



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

“Evaluación de la selectividad y efectividad de distintos  
herbicidas para el control de malezas en el cultivo de mandioca  
(*Manihot esculenta* Crantz) en Corrientes”

*Tesis presentada para optar al título de Magister Scientiae de la Facultad de Ciencias  
Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata*

Ing. Agr. Gabriel Antonio Pinto Ruiz

**2021**

**Directora**

Ing. Agr. (Mgter.) Angela María Burgos

**Co-Director**

Ing. Agr. Dr. José Ramón Tarragó

**Consejero**

Ing. Agr. Dr. Néstor David Bayón

**Miembros del jurado**

Ing. Agr. Carolina María Istilart

Lic. Martín Ceferino Domínguez Muñoz

Ing. Agr. (Mgter.) Walter Osvaldo Ibarra Zamudio

**Fecha de defensa de tesis**

26 de noviembre de 2021

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a mi Familia, por todo el apoyo que me dieron para poder llevar a cabo esta maestría.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste por permitirme llevar a cabo esta Maestría.

A los Ings. Agrs. Sara Vazquez, Patricia Norma Angeloni y José Ramón Tarragó por el apoyo que me brindaron para poder realizar esta Maestría.

A la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste por el financiamiento recibido para poder hacer esta Maestría.

A los Ings. Agrs. Angela María Burgos, José Ramón Tarragó, Néstor David Bayón y Ricardo Daniel Medina por guiarme y ayudarme con sus conocimientos en la realización y redacción de esta tesis.

Al Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE UNNE-CONICET) de Corrientes por permitirme realizar la identificación del material vegetal colectado en el presente ensayo en sus instalaciones.

Al Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes por haberme permitido realizar mis ensayos de tesis en el predio del Centro Tecnológico de Producción (CETEPRO).

Colaboradores del Centro Tecnológico de Producción (CETEPRO) del Ministerio de Producción de Corrientes que me ayudaron en las labores del cultivo en mis ensayos de tesis.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ABREVIATURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Producción de mandioca en el mundo y la región .....	2
1.2. Problemática.....	2
1.3. Antecedentes y experiencia previa en relación al tema .....	4
1.4. Objetivos generales y particulares .....	6
1.5. Hipótesis de trabajo.....	6
CAPÍTULO II .....	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	7
2.1. Localización .....	8
2.2. Diseño experimental y tratamientos.....	8
2.3. Material vegetal y plantación .....	9
2.4. Aplicación de los herbicidas .....	9
2.5. Variables evaluadas.....	12
2.6. Análisis estadístico de los datos.....	17
CAPÍTULO III.....	18
3. RESULTADOS.....	18
3.1. Registros meteorológicos .....	19
3.2. Evaluaciones de fitotoxicidad .....	19
3.3. Altura de plantas .....	25
3.4. Stand de plantas .....	29
3.5. Medición de abundancia y cobertura de malezas.....	32
3.6. Determinación de materia seca de malezas.....	42
3.7. Variables de productividad .....	45
3.8. Determinación del porcentaje de materia seca y de almidón.....	50

CAPÍTULO IV.....	53
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	53
4.1. Discusión general.....	54
4.2. Discusión sobre herbicidas pre-emergentes .....	55
4.3. Discusión sobre herbicidas post-emergentes dirigidos .....	61
4.4. Conclusiones generales .....	65
4.5. Implicancias prácticas .....	67
BIBLIOGRAFÍA .....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Especies de malezas registradas por Feltan <i>et al.</i> , (2015) en cultivos de mandioca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) en Montecarlo, Misiones, Argentina. ....	5
Tabla 2: Herbicidas empleados, tipos de aplicación y respectivas dosis ensayadas. ....	8
Tabla 3: Momento óptimo de aplicación de los herbicidas post-emergentes. ....	11
Tabla 4: Escala de la EWRC (1964) adaptada para la determinación de la respuesta fitotóxica del cultivo de mandioca a la aplicación de los herbicidas. ....	12
Tabla 5: Escala de abundancia y cobertura extraída de Braun-Blanquet (1950) ....	14
Tabla 6: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes sobre el grado de fitotoxicidad para el cultivo de mandioca. ....	20
Tabla 7: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre el grado de fitotoxicidad para el cultivo de mandioca. ....	24
Tabla 8: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales sobre la altura de plantas de mandioca a los 45 DPP. ....	26
Tabla 9: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales y la campaña agrícola sobre la altura de plantas de mandioca a los 45 DPP. Interacción entre factores determinada por un p-valor = 0,0055. ....	26
Tabla 10: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre la altura de plantas de mandioca a los 45 y 131 DPP. ....	27
Tabla 11: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la altura de plantas de mandioca a los 43 DPA. ....	28
Tabla 12: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos y la campaña agrícola sobre la altura de plantas de mandioca a los 96 DPA. Interacción entre factores determinada por un p-valor = 0,0019. ....	28
Tabla 13: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales sobre el stand de plantas de mandioca a los 30 DPP. ....	30
Tabla 14: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales y la campaña agrícola sobre el stand de plantas de mandioca a los 60 DPP. Interacción entre factores determinada por un p-valor = 0,0036. ....	30
Tabla 15: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre el stand de plantas de mandioca a los 30 y 60 DPP. ....	31
Tabla 16: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos y la campaña agrícola sobre el stand de plantas de mandioca a los 14 y 35 DPA. Interacción entre factores determinada por un p-valor = 0,0370. ....	31
Tabla 17: Nombre científico de especies identificadas en las campañas 2018–2019 y 2019–2020. ....	32
Tabla 18: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de malezas en grupos de semejanza en la campaña 2018–2019 a los 30 y 60 DPP. ....	33
Tabla 19: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de malezas en grupos de semejanza en la campaña 2019–2020 a los 30 y 60 DPP. ....	33

Tabla 20: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de especies de malezas en la campaña 2018–2019 a los 30 y 60 DPP.....	36
Tabla 21: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de especies de malezas en la campaña 2019–2020 a los 30 y 60 DPP.....	37
Tabla 22: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de malezas en grupos de semejanza en la campaña 2018–2019 a los 60 DPP.....	39
Tabla 23: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de malezas en grupos de semejanza en la campaña 2019–2020 a los 60 DPP.....	40
Tabla 24: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de especies de malezas en la campaña 2018–2019 a los 60 DPP. ....	41
Tabla 25: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de especies de malezas en la campaña 2019–2020 a los 60 DPP. ....	41
Tabla 26: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales y la campaña agrícola sobre la MS de malezas a los 60 DPP. Interacción entre factores determinada por un p-valor = 0,0003. ....	43
Tabla 27: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre la MS de malezas a los 60 DPP.....	44
Tabla 28: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la MS de malezas a los 60 DPP.....	44
Tabla 29: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales y la campaña agrícola sobre el rendimiento de raíces tuberosas e índice de cosecha de plantas de mandioca a los 221 DPP. Interacción entre factores determinada por un p-valor = 0,0096 para rendimiento de raíces tuberosas y 0,0029 para índice de cosecha. ....	45
Tabla 30: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales y la campaña agrícola sobre la partición de biomasa de plantas de mandioca a los 221 DPP. Interacción entre factores determinada por p-valores: parte aérea 0,0257, estaca madre 0,0024 y raíces 0,0048.....	46
Tabla 31: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre el rendimiento de raíces tuberosas y el índice de cosecha de plantas de mandioca a los 221 DPP. ....	47
Tabla 32: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre la partición de biomasa de plantas de mandioca a los 221 DPP. ....	48
Tabla 33: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre el rendimiento de raíces tuberosas y el índice de cosecha de plantas de mandioca a los 221 DPP. ....	49



Tabla 34: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la partición de biomasa para la parte aérea de plantas de mandioca a los 221 DPP. ....	49
Tabla 35: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos y la campaña agrícola sobre la partición de biomasa para estaca madre y raíces de plantas de mandioca a los 221 DPP. Interacciones entre factores determinadas por p-valores para estaca madre 0,0105 y raíces 0,0031. ....	50
Tabla 36: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales sobre los porcentajes de materia seca y almidón de las raíces tuberosas cosechadas de plantas de mandioca a los 221 DPP.....	51
Tabla 37: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre los porcentajes de materia seca y almidón de las raíces tuberosas cosechadas de plantas de mandioca a los 221.....	51
Tabla 38: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre los porcentajes de materia seca y almidón de las raíces tuberosas cosechadas de plantas de mandioca a los 221 DPP.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Aplicación de herbicidas pre-emergentes con pulverizador hidráulico de CO <sub>2</sub> . .....	10
Figura 2: Aplicación dirigida de glifosato con mochila de accionamiento manual. a) Utilización de pantalla protectora. b) Protección de plantas con macetas invertidas de plástico. ....	10
Figura 3: Plantas de mandioca a los 131 DPP con casi la totalidad del entrelineo cubierto. ....	11
Figura 4: Medición de altura de las plantas de mandioca. ....	13
Figura 5: Medición de abundancia y cobertura mediante un cuadro de 1 m <sup>2</sup> . ....	14
Figura 6: Determinación de la materia seca de malezas. a) Material vegetal colectado en el aro de 0,25 m <sup>2</sup> . b) Malezas colectadas puestas a secar en estufa. ....	14
Figura 7: Distintas porciones medidas en las plantas de mandioca. ....	15
Figura 8: Registro del peso de raíces tuberosas empleando la balanza electrónica. ....	16
Figura 9: Determinación de peso al agua para el cálculo del porcentaje de materia seca y el porcentaje de almidón. ....	17
Figura 10: Climograma de temperatura media y precipitación en las dos campañas ensayadas y su comparación con los valores de la serie histórica de la misma región. ...	19
Figura 11: Plantas de mandioca sin daño alguno. a-b) Testigo. c) Carpido.....	20
Figura 12: Plantas de mandioca con deformaciones y amarillamiento leves en los tratamientos con el herbicida S-metolacloro.....	21
Figura 13: Plantas de mandioca con efectos fitotóxicos de amarillamiento leve a muy leve en los tratamientos con el herbicida Clomazone.....	21
Figura 14: Deformaciones leves en hojas, en plantas de mandioca en los tratamientos con el herbicida Pendimetalin.....	22
Figura 15: Efectos fitotóxicos con el tratamiento de control de malezas de Diuron 400 g ia ha <sup>-1</sup> . a) Amarillamiento y necrosis fuerte en hojas. b) Amarillamiento y necrosis no generalizada (leve). c) Amarillamiento leve en hojas.....	22
Figura 16: Efectos fitotóxicos en tratamiento de control de malezas con Diuron 625 g ia ha <sup>-1</sup> . a) Amarillamiento y necrosis fuerte en hojas. b) Planta muerta. c) Amarillamiento y necrosis no generalizada (leve). ....	23
Figura 17: Efectos fitotóxicos detectados en la mezcla de S-metolacloro y Clomazone. a) Amarillamiento y deformaciones leves en hojas. b) Amarillamiento leve en hojas. ....	23
Figura 18: Efectos fitotóxicos detectados en la mezcla de S-metolacloro, Clomazone y Pendimetalin. a) Amarillamiento y deformaciones leves en hojas. b) Amarillamiento leve en hojas.....	24
Figura 19: Plantas de mandioca sin daños. a) Glifosato. b) Paraquat. c) Saflufenacil + Glifosato.....	25
Figura 20: Efectos fitotóxicos observados con el tratamiento de control de malezas con Imazetapir. a) Amarillamiento leve de hojas. b) Amarillamiento, disminución de tamaño y deformaciones en hojas. c) Deformaciones en hojas nuevas. ....	25

## ABREVIATURAS

<b>%AL</b>	<b>Porcentaje de almidón</b>
<b>%MS</b>	<b>Porcentaje de materia seca</b>
<b>cm</b>	<b>Centímetros</b>
<b>CONICET</b>	<b>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas</b>
<b>CS</b>	<b>Suspensión de encapsulado</b>
<b>DPA</b>	<b>Días posteriores a la aplicación</b>
<b>DPP</b>	<b>Días posteriores a la plantación</b>
<b>ea</b>	<b>Equivalente ácido</b>
<b>EC</b>	<b>Concentrado emulsionable</b>
<b>g</b>	<b>Gramos</b>
<b>ha</b>	<b>Hectárea</b>
<b>ia</b>	<b>Ingrediente activo</b>
<b><i>i.e.</i></b>	<b>Esto es</b>
<b>IBONE</b>	<b>Instituto de Botánica del Nordeste</b>
<b>kg</b>	<b>Kilogramos</b>
<b>l</b>	<b>Litros</b>
<b>m</b>	<b>Metros</b>
<b>mm</b>	<b>Milímetros</b>
<b>MS</b>	<b>Materia seca</b>
<b>SENASA</b>	<b>Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria</b>
<b>SL</b>	<b>Concentrado soluble</b>
<b>UNNE</b>	<b>Universidad Nacional del Nordeste</b>
<b>WG</b>	<b>Granulado dispersable</b>
<b>WP</b>	<b>Polvo mojable</b>

## RESUMEN

El cultivo de mandioca es importante en la alimentación de millones de personas a nivel mundial por sus raíces amiláceas para consumo fresco, obtención de fécula o alimentación animal. La interferencia de las malezas es uno de los pocos factores que le son adversos, pudiendo ocasionar una pérdida total de rendimiento del cultivo. El control manual de las mismas representa entre el 30–45% del costo de producción, por lo cual una opción de menor costo sería el empleo de herbicidas, los cuales deben controlar a las malezas y no dañar al cultivo o hacerlo en forma muy leve. El objetivo fue evaluar distintos principios activos o mezclas de herbicidas para el control químico de malezas en el cultivo de mandioca. Los ensayos se emplazaron en Corrientes, Argentina mediante un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 13 tratamientos de control de malezas en dos campañas agrícolas. Los herbicidas y dosis ( $\text{g ia ha}^{-1}$ ) fueron, pre-emergentes: Diuron (400 y 625), Clomazone (500 y 1000), S-metolaclo (960 y 1920) y Pendimetalin (900), post-emergentes dirigidos: Paraquat dicloruro (621), Glifosato (1620ea), Saflufenacil+Glifosato (24,5+1080ea) e Imazetapir (100ea). Además, se incorporaron un testigo sin control y un control carpido. Las variables medidas fueron: fitotoxicidad, altura de plantas, stand de plantas, abundancia-cobertura de malezas, MS de malezas y variables productivas del cultivo. La campaña agrícola 2018–2019 registró una precipitación acumulada mayor que en 2019–2020. El Diuron fue el herbicida pre-emergente que mayor efecto fitotóxico obtuvo, llegando a presentar mortandad de plantas con la dosis más alta en la campaña de mayor precipitación. De los herbicidas post-emergentes dirigidos, el Imazetapir fue el que mayor efecto fitotóxico generó al cultivo, llegando a inhibir la producción en ambas campañas. Los tratamientos de control de malezas Glifosato y Saflufenacil+Glifosato no afectaron el rendimiento de raíces tuberosas.

## ABSTRACT

Cassava cultivation is paramount in the feeding of millions of people in the world for its starchy roots. It is used for fresh consumption, obtain starch, or animal feed. Weed interference is one of the few factors that are adverse to it, causing a total loss of crop yield. Their manual control represents between 30–45% of the production cost, so a lower cost option would be the use of herbicides, which should control weeds and not damage the crop or do it in a very slight way. The objective was to evaluate different active ingredients or herbicide mixtures for the chemical control of weeds in cassava crops. The trials were located in Corrientes, Argentina, by a completely randomized design with a factorial arrangement of 13 weed control treatments during two agricultural seasons. The herbicides and doses ( $\text{g ai ha}^{-1}$ ) were, pre-emergent: Diuron (400 and 625), Clomazone (500 and 1000), S-metolachlor (960 and 1920) and Pendimethalin (900), post-emergent directed: Paraquat dichloride (621), Glyphosate (1620ae), Saflufenacil + Glyphosate (24.5 + 1080ae) and Imazethapyr (100ae). In addition, were incorporated an herbicide-free control and a hoeing control. The variables measured were: phytotoxicity, plant height, plant stand, weed abundance-cover, DM of weeds, and productive variables of the crop. The 2018–2019 agricultural season registered higher accumulated precipitation than 2019–2020. Diuron was the pre-emergent herbicide with the highest phytotoxic effect, reaching plant mortality with the high dose in the season with the greatest rainfall. Of the directed post-emergent herbicides, Imazethapyr was the one with the highest phytotoxic effect on the crop, inhibiting production in both campaigns. The weed control treatments Glyphosate and Saflufenacil + Glyphosate did not affect the yield of tuberous roots.

# **CAPÍTULO I**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. PRODUCCIÓN DE MANDIOCA EN EL MUNDO Y LA REGIÓN**

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiaceae) es un cultivo de gran importancia para la alimentación de más de mil millones de personas particularmente de Asia, África, América Latina y el Caribe. El cultivo de mandioca a nivel mundial es mayormente realizado por pequeños productores, que utilizan sus raíces tuberosas amiláceas para autoconsumo, alimentación animal, venta en diferentes mercados como hortaliza en fresco o que la procesan para la obtención de su fécula (Ospina y Ceballos, 2002). Por otra parte, en muchos lugares del mundo el cultivo es realizado con fines forrajeros, efectuando el ensilado de raíces y hojas que representan una elevada fuente de energía y de proteínas respectivamente, permitiendo proyectar este cultivo a una escala extensiva para abastecer producciones ganaderas (Ospina y Ceballos, 2002).

La producción de mandioca en América del Sur, en 2018 fue liderada por Brasil que produjo el 70% de la mandioca de la región con 17,8 millones de toneladas y Argentina ocupó el séptimo lugar con 194.367 toneladas producidas (FAOSTAT, 2020).

La producción en Argentina se concentra en la región del Noreste Argentino integrado por las provincias de Corrientes, Chaco, Formosa y Misiones. En esta región, la mandioca es de gran valor comercial por el alto consumo de productos típicos, arraigada en las costumbres e idiosincrasia culinaria (Aristizábal y Calle, 2015). Dentro de las provincias productoras Misiones posee la mayor superficie cultivada a nivel nacional (89,8%), seguida por Formosa (5,1%), Corrientes (4,3%) y Chaco (0,7%) según el Censo Nacional Agropecuario 2018 (INDEC, 2021).

### **1.2. PROBLEMÁTICA**

La mandioca es un cultivo rústico que se adapta a varias condiciones ambientales, de suelo y posee una buena tolerancia a sequía (Aristizábal *et al.*, 2007). Pocos son los factores que le son adversos, entre estos se halla la interferencia que producen las malezas, que pueden disminuir la producción hasta en un 100% (Peressin *et al.*, 1998; Alabi *et al.*, 2001; Mattos y Cardoso, 2003; Johanns y Contiero, 2006; Albuquerque *et al.*, 2008).

Uno de los mayores problemas a la hora de realizar el control de las malezas es el alto costo y las dificultades de manejo que demanda el control mecánico y/o manual mediante carpidas, que representa entre el 30 y 50 % del costo de producción (Pletsch, 2004; Biffe *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2012). Una de las alternativas de control de malezas de menor

costo y mayor eficiencia es la implementación de control químico mediante el uso de herbicidas, que posibilite el crecimiento del cultivo, con una mínima o nula interferencia producida por las malezas (Pletsch, 2004).

Por lo anteriormente expuesto, radica la importancia del estudio de herbicidas para el manejo de las malezas en un sistema de producción más tecnificado, que permita incrementar su escala. La principal limitante para el uso de herbicidas en el cultivo de la mandioca, es la falta de estudios locales que permitan el registro de productos (principios activos) considerando los Límites Máximos de Residuos del SENASA, y que posibiliten la obtención de raíces aptas para la alimentación (SENASA, 2020).

Para implementar una estrategia de control químico de malezas, hay que considerar diferentes posibilidades de selectividad de los herbicidas para la mandioca. La selectividad se da cuando un ingrediente activo exhibe mayor toxicidad en algún grupo de plantas en comparación con otro, es decir que, aplicando la dosis adecuada y en el momento recomendado, mata las malezas (o eventualmente retarda su crecimiento), mientras que no causa daño, o si lo hace no es sustancial, a la especie cultivada (Caseley, 1996; Cudney, 1996; Orioli *et al.*, 2014).

La selectividad puede estar dada por factores asociados y no asociados con las plantas. Entre los factores no asociados a las plantas podemos citar, métodos o modos de aplicación que permitan la separación espacial o física entre los tejidos o lugares sensibles de absorción del cultivo y de la maleza, como las aplicaciones dirigidas de herbicidas pre-emergentes o post-emergentes (Orioli *et al.*, 2014).

El otro tipo de selectividad, que involucra a los factores asociados a las plantas, está dado por mecanismos fisiológicos que determinan que algunas especies sean menos susceptibles que otras en un sentido amplio. Este tipo de selectividad se relaciona con aspectos asociados a la planta como ser: dotación genética, su morfología, estado fenológico y mecanismos fisiológicos. Entre los mecanismos fisiológicos asociados a la tolerancia podemos citar absorción, transporte, metabolismo diferencial del herbicida en la planta tolerante, aspectos del metabolismo en la detoxificación y modificación del sitio de acción de la enzima blanco de un determinado herbicida (Orioli *et al.*, 2014). Otra posibilidad de obtener selectividad a un herbicida, es mediante la utilización de los denominados antídotos, que permiten usar un herbicida en un cultivo para el cual el principio no era selectivo (Fernández *et al.*, 2014).



Como se expuso anteriormente, la selectividad de los herbicidas responde a una multiplicidad de factores, y la misma debe ser estudiada para cada situación especial de interacción cultivo-maleza ya que la selectividad y efectividad para el cultivo, puede verse afectada por las condiciones ambientales y comunidad de malezas presente y su estado fenológico (Kudsk y Kristensen, 1992; Cudney, 1996; Matzenbacher *et al.*, 2014; Khalil *et al.*, 2019; Jursík *et al.*, 2020).

