



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

**Aplicación de herbicidas para el manejo de malezas en el cultivo de lenteja (*Lens culinaris* Medik.)
en el secano costero de la Región del Maule, Chile.**

Memoria de Titulo

SANDRA PATRICIA SÁNCHEZ GONZÁLEZ

TALCA
CHILE
2022

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2023



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMIA

**Aplicación de herbicidas para el manejo de malezas en el cultivo de lenteja (*Lens culinaris* Medik.)
en el secano costero de la Región del Maule, Chile.**

Por

SANDRA PATRICIA SÁNCHEZ GONZÁLEZ

Memoria de Título

**Presentada a la Universidad de Talca como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO AGRÓNOMO**

TALCA

CHILE

2022

Aprobación;

Ricardo Cabeza.

Profesor Guía: Ing. Agr. Dr. Ricardo Cabeza Pérez

Escuela de Agronomía

Facultad de Ciencias Agrarias

Hernán Paillán Legue

Profesor Co-guía: Ing. Agr. Dr. Hernán Paillán Legue

Escuela de Agronomía

Facultad de Ciencias Agrarias

Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: 16 de enero de 2023

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera dar las gracias a mis padres y a mi hermano Gonzalo por todo su esfuerzo entregado, por todas esas palabras de aliento hacia mí, por nunca dejarme sola y estar conmigo siempre. En segundo lugar, agradezco a mi hijo Alonso por darme las energías para salir adelante y darme cuenta de que un hijo no solo te entrega amor sino fuerza y tolerancia para enfrentar todas las cosas que aparezcan en el camino. A mi Esteban, mi compañero de vida, gracias por apoyarme siempre en todo el proceso y estar ahí conmigo. A mis amigas Karen, Paula y Esperanza, gracias por su infinita amistad, por acompañarme siendo mamá, estudiante y amiga, sin duda agradezco a la universidad por conocerlas.

Al Profesor Ricardo Cabeza, gracias por su infinita paciencia, por su disposición al enseñar, por su buena onda, quizás muchos estudiantes estamos muy agradecidos con usted, pero yo de todo corazón agradezco la calidad de persona que es.

Indudablemente me faltarían manos para enumerar a todas las personas que me ayudaron en el proceso, a la profesora Gabriela por apoyarme en todas mis decisiones a lo largo de la carrera, por hablarme más como mamá que como directora. A Mary, gracias por escucharme siempre y ayudarme en todo ámbito académico, el equipo del laboratorio de fertilidad de suelos y nutrición vegetal, gracias por la buena onda, por aclarar mis dudas y la buena recepción que tuvieron hacia mí. A mi comadre Salva y compadre Willy, ustedes también son uno de los pilares fundamentales que me dejó la universidad, gracias por decirme que yo sí puedo ser una excelente profesional, gracias por cuidar a Alonso cuando tenía que estudiar, y por muchas cosas más, de verdad muchas gracias.

Por último, agradezco a la vida por ponerme personas maravillosas en el camino, por darme las energías para superar otra etapa y vencerla satisfactoriamente.

RESUMEN

Chile fue actor relevante en la producción y exportación de leguminosas de grano durante varias décadas. Actualmente, la lenteja (*Lens culinaris* Medik.) se cultiva entre la Región de O'Higgins y la Región de los Ríos, siendo el secano costero de la Región del Maule una de las principales zonas productoras del país. La escasa tecnología utilizada en el manejo de malezas afecta el rendimiento de la lenteja, debido a la competencia por los recursos del suelo y la intercepción de luz.

El objetivo de este trabajo fue identificar las principales malezas presentes en el cultivo de lenteja, así como también, evaluar la aplicación de distintos herbicidas capaces de disminuir la población de malezas de hoja ancha y angosta para aumentar el rendimiento del cultivo.

El ensayo se realizó en la localidad de Chanco, Región del Maule, Chile. El predio está ubicado en el sector Conulemu 35°42'40.2"S 72°31'06.1"W a 5 km de la línea costera. Para este ensayo se utilizó la variedad de lenteja Súper Araucana-INIA y los tratamientos evaluados fueron: (T1) Testigo absoluto; (T2) desmalezado manual; (T3) aplicación de herbicida pre-siembra (trifluralina); (T4) aplicación de herbicida post-siembra (linuron); (T5) aplicación de herbicida pre-siembra + herbicida post-siembra (3+4); (T6) aplicación de herbicida flumetsulan; (T7) aplicación de herbicida pre-siembra + herbicida post-siembra + herbicida flumetsulan (completo); (T8) aplicación de herbicida post-siembra + herbicida flumetsulan; y (T9) aplicación de herbicida pre-siembra + herbicida flumetsulan. Los tratamientos que obtuvieron el mejor rendimiento fueron T2 con 26,7 qq ha⁻¹ seguido por T7 con 24,1 qq ha⁻¹. Por otra parte, el tratamiento T4 obtuvo una mayor biomasa total de malezas con 293 g m⁻² indicando que la aplicación de linuron en post-siembra, en una sola aplicación, no logró un mayor control sobre las malezas. Así mismo, la mayor biomasa total de lentejas se obtuvo con T2 (890 g m⁻²), liderando los tratamientos. Por otro lado, la menor biomasa área total se obtuvo en el tratamiento T3 con 475 g m⁻².

De esta forma, la incorporación de estas prácticas en la agricultura permitiría un aumento en el rendimiento y calibre de las lentejas chilenas.

ABSTRACT

Chile was a major player as producer and exporter of pulses for several decades. At the end of the 80's, a significant decrease in production began, due to low domestic demand, allowing the import of pulses. Currently, lentils (*Lens culinaris* Medik.) are cultivated between the O'Higgins and Los Ríos regions, being the coastal rainfed zone of the Maule Region the main producing area in the country. The low technology used for weed control results in low yields in lentil cultivation.

The goal of this work was to identify the main weeds present in lentil crop, as well as, to assess the application of different herbicides for reducing the weed population of broad-leaf and narrow-leaf weeds to increase crop yield.

An experiment was carried out in Chanco town of the Maule Region, Chile. The field is in the Conulemu area (35°42'40.2 "S 72°31'06.1 "W), 5 km far from the coastline. The cultivar Super Araucana-INIA was used and the treatments evaluated were: (T1) control; (T2) manual control; (T3) application of a pre-sowing herbicide (trifluralin); (T4) application of post-sowing herbicide (linuron); (T5) application of pre-sowing + post-sowing herbicides (3+4); (T6) application of flumetsulan herbicide; (T7) application of pre-sowing + post-sowing + flumetsulan herbicides (complete); (T8) application of post-sowing + flumetsulan herbicides; and (T9) application of pre-sowing + flumetsulan herbicides. The highest yields were attained with the treatment T2 reaching 26.7 qq ha⁻¹ followed by treatment T7 with 24.1 qq ha⁻¹. On the other hand, treatment T4 attained the highest weed biomass with 293 g m⁻², suggesting that the application of linuron in post-sowing did not represent an advantage over the control treatment, likewise, the total biomass of lentils for treatment T2 attained 890 g m⁻² being the best among the treatments. On the other hand, the lowest biomass was attained by the treatment T3 with 475 g m⁻².

Thus, the use of herbicides in different combination would control weeds and allow an increase in yield of Chilean lentil production.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis.....	3
1.2 Objetivo general	3
1.3 Objetivos específicos	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Importancia de la lenteja en Chile.....	4
2.2 Generalidades de la morfología y crecimiento de la planta.....	4-5
2.3 Enfermedades.....	5
2.4 Malezas.....	5-6
2.5 Importancia de la aplicación de herbicidas en el cultivo de lentejas	6-7
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
3.1 Lugar de estudio	8
3.2. Material vegetal.....	8
3.3 Condiciones y manejo del ensayo	8
3.4 Diseño experimental del ensayo.....	8-9
3.5 Mediciones y evaluaciones	9-10
3.6 Análisis de datos	10
4. RESULTADOS	
4.1 Rendimiento.....	11
4.2 Índice de cosecha	12
4.3 Clasificación de malezas	13
4.4 Biomasa área total de maleza.....	14
4.5 Biomasa área total de lentejas.....	15
4.6 Calibre.....	16
5. DISCUSIÓN	17
6. CONCLUSIÓN.....	21
7. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	22

