



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

Trabajo Final presentado para optar al Grado de  
Ingeniero Agrónomo

**Modalidad:** Proyecto

**"Tolerancia de la Quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) a herbicidas de  
uso corriente en el control de malezas latifoliadas"**

**Nombre del Alumno:** *Marconetto, Nery Gabriel*

**DNI:** 37.125.882

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

Río Cuarto-Córdoba

Abril 2018

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Tolerancia de la Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) a herbicidas de uso corriente en el control de malezas latifoliadas.

**Autor:** Marconetto, Nery Gabriel. D.N.I. 37.125.882

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

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

Ing. Agr. Somma, Cristina Leonor

\_\_\_\_\_

Ing. Agr Plevich, Jose Omar

\_\_\_\_\_

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

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

\_\_\_\_\_  
Secretario Académico

*-Dedicada a mis padres Mónica y Guillermo, también a mi hermana Antonina que desde siempre han confiado y me han apoyado.*

*-Agradezco a mis amigos y compañeros que me han estado y me han acompañado en esta etapa.*

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo debido al potencial productivo y la falta de información del cultivo de quinoa en la región Semiárida Pampeana. El control de malezas, en especial latifoliadas se presenta como uno de los escollos para su difusión. Por lo que el siguiente trabajo tiene como objetivo evaluar la tolerancia de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) a distintos herbicidas de uso corriente para el control de malezas latifoliadas, con el fin de conducir a nuevas investigaciones que favorezcan la expansión del cultivo en la región. Para ello se llevó a cabo un ensayo en invernáculo, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional Río Cuarto, el cual consistió en la siembra del cultivo en macetas pequeñas con un sustrato de suelo franco arenoso fino esterilizado. Los herbicidas se aplicaron en forma de pre-emergencia o post-emergencia según correspondiera, dependiendo de sus características. Esto se realizó para 3 variedades de quinoa, con la finalidad de hallar diferentes respuestas a la acción de los mismos entre los distintos genotipos. Las dosis utilizadas fueron las consideradas normales para cada producto en cultivos extensivos y sub-dosis de éstas. Las aplicaciones se realizaron con un micro pulverizador. Éstas fueron, al momento de la siembra para los herbicidas pre-emergentes y para los post-emergentes, en la etapa fenológica óptima para el producto evaluado, respetando siempre las normas de seguridad personal. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado con 10 tratamientos (5 productos con 2 dosis diferentes por producto) para herbicidas pre emergentes y 14 tratamientos (7 productos con 2 dosis) para post-emergentes y con 6 repeticiones por tratamiento. A su vez se realizaron 6 muestras más por variedad a las cuales no se les aplico ningún tratamiento y se las utilizo como testigo. Para procesar los resultados se consideró el número de plantas de quinoa sobrevivientes, los síntomas que presentaron y la materia seca producida a los 40 días. Los datos fueron evaluados mediante el análisis de la varianza (ANAVA) y comparación de medias, a través el programa Info-Stat (Di Rienzo et al, 2008). Al analizar los resultados obtenidos, se determinó que el producto denominado Clomazone, a la dosis 360 gr de principio activo/ha, aplicado en los cultivares C-p2 y F 16, exhibió un grado de selectividad que posibilita su empleo en quinoa sin afectar significativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo. Éste tratamiento, no mostro diferencias estadísticas con relación al testigo en cuanto al peso seco de las muestras, diferenciándose del resto de los tratamientos.

**Palabras claves:** quinoa, control de malezas latifoliadas, herbicidas, plantas sobrevivientes, materia seca.

## ABSTRACT

The present work was carried out due to the productive potential and the lack of information of the quinoa in the Semi-arid Pampean region. The control of weeds, especially hardwoods, is one of the obstacles for its diffusion. The objective of the following work is to evaluate the tolerance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) to different herbicides commonly used for the control of broad-leaved weeds, in order to lead to new investigations that favor the expansion of the crop in the region. For this, an experiment was carried out in a greenhouse in the Experimental Field of the UNRC's Faculty of Agronomy and Veterinary Science, which consisted of planting small potted plants with a sterile fine sandy loam soil substrate. The herbicides were applied in the form of pre-emergence or post-emergence as appropriate, depending on their characteristics. This was done for 3 varieties of quinoa, in order to find different responses to the action of the herbicides among the different genotypes. The doses used were those considered normal for each product in extensive crops and underdoses of these. The applications were made with a micro spray. These were, at the time of planting for the pre-emergent herbicides and for post-emergent ones, in the optimal phenological stage for the evaluated product, always respecting the rules of personal safety. The experimental design used was completely randomized with 10 treatments (5 products with 2 different doses per product) for pre-emergent herbicides and 14 treatments (7 products with 2 doses) and with 6 repetitions per treatment. At the same time, 6 more samples were made by variety to which no treatment was applied and they were used as a control. To process the results, the number of surviving quinoa plants, the symptoms they presented and the dry matter produced at 40 days were considered. The data were evaluated through the analysis of variance (ANAVA) and comparison of means, through 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 gr of active principle / ha, applied in the cultivars C-p2 and F 16, exhibits a degree of selectivity that makes possible its use in quinoa without affecting significantly the growth and development of the crop. 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 that exhibited these differences.

