



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

Trabajo Final Presentado  
para Optar al Grado de Ingeniero Agrónomo

**Modalidad:** Proyecto

**DETECCIÓN DE SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS PARA  
EL CONTROL DE MALEZAS LATIFOLIADAS EN  
AMARANTO GRANÍFERO (*Amaranthus* spp.)**

**Autor:** *Morales, Marcos*

**DNI:** 37.128.053

**Director:** *Ing. Agr. Peiretti, Guillermo*

Río Cuarto – Córdoba

Octubre de 2019

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**DETECCIÓN DE SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS  
PARA EL CONTROL DE MALEZAS LATIFOLIADAS  
EN AMARANTO GRANÍFERO (*Amaranthus* spp.)**

Autor: *Morales, Marcos*

DNI: 37128053

Director: *Ing. Agr. Peiretti, Edmundo Guillermo*

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la  
Comisión Evaluadora:

*Ing. Agr. Viale, Susana Nilda* \_\_\_\_\_

*Ing. Agr. Tarico, Juan Carlos* \_\_\_\_\_

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Aprobado por Secretaria Académica: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Secretario Académico

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	II
ÍNDICE DE TABLAS .....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
RESUMEN .....	V
SUMMARY .....	VI
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. Hipótesis .....	5
I.2. Objetivos.....	5
I.2.1. Objetivos General .....	5
I.2.2. Objetivos Específicos .....	5
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
II.1. Lugar del ensayo .....	6
II.2. Metodología del ensayo experimental.....	6
II.3. Determinación de las variables para evaluar la selectividad de los herbicidas .....	9
II.4. Procesamiento de los resultados obtenidos .....	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	12
III.1. Cultivar Alin-G16 .....	14
III.2. Cultivar Aman-G13 .....	15
III.3. Cultivar Antorcha.....	17
III.4. Cultivar Candil.....	18
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN .....	20
CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN .....	22
V.1. Investigaciones Futuras.....	23
VI. BIBLIOGRAFÍA .....	24
VII. ANEXOS.....	27
VII.1. Peso seco de cada repetición en los distintos tratamientos de cada genotipo.....	27
VII.2. Resultados ANAVA y comparación de medias para el cultivar Alin-G16 .....	29
VII.3. Resultados ANAVA y comparación de medias para el cultivar Aman-G13.....	30
VII.4. Resultados ANAVA y comparación de medias para el cultivar Antorcha.....	31
VII.5. Resultados ANAVA y comparación de medias para el cultivar Candil.....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productos preemergentes y dosis en cada tratamiento .....	7
Tabla 2. Productos postemergentes, momento de aplicación y dosis en cada tratamiento .....	8
Tabla 3. Supervivencia y síntomas para cada tratamiento .....	12
Tabla 4. Medias del peso seco para el cv. Alin-G16 (test DGC) .....	14
Tabla 5. Medias del peso seco para el cv. Aman-G13 (test DGC) .....	16
Tabla 6. Medias del peso seco para el cv. Antorcha (test DGC).....	17
Tabla 7. Medias del peso seco para el cv. Candil (test DGC).....	19
Tabla 8. Registro del peso seco de cada genotipo en cada tratamiento .....	27
Tabla 9. Análisis de la varianza y medias del peso seco (test DGC) en cv. Alin-G16 .....	29
Tabla 10. Análisis de la varianza y medias del peso seco (test DGC) en cv. Aman-G13.....	30
Tabla 11. Análisis de la varianza y medias del peso seco (test DGC) en cv. Antorcha.....	31
Tabla 12. Análisis de la varianza y medias del peso seco (test DGC) en cv. Candil.....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ensayo.....	6
Figura 2. Macetas de 280 cm <sup>3</sup> son sustrato.....	7
Figura 3. Plantas en proceso de secado.....	10
Figura 4. Balanza para el pesado de las muestras.....	10
Figura 5. Comparación testigo y tratamiento con S-metolachlor 800 g/ha en cv. Alin-G16.....	13
Figura 6. Comparación testigo, subdosis y dosis de Clopyralid en cv. Candil.....	13
Figura 7. Comparación testigo, subdosis y dosis de Diflufenican en cv. Aman-G13.....	13
Figura 8. Comparación testigo, subdosis y dosis de Fomesafen en cv. Antorcha.....	13
Figura 9. Biomasa producida en cada tratamiento por cv. Alin-G16.....	15
Figura 10. Biomasa producida en cada tratamiento por cv. Aman-G13.....	16
Figura 11. Biomasa producida en cada tratamiento por cv. Antorcha.....	18
Figura 12. Biomasa producida en cada tratamiento por cv. Candil.....	19

## RESUMEN

El amaranto es un cultivo que presenta potencialidad en la región Pampeana central al adaptarse a las condiciones agroecológicas imperantes. El control de malezas en el cultivo, fundamentalmente latifoliadas, constituye el principal escollo hoy en día para su difusión. El sistema productivo actual basado en agroquímicos, junto con el hecho de no existir evidencia concluyente respecto al posible uso de los mismos en este cultivo, dificulta su introducción en las rotaciones agrícolas. El siguiente trabajo tiene como objetivo evaluar de forma incipiente la tolerancia del amaranto (*Amaranthus* spp.) a distintos herbicidas de uso corriente para el control de malezas latifoliadas, con la finalidad de conducir investigaciones posteriores hacia resultados concluyentes para favorecer la expansión del cultivo en la región. Para ello se llevó a cabo un ensayo en invernáculo, el cual consistió en la siembra del cultivo en macetas con un sustrato de suelo franco arenoso fino previamente esterilizado. Esto se realizó para cuatro variedades diferentes con el objetivo de hallar diferentes respuestas de los genotipos a la acción de los distintos herbicidas si las hubiere. Se utilizaron productos preemergentes, realizando las aplicaciones al momento de la siembra, y postemergentes, efectuando la aplicación en las etapas fenológicas indicadas según cada producto evaluado. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, para herbicidas preemergentes se realizaron 8 tratamientos (4 productos, 2 dosis diferentes cada uno), mientras que para herbicidas postemergentes se realizaron 14 tratamientos (7 productos con 1, 2 o 3 dosis), cada uno de los tratamientos contó con 6 repeticiones. Al mismo tiempo se utilizaron 6 repeticiones por variedad como testigos. Para procesar los resultados se registraron el número plantas que sobrevivieron, los síntomas que presentaron y la materia seca producida. De esta información solo los datos de materia seca se analizaron mediante ANOVA y test de comparación de medias mediante el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2008). Al analizar los resultados obtenidos, se determinó que el producto denominado Clomazone a la dosis 360 g de principio activo/ha aplicado en los cultivares Alin-G16, Antorcha y Candil exhibió un grado de selectividad que posibilita su empleo en este cultivo sin afectar significativamente el crecimiento y desarrollo del mismo. Este tratamiento, no mostró diferencias estadísticas con relación al testigo en cuanto al peso seco de las muestras, diferenciándose del resto de los tratamientos.

**Palabras clave:** amaranto, control de malezas, herbicidas, selectividad.

**“HERBICIDE SELECTIVITY DETECTION FOR THE CONTROL OF BROADLEAF  
WEEDS IN GRANIFEROUS AMARANTH (*Amaranthus* spp.)”**

**SUMMARY**

Amaranth is a crop that has potential in the central Pampas region as it adapts to the prevailing agroecological conditions. The control of weeds in the crop, fundamentally broadleaf, is the main obstacle today for its diffusion. The current production system based on agrochemicals, together with the fact that there is no conclusive evidence regarding their possible use in this crop, hinders their introduction into agricultural rotations. The goal of this research was to evaluate in a nascent way the tolerance of amaranth (*Amaranthus* spp.) to different herbicides of current use for the control of broadleaf weeds, with the purpose of conducting subsequent investigations towards conclusive results to favor the expansion of the crop in the region. To this, a greenhouse test was carried out, which consisted in the sowing of the crop in pots with a substrate of fine sandy loam soil, previously sterilized. This was done for four different varieties, with the aim of finding different responses of the genotypes to the action of the different herbicides, if any. Pre-emergent products were used, making the applications at the time of sowing, and post-emergents, making the application in the phenological stages indicated according to each product evaluated. The experimental design used was completely randomized, for pre-emergent herbicides 8 treatments (4 products, 2 different doses each) were performed, while for post-emergent herbicides 14 treatments (7 products with 1, 2 or 3 doses), each of the treatments had 6 repetitions. At the same time, 6 repetitions per variety were used as witnesses. To process the results, the number of plants that survived, the symptoms they presented and the dry matter were recorded. From this information, only dry matter data were analyzed by ANOVA and media comparison test, using the Info-Stat program (Di Rienzo *et al.*, 2008). When analyzing the obtained results, it was determined that the product called Clomazone at the dose 360 g of active ingredient / ha, applied in the Alin-G16, Antorcha and Candil cultivars, exhibited a degree of selectivity that allows its use in this crop without affecting significantly the growth and development of it. This treatment did not show statistical differences in relation to the control in terms of the dry weight of the samples, differing from the rest of the treatments.