Índice de figuras	Página
Figura 3.1. Ubicación geográfica de parcelas demostrativas, Chanco, Región del Maule, Chile.	8
Figura 3.2 Representación del diseño experimental utilizado para el diseño de bloque al azar (9 tratamientos y 4 réplicas). En la comuna de Chanco, Región del Maule, Chile.	9
Figura 4.1. Rendimiento para lenteja tratadas con herbicidas y manejo manual de malezas	11
Figura 4.2. Índice de cosecha para lenteja tratadas con herbicidas y manejo manual de malezas.	12
Figura 4.3. Producción de biomasa área total de malezas tratadas con herbicidas y manejo manual de malezas.	14
Figura 4.4. Producción de biomasa área total de lentejas para lenteja tratadas con herbicidas y manejo manual de malezas.	15
Figura 4.5. Calibre de granos de lentejas tratadas con herbicidas y manejo manual de malezas. Las columnas son el promedio de 4 repeticiones y las barras indican el error estándar del promedio Las letras mayúsculas indican los distintos calibres presentes en los tratamientos; A: 7mm, B: 6mm, C: 5mm y D: 4mm.	16
Índice de cuadros	Página
Cuadro 1. Clasificación y densidad de malezas presentes para el cultivo de <i>Lens Culinaris</i> en las parcelas demostrativas.	13

1. INTRODUCCIÓN

La lenteja (*Lens culinaris* Medik.) es una leguminosa de grano tradicionalmente cultivada en el secano costero e interior de la zona central y centro sur de Chile (INIA, 2006). La lenteja posee componentes importantes para la nutrición humana, con un contenido de proteína que varía entre 20,6 a 31,4 g por 100 g de masa seca (MS) (Reif et al., 2021). El grano de la lenteja es destinado principalmente al consumo humano, gracias a su alto contenido de proteína, por otro lado, también se utiliza como planta forrajera para la alimentación de ganado (Baginsky y Ramos, 2018). Las leguminosas se pueden cultivar en una amplia gama de suelos, preferentemente profundos y bien drenados. Un estudio de France et al. (2007), estableció que los factores limitantes para el cultivo de leguminosas en el secano interior y costero fueron la disponibilidad de agua, nutrientes y la presencia de malezas, las cuales compiten por los recursos disponibles. Por otro lado, la lenteja es vulnerable a la presencia de malezas debido a que poseen baja altura, tiene un lento establecimiento y un crecimiento vegetativo limitado (Ahmadi et al., 2016). Además, las malezas no solo causan pérdidas del rendimiento, sino que también aumentan los costos de producción y reducen la calidad de los granos. La competencia entre el cultivo y las malezas está influenciada por tres factores principales: 1) la época de emergencia de malezas; 2) la densidad de las malezas; y 3) la composición botánica de las malezas (diversidad) (Sardana, 2017).

En el cultivo de la lenteja, la mayoría de las malezas corresponden a especies de hoja ancha, las cuales son comunes en siembras invernales o primaverales, y solo un número reducido de especies corresponden a malezas gramíneas o de hoja angosta, las cuales se presentan principalmente en siembras invernales (Espinoza, 1991). Las malezas anuales de hoja ancha más comunes y que compiten con la lenteja son: *Centaurea balsamita*, *Ranunculus arvensis*, *Cephalaria syriaca*, *Lactuca serriola*, *Sonchus oleraceus*, *Sinapis arvensis* y *Setaria viridis* (Balech et al., 2022). Los herbicidas, son la principal herramienta para el control de malezas en la agricultura moderna y son altamente efectivos para el control de la mayoría de las malezas (Harker et al., 2013). Sin embargo, alrededor del 35% de los herbicidas disponibles comercialmente interfieren con la fotosíntesis (AFIPA, 2009). Por lo tanto, el uso de herbicidas químicos debe realizarse de manera apropiada para evitar el daño en los cultivos y disminuir la población de malezas de manera efectiva. Para dar un uso adecuado de los herbicidas, existe una clasificación que permite diferenciar su método de acción y facilita la planificación de su uso en los diferentes cultivos. Así, existen herbicidas que controlan malezas durante el proceso de germinación, herbicidas de pre-emergencia, de pre-siembra y post-emergencia (Espinoza et al, 1991). Un estudio de los autores Tay et al. (2000), postulan que las malezas en leguminosas de grano pueden ser controladas en forma eficiente combinando el uso de herbicidas de pre-siembra, usando Trifuralina cuando hay predominancia de malezas gramíneas o en la preemergencia del cultivo mediante el uso de Linuron.

Sin embargo, ha surgido debate respecto a los efectos negativos que producen algunos herbicidas como la Trifuralina, debido a su efecto tóxico, prevalencia en el suelo y contaminación de las aguas. Por ende,

se ha observado que las aplicaciones de Trifluralina tienen un efecto fitotóxico prolongado, afectando incluso el crecimiento del cultivo posterior en rotaciones (Du et al., 2018). En síntesis, el cultivo de lenteja requiere varias prácticas de manejo contra malezas, entre ellas; desmalezado manual, siembra tardía, mayores densidades de cultivo, fertilización y programación del riego, para lograr una mayor competencia contra las malezas (Brand et al. 2007). Sin embargo, la mayoría de estas estrategias resultan ser costosas y de baja eficiencia. Por lo tanto, la aplicación previa a la emergencia de herbicidas de amplio espectro, como Metribuzina e Imazetapir, se considera como uno de los métodos más efectivos y económicos para controlar malezas en los campos de lentejas, debido a su alta capacidad para suprimir el crecimiento de estas, y prevenir pérdidas importantes en el rendimiento (Shiv et al, 2022).

De acuerdo con los antecedentes presentados, se plantea a continuación la hipótesis y objetivos del presente estudio.

1.1 Hipótesis

El manejo de malezas en pre y post emergencia permite la disminución de la población de malezas y mejora el rendimiento en el cultivo de la lenteja (*Lens culinaris* Medik.).

1.2 Objetivo general

Evaluar el impacto en el rendimiento y presencia de malezas de hoja ancha y angosta, para tres herbicidas aplicados individualmente y en una serie de combinaciones, junto a un manejo manual en el cultivo de lenteja (*Lens culinaris* Medik.).

1.3 Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento y componentes del rendimiento del cultivo.
- Evaluar el calibre de los granos.
- Determinar la biomasa aérea total de la lenteja y malezas al momento de la cosecha.
- Reconocer y clasificar las malezas presentes.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. Importancia de la lenteja en Chile

La lenteja (*Lens culinaris* Medik.) es una leguminosa de grano, tradicionalmente cultivada en el secano costero e interior de la zona central y centro sur de Chile (INIA, 2006). Se introdujo a Chile en el siglo XVII con la llegada de los españoles y se convirtió en un importante cultivo domesticado en el país (FAOSTAT, 2020). La superficie de siembra superó las 50.000 ha en la década de los ochenta, cuando gran parte de la producción se exportaba, principalmente a mercados sudamericanos (Tay et al., 2006). Actualmente, las legumbres se establecen en superficies pequeñas, arraigadas al que hacer de la agricultura familiar campesina, que concentran cerca del 80% de la producción (Baginsky y Ramos, 2018). La superficie sembrada a nivel nacional en el año 2022 fue de 1.346 ha⁻¹. La Región del Maule concentró 770 ha⁻¹ con el 50% del total de la superficie a nivel nacional. Mientras que el rendimiento para el año 2021 fue de 7,5 qqm/ha y en la temporada 2020 fue de 4,1 qqm/ha (INE, 2022). Sin embargo, según Baginsky y Ramos (2018), la producción nacional ha disminuido considerablemente en los últimos 30 años, lo cual está asociado a un incremento de los costos de producción, los cuales disminuyen los márgenes de ganancia y han desincentivado la siembra. Lo anterior se debe al aumento de las importaciones de legumbres desde el extranjero, las cuales poseen un precio menor (Tay et al., 2006). La importación de lenteja desde Canadá (97%;14.726 ton) (ODEPA, 2022) junto a la escasa incorporación de tecnología y la incidencia de roya, se han transformado en los principales responsables de la disminución de la superficie sembrada en el país (Tay et al., 2006). En consecuencia, la reducción de la superficie sembrada puede ser explicada por dos razones: 1) desplazamiento de las legumbres por cultivos más rentables como hortalizas y frutales; y 2) por la baja competitividad nacional frente a las importaciones. Además, Chile se transformó en uno de los principales exportadores de fruta del hemisferio sur, por ende, los cultivos anuales fueron desplazados, entre ellos las leguminosas de grano (ODEPA, 2022).

2.2 Generalidades de la morfología y crecimiento de la planta

La planta de lenteja tiene un crecimiento indeterminado, con una altura promedio que varía entre los 30 y 50 cm, dependiendo del ambiente de producción. Posee flores de color blanco, con venas de color azul en el estandarte, de aquí se desarrolla una vaina por pedúnculo con un promedio de un grano por vaina. El grano es parcialmente aplanado, de cutícula verde claro a gris y cotiledones de color amarillo claro (France, 2007). El periodo de floración va de 30 a 60 días, dependiendo de la fecha de siembra, temperatura y humedad del suelo. El crecimiento del grano se inicia una vez que la vaina ha alcanzado gran parte de su tamaño definitivo (INIA, 1991). La semilla de lenteja tiene un diámetro variable entre 5 y 7 mm, con un peso promedio del grano entre 4 y 9 g/100 granos.