**Keywords:** quinoa, control of weeds hardwoods, herbicides, surviving plants, dry matter.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	I pág.
ABSTRACT.....	II pág.
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	III pág.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV pág.
ÍNDICE DE TABLAS.....	V pág.
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1 pág.
Hipótesis.....	4 pág.
Objetivo General.....	4 pág.
Objetivos Específicos.....	4 pág.
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5 pág.
Lugar del ensayo.....	5 pág.
Metodología del ensayo Experimental.....	6 pág.
Determinación de las variables para evaluar la selectividad de los herbicidas.....	9 pág.
Procesamiento de los resultados obtenidos.....	10pág.
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	12 pág.
Cultivar C-p2.....	13 pág.
Cultivar F16.....	16 pág.
Cultivar INIA Tunkahuan.....	18 pág.
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....	21 pág.
CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN.....	23 pág.
Sugerencias.....	24 pág.
BIBLIOGRAFÍA.....	25 pág.
ANEXOS.....	27 pág.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del ensayo.....	5	pág.
<b>Figura 2.</b> Maceta de 280 cm <sup>3</sup> , con sustrato.....	6	pág.
<b>Figura 3.</b> Micropulverizador y elementos utilizados para la aplicación.....	9	pág.
<b>Figura 4.</b> Plantas en proceso de secado.....	10	pág.
<b>Figura 5.</b> Balanza para pesado de las muestras.....	10	pág.
<b>Figura 6.</b> Efecto de los tratamientos en el cultivar C-p2.....	14	pág.
<b>Figura 7.</b> Comparación de testigo, dosis y subdosis para Clopyralid en C-p2.....	15	pág.
<b>Figura 8.</b> Comparación de testigo, dosis y subdosis para Imazetapyr en C-p2.....	15	pág.
<b>Figura 9.</b> Comparación de testigo, dosis y subdosis para con Bentazon en C-p2.....	15	pág.
<b>Figura 10.</b> Efecto de los tratamientos en el cultivar F16.....	17	pág.
<b>Figura 11.</b> Comparación de testigo, dosis y subdosis para Clopyralid en F16.....	17	pág.
<b>Figura 12.</b> Comparación de testigo, dosis y subdosis para Bentazon en F16.....	17	pág.
<b>Figura 13.</b> Comparación de testigo, dosis y subdosis para Imazetapyr en F16.....	18	pág.
<b>Figura 14.</b> Efecto de los tratamientos en el cultivar Tunkahun.....	19	pág.
<b>Figura 15.</b> Comparación de testigo, dosis y subdosis para Bentazon en Tunkahuan.....	20	pág.
<b>Figura 16.</b> Comparación de testigo, dosis y subdosis para Clopyralid en Tunkahuan.....	20	pág.
<b>Figura 17.</b> Comparación de testigo, dosis y subdosis para Imazetapyr en Tunkahuan.....	20	pág.

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Productos preemergentes y dosis de cada tratamiento.....	7	pág.
<b>Tabla 2.</b> Productos postemergentes, momento de aplicación y dosis de cada tratamiento...	7	pág.
<b>Tabla 3.</b> Supervivencia y síntomas para cada tratamiento.....	12	pág.
<b>Tabla 4.</b> Medias de peso seco relativo para el cultivar C-p2.....	14	pág.
<b>Tabla 5.</b> Medias de peso seco relativo para el cultivar F16.....	16	pág.
<b>Tabla 6.</b> Medias de peso seco relativo para el cultivar Tunkahuan.....	19	pág.
<b>Tabla 7.</b> Registro de peso seco para cada muestra.....	27	pág.
<b>Tabla 8.</b> Análisis de la varianza y medias del peso seco relativo del cultivar C-p2.....	28	pág.
<b>Tabla 9.</b> Análisis de la varianza y medias del peso seco relativo del cultivar F16.....	29	pág.
<b>Tabla 10.</b> Análisis de la varianza y medias del peso seco relativo del cultivar Tunkahuan.....	29	pág.

## INTRODUCCIÓN

La quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.), es un seudocereal perteneciente a la familia Amarantáceas (antes Chenopodiaceas, actual subfamilia Chenopodioidea). Esta familia involucra también especies de plantas económicamente importantes, tales como la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) (Giusti, 1970).

Se cultiva desde tiempos muy antiguos en la región andina, de lo que se conoce actualmente como Bolivia, Perú, norte y sur de Chile y noroeste de Argentina. Tuvo un papel predominante como base de la alimentación de algunas culturas prehispánicas, particularmente de las civilizaciones Incas, Aymaras, Araucanas y Mapuches. En la actualidad, además de los países ya mencionados, también se produce en Ecuador, Colombia y Estados Unidos. Crece desde el nivel del mar, en la zona centro sur de Chile, hasta los 4000 m de altitud, en los Andes de Bolivia, aunque su nicho más común se encuentra a partir de los 2500 m (Gandarillas, 1979).

Este seudocereal es una planta alimenticia de desarrollo anual, dicotiledónea, que normalmente alcanza una altura de 1 a 3 m. Las hojas son anchas y polimorfas (con diferentes formas en la misma planta); el tallo central se torna quebradizo a la madurez y puede tener ramificaciones, dependiendo de la variedad o densidad del sembrado. Las flores son pequeñas y carecen de pétalos, hermafroditas o femeninas, y generalmente se autofecundan. El fruto es un aquenio seco y mide aproximadamente 2 mm de diámetro (250 a 500 semillas pesan 1 g), rodeado por el cáliz, que es del mismo color que la planta (Tapia *et al*, 2007; Jacobsen y Stolen, 1993)

En cuanto a los requerimientos edafo-climáticos, la quinoa prefiere suelos francos, con buen drenaje relativo, alto contenido de materia orgánica, y un contenido medio de nutrientes. La planta es exigente en nitrógeno y calcio, moderadamente en fósforo y poco en potasio. También se adapta muy bien a otros tipos de suelo, siempre que se le dote de nutrientes y no exista la posibilidad de encharcamiento, ya que es muy susceptible al exceso de humedad sobre todo en los primeros estadios. Tiene un adecuado crecimiento y producción de semillas en un amplio rango de pH del suelo. No obstante, diferentes estudios indican que un pH cercano a la neutralidad es el ideal (Jacobsen *et al*, 2000).

Es una planta muy plástica y de amplia variabilidad genética, lo que le permite adaptarse a una amplia gama de climas, desde el desértico, caluroso y seco de la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, y llegando hasta las cabeceras de la selva con elevada humedad relativa, la Puna y las zonas cordilleranas de grandes altitudes (Cardenas, 1999).

Es un cultivo muy eficiente en el uso del agua, a pesar de ser una planta C3. Puede no solo escapar al déficit hídrico, sino tolerar la falta de humedad bajo condiciones de extrema

aridez. Es posible obtener producciones aceptables con precipitaciones tan limitadas como 200-250 mm anuales. Su rusticidad es tal, que se ha determinado que un contenido de humedad equivalente a capacidad de campo resulta perjudicial para el normal crecimiento y producción de quinoa. Es quizás por este motivo que los campesinos pronostican que en años secos se obtiene buena producción y no así en los lluviosos (Cardenas, 1999; Peralta *et al*, 2012).

La temperatura media óptima para la quinoa está alrededor de 15-20 °C, sin embargo se ha observado que ya con temperaturas medias de 10°C desarrolla perfectamente. Se ha determinado que también posee mecanismos de escape y tolerancia a bajas temperaturas, pudiendo soportar hasta -8 °C, en determinadas etapas fenológicas. Temperaturas por encima de los 38 °C producen aborto de flores y muerte de estigmas y estambres, afectando directamente la formación de granos (Peralta *et al*, 2012).

La quinoa se caracteriza por producir un grano de gran valor alimenticio cuyas cualidades nutritivas están bien documentadas y han sido reconocidas en el mundo entero. Está descrita como uno de los alimentos más completo para la nutrición humana, tomando como base sus proteínas de alta calidad con un balance ideal de aminoácidos esenciales (Fleming y Galwey, 1995).

