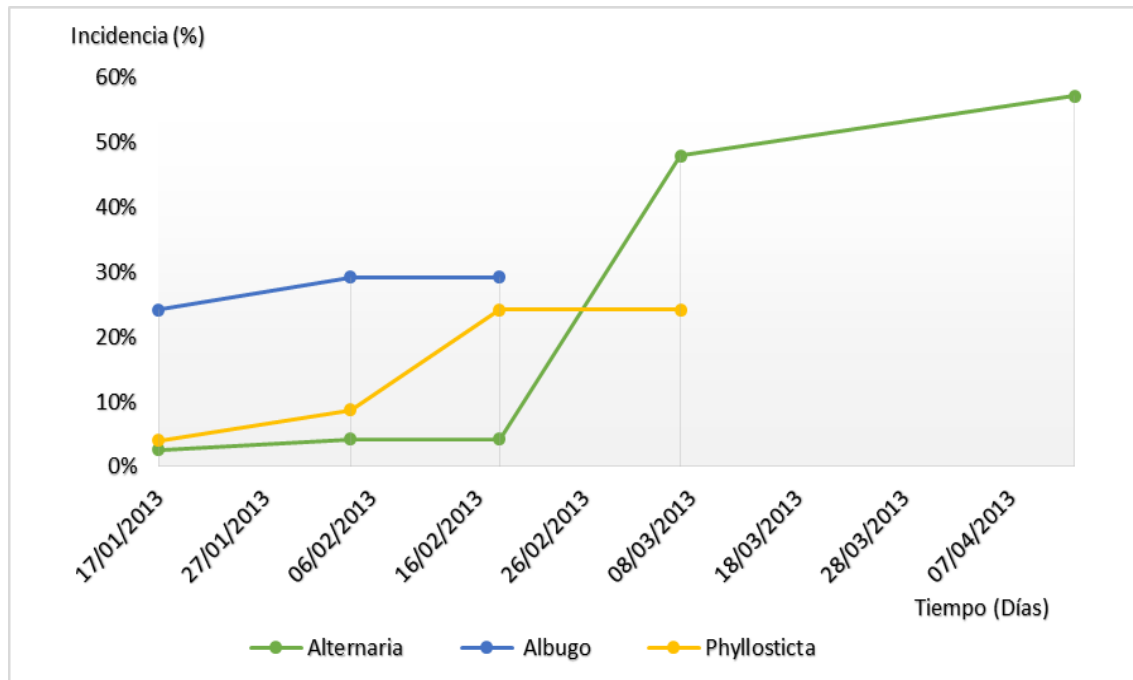


Figura 5: Incidencia (%) de *Alternaria alternata*; *Albugo bliti*; y *Phyllosticta* sp. para cultivar AMan-G1 (*Amaranthus mantegazzianus*) a lo largo del ciclo. Campaña 2012-13, FAV-UNRC.

Según se observa, la enfermedad con menor incidencia fue *Phyllosticta* sp. alcanzando un valor máximo de 24% cuando se realizó el tercer muestreo. A partir de allí la enfermedad permaneció estable hasta que finalizó el ciclo del cultivo.

Albugo bitli se comportó de manera similar a *Phyllosticta* comenzando con valores cercanos al 25% de incidencia y con un pequeño incremento en los primeros estadios del cultivo, hasta llegar al 30% de incidencia en el segundo muestreo. A partir de allí la enfermedad no siguió avanzando.

Por su parte, *Alternaria alternata* tuvo un comportamiento diferencial a los dos patógenos anteriores, ya que permaneció estable durante los primeros estadios del cultivo, y a partir del tercer muestreo logra un incremento abrupto en la incidencia de la enfermedad. Este incremento continúa hasta que el cultivo culmina su ciclo, llegando al 57% de incidencia en la última fecha de muestreo (13/04/13) (Figura 5).

En la Figura 6 constan los datos de incidencia de cada patógeno identificado para el cultivar Antorcha (*Amaranthus hypochondriacus*).

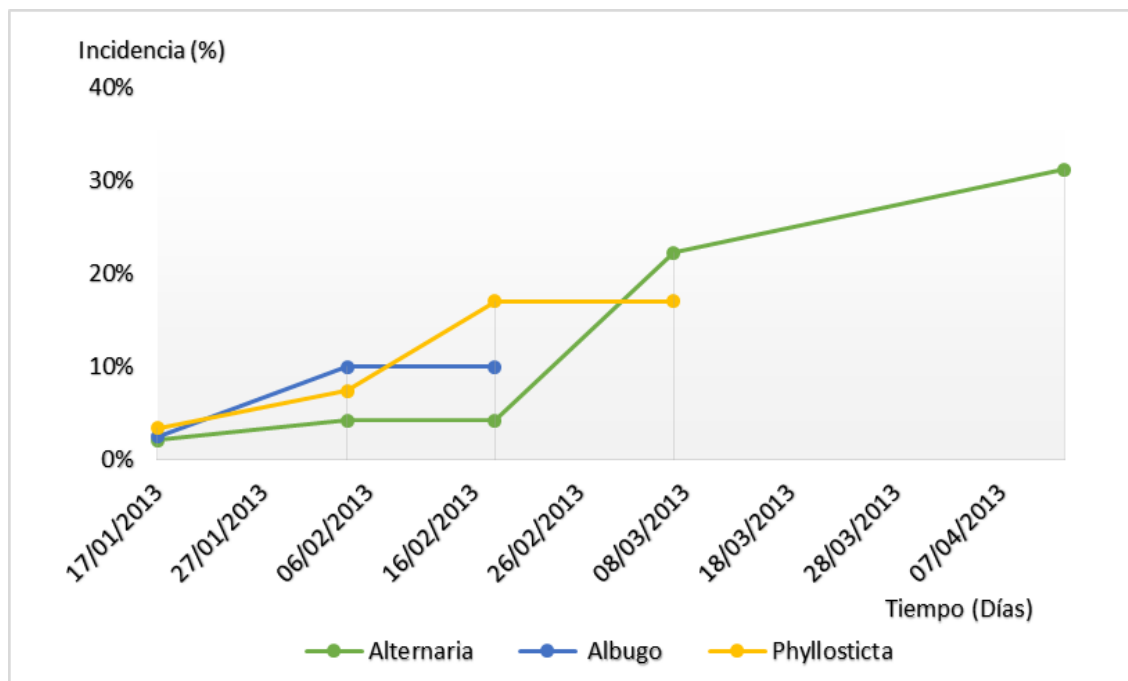


Figura 6: Incidencia (%) de *Alternaria alternata*; *Albugo bliti*; y *Phyllosticta* sp. para cultivar Antorcha (*Amaranthus hyponchondriacus*) a lo largo del ciclo. Campaña 2012-13, FAV-UNRC.

El cultivar Antorcha (*Amaranthus hyponchondriacus*) presentó un buen comportamiento al principio del ciclo, con valores bajos de incidencia para *Alternaria alternata* (5%) y *Albugo bliti* (10%), siendo algo mayor para *Phyllosticta* sp. (15%).

Albugo bliti se mantuvo estable con valores muy bajos durante todo el ciclo del cultivo. La misma estabilidad pudo observarse con *Phyllosticta* sp. aunque los valores fueron algo superiores a *Albugo*.

Por su parte, *Alternaria alternata* tuvo un comportamiento diferente. Esta enfermedad se mantuvo con valores muy bajos (menores al 5%) hasta mediados del mes de febrero. Luego manifestó un incremento de la incidencia que se extendió hasta el final del ciclo, superando en ese momento el 30%.

En la Figura 7 se puede observar el comportamiento general de las enfermedades observadas durante la campaña 2012/13, considerando el promedio de incidencia de cada patógeno en todos los cultivares en función de la ocurrencia de precipitaciones a lo largo del ciclo.