Una vez sembrada, absorbe humedad y se activan los procesos germinativos, la temperatura óptima para la germinación es de alrededor de 15 a 20 °C. El periodo de siembra a emergencia es determinante en el establecimiento del cultivo, ya que en este lapso ocurren las mayores pérdidas de semillas. La germinación de la lenteja es hipogea, lo que significa que los cotiledones permanecen enterrados en el suelo una vez que la plántula ha emergido, por lo que, el crecimiento de la planta es lento durante los primeros estados, particularmente en siembras de invierno, siendo poco competitiva frente a las malezas (Peñaloza, 1991).

2.3 Enfermedades

El cultivo de la lenteja es afectado por enfermedades fungosas, las cuales pueden disminuir el rendimiento, el porcentaje de germinación y la calidad comercial de forma significativa (Guerrero, 2001). Además, puede presentar enfermedades foliares, como la roya y la antracnosis (Sepúlveda y Álvarez 1982). La roya se presenta en zonas con influencia marítima y/o primaveras húmedas con temperaturas promedio entre 15 a 17°C. Es causada por el hongo *Uromyces fabae* y sus síntomas se manifiestan a principios de primavera con la aparición de pequeñas pústulas redondas de color café rojizo, las cuales miden 1 mm y se ubican bajo la epidermis (INIA, 1982). A medida que la enfermedad avanza, las pústulas aumentan de tamaño y se dispersan por el resto de la planta alcanzando hojas, tallos y vainas (INIA, 1982). La roya se controla preferentemente con prácticas culturales preventivas que permiten llegar con una planta sana al desarrollo, o también, con el uso de variedades inmunes o resistentes a la enfermedad (Espinoza et al., 1991). Por otro lado, la antracnosis es causada por el hongo *Ascochyta lentis* y se manifiesta en años lluviosos o con mayor humedad. Los síntomas pueden aparecer desde la emergencia y corresponden a pequeñas manchas necróticas, circulares y hendidas, las cuales están rodeadas por un halo de color café oscuro que delimita el tejido sano (Guerrero, 1991).

2.4 Malezas

Según Kramm (1998), la planta de lenteja se caracteriza por ser sensible a la competencia que ejercen las malezas. Estas pueden clasificarse de acuerdo con su hábitat, ciclo de vida, morfología, fisiología, etc. y son agrupadas en monocotiledóneas y dicotiledóneas. Se conocen como malezas de hoja angosta (gramíneas, ciperáceas y juncáceas) y las dicotiledóneas como de hoja ancha (Espinoza, 1995). Las malezas se pueden comportar como anuales, bianuales y perennes. Las malezas anuales, completan su ciclo de vida en una temporada, siendo este muy variable y puede ser de 1 mes o de 5 a 6 meses dependiendo de la especie y condiciones medioambientales. Las malezas perennes, por otro lado, pueden o no completar su ciclo produciendo semillas durante la primera temporada, posteriormente, pueden vivir por muchos años rebrotando desde la raíz o mediante propágulos vegetativos. Por último, las malezas bianuales requieren dos temporadas para completar su ciclo, alcanzando hasta el estado de roseta la primera temporada, para luego emitir un tallo floral la segunda temporada (Pedreros, 2002).

El efecto de las malezas sobre el cultivo se traduce en una disminución de rendimiento, debido a que, por competencia, las plantas del cultivo crecen débiles, con pocas flores y como consecuencia, disminuyen la cantidad de granos (Tapia et al. 1983). Las malezas compiten por luz, agua y nutrientes del suelo, los cuales son necesarios para el correcto crecimiento de los cultivos (Espinoza et al, 1991). Además, se ha descrito que las malezas pueden producir sustancias químicas alelopáticas que inhiben o afectan el crecimiento de los cultivos (Espinoza et al, 1991).

Algunas de las malezas importantes en el cultivo de la lenteja son: sanguinaria (*Polígono aviculare* L.), vinagrillo (*Rumex acetosella* L.), llantén (*Plantago major* L.), arvejilla (*Vicia sativa* L.), falsa achicoria (*Crepis capillaris* L.), zanahoria silvestre (*Daucus carota* L.), romaza (*Rumex crispus* L.), mostacilla (*Sisymbrium officinale* L.) y correhuela (*Convolvulus arvensis*). También destacan algunas gramíneas tales como: avenilla (*Avena fatua*) y ballica (*Lolium multiflorum*) (Espinoza,1996).

Basado en el trabajo de Knezevic et al. (2002), el periodo crítico de interferencia de las malezas se puede definir como la etapa durante el cual, las malezas presentes deben ser controladas oportunamente para impedir pérdidas irreversibles en el rendimiento. Para reducir la densidad potencial de malezas en los cultivos, se recomienda buena preparación del suelo, uso de semillas certificadas y control mecánico (Pedreros, 2000). Por otro lado, la utilización de herbicidas para el control de malezas se ha convertido en un instrumento necesario, debido a su eficacia sobre la mayoría de las malezas, facilidad de aplicación y baja mano de obra requerida (Merino, 2019).

2.5 Importancia de la aplicación de herbicidas en el cultivo de lentejas

Los herbicidas han revolucionado el control de malezas durante los últimos 65 años, contribuyendo significativamente a aumentar el rendimiento de los cultivos. Los herbicidas proporcionan un control de malezas efectivo y económico y son el principal método para su control (Heap, 2013). De acuerdo con Espinoza (1991), en el cultivo de la lenteja se puede aplicar diversos herbicidas los que se agrupan en selectivos y no selectivos. Los herbicidas no selectivos se utilizan sobre malezas que emergen antes de la siembra, mientras que los herbicidas selectivos se pueden dividir en tres categorías: herbicidas que controlan malezas de hoja ancha y algunas gramíneas, herbicidas que controlan solamente hoja ancha y herbicidas que controlan solamente gramíneas. Por otro lado, existen tres épocas de aplicación de herbicidas: pre-siembra incorporados, pre-emergencia y post-emergencia. Los herbicidas pre-siembra incorporados (PSI) se aplican a la superficie del suelo y deben ser incorporados antes de efectuar la siembra (Pedreros, 2000). Las medidas típicas de control de malezas en lentejas es la aplicación de herbicidas de pre-emergencia o pre-siembra (Smitchger et al. 2012).

La trifluralina controla malezas de hoja ancha como vinagrillo, sanguinaria, quilloi-quilloi, calabacillo y malezas gramíneas como ballica, cola de zorro y piojillo (Espinoza, 1996). Otro herbicida selectivo es el linuron, el cual posee un breve efecto residual en el suelo, actuando básicamente en post-emergencia

(Correia, 2017). Especies susceptibles al linuron son malezas de hoja ancha como vinagrillo, sanguinaria, calabacillo, quilloi-quilloi y algunas de hoja angosta como ballica y piojillo (Espinoza, 1991). Según Pedreros (1992), los herbicidas post-emergencia se aplican una vez en el cultivo con las malezas ya emergidas. El estado de desarrollo de la maleza y del cultivo son determinantes para elegir cuál tipo de herbicida utilizar. Sin embargo, es importante mencionar que el uso excesivo de herbicidas ha llevado a la rápida evolución de malezas resistentes (Harker, 2017). En el caso del cultivo de lenteja, no hay productos selectivos para malezas dicotiledóneas, pero se han reportado algunas variedades de lentejas con resistencia a algunas moléculas, por ejemplo, a metribuzina e imidazolinona (Amigo, 2021).

Por otra parte, existen estudios preliminares sobre la aplicación de herbicidas en malezas de hoja ancha en el cultivo de arveja. En estos estudios se usaron herbicidas de preemergencia (linuron, S-metaclo y pendimethalin) y de post-emergencia (metribuzina y bentazon), demostrando que el mejor tratamiento, fue la combinación de metribuzina con bentazon, mezcla que obtuvo menor presencia de malezas durante todo el cultivo (Castillo, 2017).

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de estudio

El ensayo se realizó en la localidad de Chanco, Región del Maule, Chile, el cual contó con la participación de Prodesal 2 de la Ilustre Municipalidad de Chanco. El predio está ubicado en el sector Conulemu 35°42'40.2"S 72°31'06.1"W a 5 km de la línea costera.



Figura 3.1. Ubicación geográfica de parcelas demostrativas, Chanco, Región del Maule, Chile.

3.2. Material vegetal

Para el ensayo se utilizaron semillas de lenteja (*Lens culinaris* Medik.) variedad Súper Araucana-INIA.