### **1.3. ANTECEDENTES Y EXPERIENCIA PREVIA EN RELACIÓN AL TEMA**

Hasta el momento, en nuestro país no existen productos herbicidas registrados en SENASA para su utilización en el control de malezas en cultivos de mandioca (SENASA, 2020). En otros países productores de mandioca como Brasil y Colombia existen ensayos de herbicidas y también productos registrados para el control de malezas (Registro de Brasil, 2020; Registro de Colombia, 2020).

Entre los herbicidas utilizados para el control de malezas podemos encontrar productos pre-emergentes y post-emergentes dirigidos. En el caso de los primeros (*i.e.* pre-emergentes) también son llamados residuales, se concentran en la capa superior del suelo y ejercen un control de malezas en las etapas tempranas de la germinación, su actividad herbicida puede durar entre unos pocos días a varios meses. Los herbicidas post-emergentes que no son selectivos para mandioca luego de la brotación de las estacas, pueden ser aplicados dentro del cultivo de manera dirigida empleando pantallas protectoras, de esta manera se evita que el herbicida haga contacto con el tejido de absorción del cultivo y sí con las malezas, logrando el control de las mismas (Cudney, 1996; Orioli *et al.*, 2014).

Entre los principios activos de herbicidas pre-emergentes evaluados para el control de malezas en mandioca se encuentran: Diuron, S-metolacoloro, Clomazone y Pendimetalin (Oliveira *et al.*, 2001 a y b; Matheus *et al.*, 2004; Pletsch, 2004; Biffe *et al.*, 2007; Biffe *et al.*, 2010; Scariot *et al.* 2013; Franciscon *et al.*, 2016; Pinto Ruiz *et al.*, 2019; Da Costa *et al.* 2020).

Los herbicidas post-emergentes dirigidos con posibles usos en el cultivo de la mandioca son: Paraquat y Glifosato (Doll *et al.*, 1976; Matheus *et al.*, 2004). En los casos de Saflufenacil e Imazetapir (Agostinetto *et al.*, 2002), serían dos principios activos que podrían tener condiciones de ser utilizados en post-emergencia dirigida, ya que son

productos no selectivos y poseen residualidad lo que evitaría el nacimiento de nuevas malezas luego de la aplicación (CASAFE, 2015).

Las malezas que se pueden encontrar asociadas al cultivo de mandioca fueron citadas por Feltan *et al.*, (2015) en ensayos realizados en el departamento de Montecarlo, Provincia de Misiones (Tabla 1).

**Tabla 1: Especies de malezas registradas por Feltan *et al.*, (2015) en cultivos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en Montecarlo, Misiones, Argentina.**

<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae
<i>Cenchrus myosuroides</i> Kunth	
<i>Chloris gayana</i> Kunth	
<i>Cynodon affinis</i> Caro & E.A. Sánchez	
<i>Digitaria sacchariflora</i> (Nees) Henrard	Poaceae
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	
<i>Paspalum umbrosum</i> Trin.	
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R.D. Webster	
<i>Commelina erecta</i> L.	Commelinaceae
<i>Euphorbia hirta</i> L.	
<i>Euphorbia selloi</i> (Klotzsch & Garcke) Boiss.	Euphorbiaceae
<i>Jatropha hieronymi</i> Kuntze	
<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	Malvaceae
<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Brassicaceae
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Talinum paniculatum</i> (Jacq.) Gaertn.	Talinaceae
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae
<i>Scutellaria racemosa</i> Pers.	Lamiaceae
<i>Ipomoea rubens</i> Choisy	Convolvulaceae
<i>Solanum spinosum</i>	Solanaceae
<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam.	
<i>Bidens subalternans</i> DC.	
<i>Erigeron tweediei</i> Hook.	Asteraceae
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	

## **1.4. OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES**

### **1.4.1. General**

- Evaluar distintos principios activos o mezclas de herbicidas para el control químico de malezas en el cultivo de mandioca.

### **1.4.2. Particulares**

- Evaluar la selectividad de distintos principios activos y combinaciones de los mismos para el cultivo de mandioca.
- Evaluar distintos métodos de selectividad aplicados al control de malezas en el cultivo de mandioca.
- Evaluar la efectividad de distintos principios activos y mezclas para el control de las malezas presentes en el cultivo.

## **1.5. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Uno de los herbicidas o mezcla de herbicidas, aplicado en cobertura total o de manera dirigida, permitiría contribuir al control de malezas en el cultivo de mandioca sin causar disminuciones significativas en el rendimiento y calidad de las raíces tuberosas.

# **CAPÍTULO II**

## **2.MATERIALES Y MÉTODOS**

## 2.1. LOCALIZACIÓN

El experimento se llevó a cabo en dos campañas (2018–2019 y 2019–2020), en el predio del Centro Tecnológico de Producción del Ministerio de Producción en Corrientes (Latitud 27°28'29.48"S; Longitud 58°46'45.44"O) cuyo suelo es clasificado como Udipsamment árgico, familia mixta, hipertérmica de la serie Ensenada Grande (Escobar *et al.*, 1994), representativo de la cuenca mandioquera del triángulo Noroeste de Corrientes. Las precipitaciones y temperaturas medias mensuales durante el experimento se obtuvieron del registro meteorológico del ICAA (2020) y fueron representados en un climograma.

## 2.2. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El experimento fue conducido mediante un arreglo factorial en un diseño completamente al azar. Los factores estudiados fueron tratamientos de control de malezas (13 niveles: carpido, testigo y aplicaciones de herbicidas con dosis indicadas tabla 2) por la campaña agrícola (2 niveles: 2018–2019 y 2019–2020). Para la segunda campaña se realizó una rotación de parcela (a una contigua), para evitar los posibles efectos de residualidad por parte de los herbicidas aplicados en la primera campaña. Las unidades experimentales tenían 20 m<sup>2</sup> con cuatro líneas por unidad, con tres repeticiones. Entre unidades experimentales se dejó 1 línea de bordura para evitar contaminación (por efecto de deriva) entre las mismas (Franciscon *et al.*, 2016).

A continuación, se detallan las dosis empleadas de herbicidas y tipo de aplicación para los distintos tratamientos de control químico de malezas evaluados:

**Tabla 2: Herbicidas empleados, tipos de aplicación y respectivas dosis ensayadas.**

Principio Activo	Tipo de aplicación	Concentración (g ia kg <sup>-1</sup> o L <sup>-1</sup> )	Formulación	Dosis (g ia ha <sup>-1</sup> )
Diuron	Pre-emergente	800	WP	400
				625
S-metolacloro	Pre-emergente	960	EC	960
				1920
Clomazone	Pre-emergente	360	CS	500
				1000
Pendimetalin	Pre-emergente	455	CS	900
Paraquat dicloruro	Post-emergente dirigido	276	SL	621
Glifosato	Post-emergente dirigido	356 (ea)	SL	1620 (ea)
Saflufenacil + Glifosato	Post-emergente dirigido	700 + 356 (ea)	WG + SL	24,5 + 1080 (ea)
Imazetapir	Post-emergente dirigido	100 (ea)	SL	100 (ea)

Además, se incluyó un testigo, al cual no se le realizó ningún tipo de control, y otro carpido en el que se realizó el control mecánico de malezas de manera manual mediante carpidas frecuentes (efectuadas por la misma persona en ambas campañas) para no permitir la interferencia de las malezas con el cultivo y de esta manera obtener el rendimiento potencial. En la campaña 2019–2020 se incorporaron dos tratamientos de control de malezas de mezclas de herbicidas pre-emergentes: S-metolacoloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> y S-metolacoloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> + Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup>.

### **2.3. MATERIAL VEGETAL Y PLANTACIÓN**

Se utilizaron plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) del cultivar ‘Rito’. La preparación de suelo, previa a la plantación, se realizó mediante labranza mecánica con pasajes de rastra de discos. Las plantaciones se efectuaron el 11/10/2018 y el 09/10/2019 empleando estacas de 12–15 cm de longitud (5–7 yemas) en posición horizontal a 10 cm de profundidad, a una distancia de 1 metro por 1 metro (10.000 plantas por hectárea) y de manera manual (Burgos *et al.*, 2013).

### **2.4. APLICACIÓN DE LOS HERBICIDAS**

La forma y el momento de aplicación de los herbicidas fueron distintas entre los pre-emergentes y post-emergentes dirigidos.

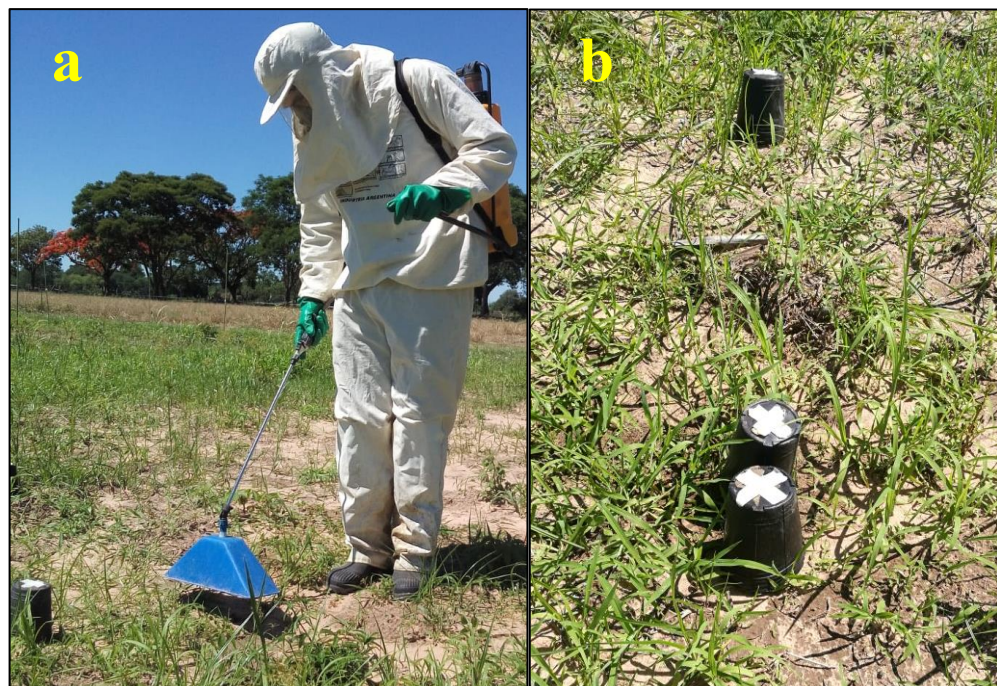
#### **2.4.1 Aplicación de los herbicidas pre-emergentes**

Los tratamientos de herbicidas pre-emergentes se aplicaron al día posterior a la plantación (DPP), utilizando un pulverizador hidráulico de CO<sub>2</sub>, dotado de un botalón de 4 picos distanciados a 0,5 m, con pastillas standard de abanico plano 110015, a una presión de trabajo constante de 3 bares y con un caudal equivalente a 125 l ha<sup>-1</sup>.



**Figura 1: Aplicación de herbicidas pre-emergentes con pulverizador hidráulico de CO<sub>2</sub>.**

Siguiendo la recomendación de Matheus *et al.*, (2004), a partir de los 60 DPP y luego de haber realizado la medición de MS de malezas del punto 2.5.4, se realizaron aplicaciones de glifosato dirigido ( $1602 \text{ g ia ha}^{-1}$ ), con el uso de mochila pulverizadora de accionamiento manual de un pico y con pantalla protectora para aplicación dirigida (Figura 2 a), para controlar las malezas emergidas en los tratamientos. A fin de garantizar la protección de las plantas de mandioca, las mismas fueron tapadas individualmente con macetas invertidas de plástico negro soplado con los orificios de drenaje cubiertos con cinta adhesiva, método del “maceteo” (Figura 2 b).



**Figura 2: Aplicación dirigida de glifosato con mochila de accionamiento manual. a) Utilización de pantalla protectora. b) Protección de plantas con macetas invertidas de plástico.**

Estas aplicaciones dirigidas de glifosato se efectuaron cada vez que era necesario (cuando las malezas llegaban a tener como máximo 15 cm de altura) hasta que el follaje de las plantas de mandioca cubrió el entrelineo y generó una sombra densa que permitió competir con las malezas (Figura 3).



Figura 3: Plantas de mandioca a los 131 DPP con casi la totalidad del entrelineo cubierto.

#### 2.4.2 Aplicación de los herbicidas post-emergentes dirigidos

Las aplicaciones de los herbicidas post-emergentes dirigidos se efectuaron a los 30 DPP con el uso de mochila pulverizadora de accionamiento manual de un pico, con pantalla protectora para aplicación dirigida como fue explicado anteriormente (Figura 2 a, b). El caudal utilizado fue de 1 l por unidad experimental ( $500 \text{ l ha}^{-1}$ ) y las aplicaciones se realizaron según lo indicado en CASAFE (2015), en función del momento óptimo de control según principio activo y estado de malezas (Tabla 3).

Tabla 3: Momento óptimo de aplicación de los herbicidas post-emergentes.

Principio activo	Estado de las malezas
Paraquat	Aplicar cuando las malezas sean pequeñas
Glifosato	Malezas con hasta 15 cm de altura
Saflufenacil + Glifosato	Malezas que no excedan los 20–30 cm de altura o 15 cm de diámetro
Imazetapir	Malezas hasta el estado de 4° hoja verdadera



## 2.5. VARIABLES EVALUADAS

Las variables medidas en herbicidas pre-emergentes como para los post-emergentes dirigidos, se describen a continuación.

### 2.5.1. Fitotoxicidad

Se cuantificó el grado de fitotoxicidad en el cultivo de mandioca mediante una adaptación de la escala EWRC (1964), cuya graduación va de 1 a 9, siendo 1 ausencia de toxicidad visible, en adelante una gradación de síntomas (*i.e.* algunos de los síntomas de fitotoxicidad indicados por Bleiholder, (1996) como ser amarillamiento de las hojas, deformaciones, quemaduras de hojas, hojas necrosadas y defoliación) hasta 9 caracterizado por la muerte de la totalidad de plantas (Tabla 4).

**Tabla 4: Escala de la EWRC (1964) adaptada para la determinación de la respuesta fitotóxica del cultivo de mandioca a la aplicación de los herbicidas.**

Respuesta del cultivo	Valor
Sin reducción de crecimiento o daño	1
Leve amarillamiento, reducción o daño	2
Moderado amarillamiento, reducción o daño, sin necrosis	3
Moderada reducción o daño, con necrosis leve	4
Media reducción o daño con necrosis marcada	5
Daño fuerte con necrosis generalizada y mortandad de algunas plantas	6
Daño muy fuerte con necrosis generalizada y mortandad de plantas	7
Daño severo con alta mortandad de plantas	8
Muerte total del cultivo	9

Para los tratamientos de control de malezas con herbicidas pre-emergentes esta medición (fitotoxicidad) se realizó a los 30, 45 y 60 DPP, y en el caso de los de herbicidas post-emergentes dirigidos se las realizó a los 7, 14, 28 y 35 días posteriores a la aplicación (DPA).

### 2.5.2. Altura de plantas

Se realizaron las mediciones de altura (cm) de cinco plantas en las líneas centrales de cada repetición y se obtuvo el valor promedio por unidad experimental. La determinación de la altura se realizó midiendo desde el cuello de la planta a nivel del suelo hasta la inserción de la última hoja. En los tratamientos de control con herbicidas pre-emergentes las mediciones se efectuaron a los 45 y 131 DPP, y en los tratamientos de control con herbicidas post-emergentes dirigidos la medición se realizó a los 43 y 96 DPA.



**Figura 4: Medición de altura de las plantas de mandioca.**

### **2.5.3. Stand de plantas**

Para poder determinar esta variable se efectuó un recuento del número de plantas emergidas en las dos líneas centrales en cada repetición de los distintos tratamientos. Para los herbicidas pre-emergentes estas mediciones se realizaron a los 30 y 60 DPP en ambas campañas, en cambio para los herbicidas post-emergentes dirigidos a los 14 y 35 DPA en las dos campañas.

### **2.5.4. Medición de abundancia y cobertura de malezas**

El grado de enmalezamiento se determinó mediante la estimación de la abundancia y cobertura de las malezas presentes en un área de 1 m<sup>2</sup> (Figura 5) empleando la escala de Braun-Blanquet (1950) (Tabla 5). Se determinó, para las especies de manera individual, y según los grupos de semejanza Poaceae, Cyperaceae o Latifoliadas. Esta medición fue realizada para el testigo, sin aplicación, y los tratamientos con herbicidas.

Teniendo en cuenta que el período crítico de interferencia de malezas en el cultivo de mandioca se presenta a partir de los 60 DPP (Johanns y Contiero, 2006; Franciscón *et al.*, 2016), las mediciones de abundancia y cobertura se realizaron a los 30 y 60 DPP para los herbicidas pre-emergentes y en el caso de los post-emergentes dirigidos a los 60 DPP en ambas campañas. De las distintas especies censadas, se colectaron ejemplares que fueron herborizados e identificados botánicamente en el Instituto de Botánica del Nordeste (IBONE UNNE-CONICET) de Corrientes.

**Tabla 5: Escala de abundancia y cobertura extraída de Braun-Blanquet (1950)**

<b>Categoría</b>	<b>Abundancia y cobertura</b>
+	Presentes en forma dispersa o muy dispersa; cobertura muy baja.
1	Abundante, pero el valor de cobertura se mantiene baja.
2	Muy numeroso, o cobertura por lo menos 1/20 de la superficie.
3	Cualquier número de individuos que cubran de 1/4 a 1/2 de la superficie total.
4	Cualquier número de individuos que cubran de 1/2 a 3/4 de la superficie total.
5	Más de los 3/4 de la superficie cubierta.

**Figura 5: Medición de abundancia y cobertura mediante un cuadro de 1 m<sup>2</sup>.**

### 2.5.5. Determinación de materia seca (MS) de malezas

A los 60 DPP y paralelamente a los datos de abundancia y cobertura, se arrojó un aro de 0,25 m<sup>2</sup> en cada unidad experimental y se colectó toda la parte aérea de las malezas (Figura 6 a). El material vegetal recolectado se dejó secando en estufa a 65 °C hasta peso constante (Figura 6 b) y se determinó el peso utilizando una balanza digital (Marca TANITA. Modelo TLD-101).

**Figura 6: Determinación de la materia seca de malezas. a) Material vegetal colectado en el aro de 0,25 m<sup>2</sup>. b) Malezas colectadas puestas a secar en estufa.**

### 2.5.6. Variables de productividad

Al finalizar el ciclo del cultivo (221 DPP), se determinaron las variables de productividad en los distintos tratamientos realizados (herbicidas pre-emergentes y post-emergentes dirigidos).

Las variables relacionadas a la productividad del cultivo, se determinaron sobre la cosecha de tres plantas por unidad experimental, las cuales fueron seleccionadas al azar de las líneas centrales de la parcela. La parte aérea se separó con un corte de machete a nivel la unión con la estaca madre, mientras que las raíces fueron despojándolas manualmente de la estaca madre (Figura 7). Previo al pesaje de las raíces se les realizó un lavado para quitar el exceso de tierra.

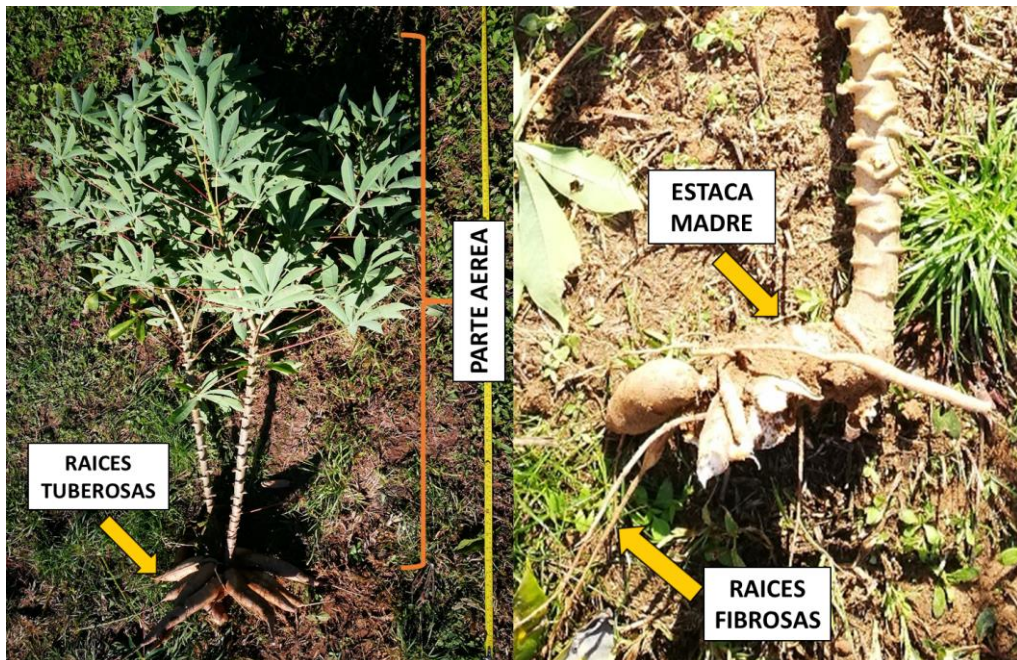


Figura 7: Distintas porciones medidas en las plantas de mandioca.

Mediante la utilización de una balanza electrónica de mano (Figura 8) Marca AGUIA URSO (precisión  $\pm 10$  g), se registró el peso de la parte aérea (hojas + tallo) al momento de la cosecha ( $\text{kg planta}^{-1}$ ), peso total de raíces por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) (tuberosas + fibrosas), peso de la estaca madre (kg) y peso de raíces tuberosas por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ), considerándose como raíces tuberosas a las raíces con signos de tuberización mayor a 1 cm de diámetro.