El alto valor nutricional del grano de quinoa se debe principalmente a que el embrión ocupa una proporción grande de la semilla (25-30%), en relación a los cereales (Koziol, 1992). Así, su contenido de proteína puede alcanzar hasta un 22% (Fleming y Galwey, 1995).

Se puede considerar a la quinoa como una de las especies de baja explotación, con relación a todas sus características productivas y nutricionales, de mayor potencial en el mundo lo que ha generado en los últimos años un gran interés de los investigadores por mejorar este cultivo (Ruales y Nair, 1992; Ruales, *et al.*, 2002; Mujica y Jacobsen, 2006).

Una de las principales limitantes para aumentar y expandir la superficie cultivada de quinoa es el control de malezas latifoliadas. Aguerrea (1998) concluye que los rendimientos, de quinoa, se ven seriamente disminuidos cuando se ve expuesta a la competencia con éstas. En la actualidad, no existe un producto herbicida, que controle malezas “de hoja ancha”, específicamente indicado para su empleo en el cultivo de quinoa. Los herbicidas usualmente empleados en el control de malezas latifoliadas de los cultivos “convencionales” resultan, previsiblemente, fitotóxicos. Esto es así porque, en primer lugar dichos productos no han sido desarrollados específicamente para el cultivo de quinoa, cuidando la selectividad para con esta especie, y, en segundo lugar porque, la quinoa se encuentra filogenética y estrechamente emparentada con especies de malezas de su misma familia (Amarantaceas) las cuales constituyen malezas muy comunes y agresivas para la mayoría de los cultivos

“convencionales”. En razón de carecerse de herbicidas selectivos, en la práctica el control de malezas en quinoa se realiza recurriendo a métodos manuales, mecánicos y a prácticas culturales como el manejo de la fecha de siembra, la densidad de plantas y la distancia entre hileras.

No existen al presente demasiados antecedentes sobre la evaluación de herbicidas que puedan emplearse para el control de malezas latifoliadas en la quinoa, sin llegar a ocasionar alteraciones en el normal desarrollo del cultivo.

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

Mogrovejo (2000), experimentó con amaranto, encontró una marcada tolerancia a varias triazinas aplicadas en preemergencia, en especial para *Amarantuhus caudatus L.* También determinó una buena selectividad de Bentazón para todos los cultivares evaluados. El amaranto (*Amaranthus spp.*) es una especie perteneciente también a la familia de las Amarantaceas, que comparte muchas similitudes con la quinoa.

Noelting *et al.* (2002), obtuvieron 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 elevada aún a la dosis más alta que se evaluó (960 g de p.a./ha), tanto en aplicaciones de presiembra como en preemergencia.

Kudsk *et al.* (2012), registraron un grado de selectividad importante de parte del herbicida Clomazone aplicado en preemergencia de amaranto, pero sólo a bajas dosis (90 g p.a./ha). Este mismo producto mostró una alta selectividad, sin afectar el peso seco de las plantas, cuando fue aplicado en postemergencia temprana a dosis normal, (360 g de p.a./ha). El único síntoma de fitotoxicidad observado fue clorosis en hojas viejas del cultivo. En el mismo estudio, Diflufenican aplicado en postemergencia mostró selectividad pero solo a una dosis reducida (1/4 de la dosis). Bentazon en postemergencia evidenció una selectividad media. Clopiralid en postemergencia se mostró como altamente selectivo, sin afectar el peso de las plantas aún a la dosis más alta.

Dado el reducido espectro de productos evaluados en trabajos previos, por otros autores, se decidió en esta experiencia ampliar la gama de principios activos, probando también otros herbicidas que se utilizan normalmente para el control de malezas latifoliadas con excelentes resultados, en cultivos de interés regional, como maní y soja. Los productos que se utilizaron en preemergencia son, Atrazina, S-metalachor, Imazetapir y Metsulfuron + Clorsulfuron. Mientras que en postemergencia se probaron S-metalachor e Imazetapir.

## HIPÓTESIS

- ✓ Existen productos herbicidas para el control de malezas latifoliadas, con un grado de selectividad determinado, que haría posible su empleo en quinoa, sin afectar significativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

- ✓ Identificar productos herbicidas, efectivos en el control de malezas latifoliadas, que expresen un grado de selectividad aceptable sobre el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd).

### OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✓ Evaluar el efecto de los distintos productos herbicidas sobre la supervivencia de plantas y el crecimiento vegetativo del cultivo.
- ✓ Caracterizar el efecto fitotóxico que los distintos productos puedan presentar, según los síntomas de daño que manifieste el cultivo.
- ✓ Detectar la eventual ocurrencia de plantas del cultivo que, ante la acción de un producto de elevada fitotoxicidad para el resto de las plantas, expresen un grado de tolerancia total o parcial (aceptable) al producto evaluado.

## MATERIALES Y METODOS

### 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" LS, 64° 18' 02,33 LO, 421 m.s.n.m) durante el año 2015 y 2016 (Fig. 1). De esta forma, las condiciones experimentales pudieron ser estandarizadas y se evitó alguna posible interferencia de las condiciones climáticas a la hora de sembrar el cultivo y de aplicar los productos.



Fig. 1. Imagen satelital en donde se aprecia el lugar donde se llevó a cabo el ensayo.

### **Metodología del Ensayo Experimental**

Para la experiencia se utilizaron semillas de tres genotipos de quinoa, con características agronómicas diferentes: la variedad INIA-Tunkahuan, (proveniente de Ecuador), y las líneas avanzadas F-16 y CP2 (desarrolladas en la FAV-UNRC). Las semillas de los diferentes genotipos se sembraron sobre un sustrato de suelo franco arenoso fino, en macetas de pequeño tamaño (280 cm<sup>3</sup>) (Fig 2).



Fig. 2 macetas de 280 cm<sup>3</sup>, previo a la siembra, con el sustrato a capacidad de campo.

La experiencia se dispuso siguiendo un diseño completamente aleatorizado, con 6 repeticiones (macetas) por tratamiento. Se consideró a la maceta como la unidad experimental. Los tratamientos fueron definidos por la combinación producto herbicida – dosis (Tabla 1 y 2) y fueron evaluados en los 3 genotipos anteriormente mencionados. El suelo empleado para el llenado de las macetas se extrajo del Campo Experimental de la UNRC. Previo a su utilización, fue tamizado y esterilizado mediante calor seco (110 °C por 24 hs), en estufa. Esto tuvo por objeto lograr un tamaño homogéneo del sustrato y eliminar todos aquellos patógenos, especialmente los del complejo de hongos del suelo, así como semillas de malezas, 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 Detalle de los productos preemergentes y dosis de cada tratamiento.