**Key words:** amaranth, weed control, herbicides, selectivity.

## I. INTRODUCCIÓN

El amaranto se cultiva en América desde hace 5000 a 7000 años, siendo probablemente los mayas los primeros en utilizarlo como un cultivo altamente productivo, de quienes otros pueblos de América, entre ellos los aztecas y los incas aprendieron sobre su utilización. Luego de la conquista de América, los españoles prohibieron el cultivo de amaranto ya que se encontraba ligado con rituales religiosos. Esto, sumado a la sustitución de cultivos nativos por otros introducidos del Viejo Mundo preferidos por los españoles, hizo reducir el cultivo de amaranto de forma drástica (Becerra, 2000).

En tiempos más recientes, el cultivo reapareció no solo en México y América Central, sino también en territorios andinos de Sud América y en países de Asia, Europa y África (Escudero *et al.*, 2004).

En el presente, el principal productor es China con 150 mil has cultivadas, seguida por India y Perú (1.800 has.), México (900 has.) y EEUU (500 has.). En cuanto al comercio mundial del amaranto, no existen datos oficiales de exportaciones, importaciones ni de preferencias arancelarias, debido a que este grano carece de posición arancelaria propia. Si bien no se tienen cifras exactas, se cuenta con información que permite inferir que entre los países que participan en el comercio mundial de este grano, los más importantes son Argentina, con una participación del 49,13%; en segundo lugar, está Perú con 45,24%; en el tercer lugar se encuentra México con 3,02%, seguido de Bolivia con 0,36%, y Ecuador con 0,25% (González, 2014).

En Argentina se lo cultiva principalmente en el noroeste, en las provincias de Salta y Jujuy en pequeñas parcelas, aunque también se extiende a otras provincias del NOA como Tucumán donde en la actualidad se están realizando ensayos. La presencia de este cultivo en otras partes del país es escasa a pesar de que se han desarrollado programas de promoción de su cultivo, como en el INTA Anguil (La Pampa), pero es posible encontrar productores en las provincias de Córdoba, San Luis y Santa Fe (Soterias, 2011; Lezcano, 2013). En el año 2011 existían aproximadamente 50 has cultivadas a nivel nacional, incluyendo como área potencial de cultivo en nuestro país a las provincias de Jujuy, Santiago del Estero, Córdoba, este de La Pampa y oeste de Buenos Aires, siendo una de las principales condiciones a tener en cuenta que las zonas de cultivo sean libres de heladas (Cofecyt, 2011). Estimaciones no oficiales consideran entre 500 y 700 has la superficie total cultivada con amaranto en el país en la actualidad<sup>1</sup>.

En Argentina la distribución de los productos derivados del amaranto se realiza mayoritariamente a través de comercios minoristas conocidos como “dietéticas”, en ferias regionales y en las grandes cadenas de hipermercados (Lezcano, 2013).

---

<sup>1</sup> Peiretti, Guillermo. 2015. FAV UNRC. Comunicación personal.



*Amaranthus* es un género de plantas herbáceas y anuales perteneciente a la familia Amaranthaceae. Es considerado un pseudocereal por la similitud de su grano con el de los cereales tradicionales, caracterizados por su alto contenido en almidón, pero a diferencia de aquéllos que son gramíneas, se trata de una dicotiledónea (Cofecyt, 2011). El almidón se encuentra almacenado en el perispermo y el embrión ocupa gran parte del grano aportando así mayor cantidad de lípidos y proteínas (Becerra, 2000).

Tres son las principales especies que se cultivan actualmente para la producción de granos: *Amaranthus caudatus*, *A. cruentus* y *A. hypochondriacus* (Torres, 2007).

Es una especie C4, lo que le confiere alta eficiencia en el uso del agua y en el proceso de fotosíntesis. Es además resistente a sequía, característica que se ve favorecida por la elevada profundidad que pueden alcanzar sus raíces, lo que le otorga una mayor adaptación a condiciones ambientales donde otros cultivos no prosperan tales como las que predominan en las regiones semiáridas argentinas. Además, posee rápido crecimiento y la habilidad de producir gran cantidad de biomasa con potencial uso forrajero (Braga *et al.*, 2010; Soteras, 2011).

Los amarantos de Sudamérica son especies de días cortos, usualmente florecen y forman frutos cuando la longitud del día está entre 10 y 11 horas. Se adaptan bien a suelos francos de buen drenaje y soporta un pH del suelo desde 6,2 hasta 7,8 con buen rendimiento. Se considera un cultivo con cierta tolerancia a condiciones salinas. En cuanto a la fertilización es una especie que responde bastante bien a niveles elevados de nitrógeno (González, 2014).

Una de las características más importantes del amaranto es, sin duda, su alto valor nutritivo. En este sentido, la National Academy of Sciences de EUA señaló en 1975 al amaranto como el mejor alimento de origen vegetal para consumo humano, porque en él se reúnen los nutrientes más esenciales en forma tan completa y en tales cantidades como no los tiene ninguna otra planta cultivada; por ello se le considera también como uno de los alimentos más prometedores para combatir el hambre en el mundo (DCC UAEM, 2014).

Sus granos han recibido especial atención en América del Norte debido a su alto contenido de proteína y lisina. Su contenido de almidón y lípidos también han sido estudiados por sus potenciales usos en la industria alimenticia y cosmética (De Troiani *et al.*, 2004).

Los granos de amaranto son pequeños con un embrión bastante desarrollado, es allí donde se deposita una importante cantidad de proteínas las cuales, junto al contenido de grasas, superan a los niveles que poseen los cereales. Además de su mayor cantidad, las proteínas de sus granos tienen una elevada calidad dada por la abundancia en el contenido del aminoácido esencial lisina, el cual usualmente falta en las proteínas vegetales, y la inclusión también de aminoácidos azufrados (metionina y cistina) y de treonina en niveles superiores a los cereales. Por su composición, la proteína del amaranto es comparable a la caseína de la leche tanto en su valor

nutricional intrínseco como en su capacidad de complementar la calidad de alimentos que normalmente son preparados a partir de harinas de maíz, arroz o trigo (Mujica *et al.*, 1999).

Entre los aspectos relacionados al manejo extensivo del cultivo, el control de las malezas, particularmente al comienzo del ciclo del cultivo, constituye un factor de crucial importancia ya que es muy susceptible a la competencia interespecífica, ya sea por agua, espacio o luz en sus primeros estadios. El amaranto germina rápidamente pero el crecimiento inicial de la planta es lento y en estrecha dependencia con la disponibilidad de agua, radiación y temperatura. Una vez pasada esta primera etapa de lento crecimiento, el cultivo demuestra una elevada habilidad competitiva debida a que la tasa de crecimiento del cultivo se incrementa rápidamente y el riesgo de interferencia por malezas pierde importancia relativa. Por otro lado, las malezas que lleguen a completar su ciclo de vida dentro del cultivo, particularmente aquellas de semilla pequeña, constituyen también un factor perjudicial aun cuando su densidad poblacional sea baja, ya que sus semillas o frutos contaminan el grano cosechado y al ser de difícil eliminación determinan una disminución sustancial de la calidad comercial del producto cosechado<sup>2</sup>.

Para efectuar el control de las malezas, habitualmente se recurre a métodos manuales, mecánicos y/o a la combinación de prácticas culturales como barbecho químico, fecha de siembra, densidad y ajuste de la distancia entre hileras.

En cuanto al control químico, si bien no existen inconvenientes para el empleo de herbicidas del grupo de los graminicidas al ser inocuos para el cultivo, se carece de información respecto a la disponibilidad de herbicidas selectivos para el control de malezas latifoliadas. Actualmente no existen en el mercado productos específicamente indicado por los fabricantes para su utilización en el cultivo del amaranto. Por otra parte, si bien es sabido que la mayoría de los productos herbicidas utilizados comúnmente para el control de malezas de “hoja ancha” generan daño por fitotoxicidad sobre especies emparentadas con el amaranto (del mismo género) que actúan como malezas, se desconoce en absoluto la efectividad real y/o, eventualmente, la selectividad de dichos productos al aplicarse específicamente sobre este cultivo. Una alternativa a la que a veces se recurre es la aplicación de herbicidas con pantallas o protectores a ambos costados del surco, evitando que el producto asperjado toque al cultivo (Intervida, 2011).

No existen demasiados antecedentes relacionados con la evaluación de productos herbicidas que puedan ser empleados en el control de malezas latifoliadas dentro de este cultivo sin ocasionar riesgos para el normal desarrollo del mismo.

Nieto *et al.* (1992) y Peralta *et al.* (2012) recomiendan en Ecuador la utilización de Afalón o Alachlor para el control de malezas en el cultivo de quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.),

---

<sup>2</sup> Peiretti, Guillermo. 2015. FAV UNRC. Comunicación personal.

especie que también pertenece a la familia de las Amarantáceas y que comparte muchas similitudes con los amarantos cultivados.

Mogrovejo (2000) si bien observó una baja tolerancia del amaranto al herbicida Ethalfluralina en preemergencia, encontró una marcada tolerancia a varios herbicidas de la familia de las triazinas aplicados en postemergencia, en especial para *A. caudatus* L.. También determinó una buena selectividad de todos los cultivares evaluados al Bentazón.

Noeltinag *et al.* (2002) obtuvo altos niveles de selectividad del herbicida Clomazone sobre un cultivar de *A. mantegazzianus* Pass. para el control de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.). La selectividad resultó muy buena aún a la dosis más alta que evaluó (960 g de p.a./ha), tanto en aplicaciones de presiembra como en preemergencia.