**Figura 8: Registro del peso de raíces tuberosas empleando la balanza electrónica.**

Con los datos obtenidos de las mediciones anteriores se determinó, para cada unidad experimental de los tratamientos, el rendimiento de raíces tuberosas por planta ( $\text{kg planta}^{-1}$ ). Además, se calculó el índice de cosecha y la partición de biomasa de los distintos componentes medidos en la planta (parte aérea, estaca madre y raíz total), cuyas ecuaciones de cálculo se indican a continuación:

$$\text{Índice de cosecha} = \frac{\text{Peso de raíces tuberosas (kg planta}^{-1}\text{)}}{\text{Peso total de la planta (kg planta}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{Partición biomasa comp. (\%)} = \frac{\text{Peso del componente (kg planta}^{-1}\text{)}}{\text{Peso total de la planta (kg planta}^{-1}\text{)}} \times 100$$

### **2.5.7. Determinación del porcentaje de materia seca y el porcentaje de almidón**

El porcentaje de materia seca (%MS) y el porcentaje de almidón (%AL) de las raíces tuberosas, en cada unidad experimental, se cuantificó mediante el método gravimétrico según Toro y Cañas (1983). Para la determinación de %MS y %AL, se pesaron 3 kg de raíces tuberosas al aire, posteriormente ese mismo material se pesó en agua con una balanza (Figura 9) para la determinación de la gravedad específica según la siguiente ecuación:

$$\text{Gravedad específica} = \frac{\text{Peso fresco al aire (kg)}}{[\text{Peso fresco al aire (kg)} - \text{Peso fresco en agua (kg)}]}$$

Con ese valor calculado de gravedad específica, se recurrió a la tabla de Toro y Cañas (1983) para obtener de la misma el %MS y el %AL.



**Figura 9:** Determinación de peso al agua para el cálculo del porcentaje de materia seca y el porcentaje de almidón.

## **2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS**

Para el análisis estadístico de las distintas variables se realizó un análisis de varianza y posteriormente, cuando se encontraban diferencias significativas, se procedió a comparar las medias aritméticas de las variables evaluadas mediante el test de Comparaciones Múltiples de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para la separación de medias. En los casos, en los que los tratamientos de control de malezas poseían repeticiones en ambas campañas, se determinó la interacción entre factores y para el caso de los que no tenían repeticiones en ambas campañas, se realizó un ANOVA con respecto a los valores del testigo y carpido de la respectiva campaña. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2017).

# **CAPÍTULO III**

## **3. RESULTADOS**

### 3.1. REGISTROS METEOROLÓGICOS

Con los datos meteorológicos obtenidos del ICAA (2020), se confecciono un climograma exhibiendo las precipitaciones (mm) y temperaturas medias mensuales (°C) de ambas campañas y los valores promedios históricos para la localidad de Corrientes, Argentina (Servicio Meteorológico Nacional, 2021) (Figura 10).

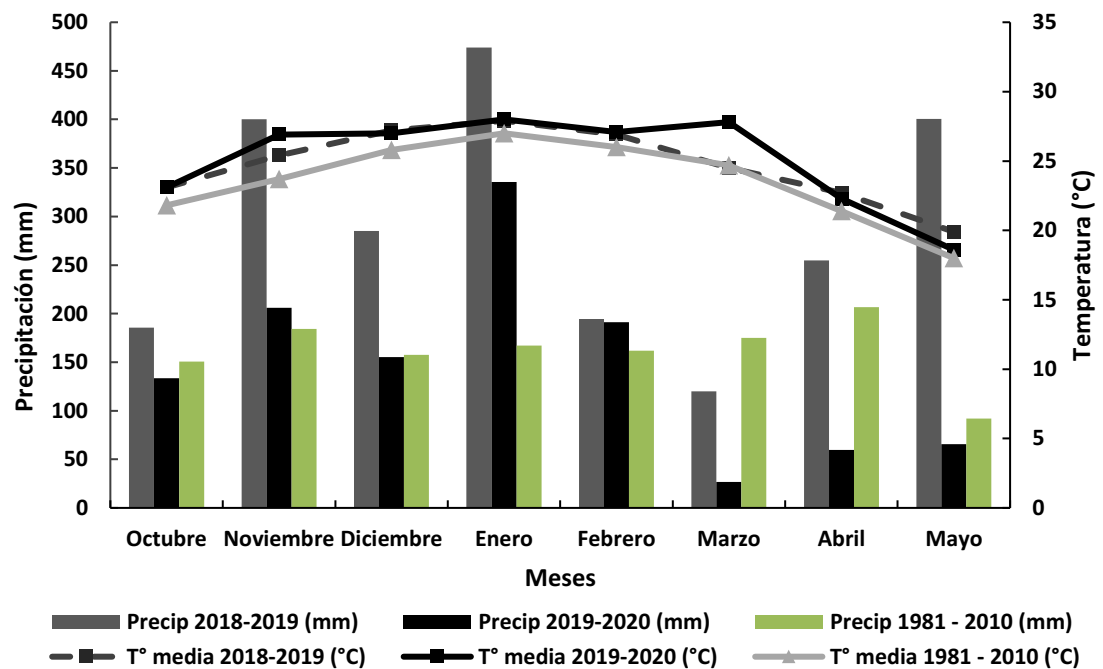


Figura 10: Climograma de temperatura media y precipitación en las dos campañas ensayadas y su comparación con los valores de la serie histórica de la misma región.

En la Figura 10 se observa que la campaña agrícola 2018–2019 fue la más lluviosa con una precipitación acumulada (octubre a mayo) de 2.314,9 mm, un 97,2% más que lo registrado durante la campaña 2019–2020 en la que se acumularon 1.173,9 mm en total. En todos los meses de la primera campaña las precipitaciones acumuladas fueron superiores que los de la segunda. Además, la campaña 2018–2019 superó a las precipitaciones mensuales de la serie histórica en 7 de los 8 meses comparados. En lo referido a las temperaturas medias registradas, la campaña 2019–2020 tuvo una temperatura media total de 25,1 °C, unos 0,4 °C mayor que los 24,7 °C de la campaña 2018–2019.

### 3.2. EVALUACIONES DE FITOTOXICIDAD

Las mediciones de fitotoxicidad en las plantas de mandioca se efectuaron de la manera indicada en el punto 2.5.1 para herbicidas pre-emergentes y post-emergentes dirigidos.



### 3.2.1. Herbicidas pre-emergentes

Las mediciones de fitotoxicidad se realizaron a los 30, 45 y 60 DPP en ambas campañas, y para el caso de las mezclas se determinó en la campaña 2019–2020. Los valores promedio de fitotoxicidad se indican a continuación en la Tabla 6.

**Tabla 6: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes sobre el grado de fitotoxicidad para el cultivo de mandioca.**

Tratamiento de control	Dosis g ia ha <sup>-1</sup>	Campaña 2018–2019			Campaña 2019–2020		
		30 DPP	45 DPP	60 DPP	30 DPP	45 DPP	60 DPP
Testigo	-	1	1	1	1	1	1
Carpido	-	1	1	1	1	1	1
Clomazone	500	1,33	1	1	1,33	1,66	1
	1000	2	1,66	1	1,66	1,33	1
S-metolacloro	960	1,66	1	1	1,33	1	1
	1920	2	1	1	1,66	1	1
Pendimetalin	900	2	1,33	1	2	1,33	1
Diuron	400	5	4,66	4	1	2	3,33
	625	5	6,66	5	3,33	4,33	4,66
S-metolacloro + Clomazone	1920 + 1000	-	-	-	1,66	1,66	1
S-metolacloro + Clomazone + Pendimetalin	1920 + 1000 + 900	-	-	-	2	1,66	1



**Figura 11: Plantas de mandioca sin daño alguno. a-b) Testigo. c) Carpido.**

En la Tabla 6, se observa que en todos los casos los tratamientos de control con herbicidas generaron algún grado de fitotoxicidad al cultivo de mandioca en comparación al testigo (Figura 11 a y b). En el tratamiento de control de malezas carpido no se detectó efecto fitotóxico alguno (Figura 11 c).



**Figura 12: Plantas de mandioca con deformaciones y amarillamiento leves en los tratamientos con el herbicida S-metolacloro.**

Los tratamientos de control con el herbicida S-metolacloro, para ambas dosis ensayadas, se caracterizaron por generar en el cultivo de mandioca leves deformaciones y amarillamiento en hojas (Figura 12). Estos efectos solamente fueron observados a los 30 DPP en ambas campañas (Tabla 6).



**Figura 13: Plantas de mandioca con efectos fitotóxicos de amarillamiento leve a muy leve en los tratamientos con el herbicida Clomazone.**

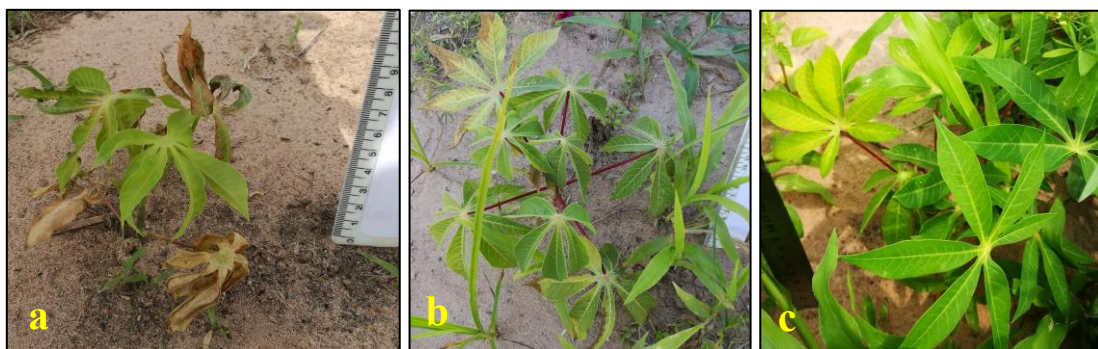
Para el caso del Clomazone, en ambas dosis se detectó un efecto fitotóxico leve de amarillamiento en hojas del cultivo (Figura 13). Se divisaron síntomas hasta los 45 DPP en ambas campañas para la dosis de  $1000 \text{ g ia ha}^{-1}$ , en cambio para la dosis de  $500 \text{ g ia ha}^{-1}$  en la campaña 2018–2019 se detectó solamente a los 30 DPP y en la campaña siguiente estos síntomas fueron visualizados hasta los 45 DPP (Tabla 6).



**Figura 14:** Deformaciones leves en hojas, en plantas de mandioca en los tratamientos con el herbicida Pendimetalin.

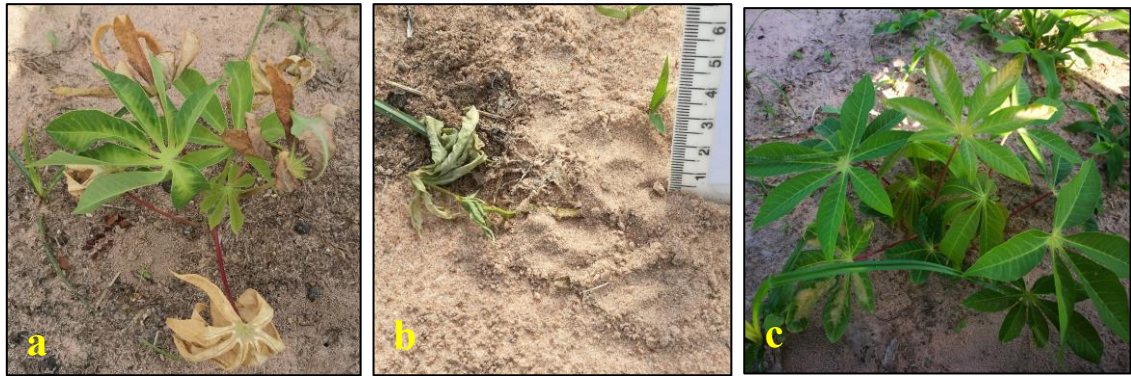
El herbicida Pendimetalin, en ambas campañas, generó en las plantas de mandioca leves deformaciones de hojas (Figura 14). Estos efectos se observaron a los 30 y 45 DPP de ambas campañas (Tabla 6).

El herbicida Diuron se caracterizó por presentar amarillamiento y necrosis en hojas y, además, con la dosis alta se registró mortandad de plantas de mandioca en la campaña 2018–2019. A continuación, se indican los síntomas detectados con las distintas dosis de este herbicida.



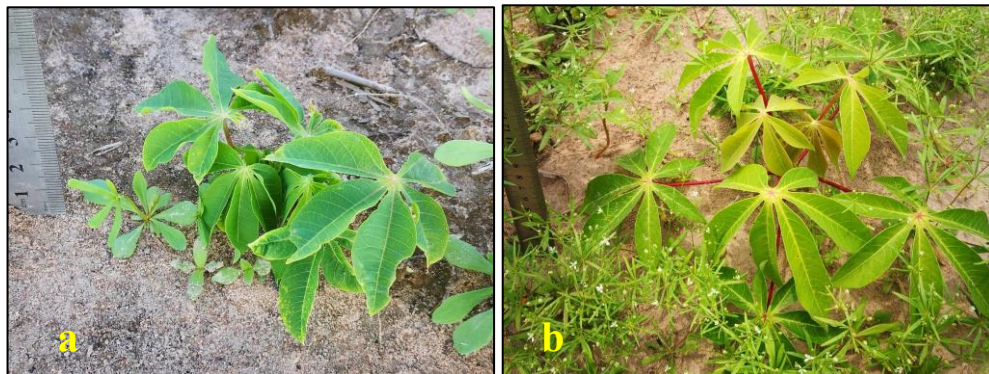
**Figura 15:** Efectos fitotóxicos con el tratamiento de control de malezas de Diuron 400 g ia ha<sup>-1</sup>. a) Amarillamiento y necrosis fuerte en hojas. b) Amarillamiento y necrosis no generalizada (leve). c) Amarillamiento leve en hojas.

Con el tratamiento de control Diuron 400 g ai ha<sup>-1</sup> en la primera campaña, a los 30 y 45 DPP se observó amarillamiento y fuerte necrosis en hojas (Figura 15 a) sin muerte de plantas, mientras que a los 60 DPP se volvió a detectar síntomas de fitotoxicidad (necrosis en hojas) pero con menor intensidad (Figura 15 b). En la campaña 2019–2020, a los 45 DPP se registró un leve amarillamiento de hojas (Figura 15 c) y a los 60 DPP amarillamiento y leve necrosis en hojas sin mortandad (Tabla 6).



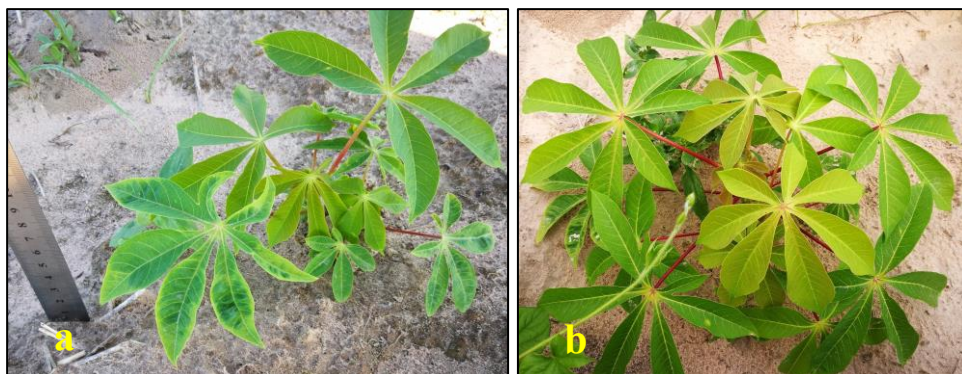
**Figura 16:** Efectos fitotóxicos en tratamiento de control de malezas con Diuron 625 g ia ha<sup>-1</sup>. a) Amarillamiento y necrosis fuerte en hojas. b) Planta muerta. c) Amarillamiento y necrosis no generalizada (leve).

En el tratamiento de control de malezas con Diuron 625 g ia ha<sup>-1</sup>, en la campaña 2018–2019 a los 30 DPP se evidenció en el cultivo amarillamiento y una fuerte necrosis en hojas (Figura 16 a), a los 45 DPP la intensidad de la necrosis en hojas se acentuó y ocasionó muerte de plantas (Figura 16 b). A los 60 DPP no se volvió a registrar mortandad de plantas, pero si una fuerte necrosis y amarillamiento en hojas. En la campaña 2019–2020 a los 30 DPP se detectó en plantas de mandioca, amarillamiento y leve necrosis en hojas (Figura 16 c). A los 45 y 60 DPP las plantas de mandioca manifestaron una fuerte necrosis en hojas (Tabla 6).



**Figura 17:** Efectos fitotóxicos detectados en la mezcla de S-metolacloro y Clomazone. a) Amarillamiento y deformaciones leves en hojas. b) Amarillamiento leve en hojas.

El tratamiento de control con la mezcla de herbicidas S-metolacloro (1920 g ia ha<sup>-1</sup>) + Clomazone (1000 g ia ha<sup>-1</sup>) solamente fue evaluado en la campaña agrícola 2019–2020 (Tabla 6). Se registró amarillamiento y deformaciones leves en hojas de plantas de mandioca a los 30 DPP (Figura 17 a) y solamente amarillamiento leve en hojas a los 45 DPP (Figura 17 b).



**Figura 18:** Efectos fitotóxicos detectados en la mezcla de S-metolachloro, Clomazone y Pendimetalin. a) Amarillamiento y deformaciones leves en hojas. b) Amarillamiento leve en hojas.

Al igual que el tratamiento de control anterior, el de S-metolachloro ( $1920 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) + Clomazone ( $1000 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) + Pendimetalin ( $900 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) solamente fue evaluado en la campaña agrícola 2019–2020 (Tabla 6). Se registraron amarillamientos y deformaciones leves en hojas de plantas a los 30 DPP (Figura 18 a) y solamente amarillamiento leve en hojas a los 45 DPP (Figura 18 b).

### 3.2.2. Herbicidas post-emergentes dirigidos

Las mediciones de fitotoxicidad fueron realizadas a los 7, 14, 28 y 35 DPA de los herbicidas, en ambas campañas, y los valores promedio se indican a continuación en la Tabla 7.

**Tabla 7:** Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre el grado de fitotoxicidad para el cultivo de mandioca.

Tratamiento de control	Dosis $\text{g ia ha}^{-1}$	Campaña 2018–2019				Campaña 2019–2020			
		7 DPA	14 DPA	28 DPA	35 DPA	7 DPA	14 DPA	28 DPA	35 DPA
Testigo	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Carpido	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Glifosato	1620 ea	1	1	1	1	1	1	1	1
Paraquat	621	1	1	1	1	1	1	1	1
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 ea	1	1	1	1	1	1	1	1
Imazetapir	100 ea	2	2	3	3	2	2	3	3



**Figura 19: Plantas de mandioca sin daños. a) Glifosato. b) Paraquat. c) Saflufenacil + Glifosato.**

En la Tabla 7 podemos apreciar que en los tratamientos de control de malezas con Glifosato (Figura 19 a), Paraquat (Figura 19 b) y Saflufenacil+Glifosato (Figura 19 c) no se detectaron efectos fitotóxicos en el cultivo de mandioca en ninguna de las evaluaciones realizadas.



**Figura 20: Efectos fitotóxicos observados con el tratamiento de control de malezas con Imazetapir. a) Amarillamiento leve de hojas. b) Amarillamiento, disminución de tamaño y deformaciones en hojas. c) Deformaciones en hojas nuevas.**

El tratamiento de control con el herbicida Imazetapir presentó, en ambas campañas (Tabla 7), un leve amarillamiento en hojas (Figura 20 a) a los 7 y 14 DPA. A los 28 y 35 DPA el amarillamiento aumentó en intensidad, se detectaron deformaciones y disminución del tamaño de hojas nuevas (Figura 20 b y c).

### **3.3. ALTURA DE PLANTAS**

Se efectuaron las mediciones de altura de plantas de la forma indicada en el punto 2.5.2.

#### **3.3.1. Herbicidas pre-emergentes**

En los tratamientos de control con herbicidas pre-emergentes las mediciones se efectuaron a los 45 y 131 DPP. En el caso de las mezclas solamente se efectuaron mediciones en la campaña agrícola 2019–2020.

### 3.3.1.1. Tratamientos con herbicidas pre-emergentes individuales

En el caso de las mediciones realizadas a los 45 DPP, se hallaron diferencias estadísticas ( $p$ -valor = 0,0464) entre tratamientos de control de malezas (Tabla 8). En el caso de las mediciones a los 131 DPP se halló interacción ( $p$ -valor = 0,0055) entre los factores tratamiento de control de malezas y campaña agrícola (Tabla 9).

**Tabla 8: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales sobre la altura de plantas de mandioca a los 45 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	Altura de plantas (cm)
	g ia ha <sup>-1</sup>	45 DPP
Testigo	-	8,24 a b*
Carpido	-	8,60 b
S-metolacloro	960	9,01 b
S-metolacloro	1920	8,63 b
Clomazone	500	8,91 b
Clomazone	1000	9,29 b
Pendimetalin	900	8,78 b
Diuron	400	8,46 b
Diuron	625	7,13 a
<b>p-valor</b>		<b>0,0464</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

Con el herbicida Diuron y la dosis de 625 g ia ha<sup>-1</sup>, las plantas de mandioca presentaron una altura significativamente menor que los demás tratamientos con herbicidas y una disminución del 17,09 % respecto a la altura del carpido a los 45 DPP. El Diuron 400 g ia ha<sup>-1</sup>, no presentó diferencias significativas con el carpido, mientras que los herbicidas S-metolacloro, Clomazone y Pendimetalin, no tuvieron diferencias significativas con los tratamientos carpido y testigo (Tabla 8).