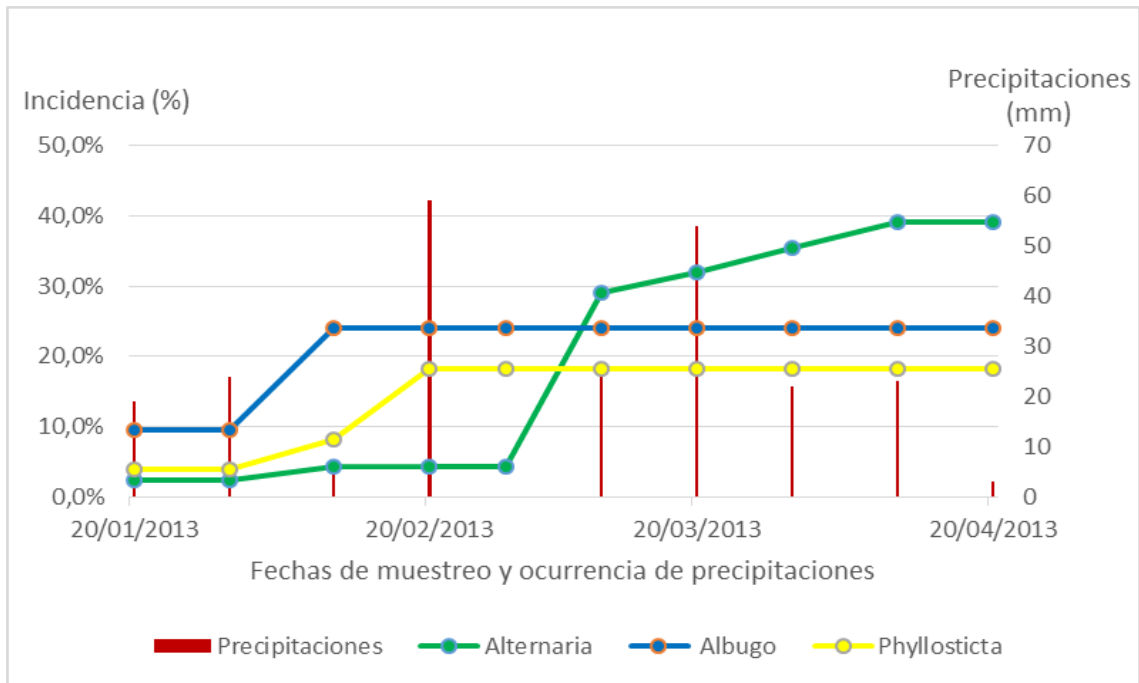


Figura 7: Incidencia media (%) de *Alternaria alternata*; *Albugo bliti*; y *Phyllosticta* sp. para todos los cultivares según precipitaciones a lo largo del ciclo. Campaña 2012-13, FAV-UNRC.

La campaña durante la cual se realizó el ensayo se caracterizó por ser de precipitaciones escasas, lo cual tuvo consecuencias sobre las enfermedades observadas en el cultivo. Como puede apreciarse, mancha foliar fue la enfermedad que logró mayor desarrollo durante la campaña. Esto es así porque *Alternaria*, es un patógeno que prospera en condiciones de sequía y cuando las plantas se encuentran bajo estrés. Situación opuesta se da con *Albugo* y *Phyllosticta*, las cuales logran un mayor desarrollo cuando se expresan situaciones de alta humedad relativa y abundantes precipitaciones, condición que no fue posible observar durante el ciclo de estudio. Por esta razón estas últimas enfermedades alcanzan un escaso desarrollo y luego permanecen estables hasta culminar el ciclo del cultivo.

Síntesis de resultados

Para *Albugo*, los cultivares más afectados fueron Candil con una incidencia que llegó hasta el 45%, y AMan-G1 con valores del 30%. Para este patógeno, en los cuatro cultivares de la experiencia fue posible observar el mismo comportamiento: infecciones desde el inicio del ciclo del cultivo, que se mantuvieron estables hasta la cosecha del mismo. Esto concuerda con lo encontrado por Bonelli (2014) quien observó que condiciones de humedad y temperaturas moderadas favorecían el desarrollo

de dicha enfermedad. Por su parte, Belmonte *et. al.*, (2007) describe un patógeno del mismo género para el cultivo de girasol, que requiere de las mismas condiciones para su desarrollo.

Con respecto a *Alternaria* se observó en todos lo cultivares evaluados el mismo comportamiento, una incidencia inicial baja que comienza a incrementarse desde mediados de ciclo y continua progresando hasta el fin del mismo. El cultivar más afectado fue AMan-G1 con un 57% de incidencia final, seguido de Alin-G16 con un 40%. Por su parte, Antorcha y Candil fueron los dos cultivares con mejor comportamiento, con valores de incidencia del 31% y 28% respectivamente. Esta enfermedad se incrementó en estados avanzados del cultivo, cuando las precipitaciones se encontraban por debajo de la media normal para la zona. Esto concuerda con lo descrito por Giantomassi (2014) quien señala que la enfermedad se hace evidente en condiciones de déficit hídrico y altas temperaturas. Por su parte, Sillon (2011) observa el mismo comportamiento.

Phyllosticta fue la enfermedad que más estabilidad presentó a lo largo del ciclo. AMan-G1 fue el cultivar más afectado con valores de incidencia que alcanzaron el 22%. Para el resto de los cultivares los valores de incidencia final no superaron el 15% en todos los casos. Esta enfermedad es favorecida por condiciones de alta humedad relativa, situación que no fue posible observar durante la campaña 2012-2013, razón por la cual la enfermedad expresó baja incidencia. Dixon (1984) y Giantomassi (2014) describen el mismo comportamiento para *Phyllosticta*.

Comparación del comportamiento de los cultivares de amaranto frente a enfermedades foliares.

En la Figura 8 están representados los valores de incidencia final de *Alternaria alternata* para los diferentes cultivares evaluados y su comparación estadística mediante el test LSD Fisher (0,05%).

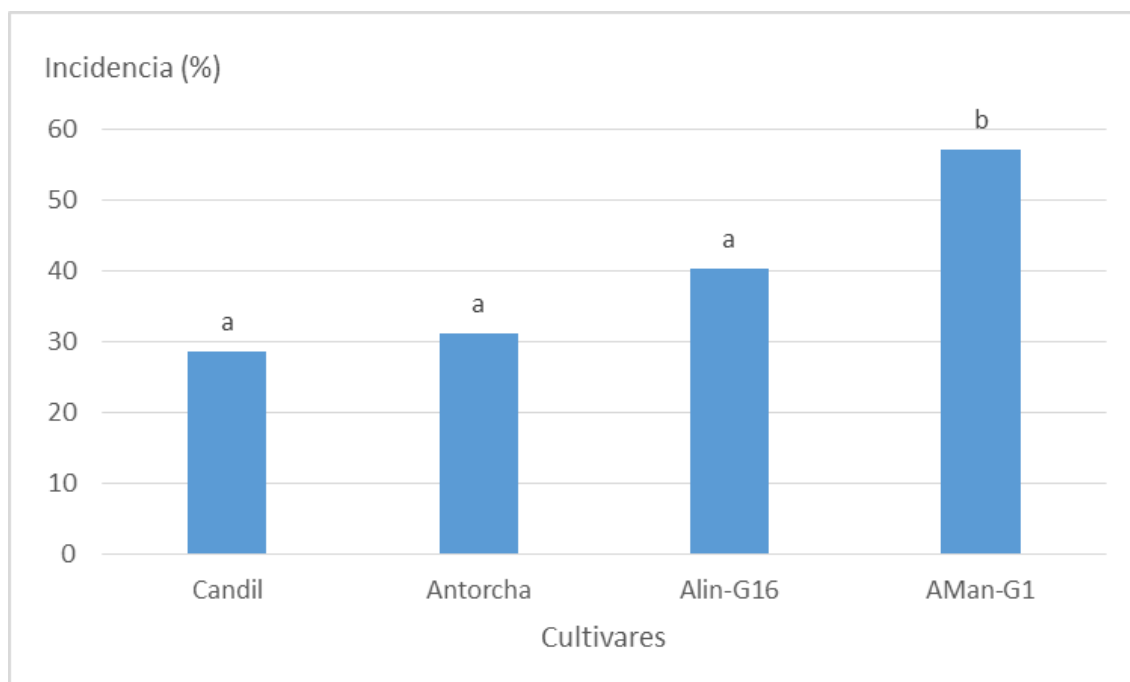


Figura 8: Incidencia final (%) de *Alternaria alternata* según cultivares de *Amaranthus*. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher (0,05%).