3.3 Condiciones y manejo del ensayo

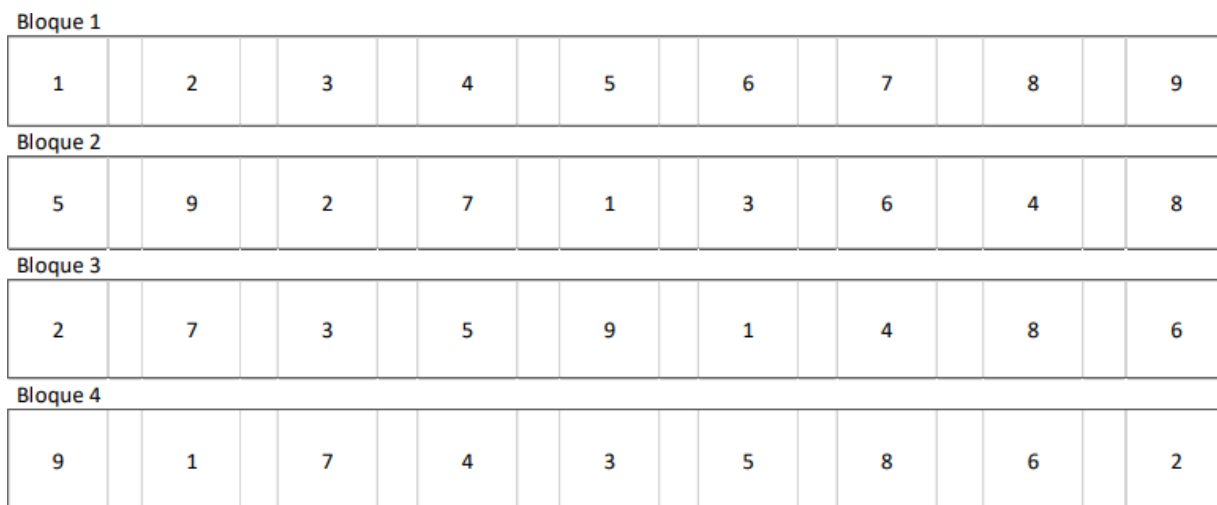
El ensayo se realizó en la temporada 2020, efectuándose una preparación de suelo con ayuda de tracción animal para posterior siembra al voleo. El suelo está clasificado como entisol, ocupando terrazas marinas con topografía ondulada. En cuanto a la rotación de cultivos, previo al establecimiento de la lenteja, el suelo había sido sembrado con una mezcla de avena-vicia, lo cual permitió una mejor estabilidad microbiana del suelo y plagas, entre otros. Además, previo a la siembra se realizó un barbecho químico con glifosato.

3.4 Diseño experimental del ensayo

El ensayo se realizó en parcelas distribuidas completamente al azar en cuatro bloques y cuatro réplicas. Los tratamientos fueron los siguientes: (T1) Testigo absoluto; (T2) desmalezado manual; (T3) herbicida pre-siembra (trifluralina); (T4) herbicida post-siembra (linuron); (T5) herbicida pre-siembra + herbicida post-siembra (3+4); (T6) herbicida flumetsulan; (T7) herbicida pre-siembra + herbicida post-siembra + herbicida flumetsulan (completo); (T8) herbicida post-siembra + herbicida flumetsulan; y (T9) herbicida pre-siembra +

herbicida flumetsulan.

El ensayo se realizó en parcelas de 12 m² (3 m de ancho y 4 m delargo) con un espaciado entre hileras de 11 cm y con una población de 800.000 plantas por hectárea (80 plantas/m²).



- 1 Testigo absoluto
- 2 Testigo limpio a mano
- 3 Herbicida pre-incorporado (trifluralina)
- 4 Herbicida post-siembra (linuron)
- 5 Herbicida pre-incorporado + Herbicida post-siembra (3+4)
- 6 Herbicida flumetsulam
- 7 Herbicida pre-incorporado + Herbicida post-siembra + Herbicida flumetsulam (Completo)
- 8 Herbicida post-siembra + Herbicida flumetsulam
- 9 Herbicida pre-incorporado + Herbicida flumetsulam

Figura 3.2. Representación del diseño experimental utilizado para el diseño de bloques al azar (9 tratamientos y 4 réplicas).

3.5 Mediciones y evaluaciones

En el ensayo la siembra se hizo al voleo con una dosis de 80 kg de semilla por ha, las cuales fueron previamente desinfectadas (Carbendazima + Mancozeb). Los herbicidas utilizados fueron Linuron (Linuron ® 1.5 L/ha) y Trifluralina (Treflan ® 1L/ha). En ambas aplicaciones se realizó una aplicación con una dosis equivalente a 200 L/ha. Posteriormente se determinó el estado de emergencia cuando el cultivo presentó entre 6 y 8 hojas y en ese momento se aplicó el herbicida flumetsulan (Preside ® 25 g/ha).

Cabe mencionar que se realizó una aplicación de Clartek para control de babosas como también Triamidedon para prevención de antracnosis y roya. En cada parcela demostrativa se evaluaron los siguientes parámetros: emergencia de plantas por m², altura de planta, clasificación y número de malezas y de plantas de lentejas por m². Además, se desmalezó manualmente las parcelas testigo.

El ensayo se cosechó el 12 de diciembre (0.5 m² por parcela). El material fue pesado y se registró el número de plantas de lentejas y de malezas. También se procedió a la identificación de las malezas recolectadas. Luego, todas las muestras fueron llevadas a la Universidad de Talca y secadas para su posterior procesamiento. La trilla se realizó el mes de enero de 2021, se separaron los granos de las vainas y se determinó el rendimiento de cada parcela y sus respectivos componentes. Por último, se determinó el calibre promedio de los granos de cada parcela, al igual que la biomasa aérea total de la lentejas y malezas.

3.6 Análisis de datos

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar en bloques. Los datos fueron analizados y graficados con el software GraphPad Prism 8. La prueba para determinar la diferencia estadística fue un análisis de varianza de una vía (ANDEVA, $p < 0.05$) y la separación de las medias se realizó con la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

4. RESULTADOS

4.1 Rendimiento del ensayo

El rendimiento entre los diferentes tratamientos no mostró diferencias significativas. Los tratamientos con mayor rendimiento fueron el tratamiento T2 con 26,7 qq ha⁻¹ seguido por el tratamiento T7 con 24,1 qq ha⁻¹. Cabe destacar que el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento con limpieza manual y el menor rendimiento con el tratamiento T9 con un 12,7 qq ha⁻¹ (Figura 4.1).

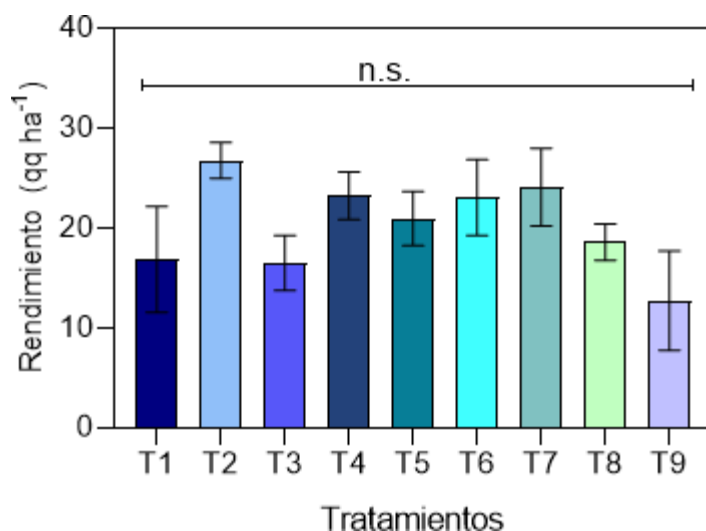


Figura 4.1. Rendimiento para lenteja tratadas con herbicidas y manejo manual. Las columnas son el promedio de 4 repeticiones y las barras indican el error estándar del promedio. n.s.: no hay diferencia significativa entre tratamientos. T1: testigo absoluto; T2: desmalezado manual; T3: herbicida pre-siembra (trifluralina); T4: herbicida post-siembra linuron; T5: pre-siembra + herbicida post-siembra; T6: herbicida flumetsulan; T7: herbicida pre-siembra + herbicida post-siembra + herbicida flumetsulan (completo); T8: herbicida post-siembra y herbicida flumetsulan; T9: herbicida pre-siembra + herbicida flumetsulan.

4.2 Índice de cosecha

El índice de cosecha no presentó variaciones significativas entre los tratamientos. EN tendencia, el tratamiento T3 obtuvo el mayor índice de cosecha con un 0,34% y por último el tratamiento T9 obtuvo el menor índice de cosecha con un 0,2% (Figura 4.2).