De Barros Santos *et al.* (2003) trabajando también con quínoa en un bioensayo bajo invernáculo, detectaron la ausencia total de efecto residual sobre el cultivo luego de la aplicación de Trifluralina y Pendimetalin en un suelo de sabana. Ello constituye un indicador de la potencialidad de estos productos como herbicidas selectivos para esta especie.

Kudsk *et al.* (2012) registra un grado de selectividad importante del herbicida Clomazone aplicado en preemergencia del amaranto, pero sólo a bajas dosis (90 g de p.a./ha). Este mismo producto mostró una alta selectividad sin llegar a afectar el peso seco de las plantas cuando fue aplicado en postemergencia temprana (0-2 hojas) a una dosis normal como la utilizada en otros cultivos (360 g de p.a./ha). El único síntoma de fitotoxicidad observado fue clorosis, aunque solo estuvo limitada a las hojas viejas del cultivo. Dentro del mismo estudio se evaluaron otros productos como el herbicida Clopyralid aplicado en postemergencia, el cual resultó ser altamente selectivo al no afectar el peso seco de las plantas aún a la dosis más alta; Triflusalurón, que demostró también destacada selectividad, particularmente bajo condiciones de campo; los herbicidas Bentazón y Phenmedipham aplicados en postemergencia, los cuales evidenciaron selectividad a dosis medias; y por último Pendimetalin y Diflufenican, los cuales aplicados en postemergencia mostraron selectividad pero solo a dosis reducidas (25 % de la dosis recomendada).

Molina *et al.* (2014) evaluando el cultivo de quínoa, comprobaron una alta selectividad del herbicida Fomesafen. Este producto no afecta significativamente el rendimiento de grano del cultivo, pero demuestra una efectividad reducida en el control de malezas.

El amaranto es un cultivo que posee características interesantes para su desarrollo y expansión pero que no se encuentra muy difundido. El poder contar con prácticas y herramientas de fácil implementación y eficientes, tales como el empleo de herbicidas, que permitan alcanzar un elevado control de malezas son un pilar fundamental a la hora de maximizar los rendimientos y favorecer la propagación del cultivo.

## **I.1. HIPÓTESIS**

✓ Existen productos herbicidas efectivos para el control de malezas latifoliadas con un grado de selectividad que posibilita su empleo en amaranto granífero sin afectar significativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo.

## **I.2. OBJETIVOS**

### **I.2.1. OBJETIVO GENERAL**

✓ Identificar productos herbicidas efectivos para el control de malezas latifoliadas que expresen un grado de selectividad potencialmente útil sobre el cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.).

### **I.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

✓ Evaluar el efecto de distintos productos herbicidas sobre la supervivencia y/o el crecimiento del cultivo de amaranto.

✓ Caracterizar el eventual efecto fitotóxico de los distintos productos según los síntomas de daño que manifieste el cultivo.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### II.1. Lugar del ensayo

A partir de los objetivos planteados la experiencia se realizó en condiciones de invernáculo en el Campo Experimental (CAMDOCEX) de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC, ubicado sobre la ruta Nacional N° 36, km 601, Río Cuarto, Córdoba (33° 06' 23,74'' S, 64° 18' 02,33'' O, 421 m.s.n.m.) durante los años 2015 y 2016. De esta forma, las condiciones experimentales pudieron ser estandarizadas y se evitó la posibilidad de que el clima interfiera a la hora de sembrar el cultivo y de realizar los tratamientos.



Figura 1. Ubicación del ensayo.

### II.2. Metodología del Ensayo Experimental

Para la experimentación se utilizaron semillas de cuatro variedades de amaranto con aptitud granífera con características diferentes aportadas por la cátedra de cereales de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (UNRC): “Candil” (*Amaranthus cruentus* L.), “Antorcha” (*A. hypochondriacus* L. Rob.), “Aman-G13” (*A. mantegazzianus* Pass.) y “Alin-G16” (*A. hybridus* L.).

Las semillas de las variedades se sembraron sobre un sustrato de suelo franco arenoso fino, en macetas de pequeño tamaño (280 cm<sup>3</sup>) (fig. 2).



Figura 2. Macetas de 280 cm<sup>3</sup> con sustrato.

La experiencia se dispuso siguiendo un diseño completamente aleatorizado con 6 repeticiones (macetas) por tratamiento, siendo la unidad experimental la maceta. Los tratamientos fueron definidos por la combinación cultivar – producto herbicida – dosis (tabla 1 y 2).

El suelo empleado se extrajo del CAMDOCEX, el mismo fue tamizado y esterilizado previamente mediante calor (110 °C por 24 h) en estufa con el objeto de lograr un tamaño homogéneo del sustrato y eliminar todos aquellos patógenos, especialmente los del complejo de hongos del suelo, que pudieran afectar la germinación y emergencia de las plántulas e interferir con los resultados, particularmente a la hora de evaluar la supervivencia en los tratamientos de preemergencia.

Tabla 1. Productos preemergentes y dosis de cada tratamiento.

<b>PRODUCTO</b>	<b>DOSIS p.a. (g/ha)</b>
Atrazina	500 1000
S-metolachlor	500 800
Imazetapyr	30 60
Metsulfuron 12.5% + Clorsulfuron 62.5%	6 10

Tabla 2. Productos postemergentes, momento de aplicación y dosis de cada tratamiento.

<b>PRODUCTO</b>	<b>MOMENTO DE APLICACIÓN</b>	<b>DOSIS p.a. (g/ha)</b>
Clomazone	0-2 hojas verdaderas	360 540 800
Diflufenican	0-2 hojas verdaderas	65 100
Bentazón	4-6 hojas verdaderas	700 1000
Clopyralid	4-6 hojas verdaderas	150 200
S-metolachlor	0-2 hojas verdaderas	800
Imazetapyr	4-6 hojas verdaderas	30 60
Fomesafen	4-6 hojas verdaderas	0.09 l/ha 0.12 l/ha

La siembra en las macetas se realizó el 17 de noviembre del 2015. Se colocaron alrededor de 30 semillas por maceta para asegurar que un número suficiente de semillas inicien el proceso de germinación y lograr que de esa manera una cantidad de plantas adecuada se vean sometidas a la acción del producto herbicida preemergentes. El poder germinativo de la semilla utilizada, determinada en condiciones específicas de laboratorio, fue del 90 %.

Previo a la siembra, se corroboró que el sustrato posea una humedad adecuada para la germinación de las semillas, las cuales se colocaron en el mismo y fueron cubiertas con una delgada capa de tierra para favorecer un adecuado contacto suelo-semilla y asegurar su rápida germinación.

Los tratamientos utilizados tuvieron distintos momentos de aplicación dependiendo si son preemergentes o postemergentes. Los productos preemergentes se aplicaron inmediatamente luego de la siembra de las macetas, mientras que los postemergentes se efectuaron en diferentes estadios fenológicos (tabla 2).

En el caso de los tratamientos de postemergencia, dado el pequeño tamaño de las macetas, luego de que las plántulas emergieron y previo a que alcancen el estadio correspondiente al tratamiento se procedió a efectuar un raleo de las mismas dejando 3 individuos por maceta. Adicionalmente, un número de 6 macetas por variedad a las cuales no se le realizó ningún tipo de aplicación herbicida, constituyeron el testigo o control que permitió identificar y contrastar debidamente la acción de los distintos tratamientos.

Las macetas fueron controladas a diario y regadas frecuentemente para garantizar una adecuada turgencia del follaje durante el tiempo que duró la experiencia.

Se utilizaron al menos dos dosis por producto, una considerada normal, que se corresponde con la dosis comúnmente utilizada en cultivos extensivos (sugerencia de marbete) y una dosis menor, la cual representó entre el 50 y 60% de la dosis normal dependiendo del principio activo. Esta segunda dosis se estableció con el objetivo de experimentar con un nivel inferior de principio activo que pudiera ocasionar un menor daño fitotóxico al cultivo, pero que aún permitiera un control aceptable de las malezas. Como excepción, se utilizó solo una dosis (800 g/ha) en el producto preemergente S-metolachlor al ser aplicado en postemergencia, evitándose el uso de la subdosis debido a que se espera una mayor selectividad del mismo ya que este principio activo carecería de actividad herbicida al aplicarse en esta etapa del cultivo al ser absorbido por hipocótilo y radícula en dicotiledóneas, por lo que no debería ejercer control sobre individuos ya emergidos. La implementación de esta técnica tendría sentido solo en tratamientos muy tempranos debido a que debemos favorecer la llegada del producto al suelo que es donde realmente va a actuar. Por otro lado, se emplearon tres dosis de Clomazone en postemergencia, una dosis considerada normal, otra inferior y una dosis mayor, ya que este producto presentó una elevada selectividad en los antecedentes revisados.

Para la aplicación de los productos en las macetas que corresponden a los respectivos tratamientos se utilizó un micropulverizador previamente regulado para lograr una aplicación precisa. Para una correcta aplicación del producto correspondiente, se determinó con exactitud la superficie de suelo expuesta dentro de la maceta y se efectuaron los cálculos necesarios en función del caudal arrojado por el micropulverizador para asegurar que la cantidad de principio activo aplicada correspondiera a la dosis estipulada. La dilución de los productos se realizó en agua destilada para evitar cualquier interacción que pudiera ocurrir entre eventuales contaminantes químicos o biológicos que pudieran estar presentes en el agua y el producto herbicida utilizado.