<b>PRODUCTO</b>	<b>DOSIS p.a. (g/ha)</b>
Clomazone	120 240
Atrazina	500 1000
S-metoalachlor	500 800
Imazetapyr	30 60
Metsulfuron 12.5%	6
+ Clorsulfuron 62.5%	10

Tabla 2 Detalle de los productos postemergentes, momento de aplicación y dosis de cada tratamiento.

<b>PRODUCTO</b>	<b>MOMENTO DE APLICACIÓN</b>	<b>DOSIS p.a.</b>
Clomazone	0-2 hojas	360 g/ha 540 g/ha 800 g/ha
Diflufenican	0-2 hojas	65 g/ha 100 g/ha
Bentazon	4-6 hojas	700 g/ha 1000 g/ha
Clopyralid	4-6 hojas	150 g/ha 200 g/ha
S-metoalachlor	0-2 hojas	800 g/ha
Imazetapyr	4-6 hojas	30 g/ha 60 g/ha
Fomesafen	4-6 hojas	90 cc/ha 120 cc/ha

La siembra en las macetas se realizó el 17 de Noviembre del 2015. Se colocó alrededor de 30 semillas por maceta para asegurar que un número suficiente de ellas inicien la germinación, sobreponiéndose a cualquier problema que pudiera presentarse en ese proceso, y garantizar así una cantidad de plantas suficientes que se vieran sometidas a la acción del producto herbicida correspondiente. El Poder Germinativo de la semilla utilizada, determinada en condiciones de laboratorio específicas, estuvo alrededor del 90 %.

Las macetas fueron humedecidas previamente, antes de la siembra, hasta alcanzar un contenido de humedad en el suelo equivalente al contenido de Capacidad de Campo. Una vez colocadas las semillas en la maceta, fueron cubiertas con una delgada capa de tierra para favorecer un adecuado contacto con la humedad del suelo y asegurar su rápida germinación.

Los tratamientos fueron realizados en distintos momentos del cultivo, dependiendo de si el producto herbicida correspondiente utilizado era de acción preemergente o postemergente. A su vez, el momento de aplicación de los productos post-emergentes varió según el estadio de crecimiento del cultivo y la conveniencia de aplicación en función de la competencia con las malezas (Tabla 1 y 2).

En el caso de los tratamientos de post-emergencia, y dado el pequeño tamaño de las macetas, poco después de la emergencia (5 a 6 días), se procedió a efectuar un raleo de las plántulas de quinoa dejando solamente 3 por maceta. Adicionalmente, un número de 6 macetas por variedad, sembradas en similares condiciones pero sin recibir la aplicación de herbicida alguno, constituyeron el testigo o control que permitió identificar y contrastar debidamente la acción herbicida en los distintos tratamientos.

Las macetas fueron controladas diariamente y regadas frecuentemente, en función de la demanda de agua de las plantas, para garantizar una adecuada turgencia del follaje durante el tiempo que duró la experiencia.

Los tratamientos herbicidas que se utilizaron, el momento de aplicación y la dosis establecida se detallan en la tabla 1 y 2. Se emplearon 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 algo menor, que varía entre el 50 y 60 % de la dosis normal dependiendo del principio activo.

Para la aplicación de los productos en las macetas se utilizó un micropulverizador, previamente regulado para lograr una aplicación exacta y sin variaciones (Fig. 3). 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, presentes en el agua de la solución, y el producto herbicida utilizado.



Fig. 3 Micropulverizador y elementos utilizados para la aplicación.

Los productos pre-emergentes se aplicaron inmediatamente luego de la siembra de las macetas. Los post-emergentes se aplicaron al alcanzar el cultivo el estado de crecimiento indicado en la tabla 2.

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 mascara provista de filtro.

### **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 pre-emergencia y post-emergencia.

En el caso de los tratamientos en pre-emergencia se evaluó, a los 20 días contados desde el momento de la siembra, el número de plantas emergidas de quinoa que presentaban un crecimiento normal, comparable con el de las macetas testigo.

Para los tratamientos de post-emergencia, a los 25 días de la aplicación se determinó la supervivencia de plantas del cultivo y se caracterizaron los eventuales síntomas de fitotoxicidad que presentaban 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 quinoa que permanecían vivas. Para determinar el Peso Seco se cortaron las plantas de cada maceta, al ras del suelo, y se colocaron enteras en bolsas de papel madera que posteriormente fueron llevadas a estufa por 48-72 horas a 90°C, hasta peso constante. De igual forma se procedió con las

plantas testigo (Fig. 4). Una vez secas, las muestras fueron pesadas en balanza digital de laboratorio (Fig. 5).

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



Fig. 4 Plantas embolsadas, en estufa, para proceder al secado.

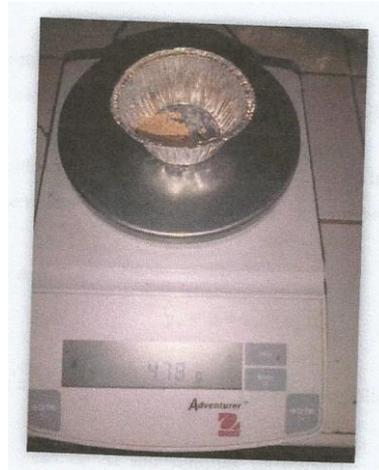


Fig. 5 Balanza para el pesado de las muestras.

### **Procesamiento de los resultados obtenidos**

Los datos resultantes de la evaluación de las diferentes variables, fueron luego 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:

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

Donde:

$y_{ij}$ = peso seco de la 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 la 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 (Tabla 1 y 2) presentaban o no diferencias estadísticas, en algún genotipo evaluado, con respecto al peso seco del testigo.

## RESULTADOS

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

En el caso de los herbicidas pre-emergentes no fue posible efectuar algún tipo de análisis ya que todas las combinaciones “producto x dosis” (tabla 1), resultaron letales para las tres variedades de quinoa y a los 20 días desde la siembra no se encontraron plántulas emergidas. Cabe señalar que, en contraposición, las macetas testigo (sin tratamiento alguno) mostraban una emergencia normal de plántulas.

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

Tabla 3 Descripción de sobrevivencia y síntomas de la quinoa para cada tratamiento.