**Tabla 9: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales y la campaña agrícola sobre la altura de plantas de mandioca a los 45 DPP. Interacción entre factores determinada por un  $p$ -valor = 0,0055.**

Tratamiento de control	Dosis	Campaña agrícola	Altura de plantas (cm)
	g ia ha <sup>-1</sup>		131 DPP
Testigo	-	18-19	34,00 a*
Testigo	-	19-20	40,36 a b c
Carpido	-	18-19	61,36 g h i j
Carpido	-	19-20	99,21 k
S-metolacloro	960	18-19	47,57 c d e
S-metolacloro	960	19-20	57,79 f g h i
S-metolacloro	1920	18-19	51,86 d e f g
S-metolacloro	1920	19-20	60,56 g h i j
Clomazone	500	18-19	51,34 d e f g
Clomazone	500	19-20	62,04 h i j
Clomazone	1000	18-19	56,03 e f g h i
Clomazone	1000	19-20	65,16 i j
Pendimetalin	900	18-19	50,25 d e f
Pendimetalin	900	19-20	70,53 j
Diuron	400	18-19	43,44 b c d

Diuron	400	19–20	60,60 g h i j
Diuron	625	18–19	36,37 a b
Diuron	625	19–20	53,60 e f g h
<b>p-valor</b>			<b>0,0055</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ ).

En la Tabla 9 se puede observar que, en ambas campañas, la altura de plantas en el tratamiento carpido se encontró dentro de los más altos a los 131 DPP, siendo el de la campaña 2019–2020 el de mayor altura. Por el contrario, las plantas del testigo se ubicaron entre las de menor altura en las dos campañas. Los tratamientos de control con el herbicida Clomazone (Tabla 9), en ambas dosis, no tuvieron diferencias con respecto al carpido en la campaña 2018–2019 pero sí presentaron una altura significativamente menor en la campaña 2019–2020.

Para el caso del herbicida Diuron, con ambas dosis, las alturas de planta a los 131 DPP fueron menores al de los carpidos de sus respectivas campañas. Además, la altura de la dosis de 625 g ia ha<sup>-1</sup> en la campaña 2018–2019 no presentó diferencias significativas con el testigo y fue significativamente menor a los demás herbicidas pre-emergentes (Tabla 9).

A los 131 DPP con ambas dosis de S-metolacoloro, en la campaña 2019–2020, las plantas de mandioca tuvieron una altura significativamente menor que el tratamiento de control carpido (Tabla 9). En la campaña 2018–2019, solamente la dosis de 1920 g ia ha<sup>-1</sup> no presentó diferencias significativas con el carpido. Con el tratamiento de control de malezas de Pendimetalin, se presentó una altura de plantas de mandioca significativamente menor que el carpido en todos los momentos medidos.

### 3.3.1.2. Tratamientos con mezclas de herbicidas pre-emergentes

Se hallaron diferencias significativas entre tratamientos de control de malezas en las mediciones realizadas a los 45 DPP (p-valor = 0,0404) y a los 131 DPP (p-valor < 0,0001) para la variable de altura (Tabla 10).

**Tabla 10: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre la altura de plantas de mandioca a los 45 y 131 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	Altura de plantas (cm)	
	g ia ha <sup>-1</sup>	45 DPP	131 DPP
Testigo	-	8,91 a b*	40,36 a
Carpido	-	8,42 a	99,21 d
S-metolacoloro + Clomazone	1920 + 1000	7,94 a	65,60 b
S-metolacoloro + Clomazone + Pendimetalin	1920 + 1000 + 900	9,91 b	80,27 c
<b>p-valor</b>		<b>0,0404</b>	<b>&lt;0,0001</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )



En la Tabla 10 se aprecia que a los 45 DPP, no hubo diferencias significativas en la altura de las plantas de mandioca entre los tratamientos de control de mezclas de herbicidas y el testigo. A los 131 DPP, con el testigo se presentó la menor altura de plantas de todos los tratamientos, en cambio el carpido tuvo la mayor altura de todos los tratamientos. Con la mezcla de S-metolacloro + Clomazone se logró una altura de plantas significativamente mayor a la del testigo y menor a la del tratamiento de control carpido. Con la mezcla S-metolacloro + Clomazone + Pendimetalin se alcanzó una altura mayor a la del testigo y la de S-metolacloro + Clomazone.

### 3.3.2. Herbicidas post-emergentes dirigidos

En la determinación de altura a los 43 DPA se hallaron diferencias significativas entre tratamientos de control de malezas (p-valor <0,0001) y para la medición a los 96 DPA se encontró interacción entre tratamiento de control y campaña agrícola (p-valor = 0,0019).

**Tabla 11: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la altura de plantas de mandioca a los 43 DPA.**

Tratamiento de control	Dosis	Altura de plantas (cm)
	g ia ha <sup>-1</sup>	43 DPA
Testigo	-	17,01 a*
Carpido	-	25,21 b
Paraquat	621	22,83 b
Glifosato	1620 (ea)	23,55 b
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	22,11 b
Imazetapir	100 (ea)	14,26 a
<b>p-valor</b>		<b>&lt;0,0001</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

Como se puede apreciar en la Tabla 11, en los tratamientos de control de malezas Paraquat, Glifosato y Saflufenacil + Glifosato se tuvieron mayor altura de plantas que el testigo y no presentaron diferencias en altura con respecto al carpido a los 43 DPA. De todos los herbicidas evaluados, el Imazetapir fue el único con el que se presentó una altura significativamente menor de plantas que el resto, y 10,95 cm menos de altura que el carpido.

**Tabla 12: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos y la campaña agrícola sobre la altura de plantas de mandioca a los 96 DPA. Interacción entre factores determinada por un p-valor = 0,0019.**

Tratamiento de control	Dosis	Campaña agrícola	Altura de plantas (cm)
	g ia ha <sup>-1</sup>		96 DPA
Testigo	-	18-19	34,00 a b*
Testigo	-	19-20	40,36 b
Carpido	-	18-19	61,36 c
Carpido	-	19-20	99,21 e
Paraquat	621	18-19	58,85 c

Paraquat	621	19–20	69,38 c d
Glifosato	1620 (ea)	18–19	61,72 c
Glifosato	1620 (ea)	19–20	76,75 d
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	18–19	57,86 c
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	19–20	75,17 d
Imazetapir	100 (ea)	18–19	26,01 a
Imazetapir	100 (ea)	19–20	31,30 a b
<b>p-valor</b>		<b>0,0019</b>	

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

En la Tabla 12 se puede apreciar que, a los 96 DPA en ambas campañas, con el tratamiento de control de malezas con el herbicida Imazetapir se registró una menor altura de plantas que con el carpido. Esta diferencia fue mayor en la campaña 2019–2020 con 67,91 cm menos, y además fue el de menor altura de todos los tratamientos de control con herbicidas post-emergentes dirigidos.

Para el caso de los tratamientos de control con los herbicidas Paraquat, Glifosato y Saflufenacil + Glifosato (Tabla 12), a los 96 DPA en las dos campañas, las plantas de mandioca presentaron una altura mayor a la del testigo. En comparación al carpido, no presentaron diferencias en altura con respecto al mismo en la campaña 2018–2019, pero en la campaña 2019–2020 se pudo apreciar que los tratamientos de control presentaron alturas de plantas significativamente menores al carpido.

### 3.4. STAND DE PLANTAS

Se efectuaron las mediciones de stand de plantas de la forma indicada en el punto 2.5.3.

#### 3.4.1. Herbicidas pre-emergentes

En los tratamientos de control con herbicidas pre-emergentes, las mediciones fueron llevadas a cabo a los 30 y 60 DPP. En el caso de las mezclas solamente se realizaron las mediciones en la campaña 2019–2020.

##### 3.4.1.1. Tratamientos con herbicidas pre-emergentes individuales

En el caso de las mediciones realizadas a los 30 DPP, no se hallaron diferencias estadísticas ( $p\text{-valor} = 0,9148$ ) entre tratamientos de control de malezas (Tabla 13). En el caso de las mediciones a los 60 DPP se halló interacción ( $p\text{-valor} = 0,0036$ ) entre tratamiento de control y campaña agrícola (Tabla 14).

**Tabla 13: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales sobre el stand de plantas de mandioca a los 30 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	Stand de plantas
	g ia ha <sup>-1</sup>	30 DPP
Testigo	-	7,67
Carpido	-	7,67
S-metolacloro	960	7,50
S-metolacloro	1920	7,67
Clomazone	500	7,83
Clomazone	1000	7,67
Pendimetalin	900	7,50
Diuron	400	7,33
Diuron	625	7,67
<b>p-valor</b>		<b>0,9148</b>

**Tabla 14: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales y la campaña agrícola sobre el stand de plantas de mandioca a los 60 DPP. Interacción entre factores determinada por un p-valor = 0,0036.**

Tratamiento de control	Dosis	Campaña agrícola	Stand de plantas
	g ia ha <sup>-1</sup>		60 DPP
Testigo	-	18–19	8,00 b*
Testigo	-	19–20	7,67 b
Carpido	-	18–19	7,67 b
Carpido	-	19–20	7,67 b
S-metolacloro	960	18–19	7,00 b
S-metolacloro	960	19–20	8,00 b
S-metolacloro	1920	18–19	7,00 b
S-metolacloro	1920	19–20	8,00 b
Clomazone	500	18–19	8,00 b
Clomazone	500	19–20	8,00 b
Clomazone	1000	18–19	7,67 b
Clomazone	1000	19–20	8,00 b
Pendimetalin	900	18–19	7,67 b
Pendimetalin	900	19–20	7,67 b
Diuron	400	18–19	7,00 b
Diuron	400	19–20	8,00 b
Diuron	625	18–19	5,00 a
Diuron	625	19–20	7,67 b
<b>p-valor</b>		<b>0,0036</b>	

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

En la Tabla 14 se observa que a los 60 DPP el stand de plantas del Diuron 625 g ia ha<sup>-1</sup> en la campaña agrícola 2018–2019 fue significativamente menor a los demás tratamientos de control, disminuyendo el stand de plantas en un 34,81% respecto al carpido. En la campaña 2019–2020 no se observó diferencias con los demás tratamientos. Los tratamientos con los herbicidas S-metolacloro, Pendimetalin y Clomazone, en ambas campañas, no presentaron diferencias de stand de plantas con el testigo y tampoco con el carpido.

### 3.4.1.2. Tratamientos con mezclas de herbicidas pre-emergentes

En la Tabla 15 se aprecia que no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos de control en las mediciones de stand de plantas realizadas a los 30 DPP (p-valor = 0,3630) y a los 60 DPP (p-valor = 0,4872).

**Tabla 15: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre el stand de plantas de mandioca a los 30 y 60 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	Stand de plantas	
	g ia ha <sup>-1</sup>	30 DPP	60 DPP
Testigo	-	7,33	7,67
Carpido	-	7,67	7,67
S-metolacoloro + Clomazone	1920 + 1000	7,33	7,33
S-metolacoloro + Clomazone + Pendimetalin	1920 + 1000 + 900	8,00	8,00
<b>p-valor</b>		<b>0,3630</b>	<b>0,4872</b>

### 3.4.2. Herbicidas post-emergentes dirigidos

En los tratamientos de control con herbicidas post-emergentes dirigidos las mediciones se efectuaron a los 14 y 35 DPA.

En ambas mediciones, 14 y 35 DPA, se determinó interacción (p-valor = 0,0370 en ambos casos) entre tratamiento de control y campaña agrícola (Tabla 16).

**Tabla 16: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos y la campaña agrícola sobre el stand de plantas de mandioca a los 14 y 35 DPA. Interacción entre factores determinada por un p-valor = 0,0370.**

Tratamiento de control	Dosis	Campaña agrícola	Stand de plantas	
	g ia ha <sup>-1</sup>		14 DPA	35 DPA
Testigo	-	18–19	8,00 b*	8,00 b
Testigo	-	19–20	7,67 b	7,67 b
Carpido	-	18–19	7,67 b	7,67 b
Carpido	-	19–20	7,67 b	7,67 b
Paraquat	621	18–19	7,67 b	7,67 b
Paraquat	621	19–20	8,00 b	8,00 b
Glifosato	1620 (ea)	18–19	8,00 b	8,00 b
Glifosato	1620 (ea)	19–20	8,00 b	8,00 b
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	18–19	8,00 b	8,00 b
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	19–20	8,00 b	8,00 b
Imazetapir	100 (ea)	18–19	7,00 a	7,00 a
Imazetapir	100 (ea)	19–20	8,00 b	8,00 b
<b>p-valor</b>			<b>0,0370</b>	<b>0,0370</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

En la Tabla 16 se aprecia que el herbicida Imazetapir en la campaña 2018–2019, a los 14 y 35 DPA, fue el tratamiento que presentó un stand de plantas significativamente menor al resto de los herbicidas y un 8,73% menor al carpido. No se hallaron diferencias entre los demás tratamientos de control, mientras que en la campaña 2019–2020 no hubo diferencia entre los tratamientos de control.

### 3.5. MEDICIÓN DE ABUNDANCIA Y COBERTURA DE MALEZAS

Se efectuaron las mediciones de abundancia y cobertura de la forma indicada en el punto 2.5.4.

A continuación, se listan las especies censadas en los distintos tratamientos en ambas campañas, las familias y además se indica a que grupo de semejanza se incluyó cada especie en las mediciones.

**Tabla 17: Nombre científico de especies identificadas en las campañas 2018–2019 y 2019–2020.**

Nombre científico	Familia	Grupo de semejanza
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.		
<i>Cyperus cornelli-ostenii</i> Kük.		
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	Cyperaceae
<i>Cyperus rotundus</i> L.		
<i>Amaranthus viridis</i> L.	Amaranthaceae	Latifoliada
<i>Acanthospermum hispidum</i> DC.		
<i>Bidens subalternans</i> DC.		
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	Asteraceae	Latifoliada
<i>Praxelis clematidea</i> R.M. King & H. Rob.		
<i>Lepidium didymum</i> L.		
<i>Raphanus sativus</i> L.	Brassicaceae	Latifoliada
<i>Commelina erecta</i> L.	Commelinaceae	Latifoliada
<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth		
<i>Distimake cissoides</i> (Lam.) Simões & Staples	Convolvulaceae	Latifoliada
<i>Croton glandulosus</i> L.		
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae	Latifoliada
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.		
<i>Macroptilium prostratum</i> (Benth.) Urb.	Fabaceae	Latifoliada
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby		
<i>Sida cordifolia</i> L.	Malvaceae	Latifoliada
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Molluginaceae	Latifoliada
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Nyctaginaceae	Latifoliada
<i>Oenothera indecora</i> Cambess.	Onagraceae	Latifoliada
<i>Portulaca amilis</i> Speg.		
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Portulacaceae	Latifoliada
<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Rubiaceae	Latifoliada
<i>Solanum comptum</i> C.V. Morton	Solanaceae	Latifoliada
<i>Piriqueta morongii</i> Rolfe	Turneraceae	Latifoliada
<i>Avena strigosa</i> Schreb.		
<i>Cenchrus echinatus</i> L.		
<i>Digitaria bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult.		
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	Poaceae	Poaceae
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.		
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R.D. Webster		

En la Tabla 17 se puede apreciar que en los ensayos de ambas campañas se registraron 34 especies de malezas, las cuales formaban parte de 17 familias distintas. De estas

familias, se destacó Poaceae por presentar seis especies, seguidas por Cyperaceae y Asteraceae con cuatro especies cada una.

### 3.5.1. Herbicidas pre-emergentes

Las mediciones se efectuaron a los 30 y 60 DPP en cada campaña. Para el caso de las mezclas estas mediciones se efectuaron únicamente en la campaña 2019–2020.

**Tabla 18: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de malezas en grupos de semejanza en la campaña 2018–2019 a los 30 y 60 DPP.**

Grupo de semejanza	Tratamiento de control							
	Test	Diu 400	Diu 625	Sm 960	Sm 1920	Clo 500	Clo 1000	Pen 900
<b>30 DPP</b>								
Poaceae	3	2	1	1	1	1	+	+
Cyperaceae	2	2	1	+	1	1	1	2
Latifoliadas	2	1	1	1	1	2	2	1
<b>60 DPP</b>								
Poaceae	4	4	3	2	1	2	1	2
Cyperaceae	2	2	2	1	1	2	2	2
Latifoliadas	2	2	2	2	2	3	3	2

Tratamiento de control de malezas. Test: Testigo, Diu 400: Diuron 400 g ia ha<sup>-1</sup>, Diu 625: Diuron 625 g ia ha<sup>-1</sup>, Sm 960: S-metolacloro 960 g ia ha<sup>-1</sup>, Sm 1920: S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup>, Clo 500: Clomazone 500 g ia ha<sup>-1</sup>, Clo 1000: Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> y Pen 900: Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 19: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de malezas en grupos de semejanza en la campaña 2019–2020 a los 30 y 60 DPP.**

Grupo de semejanza	Tratamiento de control									
	Test	Diu 400	Diu 625	Sm 960	Sm 1920	Clo 500	Clo 1000	Pen 900	Sm+Clo	Sm+Clo+Pen
<b>30 DPP</b>										
Poaceae	2	2	1	2	2	+	0	2	+	+
Cyperaceae	2	2	2	+	+	2	2	1	0	1
Latifoliadas	3	2	2	3	2	3	3	2	2	1
<b>60 DPP</b>										
Poaceae	4	4	3	5	4	1	+	3	+	2
Cyperaceae	2	2	3	+	0	3	2	2	0	1
Latifoliadas	3	2	2	3	3	5	5	2	4	3

Tratamiento de control de malezas. Test: Testigo, Diu 400: Diuron 400 g ia ha<sup>-1</sup>, Diu 625: Diuron 625 g ia ha<sup>-1</sup>, Sm 960: S-metolacloro 960 g ia ha<sup>-1</sup>, Sm 1920: S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup>, Clo 500: Clomazone 500 g ia ha<sup>-1</sup>, Clo 1000: Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup>, Pen 900: Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup>, Sm+Clo: S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> y Sm+Clo+Pen: S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> + Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup>.

En las Tablas 18 y 19 se puede apreciar que la dosis de 625 g ia ha<sup>-1</sup> del herbicida Diuron presentó bajos valores de abundancia y cobertura para los tres grupos de malezas a los 30

DPP de la campaña 2018–2019. A los 60 DPP para Poaceae en la campaña 2018–2019 y a los 30 y 60 DPP para Poaceae y Latifoliadas en la campaña 2019–2020, los valores registrados fueron un valor de escala menor a los del testigo.

Para la dosis de Diuron 400 g ia ha<sup>-1</sup> se detectaron valores de abundancia y cobertura inferiores al testigo para Poaceas y Latifoliadas a los 30 DPP en la campaña 2018–2019 (Tablas 18 y 19) y en la campaña 2019–2020 solamente para las malezas del tipo Latifoliadas a los 30 y 60 DPP.

Para los tratamientos de control con el herbicida S-metolacoloro se pudo apreciar en las Tablas 18 y 19 que, en ambas campañas, las dos dosis evaluadas (960 y 1920 g ia ha<sup>-1</sup>) presentaron buen control para el grupo Cyperaceae a los 30 y 60 DPP, además no hubo detección de malezas de este grupo a los 60 DPP en la segunda campaña para la dosis de 1920 g ia ha<sup>-1</sup>. Para las Poaceae solamente en la campaña 2018–2019 se dieron valores de abundancia y cobertura menores, en ambas dosis, respecto al testigo. En la campaña 2019–2020 no hubo efecto sobre este grupo debido a que los valores medidos a los 30 y 60 DPP, para las dos dosis evaluadas, fueron similares al del testigo, e incluso para la dosis de 960 g ia ha<sup>-1</sup> a los 60 DPP el valor fue mayor. Las malezas del grupo Latifoliadas, en los tratamientos de control con S-metolacoloro, presentaron un valor de abundancia y cobertura menor que el testigo a los 30 DPP de la campaña 2018–2019, luego a los 60 DPP los valores se igualaron al testigo. En la campaña 2019–2020, a los 30 DPP solamente la dosis 1920 g ia ha<sup>-1</sup> presentó un menor valor al del testigo, el cual se igualó a los 60 DPP.

Los tratamientos de control de Clomazone 500 y 1000 g ia ha<sup>-1</sup>, en las Tablas 18 y 19, mostraron un buen control de malezas del grupo Poaceae al presentar valores de abundancia y cobertura bajos, y además mucho menores a los registrados en el testigo a los 30 y 60 DPP en ambas campañas, sin detectarse malezas de este grupo en la segunda campaña a los 30 DPP para la dosis de 1000 g ia ha<sup>-1</sup>. En todos los momentos medidos (30 y 60 DPP) la dosis de 1000 g ia ha<sup>-1</sup> presentó valores de abundancia y cobertura menores a los de la dosis de 500 g ia ha<sup>-1</sup>.

En lo que respecta al control de malezas pertenecientes al grupo Cyperaceae, los tratamientos individuales de Clomazone presentaron valores menores a los del testigo (Tabla 18 y 19) a los 30 DPP de la campaña 2018–2019, mientras que a los 60 DPP dichos valores se igualaron a los registrados en el testigo. En la campaña 2019–2020, los

tratamientos de control con Clomazone no tuvieron efecto sobre este grupo, debido a que a los 30 y 60 DPP los valores no fueron menores a los del testigo, siendo además el valor de la dosis de 500 g ia ha<sup>-1</sup> a los 60 DPP superior al valor observado en el testigo.

Las especies de malezas del grupo Latifoliadas no fueron controladas por los tratamientos de control con el herbicida Clomazone (Tabla 18 y 19), debido a que en ambas campañas se observó que a los 30 DPP los valores de abundancia y cobertura con las dosis de 500 y 1000 g ia ha<sup>-1</sup> fueron iguales que el del testigo, y a los 60 DPP los valores registrados para eran superiores a los valores del mismo.