Por razones de seguridad personal, la aplicación de los productos se realizó con la debida precaución y bajo estrictas normas de prevención de accidentes. Para tal fin, se utilizaron guantes de goma, delantal protector y máscara provista de filtro.

### **II.3. Determinación de las variables para evaluar la selectividad de los herbicidas**

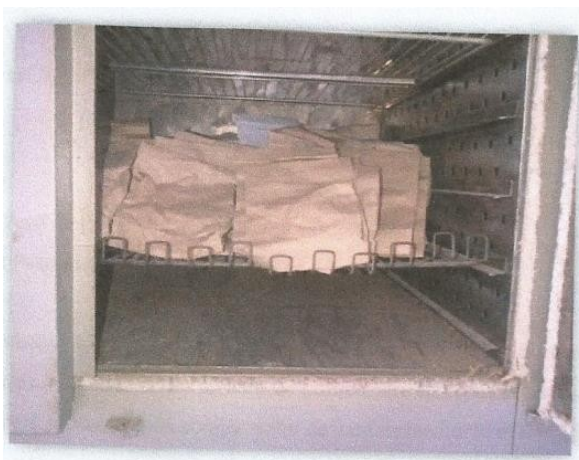
El momento y tipo de evaluación de los tratamientos fue distinto para los herbicidas aplicados en preemergencia y postemergencia.

Para los herbicidas aplicados en forma preemergente se evaluó a los 20 días de la siembra el número de plantas emergidas vivas de amaranto que presentaban un crecimiento normal, comparable con el de las macetas testigo.

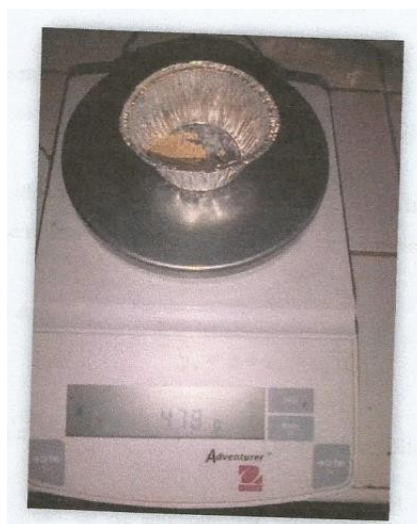


En el caso de los herbicidas postemergentes, a los 25 días de la aplicación se determinó la supervivencia de las plantas y se caracterizaron los síntomas de fitotoxicidad que eventualmente presentaron las plantas sobrevivientes. Además, a los 40 días desde el momento de la aplicación, se determinó el peso seco de la biomasa aérea total de las plantas de amaranto que permanecían vivas. Para determinar el peso seco se cortaron las plantas de cada maceta a ras del suelo y se colocaron enteras en bolsas de papel madera que posteriormente fueron llevadas a estufa de aire forzado por 48 - 72 horas a 90 °C hasta alcanzar peso constante. De igual manera se procedió con las plantas testigo (fig. 3). Una vez secas, las muestras fueron pesadas en balanza digital de precisión de laboratorio (fig. 4).

Se registraron los resultados y se expresaron como porcentaje en relación al peso seco de los testigos.



*Figura 3. Plantas en proceso de secado.*



*Figura 4. Balanza para el pesado de las muestras.*

#### II.4. Procesamiento de los resultados obtenidos

Los datos resultantes de la evaluación de las diferentes variables fueron procesados mediante análisis de la varianza (ANAVA) y la comparación de medias a través del test DGC haciendo uso del programa InfoStat (Di Renzo *et al.*, 2008).

El modelo lineal estadístico utilizado para la variable peso seco de plantas fue:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$y_{ij}$ = peso seco de las plantas de una maceta j que se le aplicó una dosis i de producto.

$\mu$ = media del peso seco.

$\alpha_i$ = Efecto debido a la dosis i de producto.

$\varepsilon_{ij}$ = Variable aleatoria debida al error entre el peso seco de las plantas de una maceta j que se le aplicó una dosis i de producto.

El modelo descrito anteriormente se utilizó para el procesamiento de los datos y para determinar si los tratamientos (tablas 1 y 2) presentaban o no diferencias estadísticas en algún genotipo evaluado con respecto al peso seco del testigo.

### III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron de naturaleza diferente según el grupo de herbicidas utilizados.

En el caso de los herbicidas preemergentes no fue posible efectuar ningún tipo de análisis ya que todas las combinaciones “producto x dosis” (tabla 1) resultaron letales para las cuatro variedades de amaranto y a los 20 días desde la siembra no se encontraron plántulas emergidas. Cabe señalar que, en contraposición, las macetas testigo mostraron una emergencia normal de plántulas.

Para los herbicidas postemergentes se llevó a cabo una primera observación a los 20 días desde la aplicación en la cual se observó la supervivencia y se relevaron los síntomas generales que evidenciaban las plantas de las cuatro variedades. Cabe señalar que los síntomas observados no mostraron diferencias entre los genotipos. Los resultados están expresados en la tabla 3.

Tabla 3. Supervivencia y síntomas para cada tratamiento.

TRATAMIENTO		SUPERVIVENCIA	SÍNTOMAS
Producto	Dosis (g/ha)	A LOS 20 DÍAS	
Clomazone	360	SÍ	A la menor dosis no produjo síntoma alguno. A la dosis media se visualizó detención de crecimiento y clorosis general en las hojas superiores de las plántulas. A la dosis máxima, hubo una marcada afectación del crecimiento y muerte de algunas repeticiones.
	540	SÍ	
	800	SÍ	
Diflufenican	65	NO	
	100	NO	
Bentazón	700	SÍ	Evidenció clorosis de hojas y retardo de crecimiento de forma leve.
	1000	SÍ	
Clopyralid	150	SÍ	Se observó desregulación del crecimiento (aumentando el tamaño de las plántulas), marchitamiento, elongación y torcedura de tallos, síntomas que se hicieron más notorios a la dosis mayor.
	200	SÍ	
S-metolachlor	800	SÍ	Produjo retardo de crecimiento, plantas débiles y necrosis apical
Imazetapyr	30	NO	
	60	NO	
Fomesafen	90 cc/ha	NO	
	120 cc/ha	NO	

A los 40 días de haberse realizado los tratamientos, se procedió a registrar el peso seco de las plantas de aquellos tratamientos que sobrevivieron a la aplicación. El análisis se realizó teniendo en cuenta el efecto de los productos aplicados en cada genotipo individualmente y no la comparación entre los efectos por genotipos.

En las ilustraciones siguientes (fig. 6, 7, 8 y 9) se observan algunos tratamientos tomados aleatoriamente en representación del total de combinaciones genotipo – producto – dosis utilizadas.



Figura 5. Cultivar Alin-G16. Testigo y tratamiento con S-metolachlor 800 g/ha respectivamente.



Figura 6. Cultivar Candil. De izq. a dcha. testigo, Clopyralid 150 g/ha y Clopyralid 200 g/ha.



Figura 7. Cultivar Aman-G13. Comparación testigo y tratamiento Diflufenican 65 g/ha y Diflufenican 100 g/ha.



Figura 8. Cultivar Antorcha. Se observa testigo, Fomesafen 90 cc/ha y Fomesafen 120 cc/ha.

### III.1. Cultivar Alin-G16

El modelo utilizado para realizar el análisis estadístico del peso seco de plantas explicó para este genotipo el 81% ( $R^2$ ) de la variación total de las diferencias encontradas, mientras que el coeficiente de variación fue de 42,39 (tabla 4).

En el análisis de la varianza se observa un p-valor  $< 0,001$  por lo que se concluye que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, estas diferencias se dan entre las distintas dosis de herbicidas y el testigo, considerando como variable el peso seco de las plantas de cada maceta.

Al realizar el test DGC (tabla 4) de comparación de medias, se concluye que el único tratamiento que no se diferencia significativamente del testigo (sus medias son iguales) para la variable peso seco es CLOMAZONE 360 g/ha, mientras que el resto de los tratamientos se diferencian estadísticamente del mismo. A su vez, se observa que además de existir diferencias estadísticas entre el efecto de los distintos principios activos, se verifican diferencias entre las diferentes dosis de un mismo herbicida, obteniéndose valores inferiores de peso seco a las dosis más elevadas. Esto queda reflejado, por ejemplo, en el caso del producto Clomazone, con el cual, para una dosis de 360 g/ha las plantas alcanzaron un peso seco de 1.08 g, mientras que para las dosis de 540 g/ha y 800 g/ha obtuvieron un peso de 0.66 g y 0.18 g respectivamente.

Tabla 4. Medias del peso seco para el cv. Alin-G16 (test DGC).

Herbicidas	Medias
TESTIGO	1,11 A
CLOMAZONE 360 g/ha	1,08 A
CLOMAZONE 540 g/ha	0,66 B
CLOPIRALID 150 g/ha	0,64 B
BENTAZÓN 700 g/ha	0,51 B
CLOPIRALID 200 g/ha	0,46 B
BENTAZÓN 1000 g/ha	0,38 B
CLOMAZONE 800 g/ha	0,18 C
S-METOLACLOR 800 g/ha	0,11 C
FOMESAFEN 0.12 l/ha	0,08 C
FOMESAFEN 0.09 l/ha	0,07 C
DIFLUFENICAN 65 g/ha	0,05 C
p-valor	$<0,0001$
$R^2$	0,81
C.V.	42,39

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la figura 9 se aprecia visualmente las diferencias existentes en la producción de biomasa de los diferentes tratamientos del cultivar Alin G-16 en relación al testigo.