TRATAMIENTO		SOBREVIVENCIA A LOS 20 DIAS	SINTOMAS
Producto	Dosis		
Clomazone	360 gr/ha	SI	En dosis bajas no produjo síntoma alguno, mientras que a medida que esta aumenta, se visualizó detención de crecimiento y clorosis general en las hojas superiores de las plántulas.
	540 gr/ha	SI	
	800 gr/ha	NO	
Diflufenican	65 gr/ha	NO	
	100 gr/ha	NO	
Bentazon	700 gr/ha	NO	
	1000 gr/ha	NO	
Clopyralid	150 gr/ha	SI	Se observó desregulación del crecimiento (aumentando el tamaño de las plántulas), marchitamiento, elongación y torcedura de tallos, síntomas que se hicieron más notorios a medida que la dosis era mayor.
	200 gr/ha	SI	
S-metoalachlor	800 gr/ha	SI	Se observó retardo de crecimiento, plantas débiles y necrosis apical.
Imazetapyr	30 gr/ha	SI	Se observó cese de crecimiento, hojas cloróticas y algún desprendimiento de éstas. Necrosis apical.
	60 gr/ha	SI	
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. Dado que el objetivo de la investigación, no se registró información en aquellos tratamientos que evidenciaron muerte total de plantas luego de transcurrido ese período.

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. Se eliminaron los datos extremos, para poder conseguir la normalidad de los residuos y en todos los casos se cumplió con la homogeneidad de varianzas.

### **Cultivar C-p2**

El modelo utilizado para realizar el análisis estadístico del Peso Seco de plantas explicó, para este genotipo, el 94% ( $R^2$ ) de la variación total de las diferencias encontradas. Mientras que el coeficiente de variación fue de 12.75, el cual es un coeficiente de precisión medio-alto. Ambos parámetros indican un modelo confiable (Tabla 4).

Esto se puede explicar debido a que no existió variabilidad genética entre las muestras, ya que pertenecen a un mismo genotipo, y que las condiciones ambientales fueron similares para todas en general. Ello permito disminuir el error y observar solo la variación por los distintos herbicidas.

En el análisis de la varianza, se observa 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 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. El resto de los tratamientos se diferencian estadísticamente, en distinta magnitud, en relación al testigo. 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 medida que ésta aumenta. Esto queda muy 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 1.43 gr, mientras que para las dosis de 540 g/ha y 800 g/ha obtuvieron un peso de 0.81 gr y 0.28 gr, respectivamente.

Tabla 4 Medias del Peso Seco Relativo para el cultivar C-p2 (test DGC).

Herbicidas	Medias
CLOM.-360g.ha	1,43 a
TESTIGO	1,43 a
CLOPIR.-200g.ha	1,08 b
CLOPIR.-150g.ha	0,93 c
CLOM.-540g.ha	0,81 c
IMAZET.-30g.ha	0,80 c
IMAZET.-60g.ha	0,53 d
S-METOAL.-800g.ha	0,37 e
CLOM.-800g.ha	0,28 e
p value	<0,0001
R2	0,94
C.V.	12,75

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

En la figura 6 se aprecia visualmente las diferencias existentes en la producción de biomasa de los diferentes tratamientos, expresada como Peso Seco relativo en relación al testigo.

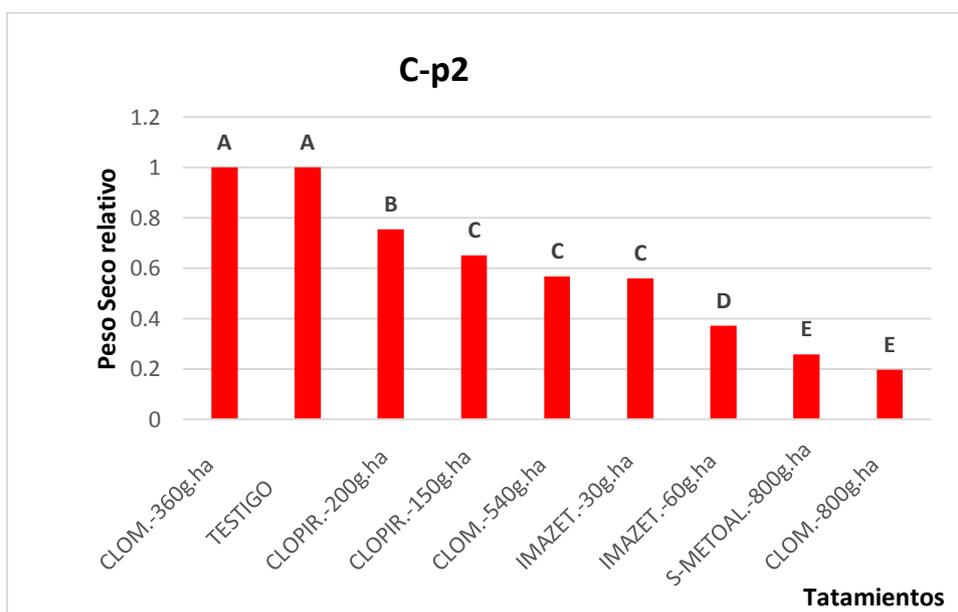


Fig. 6 Efecto de los diferentes tratamientos sobre la biomasa producida por las plantas del cultivar C-p2.



Fig. 7 De izquierda a derecha se observa el testigo, la dosis y subdosis para el tratamiento con Clopyralid.



Fig. 8 De izquierda a derecha se observa el testigo, la subdosis y dosis para el tratamiento con Imazetapyr



Fig. 9 De izquierda a derecha se observa el testigo, la subdosis y dosis para el tratamiento con Bentazon.

## Cultivar F 16

Para este genotipo, el modelo utilizado para realizar el análisis estadístico explicó el 93% (R<sup>2</sup>) de la variación total de las diferencias de peso seco encontradas. Mientras que el coeficiente de variación fue de 15.22, el cual es un coeficiente de precisión medio (Tabla 5).

Esto, al igual que para el genotipo anterior, se debe a que no existió variabilidad genética entre las muestras ya que pertenece a un mismo genotipo y que las condiciones ambientales fueron homogéneas. Lo cual permite disminuir el error y observar solo el efecto de la variación causada por los distintos herbicidas.

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 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 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 el CLOMAZONE 360 g/ha. El resto de los tratamientos se diferencian, estadísticamente, en distintas magnitudes, formando dos grupos. Los referenciados con la letra B y los que poseen la C, los cuales tienen una media muy inferior con relación al testigo. Las diferencias estadísticas se dan tanto entre principios activos como entre dosis de cada principio (Tabla 5).

Tabla 5 Medias del Peso Seco Relativo para el cultivar F16 (test DGC).