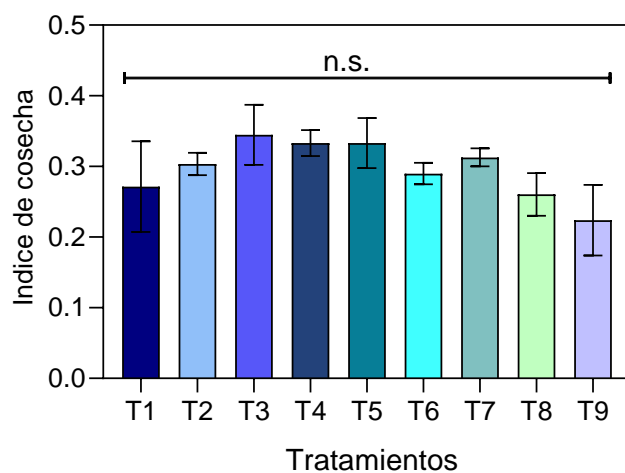


Figura 4.2. Índice de cosecha para lenteja tratadas con herbicidas y manejo manual. Las columnas son el promedio de 4 repeticiones y las barras indican el error estándar del promedio. n.s.: no hay diferencia significativa entre tratamientos. T1: testigo absoluto; T2: desmalezado manual; T3: herbicida pre-siembra (trifluralina); T4: herbicida post-siembra linuron; T5: pre-siembra + herbicida post-siembra; T6: herbicida flumetsulan; T7: herbicida pre-siembra + herbicida post-siembra + herbicida flumetsulan (completo); T8: herbicida post-siembra y herbicida flumetsulan; T9: herbicida pre-siembra + herbicida flumetsulan.

4.3 Clasificación de malezas

Cuadro 1. Clasificación y densidad de malezas presentes en el cultivo de lenteja.

Tratamiento	Densidad (número/m ²)							
	Romacilla (<i>Rumex acetosella</i>)	Calabacillo (<i>Silene gallica</i>)	Vinagrillo (<i>Oxalis micrantha</i>)	Contra roya (<i>Vicia benghalensis</i>)	Lengua de serpiente (<i>Calandrinia campresia</i>)	Sanguinaria (<i>Polygonum aviculare</i>)	Quilloi-Quilloi (<i>Stellaria media</i>)	Otras especies
T1	6,25	1,75	3,25	0	2,75	0,75	2	2
T2	4,25	0,75	2,25	0,25	0,5	0,75	0,75	0,75
T3	6,5	0,5	0	0,25	4	0,5	1,75	0,75
T4	4,25	1,75	0,5	0	5,5	0,75	0	1,5
T5	4,5	0	2,5	0,25	2,25	0	0,5	2
T6	1,75	2	0	0,5	6,25	1	1	0,5
T7	1,5	0	2,25	0	4,75	0,25	1,5	0,5
T8	0	0	0,5	0,75	2,75	0,5	0,25	0,5
T9	0	0,5	1	0,25	2	0,25	1,25	0,25

Este ensayo mostró que las malezas predominantes son aquellas latifoliadas como romacilla, calabacillo, vinagrillo, contra roya, lengua de serpiente, sanguinaria y quilloi-quilloi. Respecto a la densidad de malezas, romacilla y contra roya predominan en los tratamientos. Así mismo, el tratamiento T4 presenta una mayor densidad de malezas con un promedio de 14,25% seguido por el tratamiento T7 con un 10,75%, finalmente el tratamiento T2 con un 10,25%.

4.4. Biomasa área total de malezas

Los resultados muestran que para la biomasa área total de malezas no hubo una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, pero se registró una alta presencia de malezas en los tratamientos T1, T3, T4 y T5. Por otra parte, en el tratamiento T4 hubo una mayor biomasa de malezas con un $293,2 \text{ g m}^{-2}$ y en el caso de menor presencia se registró en el tratamiento T9 con un $48,1 \text{ g m}^{-2}$.

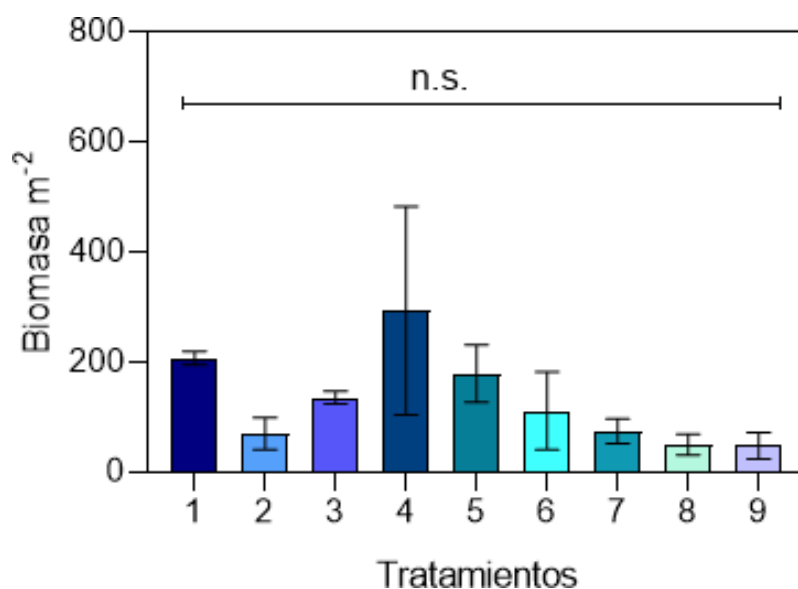


Figura 4.3. Producción de biomasa área total de malezas tratadas con herbicidas y manejo manual. Las columnas son el promedio de 4 repeticiones y las barras indican el error estándar del promedio. n.s.: no hay diferencia significativa entre tratamientos. T1: testigo absoluto; T2: desmalezado manual; T3: herbicida pre-siembra (trifluralina); T4: herbicida post-siembra linuron; T5: pre-siembra + herbicida post-siembra; T6: herbicida flumetsulan; T7: herbicida pre-siembra + herbicida post-siembra + herbicida flumetsulan (completo); T8: herbicida post-siembra y herbicida flumetsulan; T9: herbicida pre-siembra + herbicida flumetsulan.

4.5 Biomasa área total de lentejas

En relación con la biomasa área total de lentejas hubo una gran similitud entre los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento con mayor biomasa área total fue T2 con 890 g m⁻², seguido por el tratamiento T6 con 785 g m⁻². Por otro lado, la menor biomasa área se registró en el tratamiento T3 con 475 g m⁻². Aunque no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

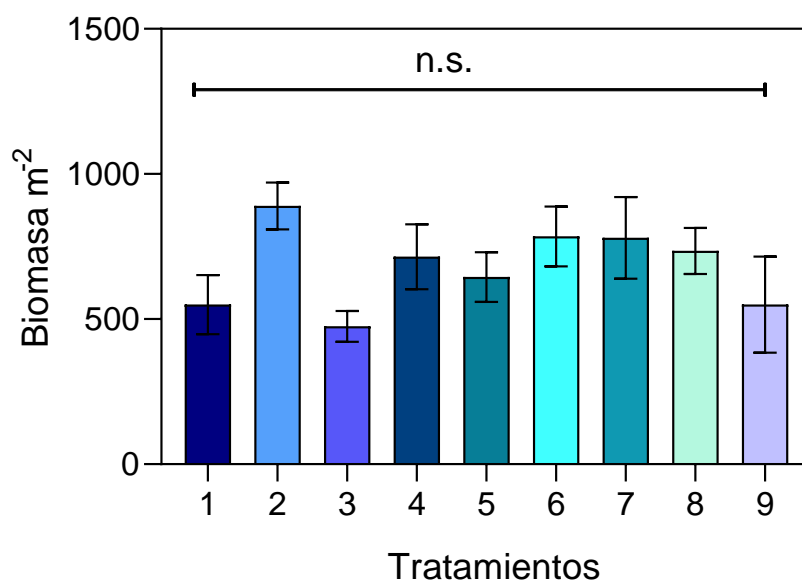


Figura 4.4. Producción de biomasa área total de lentejas para lenteja tratadas con herbicidas y manejo manual. Las columnas son el promedio de 4 repeticiones y las barras indican el error estándar del promedio. n.s.: no hay diferencia significativa entre tratamientos; T1: testigo absoluto; T2: desmalezado manual; T3: herbicida pre-siembra (trifluralina); T4: herbicida post-siembra linuron; T5: herbicida pre-siembra + herbicida post-siembra; T6: herbicida flumetsulan; T7: herbicida pre-siembra + herbicida post-siembra+ herbicida flumetsulan (completo); T8: herbicida post-siembra y herbicida flumetsulan; T9: herbicida pre-siembra + herbicida flumetsulan.