En las Tablas 18 y 19 se aprecia que para el herbicida Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup>, en la campaña 2018–2019 a los 30 y 60 DPP se detectaron valores de abundancia y cobertura del grupo de Poaceae menores a los del testigo, lo cual volvió a repetirse en la segunda campaña, pero en la medición de los 60 DPP. Para el caso de las Cyperaceae, en la primera campaña, el herbicida no generó efecto de control en ambas mediciones, 30 y 60 DPP, lo que se aprecia en que los valores observados eran iguales a los del testigo, solamente a los 30 DPP de la segunda campaña se observó un menor valor que, posteriormente, a los 60 DPP se igualó nuevamente al testigo. El comportamiento de las malezas de Latifoliadas en el tratamiento de control con Pendimetalin (900 g ia ha<sup>-1</sup>), en ambas campañas (Tabla 18 y 19), se caracterizó por presentar una abundancia y cobertura menor al testigo en la medición a los 30 DPP, luego a los 60 DPP solamente en 2019–2020 mantuvo un valor menor al testigo lo que no se observó en la campaña de 2018–2019.

El tratamiento de control de malezas de la mezcla S-metolaclor 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> solamente fue realizado en la campaña 2019–2020 (Tabla 19), se pudo apreciar a los 30 y 60 DPP, que presentó un buen control de las malezas del grupo de las Poaceae con valores de abundancia y cobertura mucho menores al testigo. Se logró un control total de Cyperaceae debido a que no se detectaron especies de dicho grupo a los 30 y 60 DPP. En lo que respecta a Latifoliadas, a los 30 DPP se registró un valor menor al del Testigo, tendencia se revirtió a los 60 DPP.

La mezcla de los herbicidas S-metolaclor 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> + Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup> solamente se evaluó en la campaña 2019–2020 (Tabla 19), y se detectó que a los 30 y 60 DPP los valores de abundancia y cobertura para los grupos de Poaceae y Cyperaceae fueron más bajos que en el testigo. En lo que respecta al control de Latifoliadas, solamente se registró un valor menor al del testigo a los 30 DPP.



Tabla 20: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de especies de malezas en la campaña 2018–2019 a los 30 y 60 DPP.

Especie	Tratamiento de control															
	Test		Diu 400		Diu 625		Sm 960		Sm 1920		Clo 500		Clo 1000		Pen 900	
	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP
<i>Cenchrus echinatus</i>	3	3	1	3	1	2	1	2	1	1	1	2	+	1	+	2
<i>Mollugo verticillata</i>	1	1		1		+	+	2	1	2	1	2	1	2		+
<i>Cyperus esculentus</i>	2	2	2	2	1	2	+	1	1	1	1	2	1	2	2	2
<i>Portulaca oleracea</i>	+	+									+					
<i>Portulaca amilis</i>	+	+		+				+		1			+	+		+
<i>Amaranthus viridis</i>	+	+	+		1				+				+	+		+
<i>Raphanus sativus</i>	+	1					+							+		
<i>Bidens subalternans</i>	+	1		+		1	+	1	+	+		+	+		1	1
<i>Digitaria ciliaris</i>	1	3	+	1		1		+				+				+
<i>Acanthospermum hispidum</i>		+		+				+		1	+	1		1	+	+
<i>Richardia brasiliensis</i>	+	+	+	+				1				1		1		
<i>Solanum comptum</i>			+	1	1	1			+	+	+	1	+	+		
<i>Urochloa plantaginea</i>	+		1	+	+		+	+	+						+	+
<i>Euphorbia heterophylla</i>															+	+
<i>Commelina erecta</i>			+		+	1		+	+	+	1	+	+	+	+	+
<i>Senna obtusifolia</i>	+								+			+			+	+
<i>Macroptilium prostratum</i>											+					+
<i>Cyperus rotundus</i>			+	+												
<i>Piriqueta morongii</i>		+								+			+	+		+
<i>Ipomoea nil</i>									+	+						

Tratamiento de control. Test: Testigo, Diu 400: Diuron 400 g ia ha<sup>-1</sup>, Diu 625: Diuron 625 g ia ha<sup>-1</sup>, Sm 960: S-metolaclo 960 g ia ha<sup>-1</sup>, Sm 1920: S-metolaclo 1920 g ia ha<sup>-1</sup>, Clo 500: Clomazone 500 g ia ha<sup>-1</sup>, Clo 1000: Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> y Pen 900: Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup>.

Tabla 21: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de especies de malezas en la campaña 2019–2020 a los 30 y 60 DPP.

Especie	Tratamiento de control																			
	Test		Diu 400		Diu 625		Sm 960		Sm 1920		Clo 500		Clo 1000		Pen 900		Sm+Clo		Sm+Clo+Pen	
	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP	30 DPP	60 DPP
<i>Amaranthus viridis</i>	1	+	1	1	1	1		+	+	+	+	1	1	1	1	2	+	1	1	2
<i>Urochloa plantaginea</i>	2	4	2	4	1	2	2	4	2	4	+	1		+	2	3	+	+	+	2
<i>Mollugo verticillata</i>	2	3	1	1	+	+	2	3	2	3	2	3	3	4		1	2	4		+
<i>Richardia brasiliensis</i>	2	1	1		1	2	2	1	+	1	2	3	2	2	1	+	+	1	+	1
<i>Cyperus esculentus</i>	2	2	2	2	2	3	+	+	+		2	3	2	2	1	2			1	1
<i>Portulaca oleracea</i>	1	1	+	+	+	+	+	+	1	+					+	+				
<i>Portulaca amilis</i>		+						+		+						1				
<i>Senna obtusifolia</i>			+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+			+		+
<i>Ipomoea nil</i>	1	1					+	1	+	1		+		+		+	+	+	+	+
<i>Bidens subalternans</i>	+		+				+	+		+						+				
<i>Praxelis clematidea</i>	+					+														
<i>Commelina erecta</i>			+	+	1	1	+		+	+	+	+	+	+		+			+	1
<i>Acanthospermum hispidum</i>			+	+		+	+	+	+	+	+	2		+			+	+	+	+
<i>Distimake cissoides</i>	+		+		+	+				+									+	1
<i>Macroptilium prostratum</i>						+						+								
<i>Cenchrus echinatus</i>		+				+		+											+	+
<i>Oenothera indecora</i>		+														+			+	+
<i>Lepidium didymum</i>	+														+	+				
<i>Digitaria bicornis</i>		+	+		1		+													
<i>Cyperus cornelli-ostenii</i>		+	+										+			+				
<i>Desmodium tortuosum</i>		+								+		+								
<i>Sida cordifolia</i>		+	+													+				+
<i>Cyperus aggregatus</i>												+				1				
<i>Boerhavia diffusa</i>																+				
<i>Cyperus rotundus</i>		+		1										+		+				
<i>Euphorbia heterophylla</i>																+				
<i>Croton glandulosus</i>																+				
<i>Galinsoga parviflora</i>								+												
<i>Avena strigosa</i>	+																			

Tratamiento de control. Test: Testigo, Diu 400: Diuron 400 g ia ha<sup>-1</sup>, Diu 625: Diuron 625 g ia ha<sup>-1</sup>, Sm 960: S-metolacloro 960 g ia ha<sup>-1</sup>, Sm 1920: S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup>, Clo 500: Clomazone 500 g ia ha<sup>-1</sup>, Clo 1000: Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup>, Pen 900: Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup>, Sm+Clo: S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> y Sm+Clo+Pen: S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> + Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup>.

En la tabla 20 y 21 se listan las especies y su valor de abundancia cobertura en los distintos tratamientos de control mediante la utilización de herbicidas pre-emergentes. En el tratamiento de control de malezas con Diuron se puede observar que en el grupo de las Poaceae la especie que mayor valor presentó en la primera campaña fue *Cenchrus echinatus* y en la segunda fue *Urochloa plantaginea*. En el caso del grupo de Cyperaceae, la especie de mayores valores en ambas campañas fue *Cyperus esculentus*. Analizando las especies del grupo de Latifoliadas, las que mayor predominancia tuvieron en ambas campañas fueron *Mollugo verticillata*, *Amaranthus viridis*, *Commelina erecta* y *Richardia brasiliensis*.

En el caso del herbicida S-metolacoloro (Tablas 20 y 21), se aprecia que, para el caso del grupo de las Poaceae en la primera campaña, la especie con mayor valor fue *Cenchrus echinatus* y en la segunda *Urochloa plantaginea*. En el caso del grupo de Cyperaceae, la única especie detectada en ambas campañas fue *Cyperus esculentus* con valores de abundancia y cobertura bajos, llegando a no detectarse especies de este grupo a los 60 DPP en la segunda campaña para la dosis de 1920 g ia ha<sup>-1</sup>. De las especies de malezas pertenecientes al grupo de las Latifoliadas, en las campañas 2018–2019 y 2019–2020, se pudo detectar el predominio de *Mollugo verticillata* respecto las demás especies del grupo.

En las Tablas 20 y 21 se aprecia que en los tratamientos de control de malezas con Clomazone, la especie del grupo Poaceae que predominó en la campaña 2018–2019 fue *Cenchrus echinatus* y en 2019–2020 solo se detectó *Urochloa plantaginea*, en ambos casos con valores de abundancia y cobertura bajos. Para el caso del grupo de Cyperaceae, en ambas campañas fue *Cyperus esculentus* la de valores de abundancia y cobertura más altos, similares a los valores del testigo, e incluso mayores como en la medición para la dosis de 500 g ia ha<sup>-1</sup> a los 60 DPP de la segunda campaña. Analizando el grupo de Latifoliadas, las especies que mayores valores abundancia y cobertura tuvieron en ambas campañas fueron *Mollugo verticillata*, *Acanthospermum hispidum*, y *Richardia brasiliensis*.

Se observó para Pendimetalin (Tablas 20 y 21) que en la campaña 2018–2019 la especie de Poaceae que predominó en las mediciones fue *Cenchrus echinatus* y en la campaña 2019–2020 se detectó *Urochloa plantaginea*. En ambas campañas la especie de Cyperaceae que tuvo mayor valor de abundancia y cobertura fue *Cyperus esculentus*. En

lo que respecta a las Latifoliadas, en la primera campaña se registraron valores similares de abundancia y cobertura en ambas mediciones para *Bidens subalternans*, *Acanthospermum hispidum*, *Euphorbia heterophylla*, *Commelina erecta* y *Senna obtusifolia*. En la segunda campaña la especie del grupo de Latifoliadas con mayor abundancia y cobertura fue *Amaranthus viridis*.

En el tratamiento de control con la mezcla de S-metolaclor 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> (Tabla 21), no se detectó ninguna especie perteneciente al grupo de Cyperaceae. En el caso de las especies Poaceae, solamente se detectó la presencia con baja abundancia y cobertura de la especie *Urochloa plantaginea*. En lo que respecta a las Latifoliadas, *Mollugo verticillata* fue la que tuvo valores de abundancia y cobertura mayores a las demás especies del grupo.

En la mezcla de S-metolaclor 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> + Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup> (Tabla 21), la especie perteneciente al grupo de las Poaceae que presentó mayor abundancia y cobertura fue *Urochloa plantaginea*. En lo que respecta a las especies del grupo Cyperaceae, la única especie detectada en fue *Cyperus esculentus* con valores menores a los del testigo. *Amaranthus viridis* fue, de las especies del grupo Latifoliadas, la que obtuvo los valores más altos a los 30 y 60 DPP.

### 3.5.2. Herbicidas post-emergentes dirigidos

En los tratamientos de control con herbicidas post-emergentes dirigidos, las mediciones se efectuaron a los 60 DPP.

**Tabla 22: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de malezas en grupos de semejanza en la campaña 2018–2019 a los 60 DPP.**

Grupo de semejanza	Tratamiento de control				
	Test	Glif	Par	Safl + Glif	Imaz
Poaceae	4	1	2	1	3
Cyperaceae	2	1	1	1	2
Latifoliadas	2	1	1	1	2

Tratamiento de control. Test: Testigo, Glif: Glifosato 1620 g ea ha<sup>-1</sup>, Par: Paraquat dicloruro 621 g ia ha<sup>-1</sup>, Safl + Glif: Saflufenacil 24,5 g ia ha<sup>-1</sup> + Glifosato 1080 g ea ha<sup>-1</sup> y Imaz: Imazetapir 100 g ea ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 23: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de malezas en grupos de semejanza en la campaña 2019–2020 a los 60 DPP.**

Grupo de semejanza	Tratamiento de control				
	Test	Glif	Par	Safl + Glif	Imaz
Poaceae	4	+	2	1	4
Cyperaceae	2	+	1	1	2
Latifoliadas	3	1	2	2	4

Tratamiento de control. Test: Testigo, Glif: Glifosato 1620 g ea ha<sup>-1</sup>, Par: Paraquat dicloruro 621 g ia ha<sup>-1</sup>, Safl + Glif: Saflufenacil 24,5 g ia ha<sup>-1</sup> + Glifosato 1080 g ea ha<sup>-1</sup> y Imaz: Imazetapir 100 g ea ha<sup>-1</sup>.

En las Tablas 22 y 23 se puede apreciar que el tratamiento de control con Glifosato logró un buen control de las especies de Poaceae, Cyperaceae y Latifoliadas en ambas campañas, dado a que los valores de abundancia y cobertura registrados fueron más bajos que los del tratamiento testigo.

El herbicida Paraquat presentó, según lo observado en las Tablas 22 y 23, valores de abundancia y cobertura menores a los registrados en el testigo para los grupos de Poaceae y Latifoliadas en las dos campañas evaluadas. También logró un buen control de Cyperaceae en ambas campañas al obtenerse valores bajos.

Para el caso del tratamiento de control de Saflufenacil + Glifosato (Tablas 22 y 23), los valores de abundancia y cobertura registrados para los grupos de Poaceae, Cyperaceae y Latifoliadas fueron menores a los del testigo en ambas campañas de evaluadas.

Se pudo observar que con el herbicida Imazetapir solamente se alcanzó un valor de abundancia y cobertura de Poaceae inferior al testigo en la campaña 2018–2019, en la campaña 2019–2020 dichos valores se igualaron. Respecto al efecto sobre Cyperaceae y Latifoliadas, no tuvo un buen control debido a que en las dos campañas los valores para ambos grupos fueron iguales a los del testigo.

**Tabla 24: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de especies de malezas en la campaña 2018–2019 a los 60 DPP.**

Especie	Tratamiento de control				
	Test	Glif	Par	Safl + Glif	Imaz
<i>Cenchrus echinatus</i>	3	1	1	1	2
<i>Mollugo verticillata</i>	1	+	+	+	1
<i>Cyperus esculentus</i>	2	1	1	1	2
<i>Portulaca oleracea</i>	+			+	
<i>Portulaca amilis</i>	+	+	1	1	
<i>Amaranthus viridis</i>	+	+			1
<i>Raphanus sativus</i>	1				
<i>Bidens subalternans</i>	1	+			
<i>Digitaria ciliaris</i>	3	1	1		2
<i>Acanthospermum hispidum</i>	+		+		+
<i>Richardia brasiliensis</i>	+	+		1	1
<i>Solanum comptum</i>		+		+	
<i>Urochloa plantaginea</i>			+		
<i>Commelina erecta</i>		1	+		
<i>Senna obtusifolia</i>			+	+	
<i>Cyperus rotundus</i>					+
<i>Piriqueta morongii</i>			+		
<i>Croton glandulosus</i>					+
<i>Ipomoea nil</i>	+		+		

Tratamiento de control. Test: Testigo, Glif: Glifosato 1620 g ea ha<sup>-1</sup>, Par: Paraquat dicloruro 621 g ia ha<sup>-1</sup>, Safl + Glif: Saflufenacil 24,5 g ia ha<sup>-1</sup> + Glifosato 1080 g ea ha<sup>-1</sup> y Imaz: Imazetapir 100 g ea ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 25: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la abundancia y cobertura (Braun-Blanquet, 1950) de especies de malezas en la campaña 2019–2020 a los 60 DPP.**

Especie	Tratamiento de control				
	Test	Glif	Par	Safl + Glif	Imaz
<i>Amaranthus viridis</i>	+	+	+	+	+
<i>Urochloa plantaginea</i>	4	+	2	1	4
<i>Mollugo verticillata</i>	3	+	+	+	2
<i>Richardia brasiliensis</i>	1	+		1	2
<i>Cyperus esculentus</i>	2	+	1	1	2
<i>Portulaca oleracea</i>	1			1	+
<i>Portulaca amilis</i>	+	+	2	+	+
<i>Senna obtusifolia</i>				+	
<i>Ipomoea nil</i>	1				
<i>Bidens subalternans</i>					+
<i>Commelina erecta</i>			+	1	+
<i>Acanthospermum hispidum</i>					+
<i>Distimake cissoides</i>			+	+	
<i>Cenchrus echinatus</i>	+		2		
<i>Oenothera indecora</i>	+	+			
<i>Digitaria bicornis</i>	+		+		+
<i>Cyperus cornelli-ostenii</i>	+				
<i>Desmodium tortuosum</i>	+				+
<i>Sida cordifolia</i>	+		+		+
<i>Cyperus rotundus</i>	+				+
<i>Eleusine indica</i>		+			

Tratamiento de control. Test: Testigo, Glif: Glifosato 1620 g ea ha<sup>-1</sup>, Par: Paraquat dicloruro 621 g ia ha<sup>-1</sup>, Safl + Glif: Saflufenacil 24,5 g ia ha<sup>-1</sup> + Glifosato 1080 g ea ha<sup>-1</sup> y Imaz: Imazetapir 100 g ea ha<sup>-1</sup>.

En las Tablas 24 y 25, se aprecia que con el tratamiento de control con Glifosato las especies de Poaceae detectadas en la campaña 2018–2019 fueron *Cenchrus echinatus* y *Digitaria ciliaris*, en la campaña 2019–2020 se registraron *Urochloa plantaginea* y *Eleusine indica*. La única especie de Cyperaceae que se registró en ambas campañas fue *Cyperus esculentus*. En lo que respecta a especies del grupo Latifoliadas, para ambas campañas se detectaron en común *Mollugo verticillata*, *Portulaca amilis*, *Amaranthus viridis* y *Richardia brasiliensis*.

En las Tablas 24 y 25 se observa que con el herbicida Paraquat, *Cenchrus echinatus* y *Urochloa plantaginea* fueron las especies del grupo de Poaceae detectadas en ambos años, con un valor mayor en la campaña 2019–2020 respecto a la 2018–2019. *Cyperus esculentus* fue la única especie registrada del grupo Cyperaceae. De las especies pertenecientes al grupo de Latifoliadas, *Mollugo verticillata*, *Portulaca amilis*, *Commelina erecta* y *Richardia brasiliensis* se detectaron en común en las campañas 2018–2019 y 2019–2020.

Para el caso de Saflufenacil + Glifosato, en las Tablas 24 y 25 se observa que del grupo Poaceae, en la primera campaña se detectó *Cenchrus echinatus* y en la segunda campaña solamente *Urochloa plantaginea*. La única especie de Cyperaceae que se registró en ambas campañas fue *Cyperus esculentus*. En lo referido a las especies del grupo de Latifoliadas, *Mollugo verticillata*, *Portulaca oleracea*, *Portulaca amilis*, *Richardia brasiliensis* y *Senna obtusifolia* fueron detectadas en común en las dos campañas.

En lo que respecta a especies del grupo de Poaceae con el tratamiento de control con Imazetapir (Tablas 23 y 24), en la campaña 2018–2019 se detectaron *Cenchrus echinatus* y *Digitaria ciliaris*, en la campaña 2019–2020 la especie predominante de este grupo fue *Urochloa plantaginea*. En ambas campañas la especie del grupo de Cyperaceae que tuvo mayor valor de abundancia y cobertura fue *Cyperus esculentus*. En las dos campañas evaluadas, de las especies del grupo de Latifoliadas, se detectaron en común *Mollugo verticillata*, *Amaranthus viridis*, *Acanthospermum hispidum* y *Richardia brasiliensis*.

### **3.6. DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA DE MALEZAS**

Se efectuó la determinación de MS de malezas a los 60 DPP de la forma indicada en el punto 2.5.5.

### 3.6.1. Herbicidas pre-emergentes

Esta medición fue realizada en ambas campañas agrícolas para los tratamientos de control con pre-emergentes individuales. Para el caso de las mezclas de herbicidas pre-emergentes, las mediciones se realizaron solamente en la campaña 2019–2020.

#### 3.6.1.1. Tratamientos con herbicidas pre-emergentes individuales

Para esta medición se halló interacción ( $p$ -valor = 0,0003) entre el tratamiento de control de malezas y la campaña agrícola.

**Tabla 26: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales y la campaña agrícola sobre la MS de malezas a los 60 DPP. Interacción entre factores determinada por un  $p$ -valor = 0,0003.**

Tratamiento de control	Dosis	Campaña agrícola	MS de malezas en 0,25 m <sup>2</sup> (g)
	g ia ha <sup>-1</sup>		60 DPP
Testigo	-	18–19	52,50 c d*
Testigo	-	19–20	49,50 c d
S-metolacloro	960	18–19	14,00 a
S-metolacloro	960	19–20	45,00 b c d
S-metolacloro	1920	18–19	17,00 a
S-metolacloro	1920	19–20	49,33 c d
Clomazone	500	18–19	22,17 a
Clomazone	500	19–20	53,33 c d
Clomazone	1000	18–19	15,83 a
Clomazone	1000	19–20	57,50 d
Pendimetalin	900	18–19	19,00 a
Pendimetalin	900	19–20	46,17 b c d
Diuron	400	18–19	35,17 b
Diuron	400	19–20	47,17 b c d
Diuron	625	18–19	20,67 a
Diuron	625	19–20	41,00 b c
<b>p-valor</b>			<b>0,0003</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

Los tratamientos de control con herbicidas en la campaña 2018–2019, a excepción del tratamiento Diuron 400 g ia ha<sup>-1</sup>, fueron los que menor valor de MS presentaron de todas las campañas (Tabla 26), además se puede observar que presentaron valores significativamente menores al testigo, llegando a presentar una diferencia del 30,33 g con el Clomazone 500 g ia ha<sup>-1</sup>. En la campaña 2019–2020, no se halló diferencia en los valores de MS de malezas entre los tratamientos de control con herbicidas y el testigo.