Herbicidas	Medias
TESTIGO	1,50 a
CLOM.-360g.ha	1,41 a
CLOPIR.-200g.ha	0,93 b
IMAZET.-30g.ha	0,88 b
CLOM.-540g.ha	0,81 b
CLOPIR.-150g.ha	0,79 b
IMAZET.-60g.ha	0,70 b
S-METOAL.-800g.ha	0,20 c
CLOM.-800g.ha	0,18 c
p value	<0,0001
R <sup>2</sup>	0,93
C.V.	15,22

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

En la figura 10 se aprecia visualmente las diferencias existentes de peso relativo de cada tratamiento en relación al testigo para el cultivar F 16.

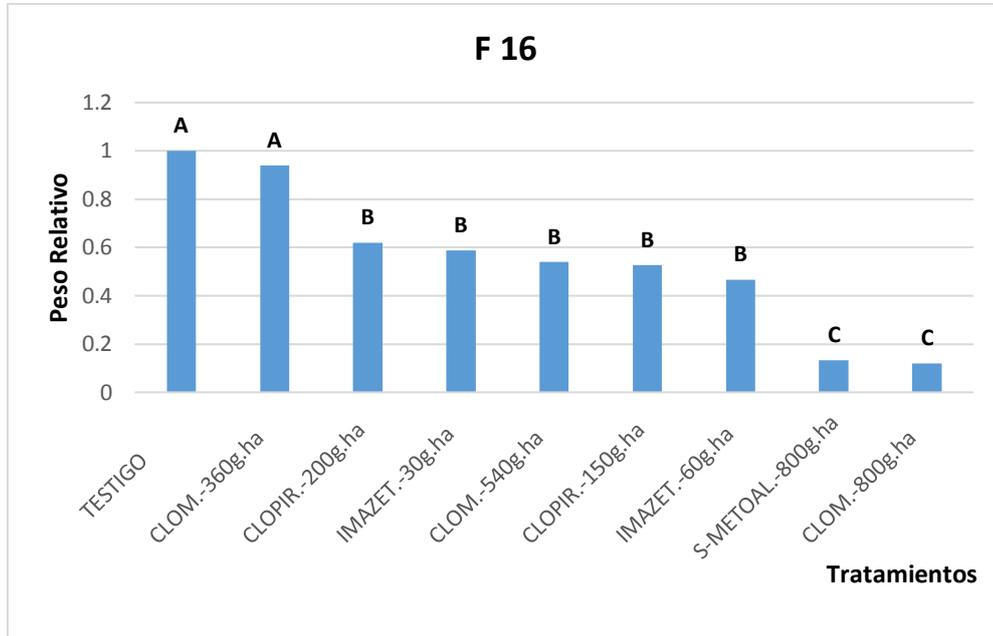


Fig. 10 Efecto de los diferentes tratamientos sobre la biomasa producida por las plantas del cultivar F 16.



Fig. 11 De izquierda a derecha se observa el testigo, la subdosis y dosis para el tratamiento con Clopyralid



Fig. 12 De izquierda a derecha se observa el testigo, la subdosis y dosis para el tratamiento con Bentazon.



Fig. 13 De izquierda a derecha se observa el testigo, la subdosis y dosis para el tratamiento con Imazetapyr.

### **Cultivar INIA-TUNKAHUAN**

Para el cultivar Tunkahuan, 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 20.01, el cual es un coeficiente de precisión medio.

Esto, al igual que para los genotipo anteriores, se debe a que no existió variabilidad genética entre las muestras ya que pertenece a un mismo genotipo y que las condiciones ambientales fueron homogéneas. Lo cual permito disminuir el error y observar solo la variación por los distintos tratamientos.

Cabe aclarar que para este genotipo no se realizaron los tratamientos de Clomazone, en ninguna de las dosis mencionadas en la tabla 2, debido a que no se obtuvo el número suficiente de plantas emergidas en las macetas correspondientes. Esto habría sido consecuencia del reducido Poder Germinativo de la semilla utilizada.

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 puede concluir que todos los tratamientos se diferencian significativamente para la variable Peso Seco respecto del testigo, representado por la letra A. Si bien, el resto de los tratamientos se diferencian estadísticamente, en distinta magnitud, formando dos grupos, esto no es de importancia ya que el objetivo de la investigación era identificar posibles compuestos herbicidas que no provocaran daño sobre el cultivo al punto de afectar el crecimiento respecto del testigo (Tabla 6).

Tabla 6 Medias del Peso Seco Relativo para el cultivar Tunkahuan (test DGC).

Herbicidas	Medias
TESTIGO	1,73 a
CLOPIR.-150g.ha	0,92 b
IMAZET.-30g.ha	0,82 b
CLOPIR.-200g.ha	0,74 b
IMAZET.-60g.ha	0,44 c
S-METOAL.-800g.ha	0,32 c
p value	<0,0001
R2	0,91
C.V.	20,01

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

En la figura 14 se aprecia visualmente las diferencias existentes de peso seco relativo de cada tratamiento en relación al testigo para el cultivar Tunkahuan.

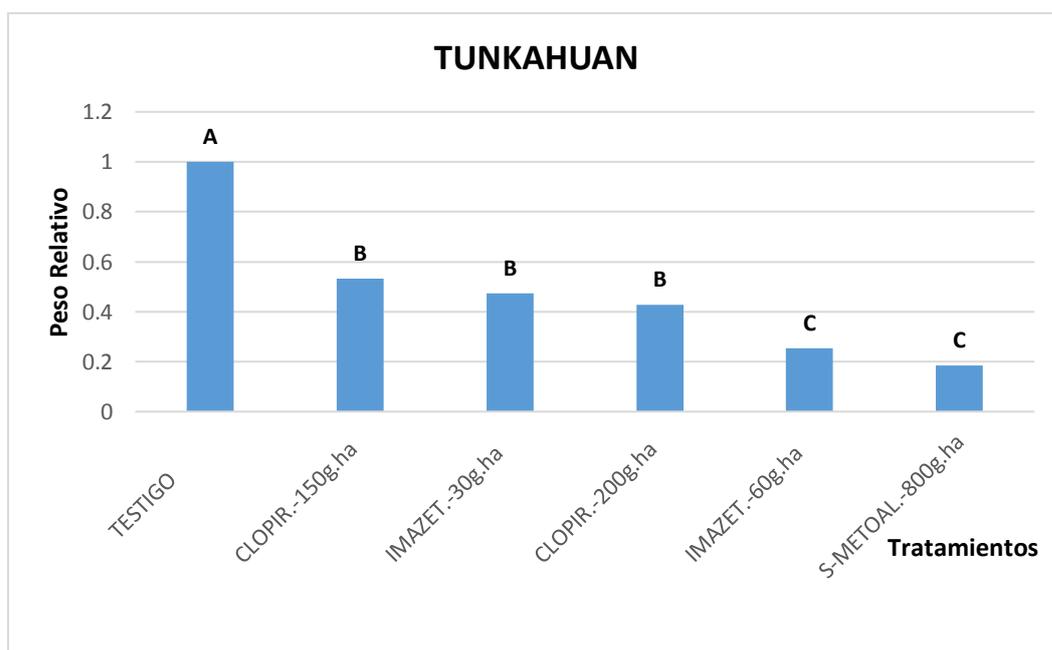


Fig.14 Efecto de los diferentes tratamientos sobre la biomasa producida por las plantas del cultivar Tunkahuan.