4.6 Calibre de granos

Respecto al tamaño de los granos, los granos de calibre 7 y 6 mm predominaron entre los tratamientos en comparación a los calibres 5 mm y 4 mm. Se obtuvo un mayor porcentaje de mayor calibre en el tratamiento T2 (Figura 4.5 A), mientras el calibre 6 mm predominó en el tratamiento T7 (Figura 4.5 B).

Por otro lado, en el tratamiento T9 el calibre 4 mm presentó el menor calibre de granos entre los tratamientos (Figura 4.5 C y D). Finalmente, no existió diferencia estadística significativa entre los tratamientos para los calibres.

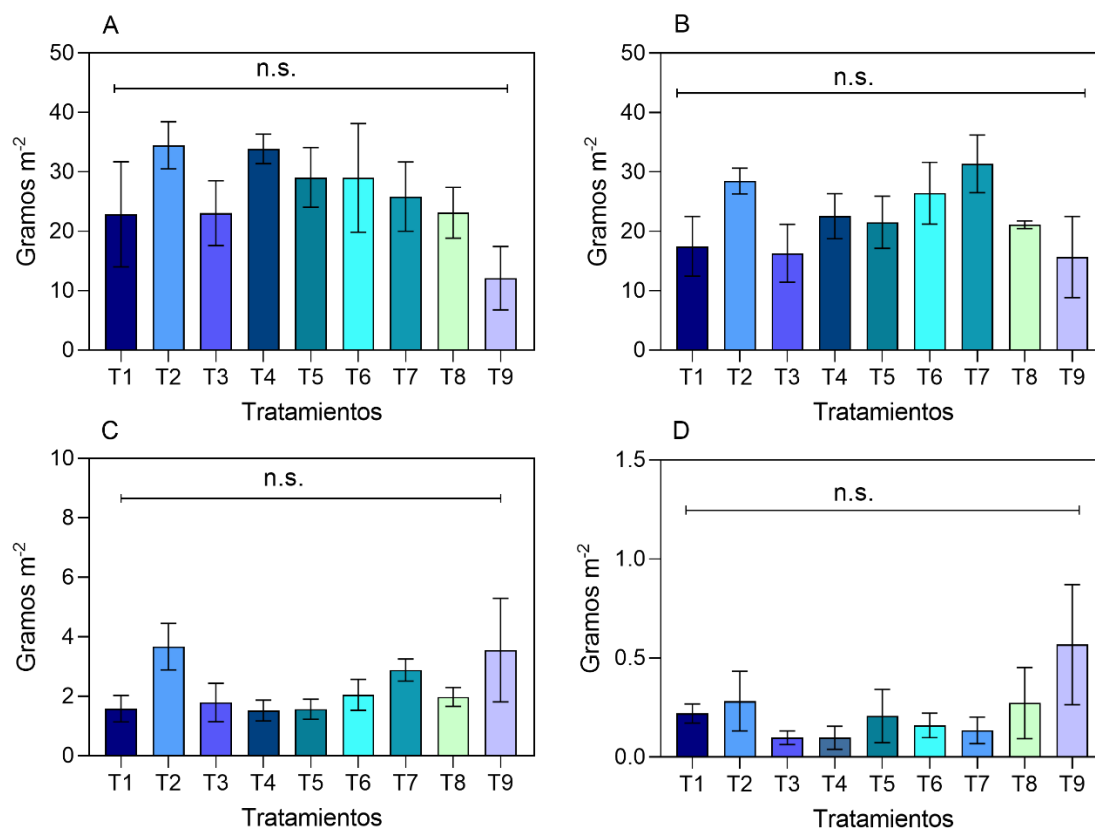


Figura 4.5. Calibre de granos de lentejas tratadas con herbicidas y manejo manual. Las columnas son el promedio de 4 repeticiones y las barras indican el error estándar del promedio. Las letras mayúsculas indican los distintos calibres presentes en los tratamientos: A) 7 mm; B) 6 mm; C) 5 mm, y; D) 4 mm. Los números indican los diferentes tratamientos T1: testigo absoluto; T2: desmalezado manual; T3: herbicida pre-siembra (trifluralina); T4: herbicida post-siembra linuron; T5: pre-siembra + herbicida post-siembra; T6: herbicida flumetsulan; T7: herbicida pre-siembra + herbicida post-siembra + herbicida flumetsulan (completo); T8: herbicida post-siembra y herbicida flumetsulan; T9: herbicida pre-siembra + herbicida flumetsulan.

5. DISCUSIÓN

La lenteja es un cultivo de invierno en donde la fecha de siembra marca su desarrollo. Un retraso en la fecha de siembra ocasiona una reducción importante en el rendimiento, provocando un crecimiento vegetativo menor (Cubero, 1983). Sin embargo, las pérdidas de rendimiento también son causadas por la presencia de malezas anuales, las cuales ocasionan daños que varían entre el 20 y 80%, y en algunas ocasiones pueden alcanzar hasta el 100% de pérdida del rendimiento en campos altamente infestados (Erman et al., 2004). Es por ello que la incorporación de herbicidas en diferentes momentos del desarrollo del cultivo puede resultar beneficioso. Existen herbicidas de “pre-emergencia o de pre-siembra”, los cuales tienen como objetivo reducir la presión de malezas en las fases tempranas del cultivo y favorecer su establecimiento (Labrada et al., 1996). En el caso del herbicida linuron, este generalmente se utiliza antes del brote o en post-emergencia ya que inhibe la fotosíntesis (Touloupakis et al. 2005). Se puede aplicar también, trifluralina en otoño como pre-emergente, ya que controla efectivamente una amplia gama de gramíneas anuales y malezas de hoja ancha. Como otro recurso se puede aplicar flumetsulan, el cual es un herbicida de acción pre y post emergente y pertenece al grupo de las triazolopirimidinas que controla malezas de hoja ancha (AFIPA, 2009).

En este ensayo, la combinación de herbicidas como trifluralina, linuron y flumetsulan, para malezas de hoja ancha y angosta, generó rendimientos diversos entre los tratamientos, destacando el tratamiento 7 (herbicida pre-siembra+ herbicida post-siembra+ herbicida flumetsulan) como uno de los mejores, con un rendimiento de 24,1 qq ha⁻¹ (Figura 4.1). La aplicación de herbicidas de pre-emergencia en malezas de hoja ancha como linuron y en mezcla con herbicidas de post-emergencia, como la metribuzina y benzonatol, provoca una menor presencia de malezas durante todo el ciclo del cultivo e incrementa su rendimiento (Castillo, 2017). Aun así, el tratamiento con mejor rendimiento fue el desmalezado manual con 26,7 qq ha⁻¹ (Figura 4.1). En este sentido, todos los tratamientos con herbicidas estuvieron por debajo del rendimiento del tratamiento con desmalezado manual, esto se debe principalmente, a que no existe una gran variedad de lentejas resistentes a herbicidas (Fedoruk y Shirliffe, 2011; Rizwan et al., 2017). Por lo que la implementación del desmalezado manual resultaría beneficiosa para aumentar el rendimiento del cultivo, sin embargo, se debe tener en cuenta el alto costo en mano de obra. Según INE (2022), el costo de mano de obra registró un alza del 9 y 10%, para el año 2021 y 2022, respectivamente. Debido a este costo económico, la implementación del desmalezado manual no resultaría rentable para la pequeña agricultura.

Los cambios producidos en las plantas durante la maduración se pueden cuantificar y determinar al momento de la cosecha y relacionarlos con el índice de cosecha (IC). Este factor es de gran importancia ya que está relacionado con la calidad de la semilla y la posibilidad de almacenamiento (FAO, 2003). El rendimiento biológico representa la acumulación de materia seca vegetal a través de la fotosíntesis, y el índice de cosecha, es una relación entre la biomasa total y el rendimiento, el cual generalmente depende de la partición efectiva de la vegetación y la fase reproductiva de las plantas (Kumar, 2017). En este

ensayo, se obtuvo índices de cosecha muy semejantes entre los tratamientos, sin diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento T3 (herbicida pre-incorporado trifluralina) obtuvo un mayor índice de cosecha con 0,34%, los tratamientos T4 (herbicida post-siembra linuron) y T5 (pre-incorporado + herbicida post-siembra) obtuvieron prácticamente el mismo valor de índice de cosecha (0,33 %), finalmente el T9 tuvo el menor índice de cosecha con un 0,2% (Figura 4.2). Por otro lado, el tratamiento T3 obtuvo un mayor índice de cosecha producto de la aplicación de trifluralina.