Del análisis estadístico de los datos de incidencia obtenidos para *Alternaria* surge que existen diferencias significativas en la susceptibilidad a la enfermedad entre los diferentes cultivares de amaranto. Al comparar los cuatro cultivares utilizados en el ensayo se observa que Antorcha, Candil y Alin-G16 presentaron el mejor comportamiento, con incidencias más bajas para esta enfermedad. Por otro lado, AMan-G1 difirió del resto de los cultivares analizados, con un valor de incidencia significativamente superior (Figura 8). Estos resultados coinciden con lo descrito por Giantomassi (2014), quien encontró diferencias significativas de incidencia de *Alternaria* en diferentes cultivares de Amaranto. Una de las posibles razones de los valores de incidencia encontrados para *Alternaria* puede estar relacionada con la carga fúngica de las semillas utilizadas.

Alcalde *et al.*, (2012), identificó y cuantificó la presencia de varios patógenos en la semilla de amaranto, siendo *Alternaria* el que se encontró con mayor frecuencia. Por su parte, Moreno-Velasquez *et al.*,(2005) en México también detectaron la presencia de *Alternaria alternata* en semilla de Amaranto, junto con otras 19 especies fúngicas, entre las cuales *Alternaria* era la predominante.

Con respecto a *Phyllosticta*, (Figura 9) el análisis de los datos de incidencia final demuestra que existen diferencias significativas entre los cultivares de amaranto utilizados en esta experiencia.

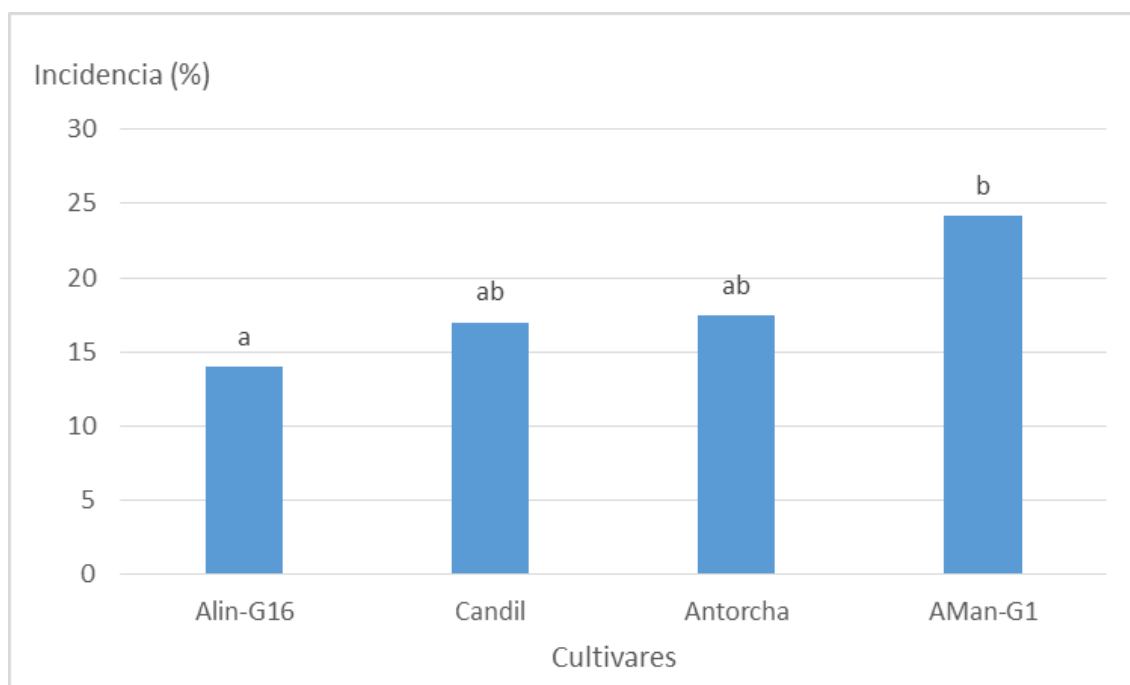


Figura 9: Incidencia final (%) de *Phyllosticta* sp. según cultivares de *Amaranthus*. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher (0,05%).

Como muestra la figura anterior, Alin-G16 fue el cultivar que presentó el mejor comportamiento ante *Phyllosticta* con un nivel de incidencia que no alcanzó el 15%. Por su parte Candil y Antorcha mostraron un comportamiento similar, con niveles de infección levemente superiores al cultivar de mejor comportamiento y AMan-G1 fue el cultivar más afectado. Sin embargo esta enfermedad fue la que menos prosperó durante el ciclo del cultivo, ya que en ningún caso los niveles de infección superaron el 25%.

En la Figura 10 se presentan los valores de incidencia final para *Albugo bliti* en los cuatro cultivares de amaranto utilizados.

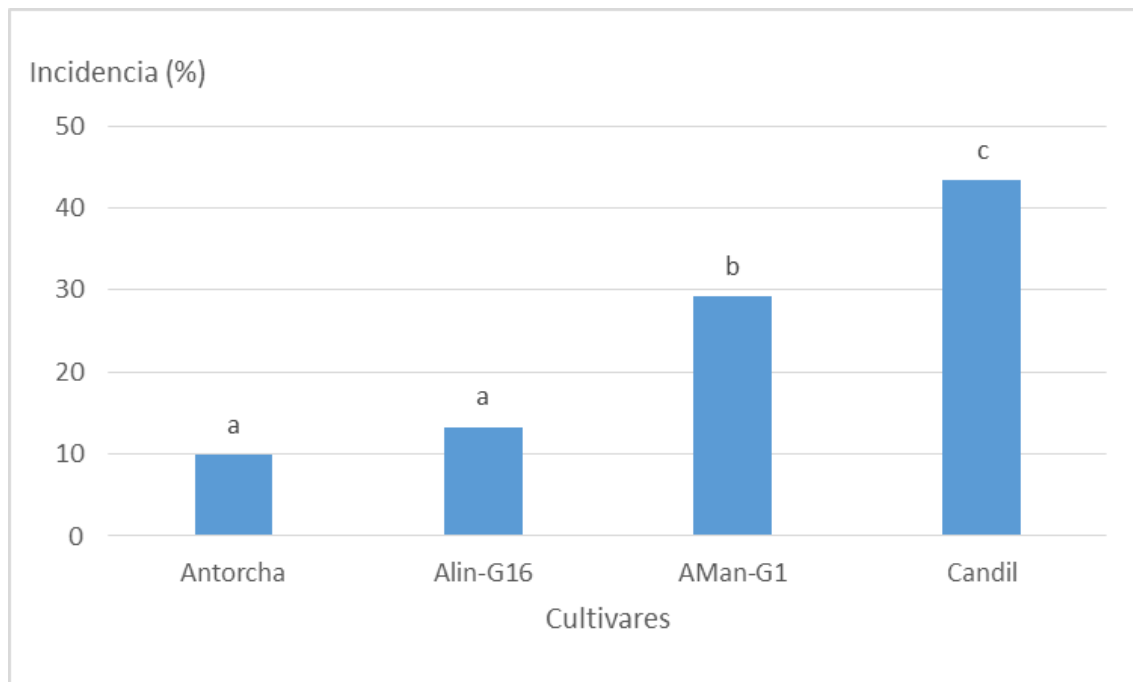


Figura 10: Incidencia final (%) de *Albugo bliti* según cultivares de *Amaranthus*. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher (0,05%).