Fig. 15 De izquierda a derecha se observa el testigo, la subdosis y dosis para el tratamiento con Bentazon.



Fig. 16 De izquierda a derecha se observa el testigo, la subdosis y dosis para el tratamiento con Clopyralid.



Fig. 17 De izquierda a derecha se observa el testigo, la subdosis y dosis para el tratamiento con Imazetapyr.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fueron diferentes según el grupo de herbicidas utilizados (preemergentes o postemergentes) y a su vez no se encontró variación de los resultados, entre los distintos genotipos con el mismo tratamiento.

En el caso de los herbicidas pre-emergentes, la totalidad de los tratamientos resultaron letales para las 3 variedades de quinoa ya que a los 20 días de la siembra no se encontraron plántulas emergidas. Si bien se trata de otra especie, aunque emparentadas taxonómicamente, estos resultados se diferencia por lo observado por Mogrovejo (2000), quien encontró tolerancia a varias triazinas (Atrazina) 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, en la cual se verifica un excelente comportamiento de cultivos extensivos como maní y soja ante aplicaciones de herbicidas preemergentes como S-metalochlor (800 g/ha), Imazetapir (60 g/ha) y Metsulfuron+Clorsulfuron (10 g/ha), no fue posible detectar algún grado de selectividad de la quinoa a estos productos.

Para los herbicidas postemergentes, se llevó a cabo una primera observación a los 20 días, desde la aplicación, en la cual se detectó sobrevivencia y síntomas generales que evidenciaban las plántulas de las tres variedades de quinoa, sin mostrar diferencia entre los genotipos, por lo que el posterior análisis se basa en cada tratamiento sin considerarlos separadamente.

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 evidencio ninguna sintomatología de fitotoxicidad. A medida que aumento la dosis, 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 éste producto mostró una alta selectividad a una dosis baja (360 g p.a./ha), sin afectar el peso seco de las plantas, aunque con una insipiente clorosis en hojas viejas del cultivo.

Los principios activos Diflufenican, Bentazon y Fomesafen, resultaron letales para la quinoa en todas las dosis probadas. Esto se diferencia de lo obtenido por Molina *et al.* (2014), con el herbicida Fomesafen, quienes observaron una alta selectividad 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

(1/4 de la dosis) y Bentazon evidenció una selectividad media. También se opone a lo obtenido por Mogrovejo (2000) quien determinó una buena selectividad de Bentazón para todos los cultivares evaluados de amaranto.

El herbicida Clopiralid, 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 medida que aumentó la dosis, 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 Clopiralid 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-metalochor (800 g/ha) y Imazetapir (60 g/ha). No se verifico este grado de selectividad en el cultivo de quinoa, en el cual aún a bajas dosis se obtuvo como resultado detención del crecimiento, clorosis y necrosis apical.

## CONCLUSIONES

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

Sin embargo se pudo determinar que el producto denominado Clomazone, a la dosis 360 gr de principio activo/ha, aplicado en los cultivares C-p2 y F 16, exhibe un grado de selectividad que posibilita su empleo en quinoa sin afectar significativamente el crecimiento y desarrollo del cultivo.

No fue posible detectar plantas individuales que expresaran resistencia o aceptable tolerancia a los productos evaluados, como resultado de eventuales mutaciones de interés para su empleo en etapas avanzadas de mejoramiento de esta especie.

### **Investigaciones Futuras**

Esta investigación serviría como base para la posterior evaluación, a una escala de experimentación mayor 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 el efecto de todos aquellos productos herbicida y/o dosis, que no resultaron letales para el cultivo, sobre la producción final de grano. Esto tendría por objeto determinar si, alguno de los productos que provocaron una reducción significativa del crecimiento cuando fueron aplicados a los 40 días de edad de las plantas, permiten una recuperación posterior de las mismas y hacen posible que el cultivo culmine su ciclo sin verse afectado significativamente el rendimiento de grano.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUERREA, A. 1998. **Control químico de malezas en quínoa (*Chenopodium quinoa Willd.*)**. Ing. Agr. Chillan, Chile. Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. 31 p.
- CARDENAS, G. 1999. **Selección de cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) por su resistencia a la sequía**. Tesis de Ing. Agro. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Escuela profesional y Académica de Agronomía. Arequipa, Perú. 95 p.
- DI RIENZO, J.A., F. CASANOVES, M.G. BALZARINI, L. GONZALEZ, M. TABLADA, C.W. ROBLEDO. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- FLEMING, J.E.; N.W. GALWEY. 1995. **Quinoa (*Chenopodium quinoa*)**. In: **Cereals and Pseudocereals**. Chapman & Hall, London, UK, pp. 3–83.
- GANDARILLAS, H. 1979. **Genética y origen**. In: **Quinoa y Kañiwa Cultivos Andinos**, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Bogotá, Colombia. pp. 45–64.
- GIUSTI, K. 1970. **El género *Chenopodium* en la Argentina**. I. Numero de cromosomas. Darwiniana 16: 98-105.
- JACOBSEN, S. AND STOLEN, O. (1993). **Quinoa – Morphology and phenology and prospects for its production as a new crop in Europe**. Eur. J. Agron. 2, 19–29.
- JACOBSEN, S., QUISPE, H., AND MUJICA, A. (2000). **Quinoa: An Alternative crop for saline soils in the Andes**. CIP Progr. Rep. 1999–2000, 403–408
- KOZIOL, M. (1992) **Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*)**. Journal of Food Composition and Analysis. 5, 35-68.
- KUDSK, A. T.; R. M. DE TROIANI; T. M. SÀNCHEZ 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.
- 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 65° congreso anual de la sociedad agronómica de Chile 2014. *Simiente*. Vol. 84 (1-4), pág. 40.
- MUJICA, A.; E. JACOBSEN. 2006. **La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y sus parientes silvestres**. Botánica Económica de los Andes Centrales. 449-457.