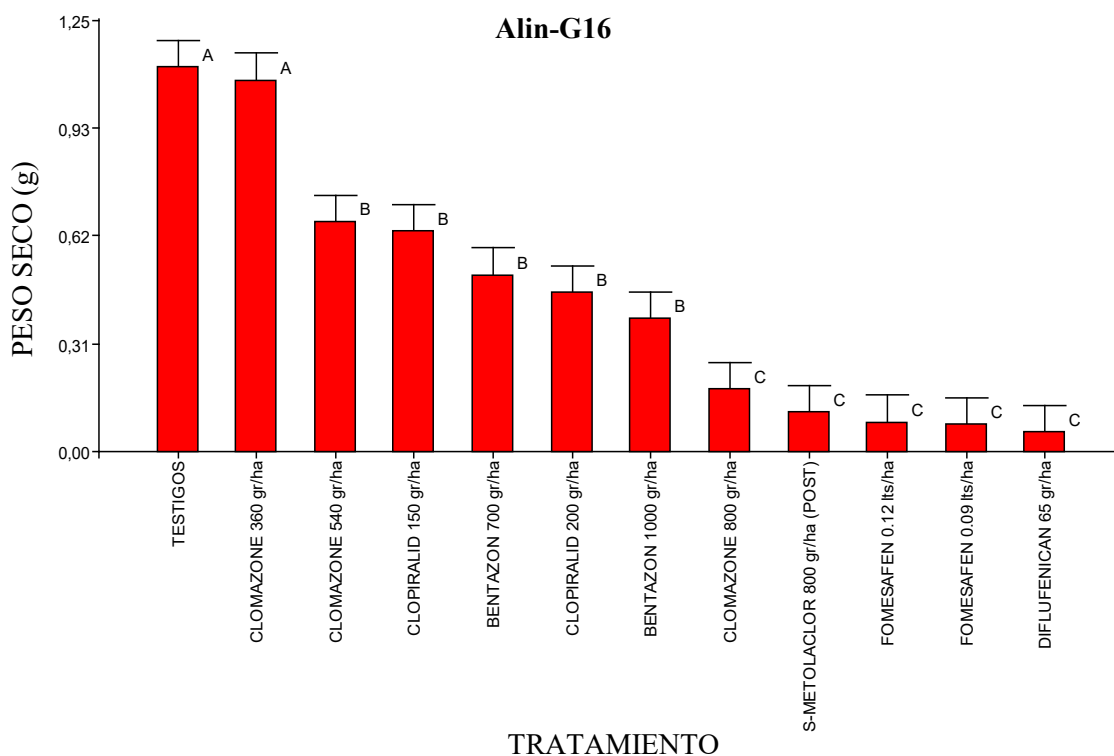


Figura 9. Biomasa producida en cada tratamiento por cv. Alin-G16

### III.2. Cultivar Aman-G13

Para este genotipo, el modelo utilizado para realizar el análisis estadístico explicó el 96% ( $R^2$ ) de la variación total de las diferencias de peso seco encontradas, mientras que el coeficiente de variación fue de 20,27 el cual indica un nivel de precisión medio (tabla 5).

En el resultado ANAVA se observó un p-valor  $< 0,001$  por lo que se concluye que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y estas diferencias se dan entre los herbicidas, sus distintas dosis y el testigo, considerando como variable el peso seco de cada maceta.

Al realizar la comparación de medias (test DGC) se concluye que no existen tratamientos con medias estadísticamente significativas iguales al testigo para la variable peso seco. En otras palabras, todos los tratamientos se diferencian estadísticamente, en distintas magnitudes, del grupo control (tabla 5).

Tabla 5. Medias del peso seco para el cv. Aman-G13 (test DGC).

Herbicidas	Medias
TESTIGO	1,15 A
CLOMAZONE 360 g/ha	1,02 B
BENTAZÓN 700 g/ha	0,77 C
CLOMAZONE 540 g/ha	0,64 D
CLOPIRALID 150 g/ha	0,60 D
CLOPIRALID 200 g/ha	0,31 E
BENTAZÓN 1000 g/ha	0,21 E
CLOMAZONE 800 g/ha	0,21 E
S-METOLACLOR 800 g/ha	0,07 F
FOMESAFEN 0.12 l/ha	0,00 F
FOMESAFEN 0.09 l/ha	0,00 F
DIFLUFENICAN 65 g/ha	0,00 F
p-valor	<0,0001
R <sup>2</sup>	0,96
C.V.	20,27

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la figura 10 se aprecia visualmente las diferencias existentes de peso seco de cada tratamiento en relación al testigo para el cultivar Aman-G13.

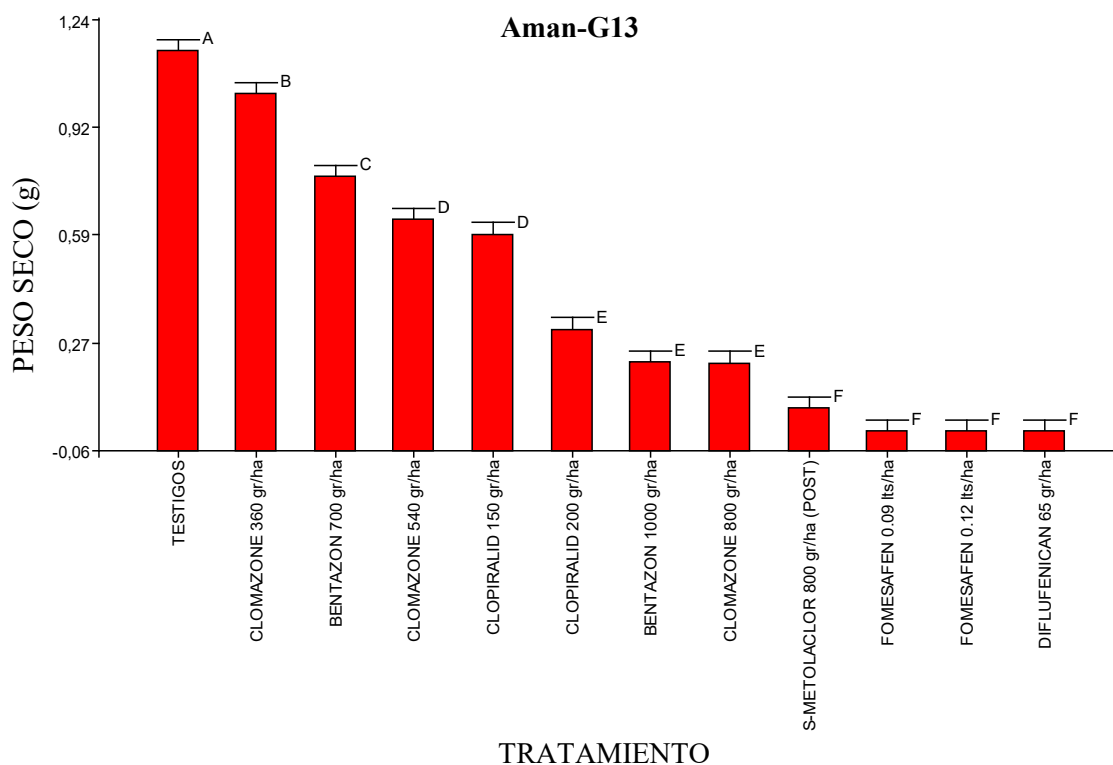


Figura 10. Biomasa producida en cada tratamiento por cv. Aman-G13.

### III.3. Cultivar Antorcha

Para el cultivar Antorcha el modelo estadístico explicó el 91% ( $R^2$ ) de la variación total de las diferencias de peso seco encontradas, mientras que el coeficiente de variación fue de 27,43.

En el ANAVA se observó un p-valor  $< 0,001$  por lo que se concluye que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, y estas diferencias se dan entre las distintas dosis de herbicidas y el testigo, considerando como variable el peso seco de cada maceta.

En la comparación de medias (test DGC) se concluye que el único tratamiento que, a pesar de tener una media inferior al testigo no muestra una diferencia estadísticamente significativa para la variable peso seco, es CLOMAZONE 360 g/ha. El resto de los tratamientos se diferencian estadísticamente en distintas magnitudes. Las diferencias estadísticas se dan tanto entre principios activos como entre dosis de cada principio (tabla 6).

Tabla 6. Medias del peso seco para el cv. Antorcha (test DGC).

Herbicidas	Medias
TESTIGO	1,16 A
CLOMAZONE 360 g/ha	1,09 A
BENTAZÓN 700 g/ha	0,78 B
CLOMAZONE 540 g/ha	0,62 C
CLOPIRALID 150 g/ha	0,62 C
BENTAZÓN 1000 g/ha	0,49 D
CLOPIRALID 200 g/ha	0,42 D
S-METOLACLOR 800 g/ha	0,31 E
CLOMAZONE 800 g/ha	0,16 E
FOMESAFEN 0.12 l/ha	0,00 F
FOMESAFEN 0.09 l/ha	0,00 F
DIFLUFENICAN 65 g/ha	0,00 F
p-valor	$<0,0001$
$R^2$	0,91
C.V.	27,43

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la figura 11 se aprecia visualmente las diferencias existentes de peso seco de cada tratamiento en relación al testigo para el cultivar Antorcha.