#### 3.6.1.2. Tratamientos con mezclas de herbicidas pre-emergentes

En los que respecta a la MS de malezas, se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos de control con un  $p$ -valor = 0,0394.



**Tabla 27: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre la MS de malezas a los 60 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	MS de malezas en 0,25 m <sup>2</sup> (g)
	g ia ha <sup>-1</sup>	60 DPP
Testigo	-	49,50 b*
S-metolacloro + Clomazone	1920 + 1000	52,83 b
S-metolacloro + Clomazone + Pendimetalin	1920 + 1000 + 900	28,83 a
<b>p-valor</b>		<b>0,0394</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

En la Tabla 27 se observa que solamente la mezcla de S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> + Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup> presentó el valor más bajo de MS de malezas con una diferencia de 20,67 g con respecto al testigo y de 24 g respecto a la mezcla de S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup>.

### 3.6.2. Herbicidas post-emergentes dirigidos

En los que respecta a la MS de malezas, se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos de control con herbicidas post-emergentes dirigidos (p-valor < 0,0001).

**Tabla 28: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la MS de malezas a los 60 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	MS de malezas en 0,25 m <sup>2</sup> (g)
	g ia ha <sup>-1</sup>	60 DPP
Testigo	-	51,00 d*
Paraquat	621	11,42 b
Glifosato	1620 (ea)	4,08 a
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	4,25 a
Imazetapir	100 (ea)	29,42 c
<b>p-valor</b>		<b>&lt;0,0001</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

Los tratamientos de control de Glifosato 1620 g ea ha<sup>-1</sup> y Saflufenacil 24,5 g ia ha<sup>-1</sup> + Glifosato 1080 g ea ha<sup>-1</sup>, fueron los que menor valor obtuvieron (Tabla 28), con un equivalente al 8% y el 8,33%, respectivamente, del valor del Testigo. El Imazetapir 100 g ea ha<sup>-1</sup> fue el que mayor valor de MS tuvo de todos los herbicidas post-emergentes dirigidos evaluados.

### 3.7. VARIABLES DE PRODUCTIVIDAD

Estas mediciones de productividad fueron realizadas para todos los tratamientos de la forma indicada en el punto 2.5.6 a los 221 DPP.

#### 3.7.1. Herbicidas pre-emergentes

Para los tratamientos de control con herbicidas individuales la medición fue realizada en ambas campañas y para el caso de las mezclas solamente en la campaña 2019–2020.

##### 3.7.1.1. Tratamientos con herbicidas pre-emergentes individuales

Se halló interacción entre tratamiento de control y campaña agrícola para las determinaciones de rendimiento de raíces tuberosas e índice de cosecha, con valores de p-valor de 0,0096 y 0,0029 respectivamente.

**Tabla 29: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales y la campaña agrícola sobre el rendimiento de raíces tuberosas e índice de cosecha de plantas de mandioca a los 221 DPP. Interacción entre factores determinada por un p-valor = 0,0096 para rendimiento de raíces tuberosas y 0,0029 para índice de cosecha.**

Tratamiento de control	Dosis g ia ha <sup>-1</sup>	Campaña agrícola	Rendimiento raíces	
			tuberosas kg planta <sup>-1</sup>	Índice de cosecha
Testigo	-	18–19	0,14 a*	0,25 b
Testigo	-	19–20	0,00 a	0,00 a
Carpido	-	18–19	2,20 c d	0,62 e f
Carpido	-	19–20	2,95 e	0,57 c d e f
S-metolacoloro	960	18–19	1,61 b c d	0,60 e f
S-metolacoloro	960	19–20	1,08 b	0,49 c
S-metolacoloro	1920	18–19	1,77 b c d	0,62 e f
S-metolacoloro	1920	19–20	1,08 b	0,50 c d
Clomazone	500	18–19	1,63 b c d	0,59 d e f
Clomazone	500	19–20	1,32 b	0,54 c d e
Clomazone	1000	18–19	2,32 d e	0,64 f
Clomazone	1000	19–20	1,49 b c	0,56 c d e f
Pendimetalin	900	18–19	1,62 b c d	0,58 c d e f
Pendimetalin	900	19–20	1,71 b c d	0,56 c d e f
Diuron	400	18–19	2,17 c d	0,64 f
Diuron	400	19–20	1,50 b c	0,55 c d e f
Diuron	625	18–19	1,20 b	0,58 d e f
Diuron	625	19–20	1,69 b c d	0,56 c d e f
<b>p-valor</b>			<b>0,0096</b>	<b>0,0029</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

Respecto a las mediciones de rendimiento de raíces tuberosas por planta (Tabla 29), se aprecia que el testigo fue el de menor valor en ambas campañas, llegando a no obtenerse raíces tuberosas en la campaña 2019–2020. De los tratamientos de control con herbicidas, el de Diuron 625 g ia ha<sup>-1</sup> fue el único que presentó diferencias significativas respecto al Carpido con 1 y 1,26 kg planta<sup>-1</sup> menos, para las campañas 2018–2019 y 2019–2020

respectivamente. Los demás herbicidas solamente presentaron valores significativamente menores al Carpido en la campaña 2019–2020.

En la Tabla 29 se observa que el testigo tuvo los valores de índice de cosecha más bajos en todas las campañas agrícolas, sin obtención de raíces tuberosas en 2019–2020. No se detectaron diferencias, dentro de cada campaña, entre los tratamientos de control con herbicidas y el carpido. Ambas dosis de S-metolacloro presentaron valores significativamente más bajos en la campaña 2019–2020 respecto a los que obtuvieron en la campaña 2018–2019, el resto de los herbicidas no tuvieron diferencias significativas de los valores entre años.

**Tabla 30: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales y la campaña agrícola sobre la partición de biomasa de plantas de mandioca a los 221 DPP. Interacción entre factores determinada por p-valores: parte aérea 0,0257, estaca madre 0,0024 y raíces 0,0048.**

Tratamiento de control	Dosis g ia ha <sup>-1</sup>	Campaña agrícola	Partición biomasa (%)		
			Parte aérea	Estaca madre	Raíces
Testigo	-	18–19	31,65 a b*	42,57 b	25,77 b
Testigo	-	19–20	30,32 a	68,55 c	01,13 a
Carpido	-	18–19	31,08 a b	6,73 a	62,18 e f
Carpido	-	19–20	37,30 c d e	5,66 a	57,04 c d e f
S-metolacloro	960	18–19	31,53 a b	7,53 a	60,94 e f
S-metolacloro	960	19–20	41,27 e	8,74 a	49,99 c
S-metolacloro	1920	18–19	30,02 a	7,37 a	62,61 e f
S-metolacloro	1920	19–20	40,24 e	8,85 a	50,91 c d
Clomazone	500	18–19	33,21 a b c d	7,20 a	59,59 d e f
Clomazone	500	19–20	38,96 e	6,54 a	54,51 c d e
Clomazone	1000	18–19	29,47 a	6,67 a	63,87 f
Clomazone	1000	19–20	36,07 b c d e	7,71 a	56,22 c d e f
Pendimetalin	900	18–19	33,17 a b c d	8,57 a	58,26 c d e f
Pendimetalin	900	19–20	36,16 b c d e	7,43 a	56,41 c d e f
Diuron	400	18–19	28,96 a	6,76 a	64,28 f
Diuron	400	19–20	37,72 d e	6,76 a	55,52 c d e f
Diuron	625	18–19	32,48 a b c	8,75 a	58,78 d e f
Diuron	625	19–20	38,35 d e	5,76 a	55,90 c d e f
<b>p-valor</b>			<b>0,0257</b>	<b>0,0024</b>	<b>0,0048</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

En la Tabla 30 se indican los valores de partición de biomasa, para lo cual se encontró interacción entre los factores tratamiento de control y campaña agrícola para las determinaciones de parte aérea (p-valor = 0,0257), estaca madre (p-valor = 0,0024) y raíces (p-valor = 0,0048).

En lo que respecta a la partición de biomasa en la parte aérea, se aprecia en la Tabla 30 que únicamente en la campaña 2019–2020 el testigo presentó un porcentaje menor al de

los demás tratamientos de control de malezas. En lo referido al carpido, en ambas campañas no se detectaron diferencias significativas con los tratamientos de control con herbicidas. El tratamiento de control de malezas con Pendimetalin fue el único que no mostró diferencias entre los valores de ambas campañas, en cambio los demás herbicidas tuvieron porcentajes más altos en la segunda campaña respecto a la primera.

Respecto a la partición de biomasa de la estaca madre (Tabla 30), se observa que el testigo tuvo los valores más altos de todos los tratamientos en ambas campañas, obteniendo un 25,98% más de valor de partición en la campaña 2019–2020 que el valor de la campaña 2018–2019. Respecto a los tratamientos de control con herbicidas, no se hallaron diferencias significativas entre estos y el carpido.

En los valores de partición de raíces observados en la Tabla 30, se aprecia que el testigo presentó los valores más bajos de todos los tratamientos de control, siendo el de la campaña 2019–2020 el más bajo de todos. No se detectó diferencias, en los distintos años, entre los distintos tratamientos de control con herbicidas y el carpido. Solamente para el caso del herbicida S-metolacoloro se presentaron diferencias significativas entre campañas, registrándose valores más altos en la campaña 2018–2019 (11,7% para la dosis de 1920 g ia ha<sup>-1</sup> y 10,95 % para la de 960 g ia ha<sup>-1</sup>) en comparación a la 2019–2020.

### 3.7.1.2. Tratamientos con mezclas de herbicidas pre-emergentes

En los que respecta a rendimiento de raíces tuberosas e índice de cosecha, se hallaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos de control de malezas con los respectivos p-valor <0,0001.

**Tabla 31: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre el rendimiento de raíces tuberosas y el índice de cosecha de plantas de mandioca a los 221 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	Rendimiento	
		raíces tuberosas	Índice de cosecha
	g ia ha <sup>-1</sup>	kg planta <sup>-1</sup>	
Testigo	-	0,00 a*	0,00 a
Carpido	-	2,95 d	0,57 b
S-metolacoloro + Clomazone	1920 + 1000	1,59 b	0,57 b
S-metolacoloro + Clomazone + Pendimetalin	1920 + 1000 + 900	2,30 c	0,57 b
<b>p-valor</b>		<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

En la Tabla 31 se observa el rendimiento de raíces tuberosas para los tratamientos con mezclas de herbicidas pre-emergentes. El testigo no tuvo producción alguna de raíces tuberosas, además se aprecia que las dos mezclas de herbicidas presentaron una

disminución del rendimiento de raíces tuberosas respecto al carpido, siendo de 1,36 kg planta<sup>-1</sup> menos para la mezcla de S-metolacloro + Clomazone y de 0,65 kg planta<sup>-1</sup> menos para S-metolacloro + Clomazone + Pendimetalin.

En lo que respecta al índice de cosecha (Tabla 31), el tratamiento testigo no logró producir raíces tuberosas y no hubo diferencias significativas entre las mezclas de herbicidas y el carpido.

**Tabla 32: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre la partición de biomasa de plantas de mandioca a los 221 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	Partición biomasa (%)		
	g ia ha <sup>-1</sup>	Parte aérea	Estaca madre	Raíces
Testigo	-	30,32	68,55 b*	1,13 a
Carpido	-	37,30	5,66 a	57,04 b
S-metolacloro + Clomazone	1920 + 1000	35,74	7,26 a	56,99 b
S-metolacloro + Clomazone + Pendimetalin	1920 + 1000 + 900	36,06	6,46 a	57,48 b
	<b>p-valor</b>	<b>0,2730</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

No se halló diferencia entre los tratamientos de control para lo que respecta a partición de parte aérea (Tabla 32). Si se detectaron diferencias entre tratamientos de control de malezas para las determinaciones de particiones estaca madre (p-valor < 0,0001) y raíces (p-valor < 0,0001).

El testigo presentó diferencias con los demás tratamientos de control de malezas (Tabla 32), tanto para la partición de biomasa de estaca madre (valor más alto) como para la de raíces (valor más bajo). En lo relacionado a las mezclas, estas no presentaron diferencias significativas entre sí y tampoco con el carpido en lo que respecta a las particiones de biomasa para estaca madre y raíces.

### 3.7.2. Herbicidas post-emergentes dirigidos

Se hallaron diferencias significativas en el análisis del rendimiento de raíces tuberosas (p-valor <0,0001) e índice de cosecha (p-valor <0,0001).

**Tabla 33: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre el rendimiento de raíces tuberosas y el índice de cosecha de plantas de mandioca a los 221 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	Rendimiento raíces tuberosas	Índice de cosecha
	g ia ha <sup>-1</sup>	kg planta <sup>-1</sup>	
Testigo	-	0,07 a*	0,12 b
Carpido	-	2,57 c	0,59 c
Paraquat	621	1,69 b	0,58 c
Glifosato	1620 (ea)	2,32 c	0,60 c
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	2,25 c	0,59 c
Imazetapir	100 (ea)	0,00 a	0,00 a
	<b>p-valor</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

Analizando los datos promedio de rendimiento de raíces tuberosas de la Tabla 33, se observa que los tratamientos Imazetapir y testigo fueron los que obtuvieron nula y escasa producción, las cuales representaron respectivamente el 0% y del 2,76% del rendimiento registrado para el carpido. El tratamiento de control de Paraquat registró unos 1,62 kg planta<sup>-1</sup> más que el testigo y 0,88 kg planta<sup>-1</sup> menos que el carpido. Para los casos de Glifosato y Saflufenacil + Glifosato no tuvieron diferencias significativas con el carpido, pero sí con el de Paraquat que logró un valor menor a estos.

En base a los valores de índice de cosecha (Tabla 33), se puede observar que el Imazetapir no logró producir raíces tuberosas por lo cual fue el tratamiento de control de malezas que menor valor presentó. Los demás tratamientos de herbicidas post-emergentes dirigidos, no presentaron diferencias significativas con el carpido, pero sí tuvieron índices significativamente mayores al del testigo.

**Tabla 34: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre la partición de biomasa para la parte aérea de plantas de mandioca a los 221 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	Partición biomasa parte aérea (%)
	g ia ha <sup>-1</sup>	
Testigo	-	31,01
Carpido	-	34,19
Paraquat	621	33,65
Glifosato	1620 (ea)	34,17
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	33,89
Imazetapir	100 (ea)	27,42
	<b>p-valor</b>	<b>0,0863</b>

No se hallaron diferencias significativas (p-valor = 0,0863) entre tratamientos de control para los valores de partición de biomasa para la parte aérea (Tabla 34).

**Tabla 35: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos y la campaña agrícola sobre la partición de biomasa para estaca madre y raíces de plantas de mandioca a los 221 DPP. Interacciones entre factores determinadas por p-valores para estaca madre 0,0105 y raíces 0,0031.**

Tratamiento de control	Dosis g ia ha <sup>-1</sup>	Campaña agrícola	Partición biomasa (%)	
			Estaca madre	Raíces
Testigo	-	18–19	42,68 b*	25,62 b
Testigo	-	19–20	68,55 c	1,13 a
Carpido	-	18–19	6,73 a	62,18 c
Carpido	-	19–20	5,66 a	57,04 c
Paraquat	621	18–19	7,79 a	60,97 c
Paraquat	621	19–20	8,49 a	55,45 c
Glifosato	1620 (ea)	18–19	5,96 a	61,28 c
Glifosato	1620 (ea)	19–20	5,71 a	58,71 c
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	18–19	6,81 a	59,24 c
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	19–20	5,52 a	60,64 c
Imazetapir	100 (ea)	18–19	68,38 c	0,59 a
Imazetapir	100 (ea)	19–20	75,11 c	1,08 a
<b>p-valor</b>			<b>0,0105</b>	<b>0,0031</b>

\*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según Test de Duncan ( $\alpha=0,05$ )

Se encontró interacción entre los factores tratamiento de control y campaña agrícola (Tabla 35) para las determinaciones de estaca madre (p-valor = 0,0105) y raíces (p-valor = 0,0031).

En ambas campañas con el Imazetapir se tuvo la mayor partición de biomasa de estaca madre de los tratamientos (Tabla 35), solamente igualada por el testigo en 2019–2020. Los tratamientos de control con Paraquat, Glifosato y Saflufenacil + Glifosato, en ambas campañas, no presentaron diferencias con el carpido, pero si valores significativamente menores al testigo.

En la Tabla 35 se aprecia que los valores de partición de biomasa de raíces de los tratamientos de control de Paraquat, Glifosato y Saflufenacil + Glifosato, en ambas campañas, tuvieron valores significativamente mayores al del testigo e Imazetapir. Además, estos herbicidas no tuvieron diferencias con los valores obtenidos con el carpido. Por otro lado, Imazetapir fue el único tratamiento de control de malezas con el que se presentó los valores más bajos en ambas campañas, siendo incluso más bajo que el testigo en la campaña 2018–2019.

### 3.8. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA Y DE ALMIDÓN

La cuantificación de los porcentajes de materia seca (%MS) y de almidón (%Al) de las raíces tuberosas, fue realizada en base al método gravimétrico de Toro y Cañas (1983).

### 3.8.1. Herbicidas pre-emergentes

Estas determinaciones no pudieron realizarse en el testigo debido a que en ambas campañas no se obtuvieron los 3 kg de raíces tuberosas necesarias para poder realizar las mediciones en cada unidad experimental.

#### 3.8.1.1. Tratamientos con herbicidas pre-emergentes individuales

En estas mediciones no se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos de control para las determinaciones %MS (p-valor = 0,7440) y %AL (p-valor = 0,7470). Los valores se muestran en la Tabla 36.

**Tabla 36: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas pre-emergentes individuales sobre los porcentajes de materia seca y almidón de las raíces tuberosas cosechadas de plantas de mandioca a los 221 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	% MS	% AL
	g ia ha <sup>-1</sup>		
Carpido	-	34,43	32,28
S-metolacloro	960	33,6	31,48
S-metolacloro	1920	32,93	30,82
Clomazone	500	33,79	31,66
Clomazone	1000	34,07	31,94
Pendimetalin	900	33,81	31,68
Diuron	400	33,86	31,73
Diuron	625	33,21	31,10
<b>p-valor</b>		<b>0,7440</b>	<b>0,7470</b>

#### 3.8.1.2. Tratamientos con mezclas de herbicidas pre-emergentes

No se halló diferencias significativas entre los tratamientos de control para las determinaciones %MS (p-valor = 0,1530) y %AL (p-valor = 0,1523). Los valores son expuestos en la Tabla 37.

**Tabla 37: Efecto del tratamiento de control de malezas con mezclas de herbicidas pre-emergentes sobre los porcentajes de materia seca y almidón de las raíces tuberosas cosechadas de plantas de mandioca a los 221.**

Tratamiento de control	Dosis	% MS	% AL
	g ia ha <sup>-1</sup>		
Carpido	-	37,39	35,18
S-metolacloro + Clomazone	1920 + 1000	35,83	33,65
S-metolacloro + Clomazone + Pendimetalin	1920 + 1000 + 900	37,26	35,05
<b>p-valor</b>		<b>0,1530</b>	<b>0,1523</b>



### 3.8.2. Herbicidas post-emergentes dirigidos

Para los tratamientos Imazetapir y testigo, estas mediciones no pudieron ser realizadas porque no se obtuvieron los 3 kg de raíces tuberosas necesarias para realizar las mediciones en cada unidad experimental.

Para los demás tratamientos de control no se hallaron diferencias significativas para las determinaciones %MS (p-valor = 0,5461) y %AL (p-valor = 0,5482), cuyos valores se indican en la Tabla 38.

**Tabla 38: Efecto del tratamiento de control de malezas con herbicidas post-emergentes dirigidos sobre los porcentajes de materia seca y almidón de las raíces tuberosas cosechadas de plantas de mandioca a los 221 DPP.**

Tratamiento de control	Dosis	% MS	% AL
	g ia ha <sup>-1</sup>		
Carpido	-	34,43	32,28
Paraquat	621	34,01	31,87
Glifosato	1620 (ea)	35	32,84
Saflufenacil + Glifosato	24,5 + 1080 (ea)	34,92	32,76
	<b>p-valor</b>	<b>0,5461</b>	<b>0,5482</b>

## **CAPÍTULO IV**

### **4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

#### 4.1. DISCUSIÓN GENERAL

El objetivo de esta tesis fue evaluar distintos ingredientes activos herbicidas, en forma individual o en mezclas, para el control químico de malezas en el cultivo de mandioca. Durante la campaña 2018–2019 el escenario ambiental se caracterizó por precipitaciones elevadas, precisamente un 97,2% más que lo registrado en la campaña 2019–2020.

Las precipitaciones afectan la actividad de los principios activos de herbicidas pre-emergentes que son aplicados al suelo e inciden en la profundidad de penetración de los mismos en el perfil del suelo. El comportamiento de los herbicidas pre-emergentes depende de varios factores, aunque la humedad edáfica es sin duda la variable que condiciona en primera instancia en la disponibilidad y eficacia del control. En estos herbicidas, las precipitaciones impactan sobre el control de malezas y la residualidad del ingrediente activo puesto que: las malezas sólo pueden absorber el herbicida cuando este se encuentra disuelto en agua. El agua permite que el herbicida residual se incorpore y distribuya en los primeros centímetros de suelo, que sea desorbido de los coloides presentes y finalmente quede disponible en la solución del suelo (AAPRESID, 2020).