- NOELTINAG, M.C.; O.D. VEGA; A.M. PEREYRA. 2002. **Aplicación de clomazone, para el control de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) en un cultivo de amaranto.**
- PERALTA, E., N. MAZÓN, Á. MURILLO, M. RIVERA, D. RODRÍGUEZ, L. LOMAS, 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.
- RUALES, J., Y. DE GRIJALVA., P. LOPEZ-JARAMILLO, Y B. M. FAIR. 2002. **The nutritional quality of an infant food from quinoa and its effect on the plasma level of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in undernourished children.** Int J Food Sci Nutr. 53(2):143-154.
- RUALES, J.; B. M. NAIR. 1992. **Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds.** Plant Foods Hum Nutr. 42(1):1-11.
- TAPIA, M. E.; y A.M. FRIES. 2007. **Guía de campo de los cultivos andinos.** FAO y ANPE. Lima.

## ANEXOS

### Peso seco de cada muestra para los distintos tratamientos de cada genotipos

Tabla 7 Registro del peso de la materia seca de cada muestra sobreviviente para cada genotipo con su tratamiento.

P. Activo	Dosis (g/ha)	M. Aplicac.	F16	TUM	CP2
<b>TESTIGO</b>			1.62	2	1.56
			1.52	1.64	1.28
			0.91	1.53	1.35
			1.28	1.43	1.41
			1.56	1.78	1.41
			1.54	2	1.54
<b>CLOMAZONE (36%)</b>	360	0-2 hojas	1.47	-	1.43
			1.35	-	1.73
			1.66	-	1.46
			1.19	-	1.37
			1.37	-	1.25
			1.42	-	1.36
	540	0-2 hojas	0.95	-	0.91
			0.77	-	0.57
			0.83	-	0.73
			0.87	-	0.98
			0.62	-	0.86
			0.8	-	0.82
	800	0-2 hojas	0.36	-	0.42
			0.25	-	0.23
			0.17	-	0.17
			0.32	-	0.26
			m	-	0.3
			m	-	m
<b>DIFLUFENICAN (PELICAN)</b>	65	0-2 hojas	m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
	100	0-2 hojas	m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
<b>BENTAZÓN (60%) Basagram</b>	700	4-6 hojas	m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
	1000	4-6 hojas	m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
			m	m	m
<b>CLOPIRALID (36%) Lontrel</b>	150	4-6 hojas	0.79	0.88	0.93
			0.7	0.84	0.84
			0.74	1.14	1.02
			0.86	0.9	0.78
			0.93	0.83	1.02
			0.71	m	0.96
	200	4-6 hojas	1.04	0.72	1.15
			0.75	0.63	1.12
			0.83	0.86	0.98
			1.04	0.64	1.06
			0.99	0.75	2.2
			m	0.82	m

<b>S-METALOCLOL (96%)</b> (Dual)	800	4-6 hojas	0.21	0.38	0.39	
			0.19	0.31	0.32	
			0.17	0.29	0.35	
			0.16	0.27	0.36	
			0.2	0.28	0.4	
			0.28	0.38	0.39	
<b>IMAZETAPIR (11%)</b> (Pivot)	30	4-6 hojas	0.92	0.97	0.87	
			0.94	0.81	0.77	
			0.81	0.92	0.75	
			1.03	0.73	0.76	
			0.7	0.67	0.84	
				0.87	m	m
	60	4-6 hojas	0.55	0.28	0.58	
			0.73	0.92	0.71	
			0.82	0.33	0.6	
			0.72	0.32	0.49	
0.86			0.34	0.43		
			0.53	0.45	0.38	
<b>FOMESAFEN (25%)</b> (Flex)	0.09l/ha	4-6 hojas	m	m	m	
			m	m	m	
			m	m	m	
			m	m	m	
			m	m	m	
				m	m	m
	0.12 l/ha	4-6 hojas	m	m	m	
			m	m	m	
			m	m	m	
			m	m	m	
m			m	m		

## Resultados de ANAVA y comparación de medias (test DGC) para el cultivar C-p2

Tabla 8 Análisis de la varianza y medias de peso seco relativo (test DGC) .

Lineas	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
C-p2	peso	50	0,94	0,93	12,75

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,94	8	0,99	83,83	<0,0001
herbicidas	7,94	8	0,99	83,83	<0,0001
Error	0,49	41	0,01		
Total	8,42	49			

### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1476

Error: 0,0118 gl: 41

herbicidas	Medias	n	E.E.		
CLOM.-360g.ha	1,43	6	0,04	A	
TESTIGO	1,43	6	0,04	A	
CLOPIR.-200g.ha	1,08	4	0,05		B
CLOPIR.-150g.ha	0,93	6	0,04		C
CLOM.-540g.ha	0,81	6	0,04		C
IMAZET.-30g.ha	0,80	5	0,05		C
IMAZET.-60g.ha	0,53	6	0,04		D
S-METOAL.-800g.ha	0,37	6	0,04		E
CLOM.-800g.ha	0,28	5	0,05		E

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

## Resultados de ANAVA y comparación de medias (test DGC) para el cultivar F16

Tabla 9 Análisis de la varianza y medias de peso seco relativo (test DGC).

Lineas	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
F16	peso	52	0,93	0,92	15,22

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,32	8	1,16	77,08	<0,0001
herbicidas	9,32	8	1,16	77,08	<0,0001
Error	0,65	43	0,02		
Total	9,97	51			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1504

Error: 0,0151 gl: 43

herbicidas	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	1,50	5	0,05	A
CLOM.-360g.ha	1,41	6	0,05	A
CLOPIR.-200g.ha	0,93	5	0,05	B
IMAZET.-30g.ha	0,88	6	0,05	B
CLOM.-540g.ha	0,81	6	0,05	B
CLOPIR.-150g.ha	0,79	6	0,05	B
IMAZET.-60g.ha	0,70	6	0,05	B
S-METOAL.-800g.ha	0,20	6	0,05	C
CLOM.-800g.ha	0,18	6	0,05	C

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

### Resultados de ANAVA y comparación de medias (test DGC) para el cultivar Tunkahuan

Tabla 10 Análisis de la varianza y medias de peso seco relativo (test DGC).

Lineas	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Tunkahuam	peso	34	0,91	0,89	20,01

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,43	5	1,49	54,58	<0,0001
herbicidas	7,43	5	1,49	54,58	<0,0001
Error	0,76	28	0,03		
Total	8,20	33			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,2055

Error: 0,0272 gl: 28

herbicidas	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	1,73	6	0,07	A
CLOPIR.-150g.ha	0,92	5	0,07	B
IMAZET.-30g.ha	0,82	5	0,07	B
CLOPIR.-200g.ha	0,74	6	0,07	B
IMAZET.-60g.ha	0,44	6	0,07	C
S-METOAL.-800g.ha	0,32	6	0,07	C

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