

Informe Final para comité técnico PROARROZ

Proyecto: “Evaluación in vitro de cultivares mediante bioensayos sin suelo a clomazone y mezclas pre-emergentes alternativas.”

Investigador responsable: Colazo J¹

Integrantes del Grupo Responsable: Nestares G², Breccia G², Bohl M¹

1. Departamento de Mejoramiento Genético de Arroz –EEA Concepción del Uruguay
2. Genética de la Resistencia a Herbicidas en Cultivos - Instituto de Investigaciones en Ciencias Agrarias de Rosario.

Período de desarrollo: octubre 2020 a julio 2021

Introducción al problema

Una de las técnicas más comunes para medir la eficiencia de un herbicida es aplicar el principio de bioensayos. El mismo, es definido como un experimento para estimar la potencia de un herbicida a través de la reacción posterior al contacto con un organismo vivo (Streibig JC, 1988).

Contar con una herramienta de evaluación simple, de bajo costo, sensible y reproducible en el programa de mejoramiento genético de INTA otorgaría una aproximación acerca de la respuesta de nuestra genética a las diferentes moléculas utilizadas en el sector productivo. Además, esta herramienta posee la ventaja de poder ser implementada en contra estación del cultivo, independizándose del ambiente y con alto procesamiento de muestras.

La evaluación preventiva de líneas y variedades está enfocada a identificar y evitar los posibles efectos fitotóxicos de herbicidas o mezclas con la intención de evitar mermas en los rendimientos de las variedades sembradas en Entre Ríos.

Clomazone es una molécula perteneciente a la familia de las *oxazolidinonas* con acción sobre la síntesis de carotenoides posicionada en pre-emergencia (PRE) en arroz. Es introducido para el control de maleza gramíneas y de hoja ancha en el cultivo de soja a partir de 1985 (Webster et al., 1999) y subsecuente en algodón en el sur de Estados Unidos. En arroz, su aplicación se hizo popular luego de la aparición de *Echinochloa cruz galli* resistentes a propanil y quinclorac (Talbert & Burgos, 2007). Su fitotoxicidad en arroz, está influenciada por el tipo de suelo, la dosis de aplicación, su posicionamiento (O’Barr et al., 2007) y las variedades utilizadas (Zhang et al., 2004).

Pendimetalina es una molécula herbicida pre-emergente perteneciente al grupo de las *dinitroanilinas*. Su modo de acción inhibe la elongación de las raíces al bloquearse la producción de *tubulina* (principal componente del huso acromático) y detener la mitosis celular (Vaughn & Lehen, 1991). Entre los procesos fisiológicos afectados se encuentran la síntesis de proteínas, formación de ceras de la cutícula y la síntesis de lípidos lo que provoca una disminución del crecimiento celular de los meristemas de raíces y tallos (Parka & Soker, 1977).

La aplicación de una mezcla de herbicidas puede originar una respuesta en las plantas que sea igual a la suma de los efectos de ambos ingredientes activos por separado (modelo aditivo) o que sea mayor o menor a dicha suma, lo que corresponde a efectos de antagonismo o sinergismo respectivamente (Streibig et al., 1998). Las combinaciones de herbicidas ideales son aquellas que presentan efectos sinérgicos sobre las malezas y efectos antagónicos sobre el cultivo (Zhang et al., 1995).

OBJETIVOS

- A- Evaluar in vitro a clomazone de las variedades/híbridos utilizadas en Argentina.
- B- Evaluar in vitro de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes en variedades sensibles a clomazone.
- C- Evaluar in vitro de inhibidores de la CYP 450 en tratamientos de semilla en cultivares sensibles a clomazone.