Según los resultados arrojados por el test de diferencias de medias, se verificaron diferencias significativas entre los distintos cultivares de amaranto. Antorcha y Alin-G16 presentaron el mejor comportamiento con incidencias que no superan el 15%. Candil mostró valores cercanos al 45%, convirtiéndose así en el cultivar más susceptible a esta enfermedad durante el ciclo de estudio seguido por AMan-G1 el cual tuvo un comportamiento intermedio con un nivel de infección cercano al 30%. Estos resultados concuerdan con lo observado por Giantomassi (2014) y Bonelli (2014) quienes encontraron susceptibilidad a roya blanca en uno de los materiales genéticos utilizados. En ambos estudios el cultivar más afectado fue AMan.G1 alcanzando para el primer caso un nivel de incidencia cercano al 70%.

Síntesis de resultados:

En la Figura 11 se pueden observar los resultados agrupados por cultivar, de la incidencia final de las tres enfermedades encontradas durante el estudio.

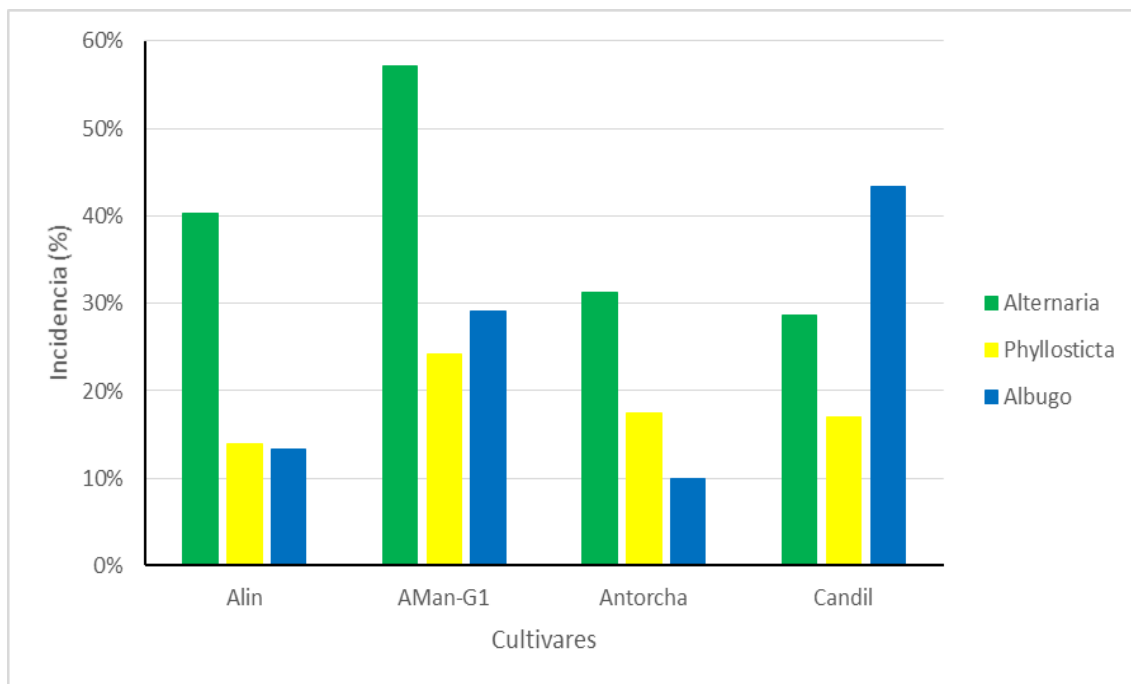


Figura 11: Incidencia final *Alternaria*, *Phyllosticta* y *Albugo* para los cuatro cultivares de *Amaranthus* en estudio. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC.

Como puede apreciarse todos los cultivares fueron susceptibles a las tres enfermedades encontradas en el cultivo. A excepción del cultivar Candil, para el resto de los materiales evaluados la mancha foliar causada por *Alternaria* fue la enfermedad que más desarrollo tuvo durante el ciclo del cultivo, logrando alcanzar el nivel más alto de incidencia. Candil se vio severamente afectado por *Albugo* y junto con AMan-G1 fueron los dos cultivares más afectados por dicha enfermedad. *Phyllosticta* presentó un comportamiento bastante estable en todos los cultivares, con un nivel de infección que no superó el 25% en el peor de los casos.

En la Figura 12 se presentan los promedios de incidencia de las tres enfermedades encontradas para cada cultivar.

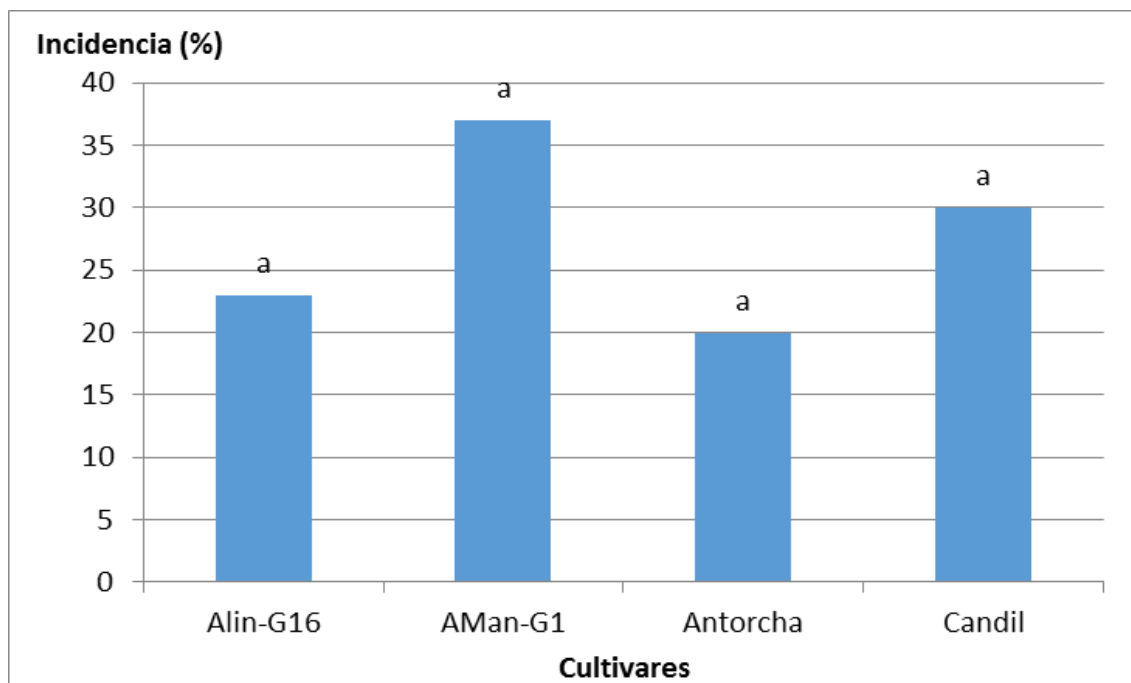


Figura 12: Incidencia promedio de *Alternaria*; *Phyllosticta* y *Albugo* para cada uno de los cultivares evaluados. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher (0,05%).

Como puede observarse AMan-G1 fue el cultivar que presenta en promedio la mayor incidencia de enfermedades durante el ciclo del cultivo, seguido por Candil, mientras que Alin-G16 y Antorcha fueron los cultivares que mejor comportamiento presentaron, logrando niveles de incidencia que no superaron el 25%. Sin embargo el análisis estadístico revela que no existen diferencias significativas en los niveles de incidencia obtenidos para cada cultivar, por lo que se puede concluir que ninguno de los materiales utilizados en el ensayo presenta algún grado de tolerancia para el desarrollo de estas enfermedades, siendo las diferencias obtenidas causadas por el ambiente.

Cuantificación del rendimiento de grano de los cuatro cultivares de amaranto.

En la Figura 13 constan los datos de rendimiento según los cultivares de Amaranto utilizados en esta estudio.