Por otra parte, la disponibilidad de agua en el suelo en sí misma, también condiciona los procesos fisiológicos determinantes del crecimiento y desarrollo de un cultivo. A pesar de que el cultivo de mandioca se considera resistente a sequía, la precipitación mínima requerida es de 1.400 mm bien distribuidos durante su ciclo (Fernández y Cerrato, 2017). En este sentido, las reducidas precipitaciones ocurridas durante la campaña 2019–2020 deberían haber afectado su potencial de rendimiento, dado que solo se registraron 1173,9 mm. Sin embargo, al comparar el rendimiento promedio de raíces del tratamiento carpido durante la primera (2,20 kg/planta) y la segunda campaña agrícola (2,95 kg/planta), este ha sido significativamente superior en la segunda campaña, en números absolutos fue 25% superior. Si se analiza el primer trimestre después de la plantación (octubre-noviembre-diciembre), cuando quedan determinados los componentes numéricos del rendimiento como el número de raíces tuberosas por planta, el exceso hídrico podría haber resultado perjudicial, ya que en ese periodo la diferencia fue de 376 mm entre las campañas 2018–2019 y 2019–2020. En referencia al exceso hídrico, Vargas Céspedes *et al.* (2017) indicaron que en las fases de brotación y de formación del sistema radical, un exceso de agua en el suelo puede dificultar el desarrollo radical y el crecimiento vegetativo para el buen desarrollo de la planta. Es por ello que podemos afirmar que este cultivo está más adaptado fisiológicamente al déficit que al exceso

hídrico. Según Ospina y Ceballos (2002), la mandioca cierra sus estomas cuando el aire está seco, lo cual es favorable frente a períodos de sequía, disminuyendo la transpiración y permitiendo que el agua del suelo pueda ser consumida lentamente maximizando la eficiencia de su uso.

Así como al cultivo, las variaciones ambientales estacionales e interanuales pueden afectar también a las malezas (Poggio, 2016). La composición, la abundancia-cobertura y la presencia de malezas responden a estos cambios de manera evidente. Por todo lo anteriormente indicado, las condiciones climáticas imperantes en cada ciclo agrícola influyeron de manera notoria en los resultados obtenidos en los experimentos de esta tesis.

#### **4.2. DISCUSIÓN SOBRE HERBICIDAS PRE-EMERGENTES**

La fitotoxicidad de un herbicida puede variar en función a las distintas condiciones ambientales de experimentación, lo que según Cudney (1996) puede influir en la selectividad de un herbicida.

Las mediciones de fitotoxicidad para los tratamientos de control de malezas con el herbicida Diuron, presentaron los valores más altos en ambas campañas, siendo más acentuado en la campaña agrícola 2018–2019 en la cual la mayor dosis ( $625 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) llegó a generar mortandad de plantas. La fitotoxicidad con este herbicida en esa campaña fue mayor a lo publicado por Biffe *et al.* (2010) en ensayos realizados sobre un suelo del tipo Latosol rojo distrófico. También fueron superiores a los registrados por Pinto Ruiz *et al.* (2019) en el mismo sitio de experimentación, pero en una campaña menos lluviosa.

El registro de valores de fitotoxicidad más altos en la campaña 2018–2019 para el herbicida Diuron se puede relacionar a la mayor precipitación acumulada en ese período, lo que influenciaría en la profundidad que puede alcanzar un herbicida en el perfil de suelo haciendo variar su fitotoxicidad (Cudney, 1996). De la misma manera, en los ensayos con herbicidas pre-emergentes de Khalil *et al.* (2019), indican una relación entre la precipitación acumulada y la lixiviación del herbicida, la cual es mayor a medida que aumenta la precipitación acumulada.

Por su parte, los tratamientos de control con los herbicidas S-metolacloro y Pendimetalin presentaron valores bajos y síntomas leves de fitotoxicidad (30 DPP), lo que concuerda con lo determinado por Pinto Ruiz *et al.* (2019), pero difiere con lo indicado por Biffe *et*

*al.* (2010) para S-metolacloro ( $1920 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) en un tipo de suelo distinto al de este ensayo. En este sentido, el tipo de suelo puede causar modificaciones de la disponibilidad del S-metolacloro y consecuentemente modificar la fitotoxicidad como ha sido demostrado por Jursík *et al.* (2020) en cultivos de girasol (*Helianthus annuus* L.). Los tratamientos con el herbicida Clomazone presentaron bajos valores de fitotoxicidad y síntomas leves de amarillamiento en hojas (30 DPP), lo cual también fue descrito por Biffe *et al.* (2007), por Pinto Ruiz *et al.* (2019) y por Oliveira *et al.* (2001 b).

En lo que respecta a la fitotoxicidad generada por ambas mezclas, doble (S-metolacloro + Clomazone) y triple (S-metolacloro + Clomazone + Pendimetalin), los valores bajos y síntomas leves que se observaron en esta tesis coinciden con los registrados por los herbicidas que integraban las mismas. Esto indica que al mezclar los distintos formulados de los principios activos no hay un aumento de los valores medidos en la escala fitotóxica.

La altura de plantas, es un indicador biométrico que resulta de interés en la interpretación de características como el crecimiento, la competencia, etc (Heady, 1957).

En las parcelas tratadas con la dosis alta de Diuron ( $625 \text{ g ia ha}^{-1}$ ), se obtuvo una menor altura de plantas respecto del tratamiento de control carpido (45 DPP), lo cual difiere con lo indicado por Biffe *et al.* (2007) y Pinto Ruiz *et al.* (2019) quienes no habían encontrado diferencias en esta variable para este principio activo. Estas variaciones en las respuestas pueden obedecer a las distintas condiciones ambientales. El hecho de que el Diuron ( $625 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) tenga la misma altura del testigo (131 DPP) en la campaña agrícola 2018–2019 y que se diferencie en 2019–2020, se puede deber a las distintas condiciones ambientales registradas.

Los tratamientos de control de malezas con S-metolacloro, Clomazone y Pendimetalin (45 DPP), no tuvieron diferencias en altura de plantas respecto a los tratamientos testigo y carpido. Esto concuerda con lo indicado por Biffe *et al.* (2007) para aplicaciones de Clomazone ( $1000 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) y por Pinto Ruiz *et al.* (2019) para los tratamientos de control con Pendimetalin ( $900 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) y S-metolacloro ( $960$  y  $1920 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) respecto al testigo. Oliveira *et al.* (2001a) tampoco encontraron diferencias en altura de plantas entre el herbicida S-metolaclor ( $2000 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) y el testigo a los 84 DPP.

Las parcelas tratadas con las mezclas de herbicidas doble y triple, no tuvieron diferencias en la altura de plantas con el tratamiento testigo (45 DPP), concordando con lo evaluado

para los ensayos individuales de los respectivos principios activos. Al igual que lo observado en este trabajo, Franciscon *et al.* (2016) tampoco hallaron diferencias entre S-metolacloro + Clomazone ( $1440 + 1260 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) y el tratamiento carpido a los 60 DPP.

La densidad de plantas es uno de los primeros componentes numéricos del rendimiento de un cultivo que se establece a través del stand de plantas logrado, y resulta ser la base para la determinación final de la productividad del cultivo (De la Fuente *et al.*, 2006).

Analizando los resultados, únicamente el Diuron ( $625 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) redujo significativamente el stand de plantas a los 60 DPP respecto a los demás tratamientos en la campaña agrícola 2018–2019. De hecho, fue el único tratamiento que generó una disminución estadísticamente significativa del stand de plantas en todo el estudio de esta tesis. Esto concuerda con lo observado en las mediciones de fitotoxicidad, en la que el Diuron generó mortandad de plantas en dicha campaña.

Como se indicó anteriormente las precipitaciones influyen sobre la profundidad que alcanza un herbicida en el suelo, lo cual podría potenciar el efecto de los ingredientes activos que tienen absorción por raíz como es el caso del Diuron según lo indicado por Bayer y Yamaguchi (1965). Además, de los herbicidas pre-emergentes evaluados en este ensayo, el Diuron es el más persistente ya que la vida media a campo es de 229 días según lo mencionado en la Pesticide Properties DataBase de Lewis *et al.* (2006), lo que estaría relacionado a la mayor duración del efecto fitotóxico en comparación a los demás herbicidas.

En concordancia con los resultados de esta tesis, Biffe *et al.* (2010) no hallaron diferencias entre el stand de plantas de mandioca sometidas al herbicida Diuron ( $400 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) y S-metolacloro ( $1920 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) con respecto al carpido. Tampoco Oliveira *et al.* (2001 b) encontraron reducciones del stand de plantas en parcelas tratadas con Clomazone ( $1000 \text{ gr ia ha}^{-1}$ ) a los 37 y 51 DPP.

Las mezclas de herbicidas no presentaron diferencias en stand de plantas con respecto al tratamiento carpido a los 30 y 60 DPP, lo cual coincide con los resultados de los tratamientos individuales y con los resultados de Scariot *et al.* (2013) para una mezcla de S-metolacloro + Clomazone ( $1440 + 900 \text{ g ia ha}^{-1}$ ).

La evaluación de la población de malezas puede ser realizada mediante la determinación de su abundancia y cobertura, resultando estos datos determinantes cuando se decide la estrategia para controlar las mismas (Labrada, 2006).

Todos los herbicidas pre-emergentes y las mezclas generaron modificaciones en los valores de las distintas especies de malezas, lo cual también fue indicado en las evaluaciones de herbicidas realizada por Franciscon *et al.* (2016). En términos del estudio de poblaciones de malezas asociadas al cultivo de mandioca, se encontró que los géneros identificados en el testigo, *Cenchrus*, *Bidens*, *Digitaria* y *Richardia*, coinciden con lo censado por Franciscon *et al.* (2016) en plantaciones realizadas en Brasil. En lo que respecta a las familias de malezas Amaranthaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Convolvulaceae, Cyperaceae, Malvaceae, Poaceae y Rubiaceae, son coincidentes con los ensayos de Felton *et al.*, (2015) realizados en plantaciones de mandioca en la provincia de Misiones.

En las mediciones de abundancia y cobertura según grupos de semejanza se observó que ambas dosis de S-metolaclo-ro registraron bajos valores para Cyperaceae en ambas campañas agrícolas hasta los 60 DPP. Este resultado indicaría que el control para este grupo no se vio afectado por las variaciones ambientales entre campañas agrícolas. En cambio, en lo que respecta al grupo de Poaceae, solamente se lograron valores bajos de abundancia y cobertura en la campaña 2018–2019, mientras que en la campaña 2019–2020 se registraron los mismos valores que en el testigo. Esta importante diferencia en la efectividad de control con S-metolaclo-ro puede deberse a que las variaciones ambientales entre las campañas causaron modificaciones en la composición de la comunidad de malezas (Poggio, 2016). Las especies predominantes de Poaceae en la parcela testigo fueron *Cenchrus echinatus* y *Urochloa plantaginea* en la primera y segunda campaña respectivamente. Respecto a esto, Lopes Ovejero *et al.*, (2013) indicaron que el S-metolaclo-ro posee un control intermedio (80%) sobre *Cenchrus echinatus* y un control pobre (9%) sobre *Urochloa plantaginea*. Dicha diferencia en el control por parte del herbicida S-metolaclo-ro para ambas especies de Poaceae justificaría la variación observada en nuestros ensayos respecto a los valores de abundancia y cobertura entre ambas campañas. En este sentido, Jordan *et al.* (1968) indicaron diferencias de control por una interacción entre el herbicida, ambiente, tipo de malezas y método de incorporación.

Los bajos valores de abundancia y cobertura para las Poaceae hasta los 60 DPP con Clomazone (500 y 1000 g ia ha<sup>-1</sup>), se repitió en ambas campañas agrícolas. Esto indica que el control de Poaceae con Clomazone, se mantuvo estable a pesar de las diferentes condiciones ambientales entre campañas. Particularmente en la campaña agrícola 2018–2019, por el tratamiento de control con Clomazone (1000 g ia ha<sup>-1</sup>) se obtuvo un valor de MS de malezas menor que el testigo. Resultados similares fueron hallados para Clomazone (1260 g ia ha<sup>-1</sup>) por Franciscon *et al.* (2016). Para el caso de S-metolacloro (1920 g ia ha<sup>-1</sup>), en la campaña agrícola 2019–2020, no tuvo diferencias con el testigo lo que concuerda con lo indicado por Scariot *et al.* (2013) quienes realizaron mediciones a los 105 DPA.

En general para los tratamientos de control de malezas con S-metolacloro (960 y 1920 g ia ha<sup>-1</sup>), Clomazone (500 y 1000 g ia ha<sup>-1</sup>) y Pendimetalin los valores registrados de MS de malezas registrados en la campaña 2019–2020 fueron superiores a los de la campaña 2018–2019, lo cual puede relacionarse a los mayores valores de abundancia y cobertura de malezas obtenidos en la segunda campaña a los 60 DPP.

Con la mezcla de S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup>, los bajos valores de abundancia y cobertura de malezas para los grupos Poaceae y Cyperaceae se mantuvieron hasta los 60 DPP, lo que permite inferir que se dio un efecto aditivo respecto a los espectros de control observados para ambos principios activos de manera individual (Colby, 1967). En concordancia con los datos anteriores, Franciscon *et al.* (2016) indicaron menores valores importancia relativa para malezas Poaceae (*Cenchrus* y *Digitaria*) respecto al testigo utilizando una mezcla de S-metolacloro + Clomazone (1440 + 1260 g ia ha<sup>-1</sup>) en Brasil.

No se hallaron diferencias entre la mezcla de S-metolacloro + Clomazone y el testigo en lo que respecta a MS de malezas, lo cual concuerda con los resultados de Scariot *et al.* (2013) medido a los 105 DPA empleando dosis respectivas de 1440 + 900 g ia ha<sup>-1</sup>.

Distinto fue el caso de la mezcla triple (S-metolacloro 1920 g ia ha<sup>-1</sup> + Clomazone 1000 g ia ha<sup>-1</sup> + Pendimetalin 900 g ia ha<sup>-1</sup>), con la cual se observó que a los 60 DPP el control de Poaceae fue menor que el del Clomazone individual (1000 g ia ha<sup>-1</sup>). En este caso, la disminución del espectro de control que posee un principio activo de manera individual, nos indica que se estaría dando un efecto de antagonismo entre dichos herbicidas (Colby, 1967; Blouin *et al.*, 2004).



La productividad de un cultivo es el resultado de la interacción del genotipo con el ambiente, al que se suman todas las prácticas de protección, de manejo y administración de recursos que logren maximizar el rendimiento (Castellarín, 2009).

En lo referido a las variables de productividad, en ambas campañas el testigo presentó los valores más bajos de rendimiento de todos los tratamientos, llegando a no obtenerse raíces tuberosas en la campaña 2019–2020. De manera similar, Albuquerque *et al.* (2008) no registraron producción de raíces para un cultivo de mandioca sin control malezas en todo su ciclo en ensayos realizados en Brasil.

El tratamiento de control con la mayor dosis de Diuron ( $625 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) presentó en ambas campañas el menor rendimiento de raíces tuberosas respecto al carpido. Esto concuerda con los resultados de Biffe *et al.* (2010) quienes emplearon una dosis de  $800 \text{ g ia ha}^{-1}$  y el cultivar Fécula Branca. Sin embargo, con la aplicación del Diuron a una dosis menor ( $400 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) no se halló diferencia significativa con el carpido en 2018–2019 y además se logró un rendimiento mayor al de la dosis de  $625 \text{ g ia ha}^{-1}$ . Esta variación en el rendimiento de raíces tuberosas entre tratamientos del mismo principio activo, pero con diferencia en el rango de dosis, explica la selectividad del herbicida como lo indican Cobb y Reade (2010) y Orioli *et al.* (2014).

Los tratamientos de control con S-metolacoloro, Clomazone y Pendimetalin no causaron diferencias en rendimiento de raíces respecto del tratamiento carpido en la campaña agrícola 2018–2019. Sin embargo, dichos herbicidas presentaron diferencias de rendimiento de raíces con respecto al carpido en la campaña 2019–2020. Esta variación del efecto de los herbicidas sobre el rendimiento del cultivo pudo deberse a las diferencias en las condiciones ambientales entre campañas.

Al igual que los resultados obtenidos en la campaña agrícola 2019–2020, Da Costa *et al.* (2020) hallaron diferencias en productividad de raíces para los tratamientos con S-metolacoloro ( $1920 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) y Clomazone ( $1250 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) respecto al tratamiento de control de malezas.

En lo referido a la mezcla doble de S-metolacoloro + Clomazone, se presentó un rendimiento de raíces menor al del carpido, lo que concuerda con lo indicado por Franciscon *et al.* (2016) y por Da Costa *et al.* (2020) respecto al testigo con control de malezas.

En términos de partición de biomasa, el tratamiento testigo tuvo en ambas campañas los valores más altos para partición de estaca madre y los más bajos para partición de raíces. Esto pudo deberse a que las plantas en dicho tratamiento no lograron desarrollarse adecuadamente como en el caso del tratamiento carpido en el cual los valores de las particiones fueron inversos. Por otro lado, los bajos valores de partición de raíces para el tratamiento testigo concuerdan con los valores obtenidos por este en lo referido a índice de cosecha.

Los porcentajes de almidón de raíces para los distintos tratamientos con herbicidas pre-emergentes individuales, no presentaron diferencias significativas respecto del tratamiento carpido. Este comportamiento de la variable también fue indicado por Scariot *et al.* (2013) en ensayos con aplicaciones de Clomazone ( $1080 \text{ g ia ha}^{-1}$ ) y S-metolacoloro ( $1920 \text{ g ia ha}^{-1}$ ). Para el caso de las mezclas de herbicidas pre-emergentes, Franciscon *et al.* (2016) tampoco indicaron diferencias en porcentaje de almidón para una mezcla de S-metolacoloro + Clomazone, con dosis de  $1440 + 1260 \text{ g ia ha}^{-1}$ .

#### **4.3. DISCUSIÓN SOBRE HERBICIDAS POST-EMERGENTES DIRIGIDOS**

Las aplicaciones dirigidas de herbicidas mediante protectores, permiten obtener una selectividad por emplazamiento diferencial que conlleva a una separación física entre los tejidos de absorción del cultivo y los de las malezas (Orioli *et al.*, 2014).

Los tratamientos de control de malezas con los herbicidas Glifosato, Paraquat y Saflufenacil + Glifosato no generaron síntomas fitotóxicos en las plantas de mandioca a través del tiempo de experimentación. En relación al Glifosato, Ferreira *et al.* (2015) reportaron la muerte de las plantas de mandioca tratadas (16 DPA) con una aplicación de cobertura total. Para lo que respecta al tratamiento de control con el Saflufenacil + Glifosato, Silva *et al.* (2011) encontraron efectos fitotóxicos de necrosis en hojas con una aplicación de cobertura total sobre las plantas de mandioca del principio activo Fomesafen, el cual posee el mismo sitio de acción que el Saflufenacil (inhibición de la PPO) (Arregui y Puricelli, 2018). Así mismo, Doll *et al.* (1976) indicaron daños en plantas de mandiocas en aplicaciones dirigidas con Paraquat al entre lineo, pero sin el empleo de pantalla protectora. Por consiguiente, los resultados indicados anteriormente nos permiten inferir que la aplicación de manera dirigida con pantalla realizada en este experimento,

permite otorgar una selectividad por emplazamiento diferencial como lo indican Orioli *et al.* (2014) para los tres tratamientos de control de malezas indicados anteriormente.

El tratamiento de control de malezas con el herbicida Imazetapir, fue el único de los herbicidas de aplicación post-emergente dirigida con el que se registraron síntomas fitotóxicos. Dichos síntomas fueron similares a los citados en Agostinetti *et al.* (2002) y Machado Filho *et al.* (2020) quienes hicieron una aplicación de cobertura total sobre la planta de mandioca. Esto indica que ni aún con la aplicación dirigida el Imazetapir logra generar una selectividad por emplazamiento diferencial. Esta respuesta puede deberse a que los herbicidas pertenecientes al grupo químico de las imidazolinonas pueden ser absorbidos por las plantas a través de las raíces, según lo han indicado Little y Shaner *et al.* (1991).

En lo referido a la altura de plantas, el Imazetapir fue el tratamiento de control con herbicidas post-emergente con el valor más bajo de todos y menor que el carpido. Esta respuesta es uno de los síntomas ocasionados por las imidazolinonas, que es el grupo químico al que pertenece este herbicida (Arregui y Puricelli, 2018). De hecho, Machado Filho *et al.* (2018) también indicaron una disminución en altura de plantas de mandioca tratadas con una aplicación total con Imazetapir (106 g ia ha<sup>-1</sup>) a los 30 DPA.

El herbicida Imazetapir en la campaña 2018–2019 presentó una reducción de stand respecto a la campaña 2019–2020. Así mismo, Refatti *et al.*, 2017 indicaron que el Imazetapir posee un efecto residual. Este efecto residual y la mayor precipitación registrada en la primera campaña, respecto a la segunda, pudieron influenciar sobre el efecto que dicho herbicida para el cultivo.

Los tratamientos de control con Paraquat y Glifosato no presentaron disminución en lo que respecta a stand de plantas. A diferencia de lo observado en este ensayo, Da Silva *et al.* (2019) registraron muerte de plantas para el cultivo de *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek con aplicaciones post-emergentes de Paraquat. Ferreira *et al.* (2015) reportaron la muerte de las plantas en aplicaciones de cobertura total con el herbicida Glifosato para el cultivo de mandioca, lo cual difiere con lo indicado en el presente trabajo. Estas diferencias en los resultados pueden deberse al hecho de que la aplicación dirigida con pantalla permite lograr una selectividad por emplazamiento diferencial como fue indicado anteriormente (Orioli *et al.*, 2014).

En lo referido a la abundancia y cobertura de grupos de semejanza, el Glifosato presentó valores bajos respecto al testigo en ambas campañas evaluadas para los tres grupos de semejanza. Lo mismo se observó con el Saflufenacil + Glifosato para los grupos de Poaceae y Cyperaceae en ambas campañas, lo cual indica que las condiciones ambientales diferentes no afectaron la efectividad de dichos principios activos. Estos resultados se evidencian en que con ambos tratamientos se tuvieron los menores valores de MS de malezas de todos los herbicidas post-emergentes dirigidos evaluados. Ospina y Ceballos (2002) comprobaron que los herbicidas Glifosato y Paraquat controlaban malezas del tipo Poaceae y Latifoliadas en plantaciones de mandioca establecidas en Colombia.