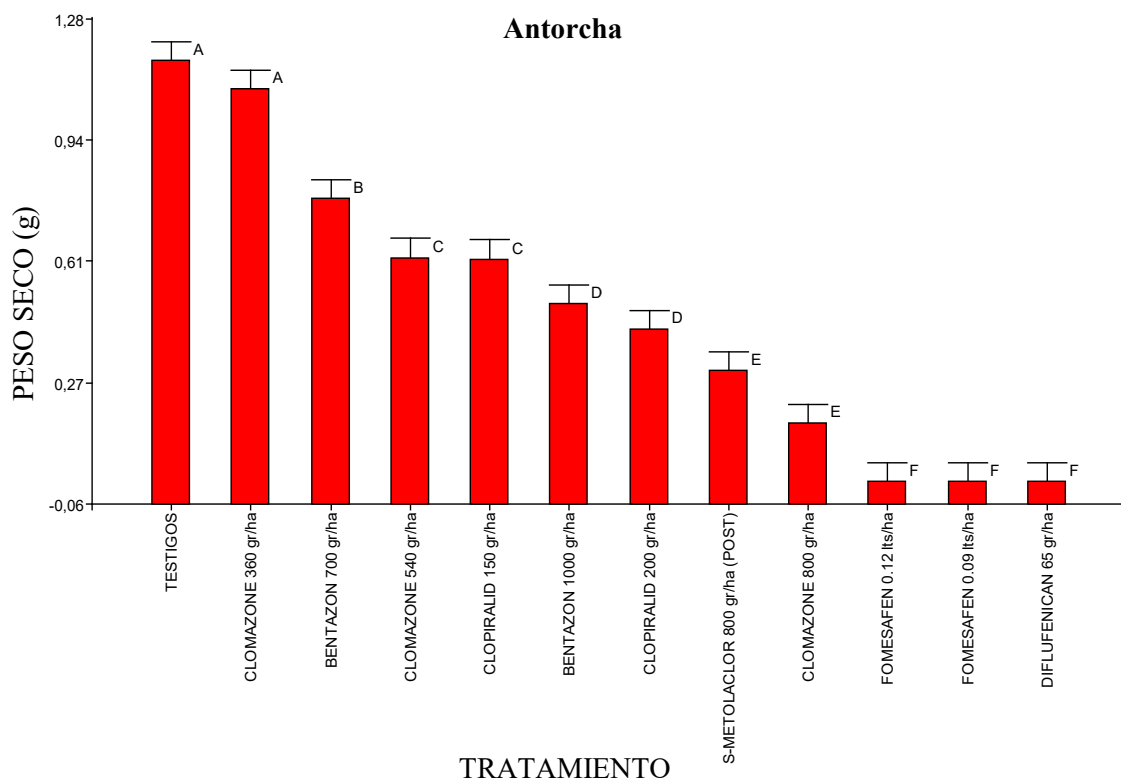


Figura 11. Biomasa producida en cada tratamiento por cv. Antorcha.

### III.4. Variedad Candil

El modelo utilizado para realizar el análisis estadístico del peso seco de plantas explicó para este genotipo el 97% ( $R^2$ ) de la variación total de las diferencias encontradas. Mientras que el coeficiente de variación fue de 15,12, lo que señala un nivel de precisión medio-alto. Ambos parámetros indican un modelo confiable (tabla 7).

En el análisis de la varianza, se observa un p-valor  $< 0,001$ , por lo que se concluye que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, estas diferencias se dan entre las distintas dosis de herbicidas y el testigo, considerando como variable el peso seco de las plantas de cada maceta.

Al realizar el test DGC (tabla 7) de comparación de medias, se concluye que el único tratamiento que no se diferencia significativamente del testigo (sus medias son iguales) para la variable peso seco es CLOMAZONE 360 g/ha. El resto de los tratamientos se diferencian estadísticamente, en distinta magnitud, en relación al testigo.

Tabla 7. Medias del peso seco para el cv. Candil (test DGC).

Herbicidas	Medias
TESTIGO	1,11 A
CLOMAZONE 360 g/ha	1,07 A
BENTAZÓN 1000 g/ha	0,91 B
BENTAZÓN 700 g/ha	0,89 B
CLOPIRALID 150 g/ha	0,69 C
CLOMAZONE 540 g/ha	0,56 D
CLOPIRALID 200 g/ha	0,42 E
S-METOLACLOR 800 g/ha	0,17 F
CLOMAZONE 800 g/ha	0,14 F
FOMESAFEN 0.12 l/ha	0,00 G
FOMESAFEN 0.09 l/ha	0,00 G
DIFLUFENICAN 65 g/ha	0,00 G
p-valor	<0,0001
R <sup>2</sup>	0,97
C.V.	15,12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

La figura 12 muestra gráficamente las diferencias existentes de peso seco de cada tratamiento en relación al testigo para el cultivar Candil.

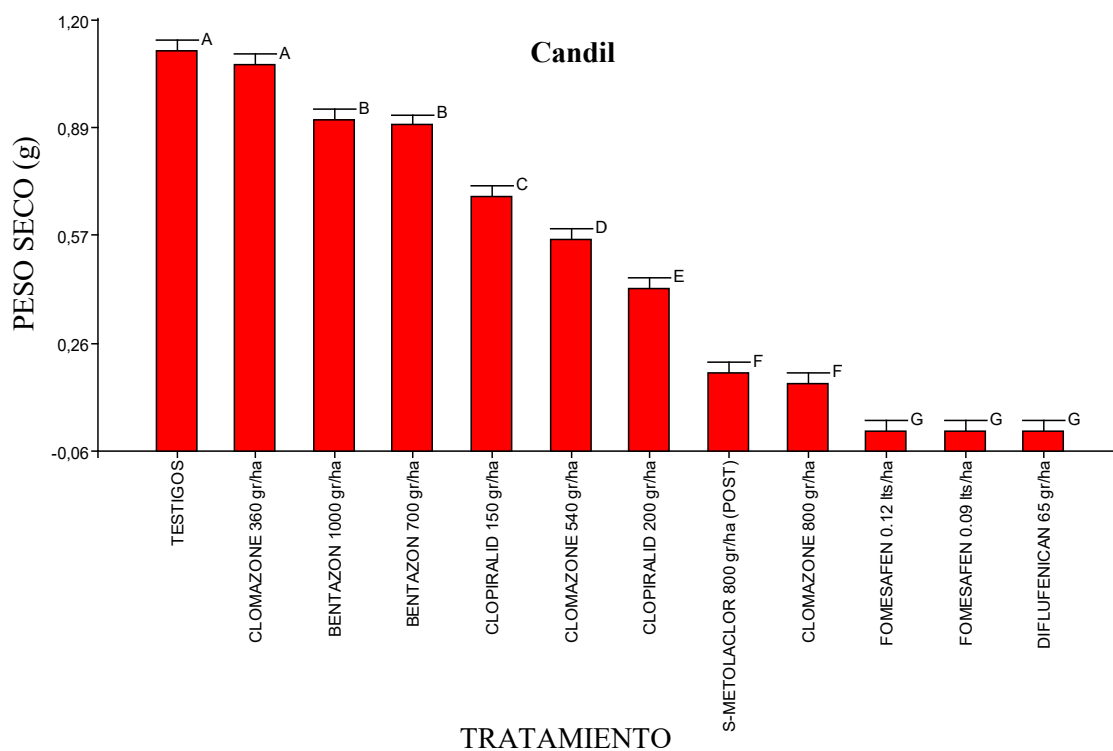


Figura 12. Biomasa producida en cada tratamiento por cv. Candil.

#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos difirieron en función del grupo de herbicidas utilizados (preemergentes o postemergentes).

En el caso de los herbicidas preemergentes la totalidad de los tratamientos resultaron letales para las cuatro variedades de amaranto. Estos resultados se diferencian de lo observado por Mogrojevo (2000) quien encontró tolerancia a varias triazinas en amaranto y a lo obtenido por Noelting *et al.* (2002) y Kudsk *et al.* (2012) al evaluar el herbicida Clomazone.

A diferencia de lo que se observa en la región Pampeana, donde se verifica un excelente comportamiento de cultivos extensivos como maní y soja ante aplicaciones de herbicidas preemergentes como S-metolachlor (800 g/ha), Imazetapir (60 g/ha) y Metsulfuron + Clorsulfuron (10 g/ha), no fue posible detectar algún grado de selectividad del amaranto a estos productos.

Por otro lado, para los herbicidas postemergentes se llevó a cabo una primera observación a los 20 días desde la aplicación en la cual se detectó supervivencia y síntomas generales que evidenciaban las plántulas de las cuatro variedades de amaranto, sin hallar diferencia entre genotipos, por lo que el posterior análisis se basa en cada tratamiento herbicida sin discriminar por variedad.

En el presente trabajo se concluye que el único tratamiento que no se diferencia significativamente del testigo (sus medias son iguales) para la variable peso seco es CLOMAZONE con la menor dosis probada (360 g/ha). Así mismo, este tratamiento no evidenció ninguna sintomatología de fitotoxicidad. A medida que se utilizaron dosis mayores, comenzó a observarse clorosis de hojas superiores y detención de crecimiento. Esto se asemeja a lo que obtuvieron Kudsk *et al.* (2012) en amaranto, donde este producto mostró una alta selectividad a una dosis baja (360 g de p.a./ha) sin afectar el peso seco de las plantas, aunque con una incipiente clorosis en hojas viejas del cultivo.