El follaje de la planta también afecta el índice de cosecha. De acuerdo a Barriga (1980), las hojas pequeñas y erectas influyen en una distribución más uniforme de la luz en el follaje de la planta, permitiendo así, una mayor actividad fotosintética y, en consecuencia, un índice de cosecha más alto. En el ensayo, el tratamiento T9 obtuvo menor índice de cosecha, lo cual muestra que existe una relación con el tamaño de la planta y la densidad del cultivo. Respecto a la biomasa total de malezas, se observó mayor biomasa en los tratamientos T1, T3, T4 y T5 (Figura 4.3). Entre estos, el tratamiento 4 presentó la mayor biomasa de malezas con un 293,2 m² y en el caso de menor nivel de presencia de biomasa área total de malezas fue el tratamiento T9 con un 48,1 m².

En relación con la biomasa de lentejas, el tratamiento 2 alcanzó 890 m², como también el tratamiento T6 con 785 m². Por el contrario, la menor biomasa de lentejas se obtuvo en el tratamiento T3 con 475 m² (Figura 4.4). En ambos casos, no existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos. La incorporación de herbicidas más su combinación entre sí, tuvo un efecto residual entre los tratamientos logrando disminuir la presencia de malezas entre las parcelas.

Estudios realizados por Kavaliauskaitė et al. (2009), indican que Linuron aplicado de manera posterior a la siembra, genera una reducción del 94,2% en el número de malezas dicotiledóneas anuales por superficie, lo cual se contrapone a lo expuesto en este estudio, ya que Linuron en una sola aplicación en post-siembra no presentó un mayor control sobre las malezas comparado a la aplicación de Linuron con otro herbicida, que si presentó una disminución de malezas. Esto se debe a que la combinación de dos herbicidas produce un efecto añadido o potencializado de los productos mezclados, generando interacciones químicas, fisiológicas o cinéticas (absorción, translocación o metabolismo), lo cual afecta directamente el control de malezas (Kruse et al., 2006a,b). Con respecto a la biomasa de lentejas, el tratamiento T2 alcanzó 890 m², esto se debe a que el desmalezado manual influyó en el crecimiento de la planta.

Las malezas fueron arrancadas semanalmente en el tratamiento con desmalezado manual, por lo que el desmalezado, no causó interferencia en el cultivo y las plantas pudieron crecer satisfactoriamente. Ya que existe una estrecha relación entre la producción de la biomasa aérea y rendimiento (Seiler, 2012), la ausencia de malezas en este tratamiento afectó positivamente la cantidad de granos producidos. En este caso, el tratamiento T2 obtuvo mayor biomasa aérea y rendimiento dentro del ensayo. Por otro lado, el tratamiento T3 obtuvo el menor % de biomasa aérea total de lentejas ya que el número de plantas por m² fue menor en comparación con los otros tratamientos. De acuerdo con Sinclair et al. (1989), el incremento

en la producción de biomasa depende fundamentalmente de la duración de su ciclo y de la eficiencia de captura del recurso lumínico, por lo que para el tratamiento T3, probablemente fue afectado por problemas de intercepción de luz, y en consecuencia, hubo una reducción de la biomasa área.

Zimdahl (2007) señala que, al producirse el crecimiento de nuevas plantas de malezas en el área destinada al establecimiento y desarrollo del cultivo, éstas ocupan los factores productivos (luz, agua, nutrientes, espacio y CO₂) y, por consiguiente, genera una disminución en el rendimiento. En el Cuadro 1, se indica la densidad de las malezas presentes en el estudio y su respectiva clasificación dependiendo de cada tratamiento. Romacilla (*Rumex acetosella*) predomina más entre los tratamientos al igual que contra roya (*Vicia benghalensis* L.) y lengua de serpiente (*Calandrinia campresia*).

Por otra parte, el tratamiento T4 tuvo una mayor presencia de malezas, con un promedio de 14,25%, seguido de tratamiento T7 con un 10,75%, seguido por el tratamiento 2 con un 10,25%. En el caso del tratamiento T4, la incorporación del Linuron en una sola aplicación y aplicado en post-siembra, no presenta un mayor control sobre las malezas, en el caso del tratamiento T2, la disminución de malezas de manera manual no es 100% efectiva contra el control de malezas, ya que la ausencia de herbicidas o la ausencia de desmalezado manual en forma constante producirá un incremento de las malezas. Por último, el tratamiento T7 mostró una alta presencia de malezas, pero la aplicación de los herbicidas pre-siembra (trifluralina) + herbicida post-siembra (linuron) + herbicida flumetsulan resultó positivo. Es probable que los herbicidas actuaran justo en el período crítico de interferencia de las malezas, debido a que el tratamiento T7 fue uno de los mejores tratamientos y con altos rendimientos. Además, según el estudio de Tursun et al. (2016), la determinación del período crítico de interferencia de malezas es una herramienta indispensable para plantear estrategias efectivas de manejo en sistemas de producción de cualquier cultivo.

El calibre de la lenteja es importante dentro de la agricultura campesina, ya que actualmente existe una baja calidad del producto dada la heterogeneidad y mezcla de granos provenientes de mezclas de variedades o ecotipos antiguos, los cuales poseen grano pequeño. De hecho, actualmente en Chile el 90% de las lentejas que se consumen provienen de Canadá o son importadas de otros países y tienen calibres inferiores a 5 mm (ODEPA, 2021). Es por ello que el tamaño de la semilla ha sido reconocido por mucho tiempo como un factor determinante en el vigor de la plántula y tiene una gran aceptación en el mercado. En síntesis, semillas de tamaño grande producen plántulas más vigorosas y por ende puede generar plantas y rendimientos de calidad (INIA, 2020). El tratamiento T2 predomina con el mayor porcentaje de granos de calibre 7 mm y el tratamiento 7 con granos de calibre 6 mm. Así mismo, el tratamiento T9 predomina con granos de calibre 4 mm, liderando como el tratamiento con mayor % de granos pequeños (menor calibre). Por último, el tratamiento T2 presentó más granos con calibre 5 mm. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para los distintos calibres. Estos resultados se deben a que la variedad utilizada en el ensayo fue Súper Araucana-INIA, la cual es la primera variedad de lenteja obtenida en Chile a través de cruzamientos (Araucana-INIA x Tekoa) x De la Mata, siendo su principal característica que el calibre del grano es de 7 mm de diámetro (Tay et. Al 2000). Asimismo, los tratamientos

T2 y T7 tuvieron un mayor porcentaje de calibres 7 mm y 6 mm.

6. CONCLUSIONES

El principal objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de herbicidas en malezas de hojas ancha y angosta en el cultivo de lenteja. La incorporación de herbicidas como Trifluralina, Linuron y Flumetsulan en combinación afecta el desarrollo de las malezas, disminuyendo su biomasa área total y promoviendo el rendimiento de la lenteja. Sin embargo, para tener certeza de esto, es necesario ensayos con menos tratamientos y mayor replicabilidad, de modo de disminuir el error no explicado. Esto se puede también lograr con un aumento del tamaño de las parcelas. No obstante, dentro del ensayo se observa que el desmalezado manual tiene un efecto positivo en el cultivo, aumentando su rendimiento, pero económicamente no es rentable debido a que tiene un alto costo en mano de obra. Finalmente, los datos obtenidos sugieren que Linuron en una sola aplicación en post- siembra no presenta un mayor control sobre las malezas en comparación con la aplicación de Linuron en mezcla con otro herbicida, que aparentemente es más eficaz para disminuir las malezas.

7. BIBLIOGRAFIA CITADA

- AFIA. 2009. Manual Fitosanitario 2009-2010. Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Plaguicidas Agrícolas A.G. (Chile). Santiago, Chile. 973 p.
- Ahmadi, A., Shahbazi, S. and Diyanat, M. 2016. Efficacy of five herbicides for Weed Control in Rain-Fed Lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Weed Technology*, 30(2): 448-455.
- Amigo, R. 2021. Desarrollo de estrategias productivas para mejorar el rendimiento en leguminosas de grano, Lenteja (*Lens culinaris* Medik) y poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en el secano de la Región del Maule, Chile. Tesis para optar al grado Magister. Talca, Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca. 155 p.
- Baginsky, C., Ramos L. 2018. Situación de las legumbres en Chile: Una mirada agronómica. Facultad de ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. *Revista Chilena de Nutrición*. 45 p.
- Balech, R., Maalouf, F., Somanagouda, P., Hejjaou, K., Khater, L., Rajendran, K., Rubiales, D. and Kumar, S. 2022. Evaluation of performance and stability of new sources for tolerance to post-emergence herbicides in lentil (*Lens culinaris* ssp. *culinaris* Medik.). *Crop & Pasture Science* 73: 1264-1278.
- Barriga, P. 1980. Mejoramiento por ideotipo en maíz. *Turrialba* 22: 454-461.
- Brand, J., Yaduraju, N.T., Shivakumar, B.G., and McMurray, L. (2007) Weed management. In 'Lentil: an ancient crop for modern times'. (Eds S Yadav, D McNeil, P Stevenson) pp. 159–172 p.
- Castillo, K. 2017. Alternativas de herbicidas para malezas de hoja ancha en arveja (*Pisum sativum*) para grano verde. Memoria para optar el título de ingeniero Agrónomo. Concepción, Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Concepción. 28 p.
- Correia, N., Ferreira, A. 2017. Selectivity of the herbicide linuron sprayed in pre-emergence and post- early in carrot. *Planta Daninha* 38: 1201-1208.
- Cubero, J., Moreno M. 1983. Leguminosas de grano. Editorial mundo prensa, 359 p.
- Du, P., Wu, X., Xu, J., Dong, F., Liu, X., y Zheng, Y. 2018. Effects of trifluralin on the soil microbial community and functional groups involved in nitrogen cycling. *Journal of Hazardous Materials* 353 (152): 204–213.
- Erman, M. 2004. Effect of weed control treatments on weeds, seed yield, yield components and nodulation in winter lentil. PhD Thesis, Yuzuncu Yil University, Van, Turkey. 8 p.