El Imazetapir, fue el herbicida post-emergente dirigido que menor control de malezas logró en las dos campañas agrícolas, registrándose valores de abundancia y cobertura similares al testigo para los grupos de Poaceae, Cyperaceae y Latifoliadas. Con Imazetapir se obtuvo el mayor valor de MS de malezas de todos los herbicidas post-emergentes dirigidos ensayados. El bajo control de malezas Poaceae ejercido por el Imazetapir también fue indicado por Krausz y Kapusta (1998), particularmente para especies del género *Digitaria* y *Panicum*.

Observando las variables relacionadas con la productividad del cultivo, se aprecia que con el herbicida Imazetapir no se logró obtener raíces tuberosas en ninguno de los momentos medidos. Además, en lo referido a la partición de biomasa, se vio que con el Imazetapir las plantas no se desarrollaron plenamente, en las mediciones de fitotoxicidad generó disminución de tamaño en las hojas y reducción de altura en ambas campañas. Machado Filho *et al.* (2018) también indicaron reducciones en el crecimiento de plantas de mandioca con aplicaciones de cobertura total con Imazetapir. Según lo publicado por Vidal y Winkler (2002) este grupo de herbicidas tienden a inhibir el crecimiento de las plantas afectadas, lo que explica los resultados observados en este trabajo de campo.

El rendimiento de raíces de mandioca no se vio afectado por las aplicaciones de Glifosato dirigidas con pantalla protectora en las condiciones del presente experimento. Sin embargo, Liu *et al.* (1982) encontraron que el rendimiento de raíces se ve afectado cuando el Glifosato se aplica sin pantalla protectora en plantaciones de mandioca. De esta manera, se demuestra que el uso de pantalla protectora otorga selectividad por emplazamiento diferencial al Glifosato sin afectar el rendimiento de raíces, haciendo factible su uso en el cultivo.

Con la aplicación dirigida de Paraquat, se obtuvo un rendimiento de raíces mayor al registrado por el tratamiento testigo. Un efecto similar de incremento de rendimiento cuando las malezas se controlaban con aplicaciones dirigidas de Paraquat, fueron reportadas en maíz (*Zea mays* L.) por Kaur *et al.* (2016).

Los tratamientos post-emergentes dirigidos de los herbicidas Paraquat, Glifosato y Glifosato + Saflufenacil son de naturaleza no selectiva y reducen significativamente la flora de malezas. Consecuentemente, estos tratamientos de herbicidas proporcionan un ambiente libre de la competencia ejercida por las malezas, permitiendo que el cultivo de mandioca crezca y se desarrolle mejor que en el tratamiento testigo.

#### 4.4. CONCLUSIONES GENERALES

Todos los tratamientos de herbicidas, tanto pre-emergentes como post-emergentes dirigidos, causaron modificaciones, en mayor o menor medida, sobre la composición y/o abundancia-cobertura de las malezas en las parcelas experimentales.

Las diferencias en los escenarios ambientales entre campañas agrícolas consideradas en esta tesis, afectaron la mayoría de las variables medidas sobre el cultivo y sobre las malezas. Las diferencias entre campañas particularmente asociadas con la ocurrencia de precipitaciones, condicionan la penetración de los herbicidas residuales en el perfil de suelo y afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo en sí mismo.

Todos los herbicidas pre-emergentes evaluados generaron algún efecto fitotóxico al cultivo de mandioca, cuya intensidad y duración varió según las condiciones ambientales en cada campaña agrícola.

De los tratamientos de herbicidas pre-emergentes, el Diuron en su dosis más alta fue el que presentó los mayores efectos adversos sobre el cultivo de mandioca, obteniéndose los valores de fitotoxicidad más altos, al punto de detectarse disminución en stand de plantas al presentarse una campaña con elevadas precipitaciones.

Los tratamientos de control con los herbicidas pre-emergentes S-metolacoloro y Clomazone lograron un buen control de las malezas pertenecientes a las Cyperaceae y Poaceae respectivamente en ambas campañas. Sin embargo, los efectos del S-metolacoloro y del Clomazone sobre el rendimiento de raíces del cultivo se vio claramente modificado según las campañas agrícolas, dejando en evidencia el efecto de las condiciones climáticas sobre la acción de los mismos. El rendimiento del cultivo de mandioca se vio reducido por las aplicaciones de S-metolacoloro y Clomazone únicamente en la campaña con precipitaciones elevadas (2019–2020), entre un 49% y 63% respecto al carpido.

Las mezclas de herbicidas pre-emergentes, no lograron un control total de los grupos de semejanza de malezas y afectaron negativamente el rendimiento de raíces tuberosas en la campaña agrícola en que fueron evaluados (2019–2020).

De los tratamientos de control con herbicidas post-emergentes dirigidos, el Imazetapir tuvo el peor control de malezas y además afectó fuertemente al rendimiento del cultivo, que no diferenció raíces tuberosas en ninguna de las campañas agrícolas evaluadas.

De todos los tratamientos evaluados en este ensayo, los correspondientes a los herbicidas post-emergentes dirigidos de Glifosato y Saflufenacil + Glifosato fueron los que permitieron lograr bajos valores de abundancia-cobertura y MS de malezas sin afectar el rendimiento y contenido de almidón de las raíces tuberosas del cultivo en ambas campañas agrícolas.

El contenido de almidón de las raíces tuberosas de mandioca, no fue afectado por las aplicaciones de los herbicidas evaluados en la presente tesis.

#### **4.5. IMPLICANCIAS PRÁCTICAS**

Los resultados de esta tesis permiten afirmar que es posible diagramar estrategias de manejo integrado de malezas en cultivos de mandioca incorporando al control químico. Con aplicaciones oportunas y adecuadas de herbicidas, se logrará un mejor manejo de las malezas. De esta manera se incrementará la eficiencia en el uso de los recursos e insumos que repercutirá en una mayor productividad y rentabilidad del cultivo y, en consecuencia, permitirá incrementar la escala de producción del cultivo de mandioca en la región.

Para decidir el empleo de los distintos herbicidas, se deberán tener en consideración las condiciones ambientales que se pronostiquen para la campaña agrícola. Si se pronostica una campaña agrícola con elevada pluviometría, se deberán considerar aplicaciones de herbicidas pre-emergentes, a excepción del Diuron, y aplicaciones dirigidas con pantalla del herbicida Glifosato a partir de los 60 DPP. Otra opción apropiada para esas mismas condiciones climáticas, será realizar aplicaciones tempranas y dirigidas de Glifosato o Saflufenacil+Glifosato a partir de los 30 DPP. Caso contrario, si se prevé una campaña agrícola con bajas precipitaciones, la implementación del control químico deberá basarse en aplicaciones dirigidas de herbicidas post-emergentes con Glifosato o Saflufenacil+Glifosato, que se pueden implementar de forma temprana y segura, con pantalla y a partir de los 30 DPP.

Se debe aclarar que, para poder emplear en el ámbito productivo los distintos herbicidas evaluados en esta tesis, primeramente, el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal del SENASA deberá permitir su uso específicamente en el cultivo de mandioca.



# **BIBLIOGRAFÍA**

- AAPRESID, 2020. Herbicidas en el suelo y su residualidad. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/herbicidas-en-el-suelo-y-residualidad/> Fecha última consulta: 19/03/2021
- Agostinetto, D., Fleck, N.G., Rizzardi, M.A., y Thomas, A.L. 2002. Seletividade de herbicidas latifolicidas aplicados à mandioca em pós-emergência. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 3: 39–44.
- Alabi, B.S., Ayeni, A.O., Agboola A.A. y Majek, B.A. 2004. Manual control of thorny mimosa (*Mimosa invisa*) in cassava (*Manihot esculenta*). *Weed Technology*, 18: 77–82.
- Albuquerque, J.A.A., Sedyama, T., Silva, A.A., Carneiro, J.E.S., Cecon, P.R. y Alves, J.M.A. 2008. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). *Planta Daninha*, 26: 279–289.
- Aristizábal, J., Sánchez, T. y Lorío, D.M. 2007. Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 134 p.
- Aristizábal, J. y Calle, F. 2015. Producción, procesamiento, usos y comercialización de mandioca. Cuaderno tecnológico N° 22. Buenos Aires, Argentina: Delegación de la Comisión Europea en Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). 78 p.
- Arregui, M.C., y Puricelli, E. 2018. Mecanismos de acción de plaguicidas - 4° edición. Rosario. Argentina. 264 p.
- Bayer, D.E., y Yamaguchi, S. 1965. Absorption and Distribution of Diuron-C<sup>14</sup>. *Weeds*, 13: 232–235.
- Biffe, D.F., Alonso D.G., Silvério de Oliveira Jr., R., Constantin, J. y Morais Franchini, L.H. 2007. Avaliação do herbicida diuron em pré-emergência no controle de seis plantas daninhas na cultura de *Manihot esculenta*. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 3: 1–4.
- Biffe, D.F., Constantin, J., Oliveira Jr., R.S., Rios, F.A., Franchini, L.H.M., Gemelli, A., Arantes, J.G.Z., Raimondi, M.A. y Blainski, E. 2010. Avaliação de herbicidas para dois cultivares de mandioca. *Planta Daninha*, 28: 807–816.
- Bleiholder, H. 1996. Métodos de planeamiento y valoración de ensayos de campo con pesticidas. Linburgerhof, BASF. 397 p.

- Blouin, D.C., Webster, E.P., y Zhang, W. 2004. Analysis of Synergistic and Antagonistic Effects of Herbicides Using Nonlinear Mixed-Model Methodology1. *Weed technology*, 18: 464–472.
- Braun-Blanquet, J. 1950. Sociología vegetal: estudio de las comunidades vegetales. Acme. p 34–35.
- Burgos, Á.M., Argüello, J.A., Prause, J. y Cenóz, P.J. 2013. Fenología de los estados vegetativos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en base al tiempo térmico. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo*, 45: 43–52.
- CASAFE. 2015. Guía de Productos Fitosanitarios CASAFE 2015–2017 - 17ª edición. Buenos Aires. 1200 p.
- Caseley, J.C. 1996. Capítulo 10 - Herbicidas. En: Labrada, R., Caseley, J.C., Parker, C. (eds.), Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio FAO Producción y Protección Vegetal N° 120. Roma. Italia: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/docrep/T1147S/t1147s00.htm> último ingreso 19/09/2017.
- Castellarín, J.M. 2009. Influencia de las prácticas de manejo sobre la generación del rendimiento en el cultivo de trigo. INTA EEA Oliveros. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 16 p.
- Cobb, A.H., y Reade, J.P. 2010. Herbicides and plant physiology. Second edition. John Wiley & Sons. 286 p.
- Colby, S.R. 1967. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. *Weeds*, 15: 20–22.
- Cudney, D.W. 1996. Why herbicides are selective. California Exotic Pest Plants Council Proceedings. p 1–3.
- Da Costa, N.V., Gibbert, A. M., Ferreira, S. D., Canavessi, H. y Salvalaggio, A. C. 2020. Strategies of chemical management for weed control in cassava. *Revista Ceres*, 67: 240–246.
- Da Silva, E.C., Viçosi, K.A., de Oliveira, L.A.B., dos Santos Galvão, C., y de Faria Ferreira, N.C. 2019. Seletividade de herbicidas em pós-emergência na cultura do feijão mungo-verde. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 14: 1–5.
- De la Fuente, E.B., Gil, A., Giménez, P.I., Kantolic, A.G., Pereira, M.L., Ploschuk, E.L., Sorlino, D.M, Vilariño, M.P., Wassner, D.F. y Windauer, L.B. 2006. Cultivos industriales. Facultad de Agronomía. Buenos Aires. 764 p.

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C.W. 2017. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Doll, J.D., Piedrahita Cañola, W. y Leihner, D. 1976. Métodos de control de malezas en yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (Series EE-21). 12 p.
- Escobar, E., Ligier, O., Melgar, R., Matteio, M. y Vallejos, O. 1994. Mapa de suelos de los Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la Provincia de Corrientes. INTA-CFI-ICA. 125 p.
- EWRC. 1964. EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL - Report of the 3rd and 4 rd meetings of EWRC. Committee of methods in weed research. *Weed Research*, 4: 88.
- FAOSTAT. 2020. Producción; Cassava; South America; 2018 (Online). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Datos extraídos de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acceso 27/08/2020
- Feltan, R.G. Vanni, R. y Burgos, A.M. 2015. Efectos del tiempo de convivencia de malezas sobre el cultivo de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) del cv. Concepción en el centro de la provincia de Misiones. Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.
- Fernández, L., y Cerrato, R. 2017. Cartilla tecnológica del cultivo de yuca en el litoral Atlántico de Honduras (No. IICA F01). Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola Secretaría de Agricultura y Ganadería (Honduras). Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 40 p.
- Fernández, O., Leguizamón, E. y Acciaresi, H. 2014. Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo I: Ecología y Manejo. Bahía Blanca, Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Ediuns. 945 p.
- Ferreira, E.A., de Matos, C.D.C., Barbosa, E.A., Silva, D.V., dos Santos, J.B., Pereira, G.A.M., Faria, A.T. y da Silva, C.T. 2015. Cassava physiological responses to the application of herbicides. *Semina: Ciências Agrárias*, 36: 645–656.
- Franciscon, H., da Costa, N.V., da Costa, A.C.P.R., Ferreira, S.D., Moratelli, G., Salvalaggi, A.C. y Arrúa, M.A.M. 2016. Eficacia y selectividad de mezclas de herbicidas en el cultivo de mandioca. *Revista de la Facultad de Agronomía - La Plata*, 115: 209–219.

- Heady, H. F. 1957. The measurement and value of plant height in the study of herbaceous vegetation. *Ecology*, 38: 313–320.
- INDEC. 2021. Censo Nacional Agropecuario 2018: resultados definitivos/1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). 747 p.
- Instituto Correntino del Agua y del Ambiente (ICAA). 2020. Hidrometeorología – Registro de Datos Meteorológicos - Estación Meteorológica Automática (Latitud 27° 28' 18" S; Longitud 58° 49' 20" O). (<http://icaa.gov.ar/registro-de-datos-meteorologicos/>- Último Acceso 20/06/2020).
- Johanns, O. y Contiero, R.L. 2006. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca. *Revista Ciência Agronômica*, 37: 326–331.
- Jordan, L.S., Lyons, J.M., Isom, W.H., y Day, B.E. 1968. Factors affecting performance of preemergence herbicides. *Weed Science*, 16: 457–462.
- Jursík, M., Kočárek, M., Kolářová, M., y Tichý, L. 2020. Effect of different soil and weather conditions on efficacy, selectivity and dissipation of herbicides in sunflower. *Plant, Soil and Environment*, 66: 468–476.
- Kaur, T., Kaur, S., y Bhullar, M.S. 2016. Management of complex weed flora in maize with post-emergence herbicides. *Indian Journal of Weed Science*, 48: 390–393.
- Khalil, Y., Flower, K., Siddique, K.H., y Ward, P. 2019. Rainfall affects leaching of pre-emergent herbicide from wheat residue into the soil. *PloS one*, 14: e0210219.
- Krausz, R.F., y Kapusta, G. 1998. Total postemergence weed control in imidazolinone-resistant corn (*Zea mays*). *Weed technology*, 12: 151–156.
- Kudsk, P. y Kristensen J.L. 1992. Effect of environmental factors on herbicide performance. Proceedings of the First International Weed Control Congress. Melbourne, 1: 173–186.
- Labrada, R. 2006. Recomendaciones para el manejo de malezas. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 61 p.
- Lewis, K., Tzilivakis, J., Green, A., y Warner, D. 2006. Pesticide Properties DataBase (PPDB). <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm> (Último acceso 13/04/2021)
- Little, D.L. y Shaner, D.L. 1991. Absorption and translocation of the imidazolinone herbicides. CRC Press: Boca Raton, FL, USA. p 53–69.

- Liu, L.C., Santiago-Cordova, M.A., y Borrero, E.A. 1982. Glyphosate For Weed Control In Cassava. 1982. 18th Annual Meeting, Dover, Barbados (No. 262962). Caribbean Food Crops Society.
- Lopes Ovejero, R.F., Soares, D.J., Oliveira, W.S., Fonseca, L.B., Berger, G.U., Soteris, J.K., y Christoffoleti, P.J. 2013. Residual herbicides in weed management for glyphosate-resistant soybean in Brazil. *Planta Daninha*, 31: 947–959.
- Machado Filho, G.C., Mota, M.A., Montelo, A.B., de Farias, D.I.O.A., do Nascimento, I.R., y dos Santos, M.M. 2018. Herbicide selectivity to cassava crop in post-emergence application. *Communications in Plant Sciences*, 8: 112–115.
- Machado Filho, G.C., Santos, M.G., Pachoute, J., Heinrich, J.D., Ribeiro, R.R., y Santos, M.M. 2020. Evaluation of intoxication caused by post-emerging herbicides in cassava culture in two times of application. *Acta Iguazu*, 9: 28–36.
- Matheus, J., Romay, G., y Santana, M.A. 2004. Efecto de tres herbicidas preemergentes en el establecimiento en campo de plantas in vitro de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Acta Científica Venezolana*, 55: 191–197.
- Mattos, P.L.P. y Cardoso, E.M.R. 2003. Plantas daninhas. ISSN 1678–8796 Versión electrónica 2003. <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_para/plantasdaninhas.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/plantasdaninhas.htm)> último ingreso 01/09/2017.
- Matzenbacher, F.O., Vidal, R.A., Merotto, J.R. y Trezzi, M.M. 2014. Environmental and physiological factors that affect the efficacy of herbicides that inhibit the enzyme protoporphyrinogenoxidase: a literatura review. *Planta Daninha*, 32: 457–463.
- Oliveira Jr, R.S., Constantin, J., Hernandes, A.I., Inoue, M.H., Marchiori Jr, O., y Ramires, A.C. 2001 a. Manejo químico de plantas daninhas em área de plantio direto de mandioca. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 2: 99–106.
- Oliveira Jr., R.S., Constantin, J., Hernandes, A.I.F.M., Inoue, M.H., Marchiori Jr., O. y Ramires, A.C. 2001 b. Tolerância de cinco cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*) a herbicidas. *Planta Daninha*, 19: 119–125.
- Orioli, G., Arregui, C. y Leguizamón, E.S. 2014. La selectividad de los herbicidas. Pp. 407–422 en Fernández, O. A., Lequizamón, E.S. y Acciaresi, H.A. (eds.), Malezas e Invasoras de la Argentina. Tomo I: Ecología y Manejo. EdiUNS, Bahía Blanca, Argentina.

- Ospina, B y Ceballos, H. 2002. La yuca en el tercer Milenio: Sistemas Modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización (Vol. 327). CIAT. 586 p.
- Peressin, V.A., Monteiro, D.A., Lorenzi, J.O., Durigan, J.C., Pitelli, R.A. y Perecin, D. 1998. Acúmulo de matéria seca na presença e na ausência de plantas infestantes no cultivar de mandioca SRT 59 - Branca de Santa Catarina. *Bragantia*, 57: 135–148.
- Pinto Ruiz, G.A., Tarragó, J., Burgos, A. M., y Medina, R. D. 2019. Evaluación preliminar de la selectividad de herbicidas pre-emergentes en el cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Malezas - ASACIM*, 1: 48–53.
- Pletsch, R. 2004. Mandioca. Serie Técnica N° 1. EEA Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 30 p.
- Poggio, S.L. 2016. Las comunidades de malezas: estructura y dinámica. Pp 35–70 en Satorre, E., Kruk, B., y de la Fuente, E. Bases y herramientas para el manejo de malezas. Editorial Facultad de Agronomía. UBA. Buenos Aires.
- Refatti, J. P., Avila, L. A. D., Noldin, J. A., Pacheco, I., y Pestana, R. R. 2017. Leaching and residual activity of imidazolinone herbicides in lowland soils. *Ciência Rural*, 47: 1–6.
- Registro de Brasil. 2020. Registro de principios activos en Mandioca <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)> Último ingreso 28/08/2020.
- Registro de Colombia. 2020. Registro de principios activos en Mandioca. <<https://www.ica.gov.co/getdoc/d3612ebf-a5a6-4702-8d4b-8427c1cdaeb1/REGISTROS-NACIONALES-PQUA-15-04-09.aspx>> Último ingreso 28/08/2020.
- Scariot, C.A., da Costa, N.V., Bosquese, E.P., de Andrade, D.C., y Sontag, D.A. 2013. Seletividade e eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da mandioca. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43: 300–307.
- SENASA, 2020. Registro Nacional de Terapéutica Vegetal. Información útil. <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/productosveterinarios-fitosanitarios-y-fertilizantes/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal> - último ingreso 27/08/2020.

- Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2021. Estadísticas climáticas normales. <https://datos.gob.ar/ru/dataset/smn-estadisticas-climaticas-normales>. (Último acceso 19/02/2021).
- Silva, D.V., Santos, J.B., Ferreira, E.A., Silva, A.A., França, A.C., y Sedyama, T. 2012. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca. *Planta daninha*, 30: 901–910.
- Silva, D.V., dos Santos, J.B., Silveira, H.M., de Carvalho, F.P., Neto, M.D.C., Ferreira, E.A., Silva A.A. y Cecon, P.R. 2011. Tolerância de cultivares de mandioca aos herbicidas fomesafen e fluazifop-p-butil. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 10: 219–231.
- Toro, J.C. y A. Cañas. 1983. Determinación del contenido de materia seca y almidón en yuca por el sistema de gravedad específica. Pp. 567–575 en Domínguez, C.E. (ed.), Yuca: investigación, producción y utilización. Programa de Yuca. PNUD/CIAT, Cali, Colombia,
- Vargas Céspedes, A., Watler, W., Morales, M., y Vignola, R. 2017. Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de la Yuca en Costa Rica. Ficha técnica cultivo de Yuca. Costa Rica. 67 p.
- Vidal, R.A., y Winkler, L.M. (2002). Resistência de plantas daninhas: Seleção ou indução à mutação pelos herbicidas inibidores de acetolactato. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, 12: 31–42.