Los principios activos Diflufenican y Fomesafen, resultaron letales para el amaranto en todas las dosis probadas y en todos los cultivares, con excepción de Alin-G16. Sin embargo, en este último caso la supervivencia no se manifestó en la totalidad de las repeticiones realizadas, solo se manifestó en tres repeticiones para Diflufenican 65 g/ha, en tres repeticiones para Fomesafen 0.09 l/ha y sólo en una repetición para Fomesafen 0.12 l/ha, todas ellas con valores de medias muy bajas. Esto se diferencia de lo obtenido por Molina *et al.* (2014) con el herbicida Fomesafen, quienes observaron una alta selectividad en quínoa, aunque a dosis significativamente menores. De igual forma, estos resultados discrepan por lo observado por Kudsk *et al.* (2012) en amaranto donde Diflufenican mostró selectividad a una dosis reducida (31,25 g/ha).

El herbicida Bentazón se diferenció significativamente del grupo control en las dosis y variedades testeadas. Es destacable que el tratamiento con este producto en su dosis más baja (700

g/ha) fue en todos los casos el tratamiento que mejor desempeño tuvo por detrás de Clomazone 360g/ha. Esto se encuentra en línea con lo expuesto por Kudsk *et al.* (2012) donde Bentazón evidenció una selectividad media, aunque se opone a lo observado por Mogrovejo (2000) quien determinó una buena selectividad de Bentazón para todos los cultivares evaluados de amaranto.

El herbicida Clopyralid si bien no resulto letal para las plantas, manifestó un efecto fitotóxico significativo que se expresó como una desregulación del crecimiento. Esto se evidencio como plantas caídas con tallos retorcidos y hojas deformes. Los síntomas se magnificaron a dosis mayores y de igual forma hubo una reducción significativa y gradual en la cantidad de materia seca acumulada en relación al testigo. Esto se contrapone con los resultados de Kudsk *et al.* (2012) quien encontró a Clopyralid como un herbicida altamente selectivo para el cultivo de amaranto.

En la región Pampeana, se observa una excelente respuesta de cultivos extensivos, como maní y soja, ante aplicaciones postemergentes de herbicidas selectivos como S-metolachlor (800 g/ha) e Imazetapyr (60 g/ha). No se verificó este grado de selectividad en el cultivo de amaranto, en el cual aún a bajas dosis se obtuvo como resultado detención del crecimiento, clorosis y necrosis apical.

## V. CONCLUSIONES

En referencia a la hipótesis de este trabajo, se concluye que la mayoría de los herbicidas evaluados en este estudio para el control de malezas latifoliadas, independientemente de la dosis utilizada, resultan fitotóxicos para *Amaranthus* spp. en los genotipos utilizados, provocando la muerte total o una reducción significativa en el crecimiento de las plantas.

Sin embargo, se pudo determinar que el producto denominado Clomazone, a la dosis 360 g de principio activo/ha, aplicado en los cultivares Alin-G16, Antorcha y Candil, exhibe un grado de selectividad que posibilita su empleo en amaranto sin afectar significativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo.

### **V.1. Investigaciones Futuras**

Esta investigación de carácter exploratorio puede servir como base para posteriores evaluaciones a escalas de experimentación mayores y bajo condiciones de campo de aquellos productos que no provocan síntomas de fitotoxicidad sobre el cultivo o lo hacen a niveles aceptables de tolerancia.

Se sugiere así mismo evaluar que efecto sobre la producción final de grano pudieran tener todos aquellos productos herbicidas y/o dosis que no resultaron letales para el cultivo. Esto tendría por objeto determinar si posterior al momento de evaluación de los efectos fitotóxicos ocasionados por los productos (40 días desde la aplicación en el presente trabajo) el cultivo manifiesta una recuperación y hace posible que culmine su ciclo sin verse afectado significativamente el rendimiento de grano.

De la misma forma, pueden realizarse evaluaciones más profundas sobre el principio activo Clomazone que permitan obtener funciones que ajusten a la dosis máxima aplicable del mismo en el amaranto.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- BECERRA, R. 2000. El amaranto: nuevas tecnologías para un antiguo cultivo. CONABIO. Biodiversitas 30: 1-6.
- BRAGA, V. M.; E. A. LOPES; F. FERNANDES DO CRATO Y B. S. VIEIRA. 2010. Avaliação fitossanitária de sementes de amaranto. Cerrado Agrociências. Patos de Minas: UNIPAM, (1): 68-72, ago.
- COFECYT. 2011. Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo. Argentina: Gobierno de Jujuy. [En línea] fecha de recuperación 07/09/15. Disponible en: [http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pdf/productos\\_alimenticios/Quinoa\\_y\\_Amaranto.pdf](http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pdf/productos_alimenticios/Quinoa_y_Amaranto.pdf) Consultado: 25-10-2015.
- DCC UAEM. 2014. Conocimientos tradicionales: amaranto – el mejor alimento de origen vegetal para el consumo humano. Dirección de Comunicación de Conocimientos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 29 de Septiembre de 2014. En: <http://dccuaem.net/2014/09/29/conocimientos-tradicionales-amaranto-el-mejor-alimento-de-origen-vegetal-para-el-consumo-humano/> Consultado: 28-10-2015.
- DE BARROS SANTOS, R. L.; C. R. SPEHAR Y L. VIVALDI. 2003. Quinoa (*Chenopodium quinoa*) reaction to herbicide residue in a Brazilian Savannah soil. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Vol. 38. N° 6. Brasília.
- DE TROIANI R. M.; T. M. SÁNCHEZ; N. B. REINAUDI Y L. A. DE FERRAMOLA. 2004. Optimal sowing dates of three species of grain-bearing amaranth in the semi-arid Argentine Pampa. Spanish Journal of Agricultural Research 2 (3), 385-391.
- DI RIENZO, J.A.; F. CASANOVES; M.G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA Y C.W. ROBLEDO. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- ESCUDERO, N.L.; M. L. ARELLANO; J. M. LUCO; M. S. GIMENEZ Y S. I. MUCCIARELLI. 2004. Comparison of the chemical composition and nutritional value of *Amaranth cruentus* flour and its protein concentrate. Plant Food for Human Nutrition 59: 15-21.

• 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](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/valles_calchaquies/08.pdf). Consultado: 28-10-2015.

• INTERVIDA. 2011. Tecnología del cultivo Amaranto. En: <http://www.intervida.org.gt/wp-content/uploads/2011/06/TECNOLOGIA-CULTIVO-amaranto.doc> Consultado: 22-10-2015.

• KUDSK, A. T.; R. M. DE TROIANI; T. M. SÁNCHEZ y S. K. MATHIASSEN. 2012. Herbicide tolerance and seed survival of grain amaranth (*Amaranthus* sp.). *Australian Journal of Crop Science*. 6(12):1674-1680. ISSN: 1835-2707.

• LEZCANO, E. 2013. Cadena de Quínoa y Amaranto. Alimentos Argentinos – Min Agr. En: [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/farinaceos/Productos/2014/01Ene\\_quinoaamaranto.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/farinaceos/Productos/2014/01Ene_quinoaamaranto.pdf). Consultado: 22-10-2015.

• MOGROVEJO, J. A. E. 2000. Evaluación de la tolerancia de siete cultivares de amaranto (*Amaranthus* spp.) a herbicidas aplicados al suelo y follaje. Tesis (Mag. Sc.). Fac. de Agronomía e Ingeniería Forestal, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 114 p.

• MOLINA, L.; A. PEDREROS; I. MATUS Y K. RUF. 2014. Control químico de malezas en Quínoa (*Chenopodium quinoa* W.). Resúmenes 65º congreso anual de la sociedad agronómica de Chile. *Simiente*. 84: 40.

• MUJICA, A.; J. IZQUIERDO; J. P. MARATHEE; C. MORÓN Y S. E. JACOBSEN. 1999. Memorias. *Reunión Técnica y Taller de Formulación de Proyecto Regional Sobre Producción y Nutrición Humana en Base a Cultivos Andinos*. Arequipa, Perú. p: 34-35.

• NIETO, C. C.; C. N. VIMOS; C. MONTEROS; C. V. CAICEDO Y M. M. RIVERA 1992. INIAP-Ingapirca e INIAP-Tunkahuan dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Estación Experimental Santa Catalina. Boletín Divulgativo. INIAP.



• NOELTINAG, M. C.; O. D. VEGA Y A. M. PEREYRA. 2002. Aplicación de clomazone, para el control de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en un cultivo de amaranto. En: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2006101877>. Consultado: 23-10-2015.

• PERALTA, E.; N. MAZÓN; Á. MURILLO; M. RIVERA; D. RODRÍGUEZ; L. LOMAS Y C. MONAR. 2012. Manual Agrícola de Granos Andinos: Chocho, Quinoa, Amaranto y Ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Tercera edición. Publicación Miscelánea No. 69. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 68p.

• SOTERAS, E. M. 2011. Obtención y formulación de una bebida en base de granos de amaranto. Tesis de magister. Fac. de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. p: 1-4.

• TORRES, S. S. T. 2007. Adaptación de cinco líneas de amaranto de grano blanco *Amarantus caudatus* y cinco líneas de ataco o sangorache *Amarantus hybridus* en los cantones otavalo y antonio ante. Tesis de grado. Fac. de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 6 p.