Logros y objetivos alcanzados

Metodología

- A. Aplicando el protocolo para bioensayo evaluado en el informe anterior se evaluaron los siguientes materiales: Memby Porá INTA CL, Yeruá, Gurí INTA CL, Cambá, PAC 10, PAC 103, IRGA 424 RI, Olimar, Fortuna, Ñu Poty, Cr 741, Cr 762. La incubación se realizó por 7 días en condiciones controladas de temperatura, fotoperíodo e intensidad lumínica (28 ± 2 °C, 16/8 h luz/oscuridad y $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectivamente). El diseño experimental fue en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones para cada combinación de genotipo y concentración de herbicida. La unidad experimental consistió en 15 plántulas. La variable evaluada fue área foliar verde. Las plántulas fueron seccionadas y escaneadas en su parte aérea (coleoptile) y se obtuvieron imágenes digitales con una resolución de 300 dpi. El programa Easy Leaf Area fue utilizado para analizar las imágenes y determinar la variable área verde (AV). Los datos se analizaron por regresión no lineal utilizando el paquete drc (dose-response curve) desarrollado por Ritz et al. (2015) dentro del programa estadístico R (R Core Team 2019).
- B. Se evaluó in vitro utilizando la metodología del objetivo A, el cultivar sensible a clomazone “MEMBY PORA INTA CL” con diferentes mezclas de pendimetalina/clomazone y ambas moléculas por separado. Por un lado, se evaluaron diferentes concentraciones del herbicida Holdown (pendimetalina+clomazone). En otro ensayo se analizaron diferentes combinaciones de mezclas de Herbadox y Command 36%. Se evaluaron 16 tratamientos (tabla 1). Las variables medidas fueron área verde (AV), longitud (LA) y área total (AF) de parte aérea (coleoptile) y longitud (LR) y peso fresco de raíz (PR). El programa Easy Leaf Area fue utilizado para analizar las imágenes y determinar la variable AV mientras que el programa ImageJ se utilizó para medir LA y AF. Se utilizó la fórmula de Colby (1967) para analizar el tipo de interacción entre los herbicidas evaluados.

Análisis estadísticos de los datos:

- A. Los datos fueron ajustados a un modelo log-logístico con límite superior igual a 100 %:

$$f(x) = \frac{100}{1 + (xe)^b}$$

donde x es la concentración de herbicida, b es la pendiente en el punto de inflexión y e (ED_{50} : concentración del herbicida que reduce un 50% la variable respuesta). Los datos fueron analizados por regresión no lineal utilizando el paquete *drc* (dose-response curve) desarrollado por Ritz et al. (2015) dentro del programa estadístico R (R Core Team 2019).

Se calculó el FT (factor de tolerancia) tomando como referencia el ED₅₀ del testigo susceptible (MEMBY) para establecer un nivel de tolerancia entre los genotipos evaluados.

$$FT = \frac{ED50 \text{ genotipo a evaluar}}{ED50 \text{ Memby Pora}}$$

- B. Para el análisis de sinergia y antagonismo de mezclas de herbicidas se utilizó el enfoque de Colby (1967).

$$E \text{ Colby} = \frac{YA * YB}{100}$$

$$E \text{ observado} = YAB$$

E Colby= es la respuesta esperada para cierta variable, calculada como la suma de los efectos de los herbicidas por separados.

YA: Variable medida en cierta dosis de herbicida A como % respecto al control sin herbicida.

YB: Variable medida en cierta dosis de herbicida B como % respecto al control sin herbicida.

YAB: Variable medida en la mezcla de cierta dosis de A y cierta dosis de B como % respecto al control sin herbicida.

Se realizaron pruebas *t* para determinar si los valores observados (E observado) diferían de los calculados según la fórmula de aditividad de Colby (E Colby). Por otro lado, los datos fueron analizados mediante ANOVA con el programa InfoStat.

TRATAM	HERBICIDA	CLOMAZONE(μM)	PENDIMENTALINA(μM)
T1 control	0	0,00	0,00
T2	H1	0,00	12,13
T3	H2	0,00	24,26
T4	H3	0,00	48,52
T5	C1-H1	5,25	12,13
T6	C1-H2	5,25	24,26
T7	C1-H3	5,25	48,52
T8	C2-H1	10,50	12,13
T9	C2-H2	10,50	24,26
T10	C2-H3	10,50	48,52
T11	C3-H1	21,00	12,13
T12	C3-H2	21,00	24,26
T13	C3-H3	21,00	48,52
T14	C1	5,25	0,00
T15	C2	10,50	0,00
T16	C3	21,00	0,00

Tabla N°1. Combinaciones de diferentes concentraciones de Command 36% (C) y Herbadox (H).

Resultados

Objetivo A: **EVALUACION IN VITRO a CLOMAZONE de las variedades/híbridos utilizadas en Argentina.**

A continuación, se presentan los resultados de las evaluaciones in vitro de la genética ante clomazone.

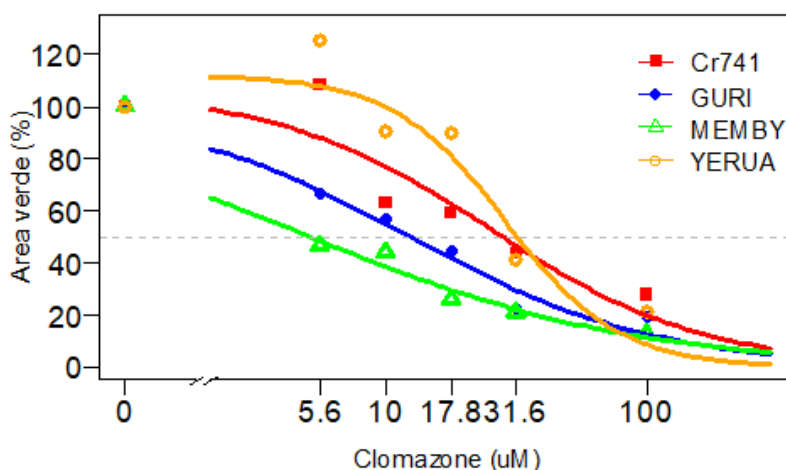


Figura Nº1. Curvas dosis-respuesta para los cultivares/líneas Memby, Gurí, Yerúa y Cr 741.

En la figura 1 se puede apreciar un mayor nivel de tolerancia en el genotipo YERUA, que a bajas dosis de clomazone tiene una menor reducción de área verde (AV). En cambio, MEMBY PORA se comporta como el genotipo que posee mayor reducción de AV inclusive a bajas dosis del herbicida.

GENOTIPO	ED ₅₀	FT
Cr741	25,3 ± 11,7	4,9
GURI	12,3 ± 6,5	2,4
MEMBY	5,1 ± 4,6	1
YERUA	28,8 ± 7,9	5,6

Tabla Nº2. Niveles de tolerancia a clomazone estimados a partir del ajuste al modelo log-logístico para la variable área verde. ED₅₀ se define como concentración de clomazone que reduce en un 50% el área verde. FT se refiere al factor de tolerancia calculado mediante el ED₅₀ de los genotipos sobre el de Memby. Se consideran como tolerante aquellos genotipos con FT > 2.

La tabla 2 introduce el término de factor de tolerancia (FT) en base al ED₅₀ obtenido de las curvas, definiendo el siguiente orden de tolerancia: YERUA>CR 741>GURI>MEMBY.

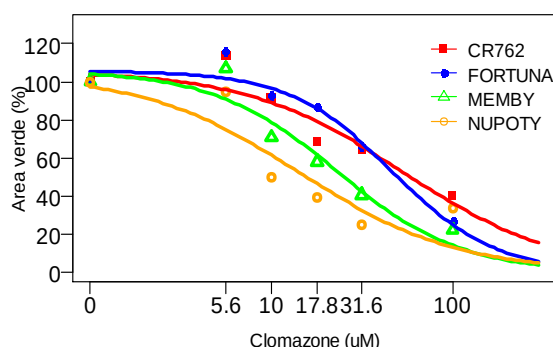


Figura Nº 2. Curvas dosis-respuesta para los cultivares/líneas Memby, Fortuna, Ñu poty y Cr 762.

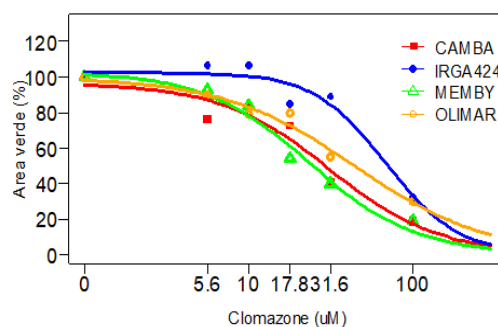


Figura Nº 3. Curvas dosis-respuesta para los cultivares/líneas Memby, Camba, Olimar e IRGA 424.

En la figura 2 se observa como FORTUNA y CR 762 presentan curvas con una menor reducción de AV en comparación con MEMBY y Ñu Poty, este último cultivar presenta valores de ED₅₀ menores que MEMBY (tabla 3). El nivel de tolerancia observado fue el siguiente: CR 762>FORTUNA>MEMBY>ÑUPOTY.

En la figura 3 se observa como IRGA 424 se diferencia significativamente de CAMBA, MEMBY y OLIMAR teniendo un ED₅₀ apreciable (tabla 4). El nivel de tolerancia observado fue el siguiente: IRGA 424> OLIMAR> CAMBA> MEMBY.

GENOTIPO	ED50	FT
CR762	52,4 ± 18,1	2,3
FORTUNA	46,5 ± 11,3	2
MEMBY	23,0 ± 5,7	1
NUPOTY	14,3 ± 4,1	0,6

Tabla Nº3. Niveles de tolerancia a clomazone estimados a partir del ajuste al modelo log-logístico para la variable área verde.

GENOTIPO	ED50	FT
CAMBA	30,9 ± 5,2	1,3
IRGA424	68,9 ± 9,1	2,9
MEMBY	23,5 ± 3,4	1
OLIMAR	44,5 ± 8,7	1,9

Tabla Nº4. Niveles de tolerancia a clomazone estimados a partir del ajuste al modelo log-logístico para la variable área verde.

NIVEL DE TOLERANCIA	
<i>MENOS TOLERANTE</i>	Genotipos
	✓ MEMBY
	✓ ÑU POTY
	✓ CAMBA
	✓ PAC 101
<i>MAS TOLERANTE</i>	✓ OLIMAR
	✓ YERUA
	✓ GURI
	✓ Cr 741
	✓ FORTUNA
	✓ Cr 762
	✓ IRGA 424
	✓ PAC 103

Tabla Nº 5. Nivel de tolerancia a la molécula clomazone determinada por bioensayos. Según el FT calculado mediante el ED₅₀. Para la clasificación se toma como más tolerante FT > 2, menos tolerante FT < 2.

Dicha respuesta diferencial observada en cultivares de arroz (tabla 5) puede ser asociada a componentes genéticos que reducen la letalidad de la dosis de herbicidas. Estos mecanismos involucrados en la tolerancia a herbicida *sitio no específico*, están relacionados con el metabolismo, detoxificación y secuestro de xenobióticos en las plantas. Entre los mismos, se destaca una familia de enzimas oxido-reductasas del complejo citocromo P450 (CYP) (Pandian et al.2020). Saika et al. (2014) asociaron la presencia del gen CYP72A31 a la tolerancia a bispiribac-sodico en cultivares de arroz de la sub-especie indica. En el caso del clomazone, las CYPs podrían jugar un rol perjudicial debido a la síntesis de 5-keto-clomazone, molécula interviniente en la inhibición de isoprenoides, a través de la oxidación del clomazone cuando ingresa a la planta (Ferhatoglu & Barrett, 2006). La utilización de inhibidores de la CYP 450 a través del tratamiento de semilla, como el *dietholate*, se presentan como opciones para proteger variedades muy susceptibles de arroz al blanqueo generado de la utilización de clomazone.

Objetivo B: **EVALUACIÓN IN VITRO de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes en variedades sensibles a clomazone.**

La evaluación con diferentes mezclas surge de la necesidad de buscar una alternativa por la susceptibilidad que presentaron algunos cultivares a la molécula de clomazone. Una alternativa es la combinación de pendimetalina + clomazone, dos herbicidas de modo de acción diferente y de aplicación pre-emergente.

HOLDOWN CS

Es un herbicida selectivo al arroz, su principio activo es *pendimetalina+clomazone*. Actualmente su comercialización no se encuentra activa en Argentina. Se evaluaron tres tratamientos con tres repeticiones siguiendo las recomendaciones de marbete. Se establecieron 3 dosis: T1: 12,2 μ M, T2: 24,4 μ M y T3: 48,8 μ M. Las variables evaluadas fueron porcentaje de área verde y longitud de raíces.

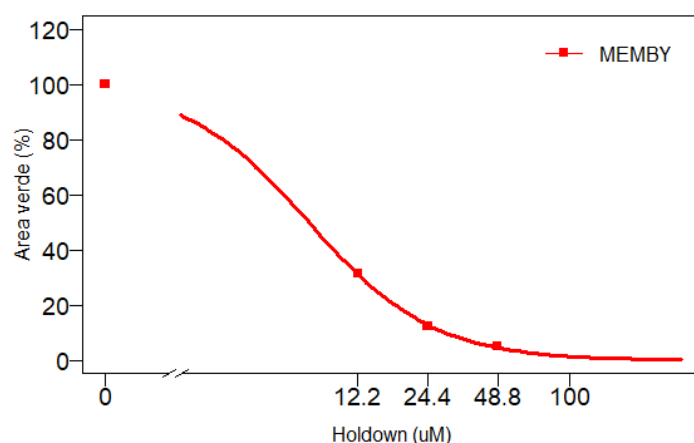


Figura N°4. Curvas dosis-respuesta para el cultivar Memby.

En la figura 4 se puede observar que la variable área verde se reduce más del 50% utilizando la concentración más baja, representando un daño fito-toxico considerable. Esta dosis

podría equipararse a la mitad de la dosis comercial 1X de este producto, la cual representa un 0.75X de dosis comercial clomazone y 0.67X herbadox por separado.

En la figura 5 se presentan los resultados del análisis de la variable longitud de raíz, donde los T1, T2 y T3 fueron estadísticamente significativos respecto al control. Los tratamientos T1 y T2 evidenciaron una reducción de la longitud de las raíces, el tratamiento T3 al duplicar la concentración del herbicida, la reducción de la variable fue mucho más severa, diferenciándose de los tratamientos T1 y T2.

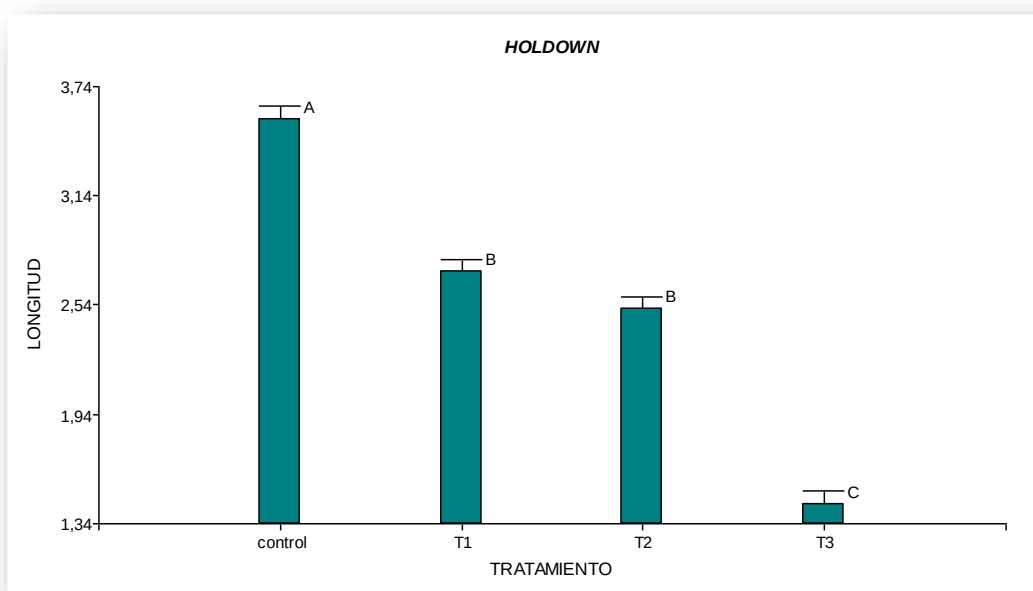


Figura Nº 5. Longitud de raíces en respuesta a diferentes concentraciones de Holdown. Análisis por ANAVA, Duncan. $P = < 0.05$

MEZCLAS CLOMAZONE/PENDIMENTALINA

De todas las mezclas evaluadas, el tratamiento C1-H1 fue la mezcla con menor fitotoxicidad para las variables área verde y longitud de raíces (figura 6 y 7). Con respecto al área verde, C1-H1 es la única mezcla que presenta ANTAGONISMO, produciendo una menor reducción en el cultivar MEMBY que los herbicidas por separado. En cambio, a medida que las mezclas aumentan en concentración se produce un efecto de aditividad, contribuyendo a la reducción de esta variable.

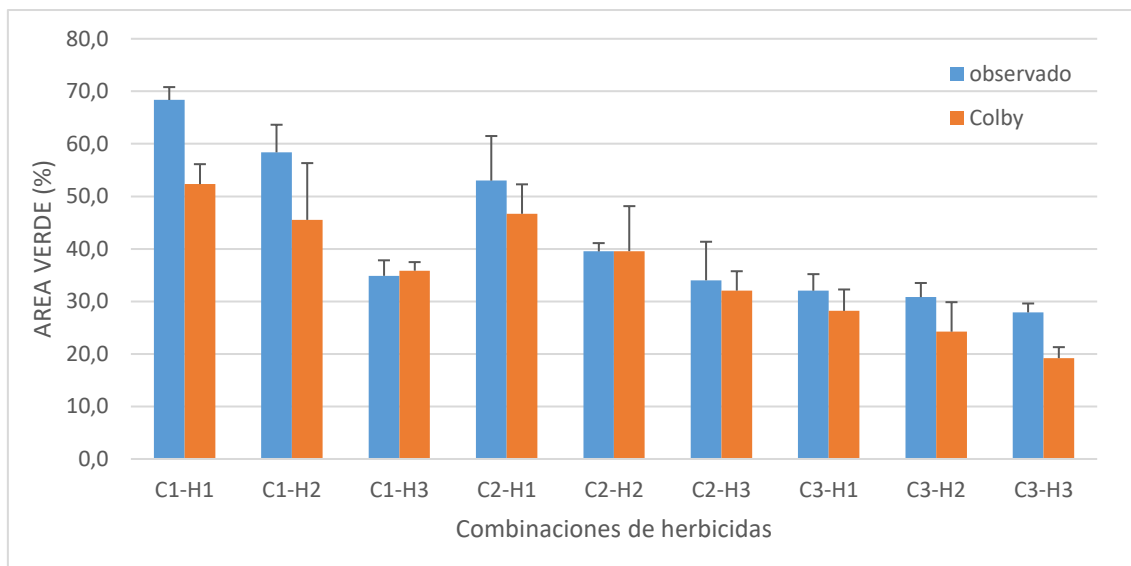


Figura Nº 6. Efecto de la aplicación combinada de clomazone (C) y pendimetalina (H) sobre el área verde (% respecto al control sin herbicida). Se muestran los valores observados y los esperados considerando aditividad según fórmula de Colby.

Para el carácter longitud de raíces, asociado al efecto de pendimetalina, la mezcla C1-H1 presentó aditividad. A medida que aumentaron las concentraciones de las moléculas en la mezcla se observa un efecto sinérgico, es decir, las plantas presentaron una disminución en la longitud de las raíces en comparación con el valor esperado considerando la suma de los efectos de los herbicidas por separado (aditividad según fórmula de Colby).

Para las variables peso de raíces, longitud y área total de parte aérea se observaron efectos aditivos en la mayoría de las combinaciones de herbicidas evaluadas (ver ANEXO).

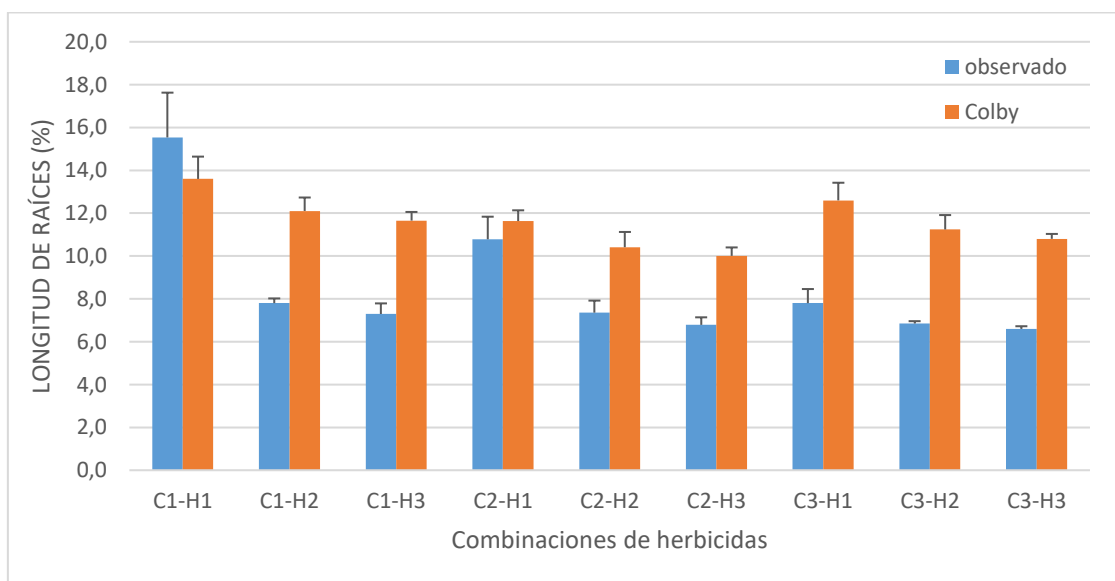


Figura Nº 7. Efecto de la aplicación combinada de clomazone (C) y pendimetalina (H) sobre la longitud de raíces (% respecto al control sin herbicida). Se muestran los valores observados y los esperados considerando aditividad según fórmula de Colby.

CONCLUSIONES

- Existe una respuesta diferencial en las variedades utilizadas en la zona productora argentina con respecto a clomazone. Mediante bioensayos in vitro, se pudieron clasificar en base a un índice, factor de tolerancia, en relación al cultivar MEMBY PORA.
- El cultivar MEMBY PORA mostró una reducción considerable de Área Verde y Longitud de raíces para las dosis evaluadas de Holdown.
- La mezcla de clomazone y pendimetalina a bajas concentraciones (C1-H1) produce un efecto antagónico sobre la variable área verde, mientras que a medida que se incrementan las dosis el efecto resulta aditivo. La mezcla de estos herbicidas se presenta como promisorio, si bien se requiere continuar los ensayos a fines de determinar las dosis óptimas de aplicación a campo.

PENDIENTE:

OBJETIVO C: Evaluar in vitro de inhibidores de la CYP 450 en tratamientos de semilla en cultivares sensibles a clomazone.

Este último objetivo se encuentra pendiente debido a que por razones ajenas al grupo de trabajo no es posible por el momento adquirir productos comerciales inhibidores de la CYP 450.

BIBLIOGRAFIA

Colby, S. R. 1967. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. Weeds 15:20–22.

Easlon HM & AJ Bloom. 2014. Easy Leaf Area: Automated Digital Image Analysis for Rapid and Accurate Measurement of Leaf Area, Appl. Plant Sci. 2, <https://doi.org/10.3732/apps.1400033>.

Ferhatoglu Y & M Barrett. 2006. Studies of clomazone mode of action. Pesticide Biochemistry and Physiology 85:7-14.

O'Barr J, McCauley G, Bovey R, Senseman S & J Chandler. (2007). Rice Response to Clomazone as Influenced by Application Rate, Soil Type, and Planting Date. Weed Technology, 21(1): 199-205. doi:10.1614/WT-05-044.1

Pandian BA, Sathishraj R, Djanaguiraman M, Prasad PV & M Jugulam. 2020 Role of Cytochrome P450 Enzymes in Plant Stress Response. Antioxidants 9(5):454.

Parka SJ & OF Soper. 1977. The physiology and mode of action of the dinitroaniline herbicides. Weed Science 25(1): 79–87.

R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.

Ritz C, Baty F, Streibig JC & D Gerhard. 2015. Dose-response analysis using R, PLoS One 10:e0146021.

Saika H, Horita J, Taguchi-Shiobara F, Nonaka S, Ayako N Y, Iwakami S, Hori K, Matsumoto T, Tanaka T, Itoh T, Yano M, Kaku K, Shimizu T & S Toki. 2014. A novel rice cytochrome P450 gene, CYP72A31, confers tolerance to acetolactate synthase-inhibiting herbicides in rice and Arabidopsis. Plant Physiology 166:1232–1240.

Schneider CA, Rasband WS & KW Eliceiri. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nat. Methods 9, 671–675, <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>.

Streibig JC. 1988. Herbicide bioassay. Weed Res. 28:479–484.

Streibig JC, Kudsk P & JE Jensen. 1998. A general joint action model for herbicide mixtures. Pesticide Science 53(1):21-28.

Talbert RE & NR Burgos. 2007. History and Management of Herbicide-Resistant Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Arkansas Rice. Weed Technology 21:324-331.

Vaughn K & L Lehnen. 1991. Mitotic Disrupter Herbicides. Weed Science 39(3):450-457.

Webster EP, Baldwin FL & T L Dillon. 1999. The potential for clomazone use in rice (*Oryza sativa*). Weed Technol. 13:390–393.

Zhang J, Hamill AS & SE Weaver. 1995. Antagonism and synergism between herbicides: trends from previous studies. Weed Technology: 9(1)86-90.

Zhang W, Webster EP, Blouin D C & SD Linscombe. 2004. Differential tolerance of rice (*Oryza sativa*) varieties to clomazone. Weed Technol. 18, 73–76.

ANEXO MEZCLAS DE HERBICIDAS.

ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE CLOMAZONE Y PENDIMETALINA

Se realizaron pruebas t entre los valores observados (OBS) y los esperados (ESP) considerando aditividad según la fórmula de Colby para cada combinación de herbicidas.

ÁREA VERDE

CLOMAZONE	PENDIMETALINA	AV OBS (%)	AV ESP (%)	p-value	EFEECTO
C1	H1	68,3 ± 2,5	52,3 ± 3,8	0,02	antagónico
C1	H2	58,4 ± 5,2	45,5 ± 10,8	ns	aditivo
C1	H3	34,9 ± 2,9	35,8 ± 1,6	ns	aditivo
C2	H1	53,0 ± 8,5	46,7 ± 5,6	ns	aditivo
C2	H2	39,5 ± 1,6	39,6 ± 8,6	ns	aditivo
C2	H3	34,0 ± 7,3	32,1 ± 3,7	ns	aditivo
C3	H1	32,0 ± 3,2	28,2 ± 4,1	ns	aditivo
C3	H2	30,8 ± 2,7	24,2 ± 5,6	ns	aditivo
C3	H3	27,9 ± 1,7	19,2 ± 2,1	0,03	antagónico

ÁREA FOLIAR TOTAL

CLOMAZONE	PENDIMETALINA	AF OBS (%)	AF ESP (%)	p-value	EFEECTO
C1	H1	72,6 ± 2,4	61,2 ± 4,6	ns	aditivo
C1	H2	64,0 ± 5,7	53,9 ± 12,1	ns	aditivo
C1	H3	40,4 ± 2,5	44,3 ± 3,5	ns	aditivo
C2	H1	87,6 ± 13,8	73,2 ± 9,4	ns	aditivo
C2	H2	47,2 ± 4,5	63,0 ± 14,0	ns	aditivo

C2	H3	37,5 ± 7,0	52,9 ± 6,8	ns	aditivo
C3	H1	77,8 ± 6,7	79,8 ± 6,5	ns	aditivo
C3	H2	54,6 ± 3,6	69,4 ± 14,7	ns	aditivo
C3	H3	40,6 ± 4,6	57,8 ± 4,8	ns	aditivo

LONGITUD DE PARTE AÉREA

CLOMAZONE	PENDIMETALINA	LA OBS (%)	LA ESP (%)	p-value	EFEECTO
C1	H1	62,3 ± 1,4	51,2 ± 4,4	ns	aditivo
C1	H2	45,1 ± 3,2	36,9 ± 5,9	ns	aditivo
C1	H3	29,6 ± 1,2	28,5 ± 0,8	ns	aditivo
C2	H1	59,6 ± 6,4	56,9 ± 4,6	ns	aditivo
C2	H2	36,5 ± 2,9	41,3 ± 7,5	ns	aditivo
C2	H3	27,1 ± 4,3	31,8 ± 1,8	ns	aditivo
C3	H1	49,2 ± 4,8	58,8 ± 5,0	ns	aditivo
C3	H2	35,5 ± 2,6	42,4 ± 6,8	ns	aditivo
C3	H3	26,2 ± 1,4	32,8 ± 1,1	0,02	sinérgico

LONGITUD DE RAÍCES

CLOMAZONE	PENDIMETALINA	LR OBS (%)	LR ESP (%)	p-value	EFEECTO
C1	H1	15,5 ± 2,1	13,6 ± 1,0	ns	aditivo
C1	H2	7,8 ± 0,2	12,1 ± 0,6	0,003	sinérgico
C1	H3	7,3 ± 0,5	11,7 ± 0,4	0,002	sinérgico
C2	H1	10,8 ± 1,1	11,6 ± 0,5	ns	aditivo
C2	H2	7,4 ± 0,6	10,4 ± 0,7	0,028	sinérgico
C2	H3	6,8 ± 0,4	10,0 ± 0,4	0,004	sinérgico
C3	H1	7,8 ± 0,7	12,6 ± 0,8	0,010	sinérgico
C3	H2	6,8 ± 0,1	11,2 ± 0,7	0,003	sinérgico
C3	H3	6,6 ± 0,1	10,8 ± 0,2	0,0001	sinérgico

PESO DE RAÍCES

CLOMAZONE	PENDIMETALINA	PR OBS (%)	PR ESP (%)	p-value	EFEECTO
C1	H1	11,4 ± 0,8	10,7 ± 2,8	ns	aditivo
C1	H2	8,0 ± 1,8	9,6 ± 0,9	ns	aditivo
C1	H3	10,2 ± 1,0	8,4 ± 0,7	ns	aditivo
C2	H1	11,7 ± 0,7	10,4 ± 2,1	ns	aditivo
C2	H2	9,4 ± 2,5	9,8 ± 1,4	ns	aditivo
C2	H3	7,9 ± 2,0	8,4 ± 0,2	ns	aditivo
C3	H1	6,5 ± 1,4	8,1 ± 4,1	ns	aditivo
C3	H2	8,3 ± 2,5	8,4 ± 3,9	ns	aditivo
C3	H3	8,8 ± 0,9	7,1 ± 3,1	ns	aditivo

ANOVA de 2 factores

VARIABLE	CLOMAZONE	PENDIMETALINA	CLOMAZONE*PENDIMETALINA
AV	p<0.001	p<0.001	p<0.05
AF	p<0.05	p<0.001	p<0.05
LA	ns	p<0.001	ns
LR*	p<0.001	p<0.001	p<0.001
PR*	ns	p<0.001	ns

*transformación por log2

Gráficos en relación a los datos mencionados anteriormente. P: dosis de pendimetalina y C: dosis de clomazone.