- Espinoza, N. 1991. Producción de lenteja: IX región, editado por Peñaloza, H. Kehr, E. Instituto de investigaciones Agropecuarias Boletín INIA N° 144, Chile. 69 p.
- Espinoza, N. 1996. Malezas presentes en Chile. Primera Edición, Instituto de investigaciones Agropecuarias-Carillanca, Santiago, Chile. 205 p.
- Espinoza, N. 1995. Control de malezas en lenteja y arveja para grano seco. Instituto de investigaciones agropecuarias, Temuco, Chile. 15 p.
- FAO. 2002. Production Yearbook, 2000, Vol. 54. Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- FAOSTAT. 2020. Cultivos [En línea]. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> (Consultado el 27 de diciembre 2022).
- Fedoruk, L., and Shirliffe, S. 2011. Herbicide Choice and Timing for Weed Control in Imidazolinone-Resistant Lentil. *Weed Technology*, 25(4): 620–625.
- France, A. Peñaloza, E. y Tay, J. 2007. Calpun-INIA: Cultivar de lenteja (*Lens culinaris* Medik.) de grano grande y resistente a roya. Boletín técnico no.3. Instituto de investigaciones agropecuarias, Chillán, Chile. 1 p.
- Guerrero, J. 1991. Página 40 en: Producción de lenteja: IX región, editado por Peñaloza, H. Kehr, E. Instituto de investigaciones Agropecuarias Boletín INIA N° 144, Chile. 69 p.
- Harker, N., Donovan, J. 2013. Recent weed control, weed management, and integrated weed management. *Weed Science* 27: 1-11.
- Instituto de investigaciones agropecuarias (INIA). 1991. Boletín técnico. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea] Recuperado en <http://web.inia.cl>. Consultado el 06 de abril 2022.
- Instituto de investigaciones agropecuarias (INIA). 2006. Boletín técnico. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea] Recuperado en <http://web.inia.cl>. Consultado el 28 de abril 2022.
- Instituto nacional de estadística (INE). 2022. Boletín estadístico: Índices de remuneraciones y costo de la mano de obra. Gobierno de Chile. [En línea] Recuperado en: <https://www.ine.gob.cl/> (Consultado el 20 de diciembre 2022).
- Joshi, M., Timilsena, Y., Adhikari, B. 2017. Global production, processing and utilization of lentil: a review. *Journal of Integrative Agriculture* 16: 2898–2913.
- Kavaliauskaitė, D., Starkutė, R. Bundinienė, O. and Jankauskienė, J. 2009. Chemical weed control in carrot crop. *Acta Hort* (830): 385-390p.

- Knezevic, S., Evans, S., Blankenship, E., Van Acker, R., J.L. y Lindquist, J. 2002. Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Science* 50: 773–786 p.
- Kramm, M. Victor. 1998. Control de malezas en leguminosas en: Curso de producción de las leguminosas para el secano costero. Proyecto Prodecop Secano, "Mejoramiento de la calidad de las leguminosas de grano a través de la introducción de variedades de grano grande". Instituto de investigaciones agropecuarias, Centro regional Quilamapu. Curepto. 91 p.
- Kuse, N. D., Vidal, R. A. and Trezzi, M. M. 2006. Ultrastructural modifications in sunflower (*Helianthus annuus* L.) chloroplasts resulting from the mixture of the herbicides metribuzin and clomazone. *J. Food Agric. Environ.* 4 (1): 175-179.
- Kumar, J. and Srivatava, E. 2015. Impact of reproductive duration on yield and its component traits in lentil. *Legume Research: An International Journal*, 38 (2): 139-148.
- Labrada, R., Caseley, J.C. y C. Parker. 1996. Manejo de Malezas para países en desarrollo (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 403 p.
- Merino, J. 2019. Determinación del periodo crítico de interferencia de malezas en quinoa (*Chenopodium quinoa* Will.) y evaluación de dos herbicidas, sobre el contenido de polifenoles totales. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Agronomía. Concepción, Chile, Facultad de Agronomía- Programa de Doctorado en Ciencias de la Agronomía, Universidad de Concepción. 63 p.
- ODEPA. 2022. Legumbres: situación mundial y nacional. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile [En línea (Consultado el 19 de diciembre 2022)].
- Palma, R., Baeza, C., and Stuessy, T. 2021. Cytotaxonomic characterization of cultivars and accessions of *Lens culinaris* Medik. (Fabaceae) from Chile and Canadá. *Gayana Botanica*, 78: 86-94.
- Pedrerros, A., 2000. Manejo de malezas en frejol, uso de rastra malla. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Quilamapu. Boletín informativo. 3 p.
- Pedrerros, A. 2002. Manejo de malezas para producción de flores de tulipán. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile. 2 p.
- Peñaloza, E. 1991. Producción de lenteja: IX región, editado por Peñaloza, H. Kehr, E. Instituto de investigaciones Agropecuarias Boletín INIA N° 144, Chile, Temuco. 69 p.
- Reif, T., Zikeli, S., et al. 2021. Reviving a Neglected Crop: A case study on Lentil (*Lens culinaris* Medikus subsp. *Culinaris*) Cultivation in Germany. *Sustainability*, 113: 1-3.

- Sardana, V., Mahajan, G., Jabran, K. y Chauhan, B. 2017. Role of competition in managing weeds: An introduction to the special issue. *Crop Protection* 95: 1-7.
- Sepúlveda, R. y Álvarez, M. 1982. Roya y antracnosis: enfermedades de la lenteja. Boletín técnico no.13. Instituto de investigaciones agropecuarias, Santiago, Chile. 2 p.
- Seiler, J. 2012. Producción de biomasa, rendimiento y competencia entre plantas de maíz (*Zea mays* L.) según su variabilidad temporal en la emergencia. Universidad nacional de Rio Cuarto. Argentina. 37 p.
- Smitchger, J., Burke, I. and Yenish, J. 2012. The Critical period of weed control in Lentil (*Lens culinaris*) in the pacific northwest. *Weed Science* 60: 81-85.
- Sinclair, T. R. and Horie, T. 1989. Leaf nitrogen photosynthesis, and crop radiation use efficiency: a review. *Crop Science* 29: 90-98.
- Tapia, F. Chacón, A., y Ramírez, A. 1983. Control de malezas en lenteja. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina, Santiago, Chile. 3 p.
- Tay U., Juan y Vega S., Álvaro. 1998. Obtenga alto porcentaje de granos de siete milímetros. Producción de lenteja chilena o lentejón variedad Super Araucana. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Boletín INIA N° 12, Chile. 2 p.
- Tay, J. France, A., Gerding, M., Kramm, V. y Velasco, R. 2000. Fundación para la Innovación Agraria (Chile). Manual de producción de leguminosas de grano y hortalizas para el secano costero de la Región del Maule. Chillán, Chile. Instituto de investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA N° 40. 80 p.
- Tay, J., Peñaloza, E. France, A. 2006. Calpún-INIA, Cultivar de lenteja (*Lens culinaris* Medik.) de grano grande y resistente a roya. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigaciones Carillanca, Chile. 4p.
- Touloupakis, E., Giannoudi, L., Piletsky, S.A., Guzzella, L., Pozzoni, F. and Giardi, M. T. 2005. A multi-biosensor based on immobilized photosystem II on screen-printed electrodes for the detection of herbicides in river water. *Biosensors and Bioelectronics* 20:1984-1992.
- Tursun, N., Datta, A., Sami Sakinmaz, M., Kantarci, Z., Knezevic, S. and Singh Chauhan, B. 2016. The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. *Crop Protection* 90: 59-65.
- Zimdahl, R. 2007. *Fundamentals of Weed Science*. 3rd ed. Academic Press, California, EEUU. 689 p.