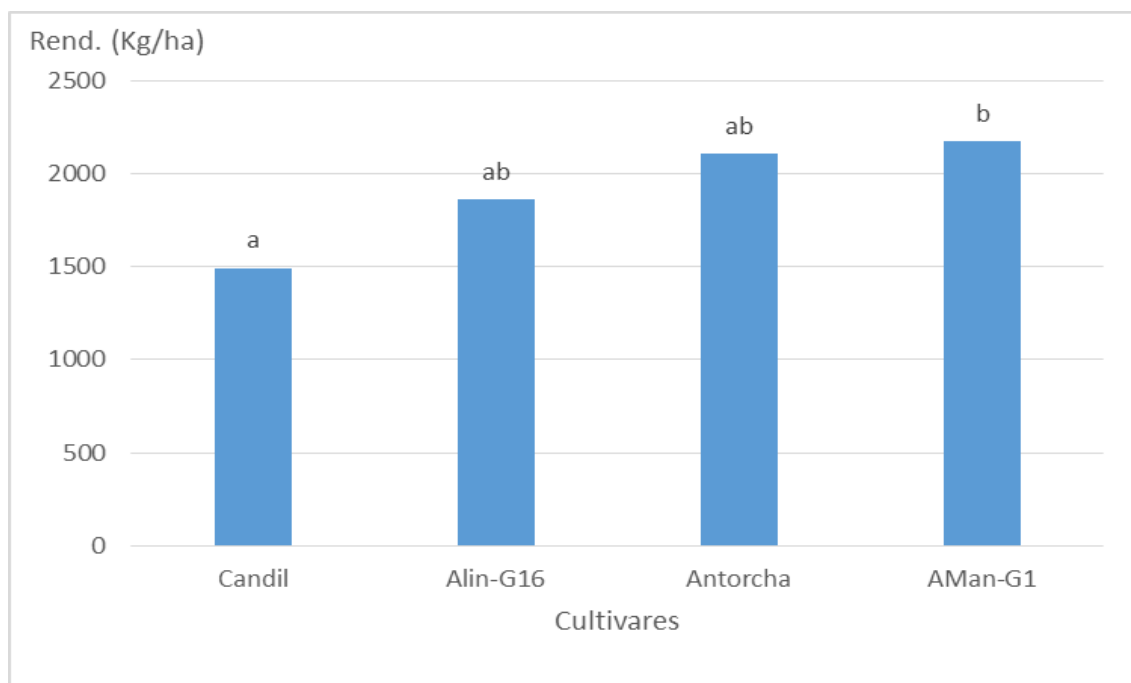


Figura 13: Rendimiento de los cultivares de *Amaranthus*. Campaña 2012-2013. FAV-UNRC. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher (0,05%).

Como puede visualizarse existieron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al rendimiento entre cultivares, esto se contrapone a lo encontrado por Bonelli (2014) quien no encontró diferencias apreciables entre los cultivares que utilizó. También se observa que AMan-G1 fue el cultivar que presentó el mayor rendimiento (2176,56 kg/ha), mientras que los cultivares Alin-G16 y Antorcha tuvieron un rendimiento levemente inferior. Candil fue el cultivar con menor rendimiento, en coincidencia también fue el material más afectado por roya blanca (superior al 40%), pudiendo ser este el motivo por el cual el rendimiento fue significativamente inferior.

Todos los cultivares presentaron un rendimiento mayor a los 1500 Kg/ha. superando el rango de rendimiento que es posible obtener en condiciones de campo (800 – 1500 Kg/ha) (Peiretti, 2006). Matteucci (1998) también encontró rendimientos superiores a los 1500 kg/ha aunque en dicho trabajo no existieron diferencias entre los materiales utilizados.

Como análisis complementario, para cada una de las enfermedades encontradas en el cultivo se realizó una regresión lineal entre el nivel de incidencia alcanzado por el patógeno y el rendimiento del cultivar utilizado con el fin de identificar posibles interacciones entre nivel de enfermedad observado y el rendimiento encontrado.

En las Figuras 14, 15 y 16 puede observarse la regresión lineal entre rendimiento y nivel de incidencia de enfermedad para *Albugo blitti*, *Alternaria alternata* y *Phyllosticta* sp. respectivamente.

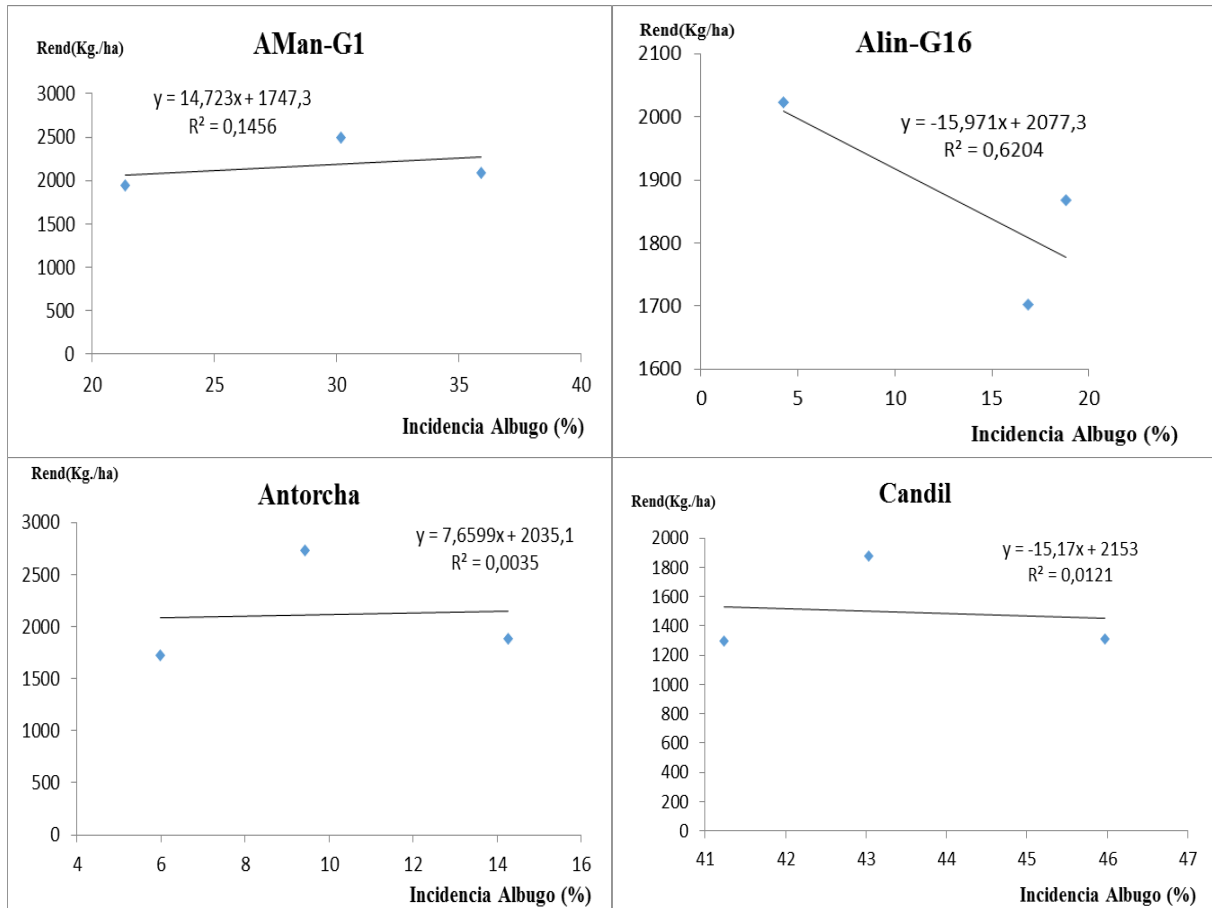
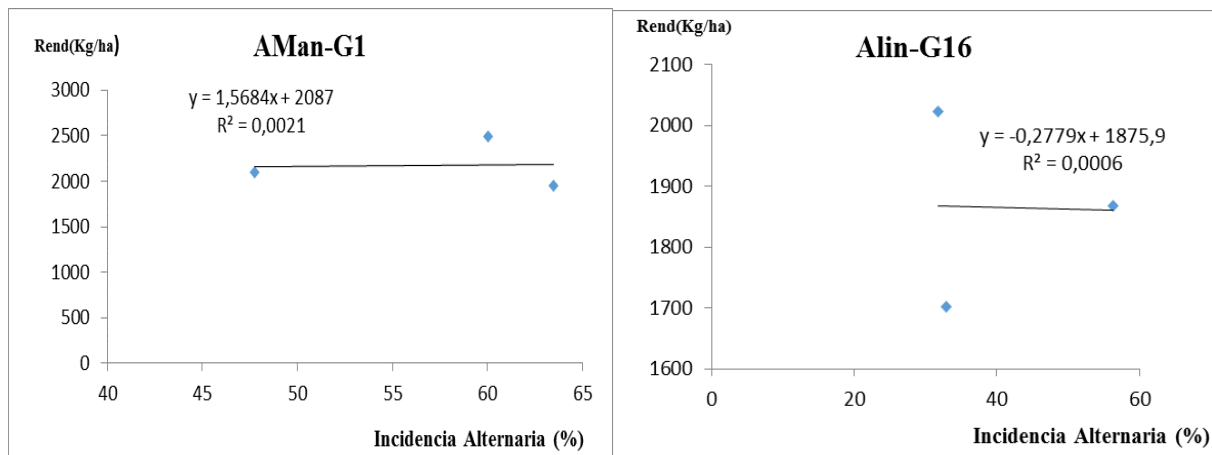