## VII. ANEXOS

### VII.1. Peso seco de cada repetición para los distintos tratamientos (producto y dosis) de cada genotipo

Tabla 8. Registro del peso seco de cada genotipo en cada tratamiento.

P. Activo	Dosis (g/ha)	Momento aplicación	Alin-G16	Aman-G13	Antorcha	Candil
<b>TESTIGO</b>			1.13	1.26	1.24	1.05
			1.06	1.15	1.23	1.19
			1.09	1.07	1.11	1.08
			1.17	1.12	1.09	1.13
			1.15	1.09	1.12	1.07
			1.08	1.21	1.19	1.15
<b>CLOMAZONE 36%</b>	360	0-2 hojas verdaderas	1.13	1.01	1.08	1.12
			1.07	0.93	1.17	0.98
			1.09	1.11	1.03	1.15
			1.05	0.97	0.97	1.08
			1.01	1.03	1.14	1.02
			1.10	1.07	1.12	1.06
	540	0-2 hojas verdaderas	0.72	0.63	0.58	0.52
			0.57	0.71	0.75	0.67
			0.69	0.6	0.57	0.48
			0.63	0.57	0.53	0.55
			0.71	0.65	0.6	0.53
			0.65	0.68	0.68	0.61
	800	0-2 hojas verdaderas	0.28	0.32	0.21	0.16
			0.33	0.21	0.17	0.1
			0.21	0.27	0.23	0.22
			0.25	0.25	0.20	0.21
			0.00	0.19	0.16	0.14
			0.00	0.00	0.00	0.00
<b>DIFLUFENICAN (Pelican)</b>	65	0-2 hojas verdaderas	0.11	0.00	0.00	0.00
			0.07	0.00	0.00	0.00
			0.14	0.00	0.00	0.00
			0.00	0.00	0.00	0.00
			0.00	0.00	0.00	0.00
			0.00	0.00	0.00	0.00
	100	0-2 hojas verdaderas	0.00	0.00	0.09	0.00
			0.00	0.00	0.18	0.00
			0.00	0.00	0.00	0.00
			0.00	0.00	0.00	0.00
			0.00	0.00	0.00	0.00
			0.00	0.00	0.00	0.00
<b>BENTAZÓN (Basagrán)</b>	700	4-6 hojas verdaderas	0.75	0.67	0.86	0.97
			0.8	0.89	0.72	1.02
			0.79	0.75	0.91	0.81
			0.72	0.82	0.66	0.92
			0.00	0.79	0.83	0.79
			0.00	0.69	0.71	0.85

	1000	4-6 hojas verdaderas	0.82 0.73 0.75 0.00 0.00 0.00	0.32 0.15 0.21 0.27 0.3 0.00	0.64 0.67 0.86 0.78 0.00 0.00	1.05 0.98 0.95 0.88 0.83 0.77								
<b>CLOPYRALID 36% (Lontrel)</b>	150	4-6 hojas verdaderas	0.57 0.7 0.66 0.61 0.56 0.71	0.73 0.5 0.54 0.49 0.63 0.69	0.55 0.72 0.69 0.56 0.65 0.52	0.66 0.76 0.72 0.76 0.63 0.59								
			200	4-6 hojas verdaderas	0.38 0.52 0.48 0.43 0.37 0.57	0.42 0.28 0.32 0.43 0.4 0.00	0.49 0.38 0.44 0.33 0.37 0.51	0.43 0.32 0.51 0.45 0.37 0.42						
					800	4-6 hojas verdaderas	0.12 0.17 0.11 0.06 0.15 0.05	0.08 0.13 0.05 0.11 0.05 0.00	0.33 0.22 0.31 0.29 0.4 0.29	0.2 0.2 0.27 0.36 0.00 0.00				
							<b>IMAZETAPYR 11% (Pivot)</b>	30	4-6 hojas verdaderas	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	
										60	4-6 hojas verdaderas	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
	<b>FOMESAFEN 25% (Flex)</b>	0,09 l/ha										4-6 hojas verdaderas	0.13 0.11 0.21 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
			0,12 l/ha	4-6 hojas verdaderas									0.49 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00	0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

## VII.2. Resultados de ANAVA y comparación de medias (test DGC) para el cultivar Alin-G16

Tabla 9. Análisis de la varianza y medias del peso seco (test DGC) en cv. Alin-G16.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Alin-G16	72	0,81	0,78	42,39

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,24	11	0,84	23,66	<0,0001
TRATAMIENTO	9,24	11	0,84	23,66	<0,0001
Error	2,13	60	0,04		
Total	11,37	71			

### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,2301

Error: 0,0355 gl: 60

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TESTIGOS	1,11	6	0,08	A
CLOMAZONE 360 g/ha	1,08	6	0,08	A
CLOMAZONE 540 g/ha	0,66	6	0,08	B
CLOPYRALID 150 g/ha	0,64	6	0,08	B
BENTAZÓN 700 g/ha	0,51	6	0,08	B
CLOPYRALID 200 g/ha	0,46	6	0,08	B
BENTAZÓN 1000 g/ha	0,38	6	0,08	B
CLOMAZONE 800 g/ha	0,18	6	0,08	C
S-METOLACLOR 800 g/ha (POST)	0,11	6	0,08	C
FOMESAFEN 0,12 l/ha	0,08	6	0,08	C
FOMESAFEN 0,09 l/ha	0,07	6	0,08	C
DIFLUFENICAN 65 g/ha	0,05	6	0,08	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### VII.3. Resultados de ANAVA y comparación de medias (test DGC) para el cultivar Aman-G13

Tabla 10. Análisis de la varianza y medias del peso seco (test DGC) en cv. Aman-G13.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
AmanG13	72	0,96	0,96	20,27

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11,09	11	1,01	143,07	<0,0001
TRATAMIENTO	11,09	11	1,01	143,07	<0,0001
Error	0,42	60	0,01		
Total	11,51	71			

#### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1025

Error: 0,0070 gl: 60

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TESTIGOS	1,15	6	0,03	A
CLOMAZONE 360 g/ha	1,02	6	0,03	B
BENTAZÓN 700 g/ha	0,77	6	0,03	C
CLOMAZONE 540 g/ha	0,64	6	0,03	D
CLOPYRALID 150 g/ha	0,60	6	0,03	D
CLOPYRALID 200 g/ha	0,31	6	0,03	E
BENTAZÓN 1000 g/ha	0,21	6	0,03	E
CLOMAZONE 800 g/ha	0,21	6	0,03	E
S-METOLACLOR 800 g/ha (POST)	0,07	6	0,03	F
FOMESAFEN 0,09 l/ha	0,00	6	0,03	F
FOMESAFEN 0,12 l/ha	0,00	6	0,03	F
DIFLUFENICAN 65 g/ha	0,00	6	0,03	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**VII.4. Resultados de ANAVA y comparación de medias (test DGC) para el cultivar Antorcha**

*Tabla 11. Análisis de la varianza y medias del peso seco (test DGC) en cv. Antorcha.*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Antorcha	72	0,91	0,90	27,43

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,72	11	0,97	58,56	<0,0001
TRATAMIENTO	10,72	11	0,97	58,56	<0,0001
Error	1,00	60	0,02		
Total	11,72	71			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1575**

Error: 0,0166 gl: 60

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TESTIGOS	1,16	6	0,05	A
CLOMAZONE 360 g/ha	1,09	6	0,05	A
BENTAZÓN 700 g/ha	0,78	6	0,05	B
CLOMAZONE 540 g/ha	0,62	6	0,05	C
CLOPYRALID 150 g/ha	0,62	6	0,05	C
BENTAZÓN 1000 g/ha	0,49	6	0,05	D
CLOPYRALID 200 g/ha	0,42	6	0,05	D
S-METOLACLOR 800 g/ha (POST)	0,31	6	0,05	E
CLOMAZONE 800 g/ha	0,16	6	0,05	E
FOMESAFEN 0,12 l/ha	0,00	6	0,05	F
FOMESAFEN 0,09 l/ha	0,00	6	0,05	F
DIFLUFENICAN 65 g/ha	0,00	6	0,05	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## VII.5. Resultados de ANAVA y comparación de medias (test DGC) para el cultivar Candil

Tabla 12. Análisis de la varianza y medias del peso seco (test DGC) en cv. Candil.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Candil	72	0,97	0,97	15,12

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,32	11	1,12	198,78	<0,0001
TRATAMIENTO	12,32	11	1,12	198,78	<0,0001
Error	0,34	60	0,01		
Total	12,66	71			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0917

Error: 0,0056 gl: 60

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TESTIGOS	1,11	6	0,03	A
CLOMAZONE 360 g/ha	1,07	6	0,03	A
BENTAZÓN 1000 g/ha	0,91	6	0,03	B
BENTAZÓN 700 g/ha	0,89	6	0,03	B
CLOPYRALID 150 g/ha	0,69	6	0,03	C
CLOMAZONE 540 g/ha	0,56	6	0,03	D
CLOPYRALID 200 g/ha	0,42	6	0,03	E
S-METOLACLOR 800 g/ha (POST)	0,17	6	0,03	F
CLOMAZONE 800 g/ha	0,14	6	0,03	F
FOMESAFEN 0.12 l/ha	0,00	6	0,03	G
FOMESAFEN 0.09 l/ha	0,00	6	0,03	G
DIFLUFENICAN 65 g/ha	0,00	6	0,03	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )