

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFICIENCIA DEL IMAZAPIR E IMAZAPIC
APLICADOS SOBRE ARROZ CLEARFIELD® EN
EL CONTROL DE MALEZAS**

por

**Carlos BATALLA ACOSTA
Néstor FERNÁNDEZ GEYMONAT**

**TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2007**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Néstor Saldain

Ing. Agr. Grisel Fernández

Ing. Agr. Juana Villalba

Fecha: -----

Autores:

Carlos A. Batalla Acosta

Néstor P. Fernández Geymonat

AGRADECIMIENTOS

Al director de tesis Ing. Agr. (Msc.) Nestor Saldain por la dirección de este trabajo y la disposición a atender nuestras inquietudes.

A la Ing. Agr. Grisel Fernández y Juana Villalba por su colaboración y disposición.

Al equipo técnico y al personal de la Estación Experimental INIA Treinta y Tres.

A nuestras familias por el apoyo durante tantos años.

A la Facultad de Agronomía por todo lo que nos brinda.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1 <u>ARROZ ROJO</u>	2
2.1.1 <u>Origen</u>	2
2.1.2 <u>Morfología y desarrollo de la planta</u>	2
2.1.3 <u>Dormancia y germinación</u>	3
2.1.4 <u>Importancia del arroz rojo en la producción de arroz</u>	4
2.1.5 <u>Dificultad de control del arroz rojo</u>	4
2.2 <u>TECNOLOGÍA CLEARFIELD®</u>	5
2.3 <u>IMIDAZOLINONAS</u>	7
2.3.1 <u>Sitio de acción</u>	12
2.3.2 <u>Absorción y traslocación</u>	12
2.3.3 <u>Sintomatología</u>	13
2.3.4 <u>Interacción con el suelo</u>	13
2.3.4.1 <u>Movilidad</u>	14
2.3.5 <u>Mecanismos de degradación</u>	15
2.3.5.1 <u>Volatilización</u>	15
2.3.5.2 <u>Descomposición química</u>	15
2.3.5.3 <u>Fotodegradación</u>	15
2.3.5.4 <u>Degradación microbiana</u>	17
2.3.6 <u>Persistencia en el suelo</u>	18
2.3.7 <u>Control de malezas por las imidazolinonas</u>	18
2.3.7.1 <u>Herbicidas comerciales y mezclas</u>	18
2.3.7.2 <u>Método de aplicación y dosis</u>	19
2.3.7.3 <u>Efecto del riego en el control</u>	21
2.3.7.4 <u>Prácticas culturales</u>	22
2.3.8 <u>Fitotoxicidad</u>	22
2.4 <u>POSIBLES PROBLEMAS ASOCIADOS A LA TECNOLOGÍA CLEARFIELD®</u>	23
2.4.1 <u>Residualidad en el suelo</u>	23
2.4.1.1 <u>Efecto del pH del suelo</u>	23
2.4.1.2 <u>Características físicas del suelo</u>	25
2.4.1.3 <u>Características ambientales</u>	26
2.4.1.4 <u>Prácticas culturales</u>	28

2.4.1.5 Efecto del herbicida.....	28
2.4.1.6 Dosis y forma de aplicación.....	29
2.4.1.7 Sensibilidad de cultivos.....	29
2.4.1.8 Tiempos de espera.....	32
2.4.2 <u>Hibridación</u>	34
2.4.3 <u>Resistencia</u>	36
2.4.3.1 Resistencia cruzada.....	37
2.4.4 <u>Deriva</u>	38
3. MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1 LOCALIZACIÓN.....	40
3.2 SUELOS.....	40
3.3 CLIMA.....	40
3.4 EXPERIMENTO REALIZADO.....	42
3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	43
3.6 TRATAMIENTOS.....	43
3.7 MANEJO.....	45
3.7.1 <u>Barbecho</u>	45
3.7.2 <u>Laboreo</u>	45
3.7.3 <u>Siembra</u>	45
3.7.4 <u>Manejo de herbicidas</u>	46
3.7.4.1 Aplicaciones de BAS 714H.....	46
3.7.1.6 Aplicaciones a los testigos.....	47
3.7.5 <u>Fertilización</u>	47
3.7.6 <u>Manejo del riego</u>	48
3.7.7 <u>Cosecha</u>	49
3.8 REGISTROS Y DETERMINACIONES.....	50
3.8.1 <u>Análisis de suelo</u>	50
3.8.2 <u>Conteo de plantas de arroz: CL 161 (<i>Oryza sativa</i>)</u>	51
3.8.3 <u>Conteos de plantas de arroz rojo (<i>Oryza spp.</i>)</u>	51
3.8.4 <u>Muestreo de materia seca</u>	52
3.8.5 <u>Conteo de panojas del cultivar CL 161</u>	53
3.8.6 <u>Altura a cosecha de plantas de CL 161</u>	53
3.8.7 <u>Población de plantas y/o panojas de malezas a cosecha</u>	53
3.8.8 <u>Componentes de rendimiento</u>	53
3.8.9 <u>Rendimiento de grano seco y limpio</u>	54
3.8.10 <u>Parámetros de calidad</u>	54
3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	55
3.9.1 <u>Modelos estadísticos según variables</u>	55
3.10 PRESENTACIÓN DE LOS DATOS.....	58
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
4.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDA Y EL	

MANEJO DEL RIEGO SOBRE EL CULTIVAR CL 161.....	59
4.1.1 <u>Efecto sobre la materia seca de CL 161</u>	59
4.1.2 <u>Efecto sobre la floración de CL 161</u>	62
4.1.3 <u>Efecto sobre la altura de CL 161</u>	66
4.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDA Y EL MANEJO DEL RIEGO EN EL CONTROL DE ARROZ ROJO.....	67
4.2.1 <u>Efecto sobre la población de arroz rojo</u>	67
4.2.2 <u>Efecto sobre la materia seca de arroz rojo (90 DPS)</u>	70
4.2.3 <u>Efecto sobre el número de panojas de arroz rojo a cosecha</u>	73
4.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDA Y EL MANEJO DEL RIEGO EN EL CONTROL DE OTRAS MALEZA.....	76
4.3.1 <u>Capín (<i>Echinochloa spp.</i>)</u>	76
4.3.1.1 <u>Efecto sobre la materia seca de capín (90 DPS)</u>	76
4.3.1.2 <u>Efecto sobre el número de panojas de capín a cosecha</u>	78
4.3.2 <u>Panicum (<i>Panicum dichotomiflorum</i>)</u>	81
4.3.2.1 <u>Efecto sobre la materia seca de panicum (90 DPS)</u>	81
4.3.2.2 <u>Efecto sobre el número de panojas de panicum a cosecha</u>	82
4.3.3 <u>Ciperáceas (<i>Cyperus spp.</i>)</u>	84
4.3.4 <u>Pasto de cuaresma o pata de gallina (<i>Digitaria sanguinalis</i>)</u>	85
4.3.5 <u>Eclipta (<i>Eclipta spp.</i>)</u>	85
4.3.6 <u>Gamba rusa (<i>Alternanthera philoxeroides</i>)</u>	85
4.3.7 <u>Yerba del bicho (<i>Polygonum spp.</i>)</u>	85
4.3.8 <u>Sagitaria (<i>Sagitaria montevidensis</i>)</u>	87
4.4 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDA Y EL MANEJO DEL RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES.....	89
4.4.1 <u>Efecto sobre el número de panojas de CL 161/m² a cosecha</u>	89
4.4.2 <u>Efecto sobre el número de granos/panoja</u>	90
4.4.3 <u>Efecto sobre el peso de 1000 granos</u>	94
4.4.4 <u>Efecto sobre el rendimiento de CL 161</u>	95
4.5 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDA Y EL MANEJO DEL RIEGO SOBRE EL PORCENTAJE DE GRANO ROJO A COSECHA.....	98
5. <u>CONCLUSIONES</u>	101
6. <u>RESUMEN</u>	103
7. <u>SUMMARY</u>	105
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	106

9. ANEXOS..... 119

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Características de interés de las imidazolinonas utilizadas en cultivos de arroz Clearfield®	11
2. Tratamientos del experimento.....	44
3. Parámetros de siembra del cultivar CL161.....	46
4. Contitución (%) del estado fenológico del cultivo a la aplicación pos-emergencia de BAS 714H.....	46
5. Fechas de las refertilizaciones nitrogenadas.....	48
6. Fechas de baños e inundación luego de la aplicación pos-emergente según manejo del riego.....	48
7. Fecha de cosecha, humedad y porcentaje de grano verde (PGV) para cada manejo del riego.....	49
8. Fecha de cosecha, humedad y porcentaje de grano verde (PGV) para cada Tratamiento de BAS 714 H.....	50
9. Resultado del análisis de suelo.....	50
10. Fechas de conteo de arroz rojo.....	52
11. Población de plantas de arroz rojo estimada a los 11 DPS y 33 DPS según tratamiento de BAS 714 H.....	68
12. Población de plantas de arroz rojo estimada a cosecha por tratamiento de BAS 714 H.....	70
13. Materia seca de arroz rojo (90 DPS) en los testigos según manejo del riego.....	72
14. Correlaciones entre la variable MS de arroz rojo y plantas de arroz rojo a diferentes fechas de conteo.....	72
15. Panojas de capín a cosecha en los testigos según manejo del riego.....	80
16. Correlaciones entre número de panojas de capín y otras variables medidas.....	80
17. Correlaciones entre número de panojas de CL 161 y otras variables medidas.....	90
18. Correlaciones entre número de granos/panoja de CL 161 y otras variables medidas.....	92
19. Correlaciones entre porcentaje de grano rojo y otras variables medidas.....	100

Figura No.

1. Molécula de imazapir según formulación.....	8
2. Molécula de imazapic según formulación.....	9
3. Molécula de imazetapir según formulación.....	10
4. Temperatura media del aire decádica correspondiente al período de conducción del experimento (Octubre 2005 – Mayo 2006) y a la serie histórica 1972-2006.....	41
5. Horas de sol decádicas correspondientes a la zafra 2005-2006 (Octubre 2005 – Mayo 2006) y a la serie histórica 1972-2006.....	41
6. Precipitaciones decádicas correspondientes al período de conducción del experimento (Octubre 2005 – Mayo 2006) y a la serie histórica 1972-2006.....	42
7. Materia seca del cultivar CL 161 (90 DPS) según tratamiento de BAS 714 H.....	60
8. Materia seca del cultivar CL 161 (90 DPS) de los tratamientos pos- emergentes de BAS 714 H.....	61
9. Efecto del manejo del riego sobre el n° tallos con excersión de panojas de CL 161.....	63
10. Efecto del manejo del riego sobre el porcentaje de espigas erectas (PPE) y dobladas (PPD) de CL 161.....	64
11. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el n° tallos con excersión de panojas de CL 161.....	65
12. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el porcentaje de espigas erectas (PPE) y dobladas (PPD) de CL 161.....	66
13. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre la población relativa de arroz rojo.....	69
14. Efecto de los tratamientos de BAS 714 H en los distintos manejos del riego sobre la materia seca de arroz rojo (90 DPS).....	71
15. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre la variable panojas de arroz rojo/m ² a cosecha.....	74
16. Efecto de los tratamientos de BAS 714 H pos-emergentes sobre la variable panojas de arroz rojo/m ²	75
17. Efecto de los tratamientos de herbicida sobre la materia seca de capín a los 90 DPS.....	76
18. Efecto de los tratamientos pos-emergentes de herbicida sobre la materia seca de capín a los 90 DPS.....	77
19. Efecto de los tratamientos de herbicida en los distintos manejos del riego sobre el número de panojas de capín.....	78
20. Efecto de los tratamientos de BAS 714 H sobre la materia seca de panicum (90 DPS).....	81
21. Efecto de los tratamientos de BAS 714 H pos-emergentes sobre la materia seca de panicum (90 DPS).....	82

22. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de panojas de panicum a cosecha.....	83
23. Efecto de los tratamiento pos-emergentes BAS 714 H sobre el número de panojas de panicum a cosecha.....	84
24. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de plantas de yerba del bicho.....	86
25. Efecto del manejo de riego sobre el número de plantas de sagitaria.....	87
26. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de plantas de Sagitaria.....	88
27. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de panojas/m ² de CL 161.....	89
28. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de granos/panoja de CL 161.....	91
29. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de granos llenos/panoja de CL 161.....	93
30. Efecto de la interacción manejo del riego*tratamiento de BAS 714 H sobre el número de granos chuzos/panoja de CL 161.....	94
31. Efecto del manejo del riego sobre el peso de 1000 granos de CL 161...	95
32. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de CL 161.....	96
33. Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el porcentaje de grano rojo a cosecha.....	99

1. INTRODUCCIÓN

En la zafra 2005-2006 se sembraron en nuestro país 177,3 mil has, obteniéndose una de las cosechas más voluminosas, con un rendimiento promedio de 7.290 kg/ha (récord histórico).

El arroz rojo es un problema de suma importancia que se a verificado en todas las zonas arroceras del mundo. Si bien existe el problema en Uruguay, los niveles de infestación se han mantenido relativamente bajos en comparación con otros países.

El logro de estos bajos niveles de infestación, se debe a la implementación de un exitoso programa de semillas llevado a cabo en los últimos 20 años.

Actualmente la intensificación en el uso del suelo, la introducción de nuevas variedades y la integración de nuevos productores al cultivo que usan semilla propia sin el debido control, ha puesto al cultivo en un alto riesgo de diseminación de la maleza.

Según la encuesta arroceras realizada por DIEA 2003-2004, el 52 % del área sembrada registraba presencia de arroz rojo. La zona Este es la que registra mayor presencia de la maleza (63% del área) comparado con las zonas Centro y Norte (32% y 30% del área, respectivamente).

Debido a la importancia de la maleza y a la actual introducción de tecnología Clearfield® en la producción de arroz del Uruguay, se planteó este trabajo de tesis de forma de estudiar el efecto de la aplicación de BAS 714 H y su interacción con el manejo del riego sobre el control de malezas de arroz.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFÍA

2.1 ARROZ ROJO

El término “arroz rojo” se utiliza para describir las variedades de *Oryza spp.* de pericarpios rojizos. Las variedades que presentan pericarpio rojizo y además las glumas oscuras en la maduración, son llamadas “arroz negro” (Kissman, 1991).

2.1.1 Origen

El arroz rojo tiene el mismo origen que el arroz común (Asia) y a partir de semilla contaminada se diseminó a todo el mundo (Sato, citado por Noldin, 1998).

Ghesquiere, citado por Ferrero (2004) realizó colectas de plantas de arroz-maleza en los arrozales de la zona del Mediterráneo y en Brasil. Observando que plantas del Mediterráneo pertenecían al grupo japónica y las de Brasil eran muy cercanas al grupo índica. Si bien no se encontraron alelomorfos de los arroces-maleza, que pudieran servir como marcadores de diagnóstico para determinar fácilmente el origen, existe evidencia que demuestra que el origen primario del arroz rojo es de cruzamientos distantes entre variedades índicas y japónicas.

Vaughan et al. (2001) señalaron que biotipos de arroz-maleza recolectadas en los Estados Unidos de América (EUA) pertenecían no solo a las subespecies índica y japónica sino también a las especies *Oryza rufipogon* y *O. nivara*.

2.1.2 Morfología y desarrollo de la planta

Son plantas semejantes a las variedades cultivadas, pero de porte más elevado, muy macolladoras, hojas más finas y ásperas, verde-claras o con estrías rojizas. La lámina de la hoja bandera en general es erecta, lo que ayuda a localizarlas en la chacra. Una planta de arroz rojo puede formar más de 1200 semillas, por esta razón tiene un alto potencial de infestación (Kissman 1991, Kwon et al. 1992).

Un estudio llevado a cabo por Federici et al. (2001) en 26 muestras de arroz-maleza reveló dos tipos principales en Uruguay. Un grupo (“arroz negro”) incluyó plantas con lemas y paleas negras, ápice púrpura y aristas largas (4-5cm.), mostrando caracteres salvajes evidentes. Mientras que el otro grupo (“arroz rojo”) tenía palea, lema de color rojizo y aristas cortas, simulando variedades cultivadas. Ambos grupos presentan grano corto, grueso y pubescente.

La pigmentación del pericarpio es causada por la presencia de un contenido variable de diferentes antocianinas, catequinas y taninos catecólicos (Baldi, citado por Ferrero, 2004). Esta pigmentación es un carácter dominante y es controlada por más de un gen (Leitão et al., Wirjahardja et al., citados por Ferrero, 2004).

En cuanto a la floración Katayama, citado por Ferrero (2004) afirma que es inducida por el largo del día (fotoperíodos cortos favorecen la floración), por la edad de la planta y el biotipo (es mayor en los biotipos de latitudes más altas).

2.1.3 Dormancia y germinación

El arroz maleza tiene las mismas exigencias ambientales que el arroz cultivado, pero es más precoz y se desgrana con mayor facilidad. Las semillas tienen viabilidad larga, en general es de 5 años pudiendo llegar a 10 años, aunque su viabilidad disminuye con el pasar de los años. Luego de la floración la formación y maduración de los granos es rápida. Encontrándose dos semanas después de la floración semillas viables, y un mes después condiciones para que se de el desgrane. Después de la maduración, las semillas pasan por un periodo de dormancia (Kissman 1991, Zorrilla et al. 2002).

El desgrane precoz es otro problema, característica específica del arroz-maleza que está controlada por el gen Sh que presenta el carácter dominante, expresándose tanto en homocigosis (ShSh) como en heterocigosis (Shsh) (Sastry y Seetharaman, citados por Ferrero, 2004).

Noldin et al. (2001) evaluaron diferentes ecotipos de arroz rojo, encontrando que la mayoría de las semillas a los 14 días pos-antesis eran viables, presentando un porcentaje alto de dormancia.

La dormancia esta afectada por la profundidad de suelo en que se encuentra la semilla, cuanto más profunda menos radiación le llega, induciendo la dormancia secundaria. Por debajo de los 10 cm de profundidad la radiación no es capaz de levantar la dormancia de la semilla (Vidotto y Ferrero 2000, Cheng y Paek 2003).

La temperatura óptima para germinar es de 20 °C, por debajo de los 5 °C no hay germinación (Cohn y Hughes 1981, Cohn et al. 1983).

2.1.4 Importancia del arroz rojo en la producción de arroz

La interferencia del arroz rojo con el cultivado reduce la productividad debido a la competencia directa por luz y nutrientes. Esto causa un menor número y tamaño de panojas, dado que afecta el No. de panojas/m² y el No. de granos/panoja (Diarra et al. 1985, Kwon et al. 1991a, Kwon et al. 1991b, Valles y Aibar 1997, Marchezan et al. 2004, Estorninos et al. 2005, Ottis et al. 2005).

Las variedades de arroz rojo son más precoces que el arroz cultivado, y se desgranar fácilmente en la chacra. Por este motivo es extremadamente difícil erradicar el arroz rojo de un área de cultivo infestada, desvalorizando el área (Kissman, 1991).

Los problemas industriales del arroz rojo (Kissman, 1991) se deben a que el tegumento rojizo no tiene aceptación en el mercado. Además, el arroz negro presenta la palea y la lema fuertemente adheridas, con ranuras longitudinales profundas. Por lo tanto, para obtener un grano blanco hay que realizar un pulido más extenso, causando alto porcentaje de grano quebrado; recibiendo el producto final baja clasificación comercial.

Otro de los problemas es el flujo de genes dado por la hibridación recíproca entre arroz cultivado y arroz rojo (Kissman, 1991).

2.1.5 Dificultad de control del arroz rojo

La diversidad genética de los ecotipos de arroz rojo es muy amplia, presentando diferencias morfológicas, fisiológicas y fenológicas. Esto dificulta la adopción de una

única medida de control, por eso siempre es importante conocer los ecotipos existentes en el área (Schewanke et al., 2005a).

Existe un comportamiento diferencial entre las poblaciones de arroz rojo, en cuanto a la intensidad y duración del período de dormancia, factor determinante de la longevidad de las semillas en el suelo. En zonas infestadas es importante que se retarde la preparación del suelo, dando las condiciones de mayor estrés en la camada superior del suelo que facilita el proceso de levantamiento de la dormancia. El arroz rojo presenta una emergencia tan rápida como la del capín, alcanzando el pico de emergencia en la primer semana luego de la preparación del suelo, si hay humedad óptima. Consecuentemente éstas pierden viabilidad o germinan, permitiendo un control de la maleza en las primeras semanas (luego de la preparación del suelo), reduciendo significativamente la infestación (Schwanke et al. 2005b, Andres et al. 2005).

El control químico selectivo de arroz rojo es dificultoso debido a las semejanzas de éste con el cultivado. Esto se puede alcanzar mediante el uso de cultivares resistentes a herbicidas, que son muy eficientes en el control de la maleza. Dichos cultivares se han obtenido de dos formas: mediante el uso de biotecnología (transfiriendo genes de resistencia de otros seres vivos a plantas de arroz), o por medio de mutaciones genéticas inducidas en genotipos de arroz (tornándolos resistentes a herbicidas de amplio espectro) (Marchezan et al., 2004).

2.2 TECNOLOGÍA CLEARFIELD®

La tecnología de sistemas de producción Clearfield® se basa en la resistencia genética de los cultivares a los herbicidas pertenecientes a la familia de las imidazolinonas (BASF, s.f.).

En general el método para obtener cultivares resistentes se basa en cultivos de tejidos, a partir de células del embrión de una planta. El germoplasma es examinado cuidadosamente mediante tratamientos con imidazolinonas para identificar plantas o células que contengan genes resistentes/tolerantes. Luego se regenera una planta a partir de estas células, similar a la original pero con resistencia/tolerancia a estos herbicidas (BASF, s.f.).

El maíz (*Zea mays* L.) fue el primer cultivo seleccionado para introducir tolerancia a las imidazolinonas, luego se pasó la tecnología a otros cultivos (Newhouse

et al. 1991, BASF s.f.). Los girasoles (*Helianthus annuus* L.) Clearfield® tolerantes, fueron descubiertos en Kansas posteriormente (BASF, s.f.). Tan et al. (2005) cita otros cultivos en donde se incorporó la tecnología: trigo (*Triticum aestivum* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) y colza o canola (*Brassica napus* L.).

En el 2002, la BASF introdujo la tecnología Clearfield® en la producción de arroz, con el uso de imazetapir. El cual controla arroz rojo (*Oryza sativa* L.), capín (*Echinichloa cruz-galli*), *Leptocchloa* spp., *Brachyaria platyphylla* y *Cyperus esculentus* L. (Lloyd et al., 2002).

Este arroz deriva de una mutación genética inducida, desarrollada por la Estación Experimental de Crowley de la Universidad de Louisiana, EUA. Esta tecnología permite que herbicidas de este grupo químico sean aplicados en forma pre o pos-emergente (Marchezan et al., 2004).

Las mutaciones que confieren resistencia o tolerancia a las imidazolinonas, se dan a partir de la sustitución de bases nitrogenadas en 2 sitios básicamente. Dependiendo del sitio será la expresión del gen (Tan et al., 2005). Alterando así la enzima ALS (Avila et al., 2005a).

La primera generación de cultivares de arroz tolerantes, se logro a partir de la mutagénesis de la variedad AS3510 tratada con EMS (etil metanosulfonato) y posterior tratamiento con imazetapir. Se obtuvo una línea mutante denominada 93AS3510, seleccionándose luego los cultivares CL 121 y CL 141. La mutación se ubica en el codon 654, que provoca una sustitución de glicina por ácido glutámico en la enzima ALS (Tan et al., 2005).

La segunda generación se obtuvo al efectuar la mutagénesis de la variedad Cypress, usando EMS y posteriormente tratada con imazapir o imazapic. Se seleccionaron las 7 plantas más tolerantes (de 12 que sobrevivieron). De esta segunda generación se obtuvieron las variedades resistentes CL 161 y XL 8. La mutación está ubicada en el codon 653, que causa la sustitución de serina por aspargina en la proteína ALS (Tan et al., 2005).

Actualmente las empresas semilleristas están incorporando los genes de resistencia a sus materiales mediante técnicas normales de mejoramiento, obteniendo así materiales Clearfield® (BASF, s.f.).

Avila et al. (2005a) evaluaron la resistencia/tolerancia al imazetapir, midiendo la actividad de la ALS in vitro, en líneas tolerantes (CL 121), líneas resistentes (CL 161) y una variedad convencional de arroz (Cypress) en comparación con 3 ecotipos de arroz rojo. Los resultados obtenidos en cuanto a la actividad de la ALS fueron, que la línea CL 161 era 32 veces más resistente que la CL 121 y 420 veces más resistente que el Cypress y los ecotipos de arroz rojo. Además se manifestaron diferencias en la producción de materia seca.

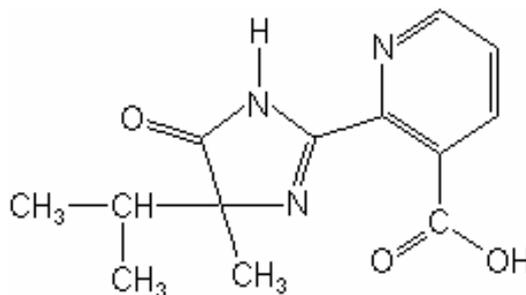
2.3 IMIDAZOLINONAS

Las imidazolinonas son una clase relativamente nueva de herbicidas que controlan un amplio espectro de malezas (Ashton y Monaco, 1991). Estas fueron descubiertas y desarrolladas en la década de los 80' y los 90' (Shaner y Hornford, 2005).

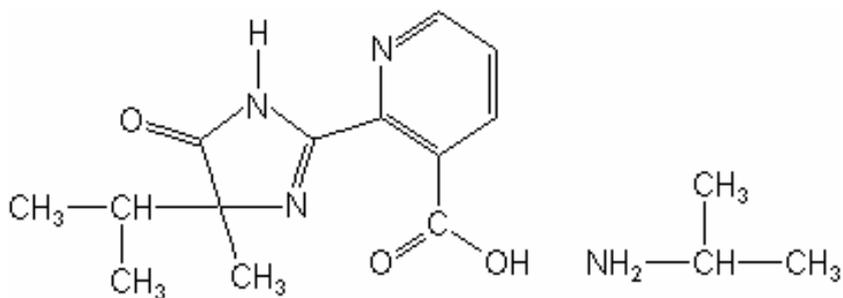
Son herbicidas compuestos por un anillo común (imidazole) con radicales metil e isopropil en la cuarta posición del anillo, y un doble enlace de oxígeno en la 5° posición; a ese anillo se le adiciona una estructura química (benceno, piridina o quinolina) en la segunda posición (Anderson, 1996).

Figura No. 1: Molécula de imazapir según formulación.

Ácido: 2-[4,5-dihidro-4-metil-4-(1-metiletil)-5-oxo-1H-imidazol-2-yl]-3-pyridinecarboxylic ácido.



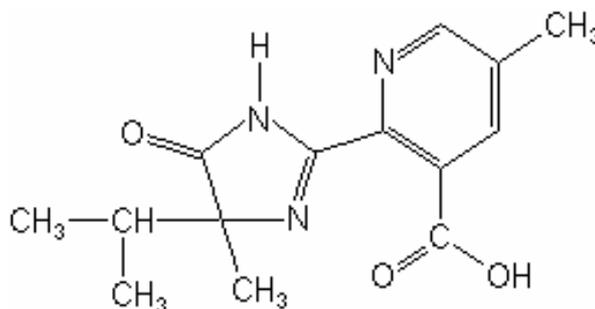
Sal de isopropilamina: 2-[4,5-dihidro-4-metil-4-(1-metiletil)-5-oxo-1H-imidazol-2-yl]-3-pyridinecarboxylic acid compound with 2-propanamine (1:1)



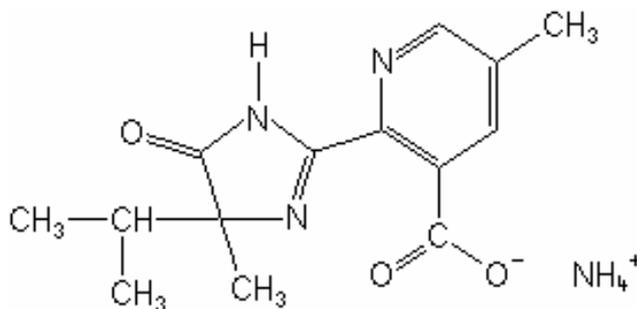
Fuente: Wood (s.f).

Figura No. 2: Molécula de imazapic según formulación.

Ácido: 2-[4,5-dihydro-4-methyl-4-(1-methylethyl)-5-oxo-1H-imidazol-2-yl]-5-methyl-3-pyridinecarboxylic acid



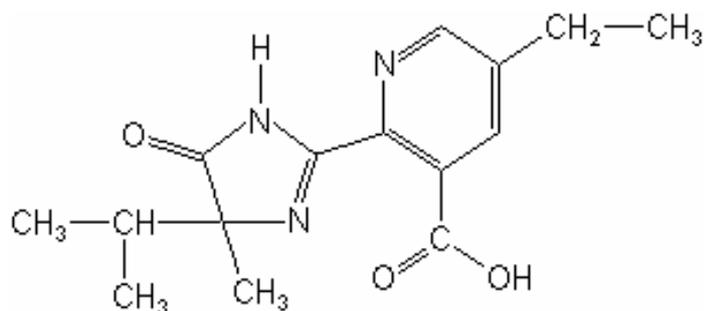
Sal de amonio: amonio 2-[4,5-dihydro-4-methyl-4-(1-methylethyl)-5-oxo-1H-imidazol-2-yl]-5-methyl-3-pyridinecarboxylate



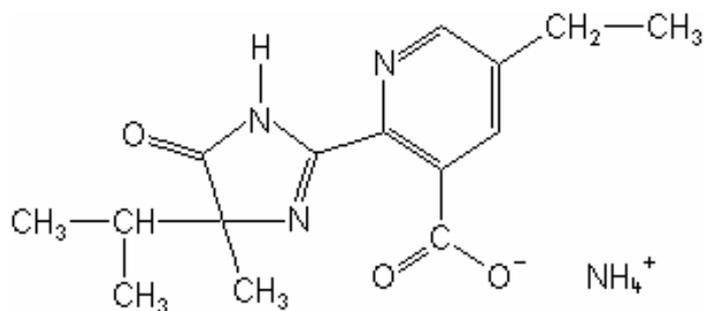
Fuente: Wood (s.f.).

Figura No. 3: Molécula de imazetapir según formulación.

Ácido: 2-[4,5-dihydro-4-methyl-4-(1-methylethyl)-5-oxo-1H-imidazol-2-yl]-5-ethyl-3-pyridinecarboxylic acid



Sal de amonio: ammonium 2-[4,5-dihydro-4-methyl-4-(1-methylethyl)-5-oxo-1H-imidazol-2-yl]-5-ethyl-3-pyridinecarboxylate



Fuente: Wood (s.f.).

Las imidazolinonas son usadas para controlar gramíneas y hojas anchas en cultivos o para control general de malezas en lugares que no se realizan cultivos (Ashton y Monaco, 1991).

La selectividad depende de la velocidad de metabolización del herbicida por parte de la planta. De esta forma los cultivos tolerantes son capaces de detoxificar el herbicida rápidamente (Ashton y Monaco, 1991).

Los herbicidas disponibles hoy en día de la familia de las imidazolinonas son los siguientes: imazametabenz, imazamox, imazapir, imazapic, imazetapir e imazaquin (WSSA, 2002).

Cuadro No. 1: Características de interés de las imidazolinonas utilizadas en cultivos de arroz Clearfield®.

		Imazapic	Imazapir	Imazetapir
	Otros nombres	AC 263,222	AC 252,925 (sal isopropilamina) AC 243,997 (ácido)	AC 263,499
	Formulación	Ácida o sal de amonio	Ácida o sal isopropilamina	Ácida o sal de amonio
Características de la molécula	Solubilidad	2200 mg/l	11272 mg/l	1400 mg/l
	pKa*	3,1 ; 3,9 ; 11,4	1,9 ; 3,6	2,1 ; 3,9
	Kd
	Koc
	Log Kow¹	1,445 a pH 5 1,023 a pH 7 1,005 a pH 9	1,3	11 a pH 5 5,31 a pH 7 16 a pH 9
Comportamiento en planta	Absorción	Hojas y raíz.		
	Translocación	Floema y xilema.		
	Mecanismo de acción	Inhibición de la enzima acetolactato sintetasa (ALS)		
Comportamiento en suelo	Sorción	Débilmente adsorbido a alto pH, pero se incrementa con la disminución del mismo, con el aumento de la arcilla y MO. Proceso reversible.	Débil, se incrementa con incrementos de arcilla y MO, y baja del pH. Proceso reversible.	Débil, se incrementa con incrementos de arcilla y MO, y baja del pH. Proceso reversible.
	Persistencia	120 días	25-142 d (según suelo y condiciones ambientales)	60-90 d
	Movilidad	Baja (30-45 cm profundidad)	Hasta 50 cm prof.	30 cm prof.

Fuente: datos tomados de WSSA (2002), * datos tomados de Shaner y Hornford (2005).

Para las aplicaciones en pos-emergencia de estos herbicidas es esencial adicionarles un surfactante no iónico o aceite vegetal, que mejora la dispersión y la adherencia de los mismos, disminuyendo las pérdidas por escurrimiento. Además se recomienda el uso de antiespumantes y controladores de deriva (Anderson, 1996).

Grichar y Sestack (2000), en trabajos con imazapic e imazetapir sobre el control de *Cyperus esculentus* y *Cyperus rotundus*, concluyeron que hay mayor eficiencia de control de herbicidas al usar adyuvantes, obteniendo mayor respuesta con imazetapir que con imazapic.

2.3.1 Sitio de acción

Tanto las imidazolinonas como las sulfonilureas inhiben la cadena de síntesis de los aminoácidos valina, leucina e isoleucina, actuando sobre la enzima aceto lactato sintetasa (ALS) o también llamada acetohydroxy acid sintetasa (AHAS) que es la quinta enzima en este camino de síntesis. La ALS condensa 2 moléculas de piruvato formando CO₂ y 2-acetolactato, precursor de la leucina y la valina. La enzima puede además realizar la reacción con piruvato y 2-ketobutirato para producir CO₂ y 2-acetohidroxibutirato, precursor de la isoleucina (Devine et al., 1993).

2.3.2 Absorción-translocación

El herbicida es absorbido por las raíces y la parte aérea y acumulado en los meristemas (apical y yemas axilares). Dentro de la planta se translocan vía simplasto (floema) y vía apoplasto (xilema) (Ashton y Monaco 1991, Anderson 1996, Vidal, citado por Marchezan et al. 2004).

Cuándo el herbicida se encuentra en la solución del suelo, este está disponible para ser absorbido por la planta. En este caso penetra la epidermis, luego atraviesa la banda de Cáspari por difusión llegando al xilema, por el cuál se transporta vía apoplasto (Little y Shaner, 1991).

Cuándo las imidazolinonas son aplicadas en pos-emergencia, son absorbidas primariamente vía foliar. Para penetrar deben atravesar las barreras hidrofóbicas (ceras de la cutícula y epicutícula), una vez dentro de la hoja es translocada vía simplasto (Little y Shaner, 1991).

Díaz et al. (1999) estudiaron la absorción y translocación del imazapir en el cultivo de girasol. Ellos observaron niveles de absorción del 65% y 90%, al día y a los tres días de aplicado respectivamente. La mayor cantidad del herbicida permaneció en la hoja (ya que se aplicó en forma foliar), y un menor porcentaje se translocó a los órganos subterráneos. Pero comparándolo con el glifosato, el imazapir se absorbió con mayor rapidez. Si bien se encontró similar cantidad en superficie de ambos, el imazapir translocó mayor cantidad al sistema radicular (20-30%); explicando de esta manera un mayor control de malezas (*Orobanchaceae cumana*, “jopo”).

2.3.3 Sintomatología

El modo de acción de estos herbicidas, consiste en la inhibición del crecimiento dentro de pocas horas de aplicado. Luego a los 10-15 días los tejidos meristemáticos se tornan cloróticos y posteriormente una lenta clorosis y necrosis foliar (Vidal, Fleco, citados por Marchezan et al., 2004).

Los síntomas en plantas herbáceas incluyen inhibición del crecimiento, puntos de crecimiento anormales, seguidos por clorosis y necrosis de las hojas (de 2 a 4 semanas). En plantas leñosas inhibe el crecimiento y produce defoliación (Ashton y Monaco 1991, Anderson 1996).

Pueden ocurrir algunos efectos secundarios como la obstrucción de la translocación de fotoasimilados, desbalance hormonal debido a alteraciones en la relación Fuente/Fosa y una interferencia en la síntesis de ADN y en el crecimiento celular (Marchezan et al., 2004).

2.3.4 Interacción con el suelo

Las Imidazolinonas son compuestos anfotéricos. Estas poseen grupos funcionales carboxílico (COOH) y amina (NH), capaces de cambiar de forma conforme lo hace el pH. Pueden coexistir las tres formas de la molécula a un pH dado: catiónica, aniónica y neutra. A pH bajos predomina la forma catiónica (protonados), a pH 7 la forma neutra y a pH altos domina la forma aniónica (Weber et al. 1993, Bresnahan et al. 2002).

Los factores más importantes que afectan la actividad de las imidazolinonas en el suelo son el pH, la materia orgánica, la humedad y la temperatura (Locke y Bryson

1997, Shaner y Hornford 2005). Además de estos factores Mangels (1991a), destaca la importancia del contenido de arcilla.

2.3.4.1 Movilidad

Lixiviación

Hollaway et al. (2006) estudiaron la lixiviación del imazetapir en suelos alcalinos y de textura gruesa. Ellos encontraron residuos lixiviados de imazetapir a los 40 cm de profundidad, lo cual evidencia que se puede lixiviar en este tipo de suelos.

McDowell et al. (1997) en suelos franco-arcillosos, probaron dos regímenes hídricos (208mm y 208mm + 75mm) en la lixiviación de imazapir. Luego de tres meses encontraron residuos de imazapir a los 25 cm de profundidad, en ambos regímenes.

En trabajos de la WSSA (2002) sobre disipación a campo, encontraron residuos de imazapir hasta 50cm de profundidad y de imazapic entre 30-45cm de profundidad.

Mangels (1991a) establece que estos herbicidas, tienen bajo potencial de lixiviarse en condiciones normales de campo. Sin embargo resultados de experimentación de laboratorio, establecen que tienen potencial para lixiviarse.

Esgurrimiento superficial

Según WSSA (2002) tanto para el imazapic, imazapir e imazetapir los estudios de campo sugieren que no poseen potencial para el movimiento por escurrimiento o movimiento lateral en aguas superficiales.

2.3.5 Mecanismos de degradación

2.3.5.1 Volatilización

Según WSSA (2002) tanto para el imazapic como para el imazapir las pérdidas por este proceso son insignificantes.

Sin embargo el potencial de pérdidas por esta vía se incrementa con incrementos en la temperatura, humedad del suelo y decrecimiento del contenido de arcilla y materia orgánica del mismo (Helling et al., citados por Tu et al., 2001b).

2.3.5.2 Descomposición química

En cuanto a la hidrólisis de las imidazolinonas ácidas, esta es extremadamente lenta a pH y temperaturas ambientales (Mangels, 1991a).

Tu et al. (2001b) afirman que el imazapir sufre cambios rápidos con el pH pero no es degradado en este proceso.

American Cyanamid, citado por Tu et al. (2001a) establecieron que el imazapic no es degradado por reacciones químicas abióticas en el ambiente.

2.3.5.3 Fotodegradación

Es un mecanismo de degradación por el cual la absorción de energía luminosa (especialmente ultravioleta) aumenta el nivel de energía de la molécula resultando en alteraciones estructurales de la misma (Leguizamón y Puricelli, 2000).

Basham y Lavy (1987) concluyeron que la foto descomposición podría ser el modo más importante de disipación del imazaquin, en el caso de que quede remanente en la superficie del suelo.

Curren et al. (1992) concluyeron que la fotólisis del imazaquin e imazetapir es mayor en suelos húmedos de textura gruesa, debido a que en suelos más arcillosos se incrementa la adsorción y reduce la disponibilidad de estos compuestos.

Mangels (1991b) concluyó que la fotólisis es la causa principal de la rápida degradación de las imidazolinonas, cuando se encuentran en sistemas acuáticos.

Datos de la American Cyanamid Company, citados por Tu et al. (2001a) establecen en imazapic una vida media de 120 días en suelo, debido a fotólisis. Sin embargo en solución acuosa es degradado rápidamente por este proceso, siendo la vida media de 1 a 2 días.

Para el imazapir ocurre lo mismo, la degradación por luz es importante cuando el herbicida está en solución e insignificante en el suelo (WSSA, 2002), presentando una vida media en agua de 2 días, pero que decrece con el aumento del pH (Mangels 1991b, Mallipudi et al., citados por Tu et al., 2001b).

La fotólisis indirecta es otro importante contribuyente de degradación de herbicida en el cultivo de arroz irrigado (Ambrust, Mabury y Crosby, citados por Avila 2005c). El radical hidroxilo (OH^\cdot) es una de las especies intermediarias más reactivas de este proceso (Buxton et al., citados por Avila, 2005c).

Resultados de Avila (2005c) indicaron que el imazetapir es susceptible tanto a la fotólisis directa como indirecta en agua. Además encontró que estas reacciones pueden estar afectadas por la turbidez del agua, la que disminuye la disponibilidad de luz solar.