Figura 14: Regresión lineal entre Incidencia de *Albugo bliti* y Rendimiento para los cuatro cultivares de *Amaranthus* utilizados. Campaña 2012 2013, FAV-UNRC.



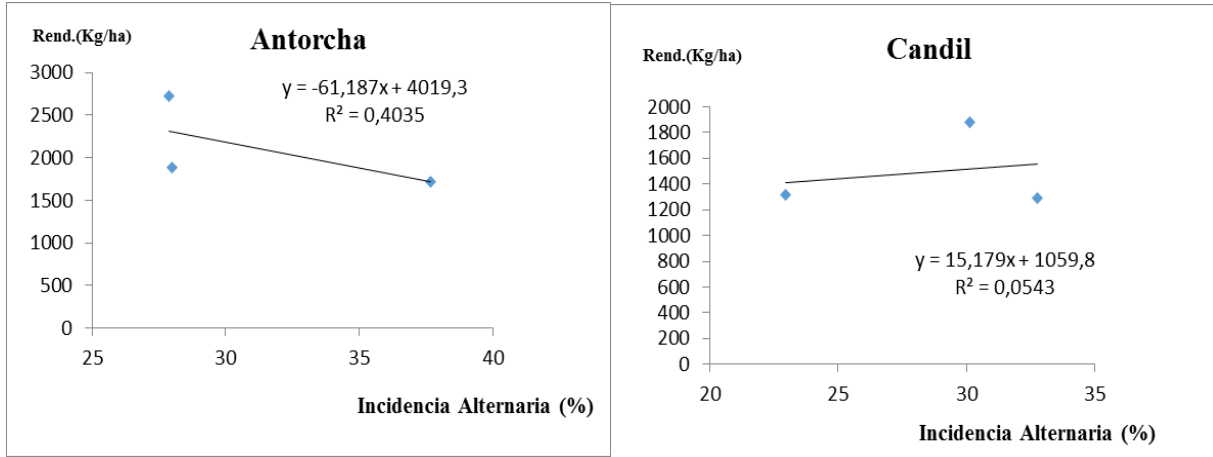


Figura 15: Regresión lineal entre Incidencia de *Alternaria alternata* y Rendimiento para los cuatro cultivares de *Amaranthus* utilizados. Campaña 2012 2013, FAV-UNRC.

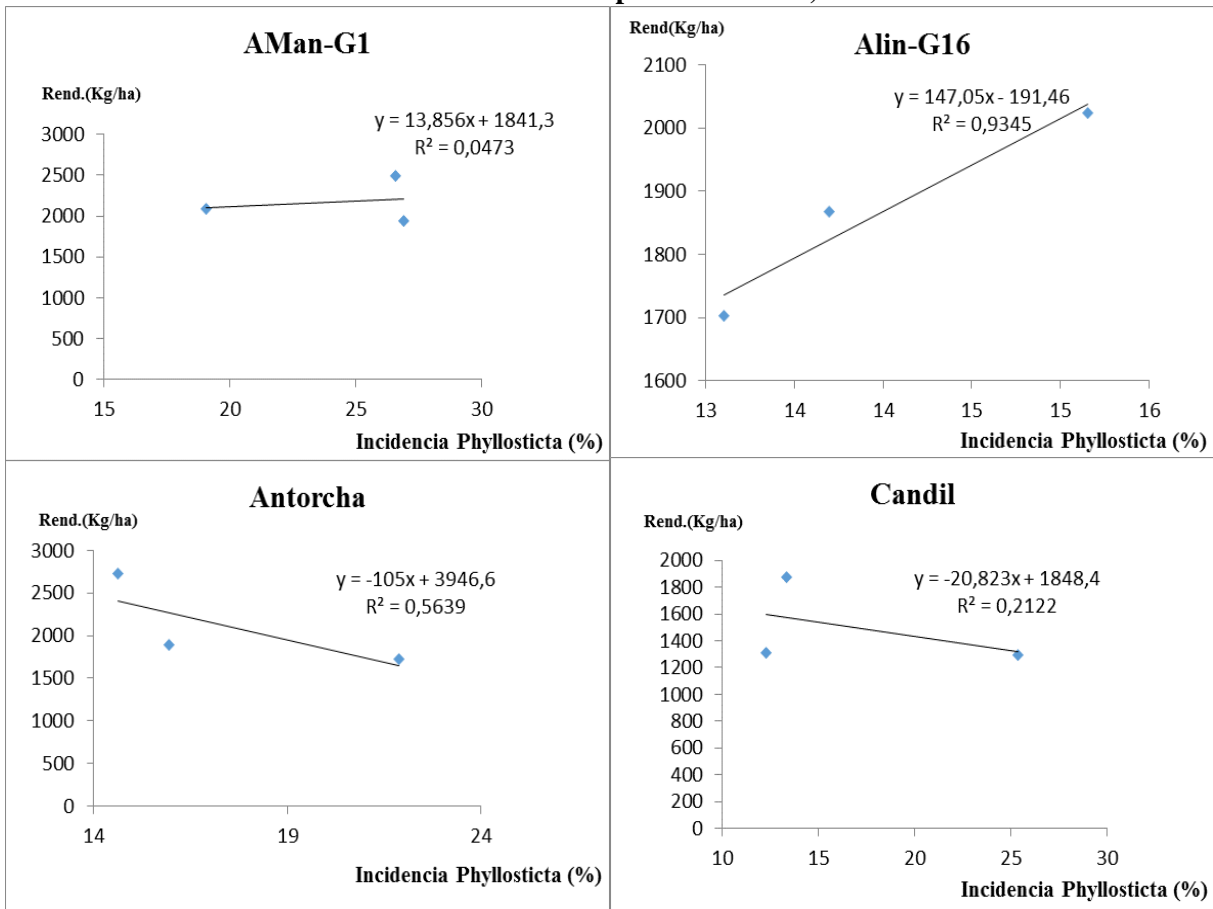


Figura 16: Regresión lineal entre Incidencia de *Phyllosticta* sp. y rendimiento los cuatro cultivares de *Amaranthus* utilizados. Campaña 2012 2013, FAV-UNRC.



Como puede apreciarse en las figuras anteriores los resultados fueron muy variados. En ocho de los ensayos realizados (AMan-G1, Antorcha, Candil vs. *Albugo Bliti*; Alin-G16, AMan-G1, Candil vs. *Alternaria alternata* y AMan-G1, Candil vs. *Phyllosticta sp.*) no existió una relación significativa entre el nivel de enfermedad observado y el rendimiento obtenido. En estos casos el coeficiente de regresión no superó el 21%. El ensayo que comprendía al cultivar Alin-G16 vs. *Phyllosticta sp.* presentó una regresión lineal positiva, con un coeficiente de regresión del 93%, mientras que, en el resto de los ensayos (Alin vs. *Albugo bliti*; Antorcha vs. *Alternaria alternata*; Antorcha vs. *Phyllosticta*) se obtuvieron regresiones negativas, es decir el nivel de enfermedad se fue incrementado mientras que el rendimiento fue disminuyendo. Así mismo el coeficiente de regresión ajustado, para los últimos ensayos, no superó el 62% en el mejor de los casos.



CONCLUSIONES

En el ciclo del cultivo fue posible identificar presencia de Mancha foliar (*Aternaria alternata*), Roya blanca (*Albgo blitti*) y Viruela (*Phyllosticta* sp.) sobre todos lo cultivares de *Amaranthus* evaluados en esta experiencia.

A excepción del cultivar Candil, *Alternaria* fue la enfermedad que logró presentar características epidémicas durante el ciclo del cultivo.

AMan-G1 fue el cultivar mas afectado por *Alternaria*, mientras que los tres cultivares restantes expresaron un buen comportamiento a este patógeno.

Los cultivares Antorcha y AMan-G1 presentaron el mejor comportamiento a Roya blanca (*Albugo blitti*), siendo el cultivar Candil el más afectado por dicha enfermedad.

Alin-G16 presentó el mejor comportamiento a *Phyllosticta*, mientras que AMan-G1 fue el más afectado para la misma enfermedad.

Las condiciones ambientales condicionaron el desarrollo de *Albugo* y *Phyllosticta*, mientras que *Alternaria* continuó la colonización hasta terminar el ciclo del cultivo.

AMan-G1 fue el cultivar que obtuvo el mayor rendimiento a pesar de ser el cultivar que tuvo los mayores valores de incidencia para *Alternaria* y *Phyllosticta*.

Solamente se encontró una correlación entre el rendimiento y el nivel de incidencia para dos cultivares, Alin G16 y Antorcha.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- 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. Patógenos del amaranto (*Amaranthus spp*) en el sur de la Provincia de Córdoba. IX Jornadas Fitosanitarias Argentinas 95. Mendoza, Argentina.
- ALCALDE, M.A., M. KEARNEY y G. PEIRETTI. 2012. Micoflora asociada a la semilla de amaranto (*Amaranthus sp.*). XIV jornada fitosanitaria argentina. Editorial “El tabaquillo”.Potrero de los Funes. San Luis. Argentina. Pág. 58.
- BARNET, L.H. 1960. Illustrated genera of imperfect fungi.
- BARROS, C. y M. BUENROSTRO. 1997. Amaranto, fuente maravillosa de sabor y salud. Grijalbo, México.
- BELMONTE M,L, N. CARRASCO, A. BAEZ. 2007. Cosecha gruesa Soja. Maiz. Girasol. Manual de campo. En: http://inta.gov.ar/documentos/cosecha-gruesa-soja-maiz-y-girasol.-manual-de-campo/at_multi_download/file/Manual%20de%20Gruesa%202005%20LIVIANO.pdf Consultado el 12/02/2015.
- BONELLI, M, M. ALCALDE, M.I.T KEARNEY. 2014. Enfermedades foliares y fechas de siembra sobre el rendimiento de cultivares de amaranto (*Amaranthus spp.*). 3° Congreso Argentino de Fitopatología. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. P: 330.
- CANTERO, A. G., E. M. BRICCHI, V. H. BECERRA, J. M. CISNEROS y H. A. GIL. 1986. Zonificación y descripción de tierras del departamento Río Cuarto (Córdoba). 1° ed. UNRC. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 55p.
- CARMONA, M, M SCANDIANI. 2011. Presencia de mancha foliar por *Phyllosticta sp.* en campos de soja en Argentina. Cátedra de Fitopatología. Facultad de agronomía de la UBA y Laboratorio Agrícola Río Paraná, San Pedro. Pág 1.
- DIRIENZO, J.A, F. CASANOVES, M.G. BALZARIN L. GONZALEZ; M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. 2011. Infostat versión 2011, Grupo Infostat,FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DIXON, G.R. 1984. Vegetable Crop Diseass. En: <http://books.google.com.ar/books?id=xY3Gyg4irDMC&pg=PA593&dq=alternaria&hl=es-419&sa=X&ei=uulKUrnYJMz84AO7q4BI&ved=0CDIQ6AEwAQ#v=onepage&q=alternaria&f=false> Consultado: 22/12/2014.
- DYNER LUIS, S.R. DRAGO, A. PIÑEIRO, H. SÁNCHEZ, R. GONZÁLEZ, E. VILLAAMIL, M.E. VALENCIA. 2007. Composición y aporte potencial de hierro, calcio y zinc de panes y fideos elaborados con harinas de trigo y amaranto. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Instituto de Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional del

- Litoral, Santa Fe, Argentina. En: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222007000100010&script=sci_arttext. Consultado: 12/03/2014.
- ESCAMILLA, G.A. 2001. EL AMARANTO. Una opción viable de alimento y cultivo. En: http://www.cucba.udg.mx/anterior/sitiosinteres/coaxican/plts_mex/amaranto/amaranto.htm Consultado: 04/11/2014.
- FAO, Oficina Regional de Producción Vegetal. 1997. El cultivo de amaranto (*Amaranthus spp.*): Producción, mejoramiento genético y utilización. En: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/home1.htm> Consultado: 10/10/2011.
- 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. 2014. Comportamiento del Amaranto (*Amaranthus spp.*) frente a enfermedades en la región de Río Cuarto, Córdoba. Tesis de grado. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 43 p.
- GONZÁLEZ, G. 2014 Principales limitaciones y restricciones a la comercialización de los productos de interés para el área del Sistema de Riego en Santa María, Catamarca. En: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/valles_calchaquies/08.pdf. Consultado: 10/10/2014.
- HERNANDEZ GARCIA DIEGO, R y G. HERRERIAS GERRA. 1998. Amaranto Historia y Promesa. En: <http://www.quali.com.mx/Amaranto.pdf>- Consultado: 08/11/2011.
- LENARDON, S, M.I.T KEARNEY, M. ALCALDE, A. RAGO, M. ZUZA. 2015. Fitopatología guía de trabajos prácticos 2015. FAV UNRC. Pagina 54.
- MARTÍN DE TROIANI, R.T., N.B. REINAUDI y M.TASSONE. 2005. El Amaranto en su mesa. X Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1º Simposio Internacional de Nuevas Tecnologías. Publicado en CD “Ciencia y Tecnología de Alimentos 2005”. En: <http://www.agro.unlpam.edu.ar/publicaciones-pdf/EI%20amaranto%20en%20su%20mesa.pdf>. Consultado: 17/10/12.
- MATTEUCCI, S. D. 1998. Potencial productivo del amaranto en la pampa ondulada, Argentina: comportamiento de seis germoplasmas. Rev. Fac. Agron. Pág 6.
- MAZON, N., E. PERALTA, M. RIVERA, SUBIA, G. y C TAPIA. 2003. Catálogo del banco de germoplasma de amaranto (*Amaranthus sp*) del INIAP-Ecuador. 53 p

- MONTEROS, C. NIETO, C. CAICEDO, V. RIVERA, M. VIMOS y N. INIAP. 1997. Alegría primera variedad mejorada de Amaranto para la siembra ecuatoriana. . Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 24 p.
- 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. Revista mexicana de fitopatología 32: 111-118.
- NOELTING M.C; M. C. SANDOVAL y M. C. MOLINA. 2009 A. Primera cita de *Albugo bliti* micoparasitado por *Epicoccum nigrum*. XXXII Jornadas Argentinas de Botánica 2009 – Córdoba – Argentina.
- NOELTING, M.C, M.C. SANDOVAL y M.C. MOLINA. 2009 B. Revisión de las principales patologías de origen fúngico que afectan al cultivo de amaranto en la Argentina. Jornadas 2009 – Amaranto - La Plata - Argentina. 5p.
- NOELTING, M.C, M.C. SANDOVAL, M.N SISTERNA, G. LORI, C.I. MÓNACO y M.C. MOLINA. 2011. Primer reporte de *Alternaria alternata* causando decoloración en semillas de *Amaranthus* en Argentina. En: http://download.springer.com/static/pdf/873/art%253A10.1007%252Fs13314-011-0001-2.pdf?auth66=1418038364_4751d1b6904275129c0bdf0ff9bb8cd0&ext=.pdf. Consultado: 08/12/2014.
- PANTANELLI, A. 2001. La resurrección del Amaranto, cultivo precolombino cuyas cualidades y características le aseguran un exitoso renacimiento. En: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/revistas/r_18/18_07_amaranto.htm Consultado: 10/10/2014.
- 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: 10/10/2011.
- PEIRETTI, G y J.J. GESUMARIA. 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.
- PLATE, H.P y T. KROBER. 1977. Weisser Rost an Gerbera auf teneriffa. En: <http://books.google.com.ar/books?id=eu4yXfkTwKIC&pg=PA38&dq=Albugo+tragopogonis&hl=es-419&sa=X&ei=fANLUq-oLpei4APttYHQBw&ved=0CC8Q6AEwAA#v=onepage&q=Albugo%20tragopogonis&f=false>. Consultado: 26/06/2013.
- SILLON, M.R; G. AZNAREZ, W. CHIARAVALLE, M. PIRIZ, M. BUEMO y M. F. MAGLIANO. 2011. Evolución de las enfermedades foliares del cultivo de soja en la republica oriental del Uruguay. Quinto congreso de la soja del Mercosur. Rosario, Argentina, 14 al 16 de Septiembre. Pág. 2.



SINCLAIR, J.B; R. F. CERKAUSKAS. 1997. Laten infection vs. Endophytic colonización by fungi., en: Endophytic Fungi in Grasses and Woody Plants. APS Press, St. Paul, Minnesota. Pag: 3-29.

SENASA. 2014. Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas. En: <http://www.sinavimo.gov.ar/plaga/alternaria-alternata>. Consultado: 08/12/2014.

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: 4/06/2013.

ANEXOS

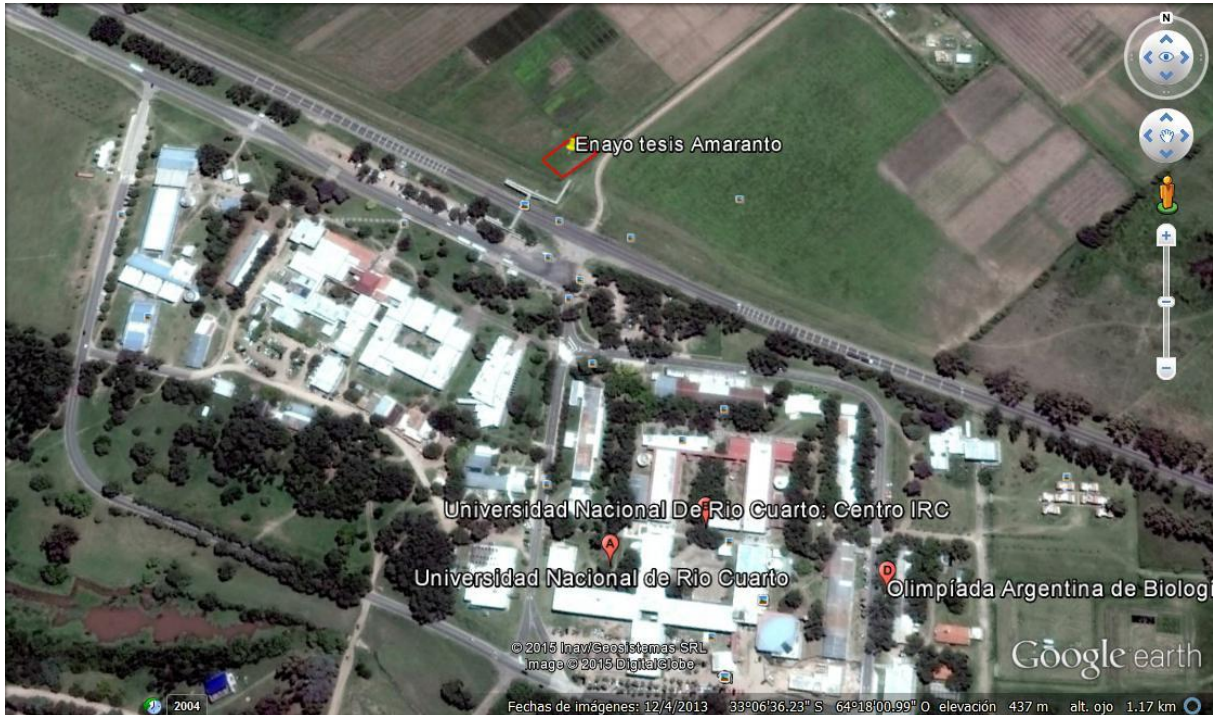


Figura 1: ubicación general del ensayo. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.

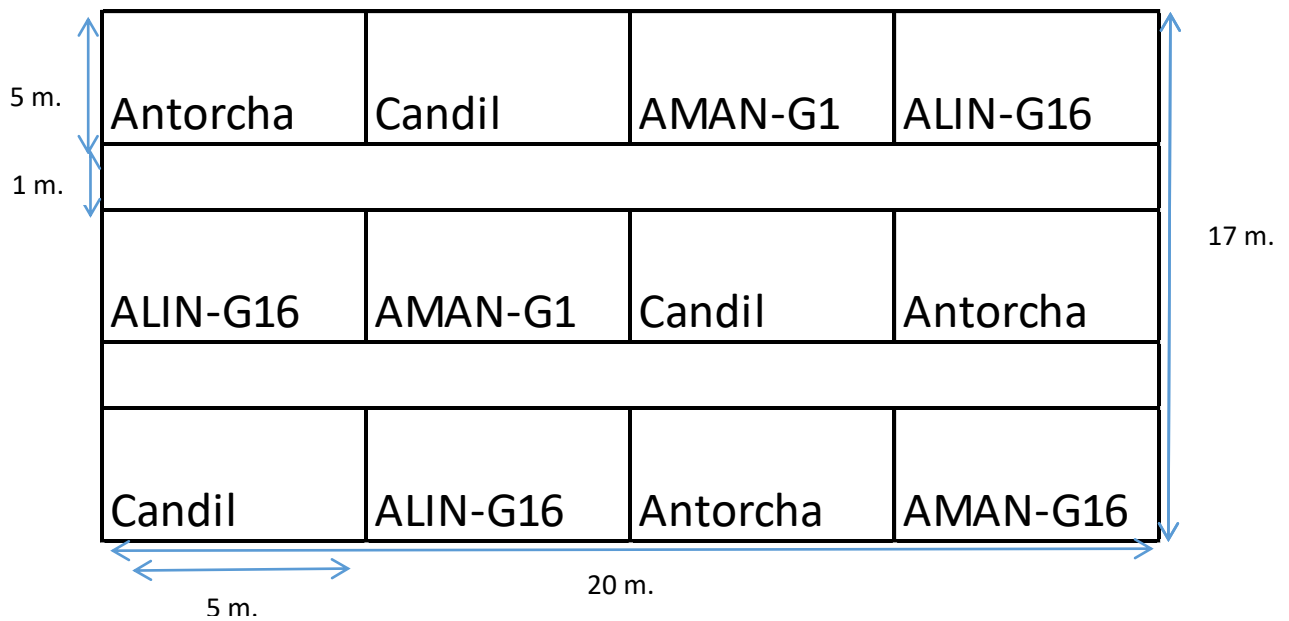


Figura 2: Esquema de siembra. Ciclo 2012-2013. FAV-UNRC.