Quivet et al. (2006a) estudiando la influencia de sales metálicas en la fotodegradación de imazapir en solución acuosa, concluyeron que los iones metálicos tienen un efecto muy importante en estabilizar al imazapir, por la formación de complejos. El Cu^{2+} y el Ca^{+2} son los que disminuyen más la degradación (fotólisis) del imazapir, a medida que sus concentraciones aumentan. Por otro lado los iones nitratos reaccionan provocando el efecto contrario, favorecen la degradación por foto oxidación del imazapir o metabolitos de éste. Sin embargo el Cu^{2+} es capaz de bloquear esta reacción al formar complejos muy estables.

El mismo resultado fue encontrado en el imazamox, en otro estudio (Quivet et al., 2006b). En este trabajo se concluyó que la estabilidad del imazamox en solución acuosa a iguales condiciones de degradación que el imazapir, es mayor. El motivo es la diferencia en estructura de estos herbicidas, ya que en el imazapir se sustituye el grupo metoximetil del imazamox por el anillo de piridina.

Sin embargo en el imazetapir el sustituyente es un grupo etil por lo que es fotodegradado más rápidamente que el imazapir (Curran et al., 1992). El orden de susceptibilidad a la fotólisis en solución acuosa establecido por estos autores es: imazaquin = imazetapir > imazapir > imazametabenz > atrazina.

La foto descomposición de las imidazolinonas podría ser un mecanismo importante de disipación en caso de aplicaciones en superficie y especialmente en suelos húmedos de textura gruesa (Curran et al., 1992).

2.3.5.4 Degradación microbiana

El principal mecanismo de degradación de las imidazolinonas en suelo es la degradación microbiana. Por lo tanto las condiciones que promueven el desarrollo microbiano como humedad y temperaturas cálidas, incrementan su descomposición (Mangels 1991a, Millar y Westra 1998).

Según Leguizamón et al. (2000) los herbicidas que se comportan como ácidos débiles como las imidazolinonas, se adsorben principalmente a la materia orgánica del suelo, dependiendo del pH, siendo esta la principal vía de inactivación.

Condiciones de anaerobiosis enlentecen la degradación de imazapir, imazapic e imazetapir (WSSA, 2002).

La degradación microbiana es más rápida en suelos donde el herbicida no se encuentra ligado fuertemente (adsorbido), ya que se reduce la disponibilidad del mismo para ser atacados por los microorganismos (Tu et al., 2001b).

2.3.6 Persistencia en el suelo

La longevidad en el suelo de una molécula de herbicida está normalmente expresada en términos de la vida media ($t_{1/2}$), es decir el tiempo necesario para que la concentración de producto se reduzca a la mitad (días, semanas o años); lo que determinará cuándo se va a poder realizar otro cultivo susceptible al herbicida (Warren y Weber 1994, Millar y Westra 1999).

La persistencia del herbicida es determinada por un complejo de interacciones entre el pesticida y el ambiente del suelo. Las características involucradas más importantes son: química del herbicida, propiedades intrínsecas del suelo (textura, contenido de materia orgánica, pH), factores meteorológicos (temperatura, precipitaciones) y otros parámetros como modo y dosis de aplicación del herbicida, historia de uso de pesticidas, cobertura vegetal y topografía (Helling, 2005).

En estudios realizados por Ulbrich et al. (2005) sobre persistencia de imazapic e imazapir en suelos de Brasil, encontraron que la $t_{1/2}$ de ambos varió con los suelos. Se encontraron mayores $t_{1/2}$ en suelos arcillosos (78% Ac) y de menor pH (4,7) que en suelos areno-limosos (58% Ar) y pH 5,8. Los valores de $t_{1/2}$ promedio fueron para imazapic de 54 vs. 27 días y para imazapir de 40 vs.33 días, en suelos arcillosos y arenosos respectivamente.

Estudios llevados a cabo por científicos de American Cyanamid Company, demuestran que el imazapir en sedimentos de un lago persiste más de un año, debido a condiciones de anaerobiosis (Mangels, 1991b).

2.3.7 Control de malezas por las imidazolinonas

2.3.7.1 Herbicidas comerciales y mezclas

Webster y Masson (2001) en un estudio con el cultivar de arroz 93AS-3510 tolerante a imidazolinonas, concluyen que imazaquin e imazapir ofrecen al igual que el imazetapir la combinación de bajo daño sobre el cultivo de arroz y alto control de arroz rojo.

Los herbicidas BAS 68800H y BAS 68400H son eficientes en el control selectivo de arroz rojo y capín, utilizando un cultivar Clearfield® (IRGA 422 CL). Si bien se observan síntomas fitotóxicos temporarios, el arroz CL se recupera y no es afectado el rendimiento (Fleck et al. 2001, Oliveira et al. 2001, Andres et al. 2001a, Oliveira et al. 2003).

Sin embargo, en estudios experimentales de Alister y Kogan (2005), no se consiguieron controles totales de capín (*Echinochloa crus-galli*) en Maíz resistente a imidazolinonas tratados con 114 y 228 g/ha de Onduty (17,5% imazapir + 52,5% imazapic) o de Lightning (17,5% imazapir + 52,5% imazetapir).

En la mayoría de los suelos de Colorado, Millar y Westra (1998) encontraron que la duración del control residual de malezas de dos imidazolinonas fue de 30 a 60 días para Pursuit (imazetapir) y 45 a 75 días para Assert (imazametabenz).

En estudios experimentales en Katy, Texas citados por Grymes et al. (1995), se encontraron controles de arroz rojo (*Oryza sativa L.*) mayores al 90% en soja con el uso de aplicación es de AC 263,222 (imazapic) en mezclas con imazetapir o imazaquin.

Pellerin et al. (2003) a partir de estudios llevados a cabo durante dos años en Louisiana con imazetapir, afirman que se observan mejores controles de malezas de arroz (entre ellas arroz rojo y capín) en tratamientos pos-emergentes con mezclas de tanque de imazetapir y otros herbicidas como propanil y pendimethalin.

Boyd y Rodgers (2001) en un trabajo sobre el control de gramilla (*Cynodon dactylon*) durante dos años, encontraron controles del 100% al año de la aplicación de imazetapir a dosis cercanas a 1,12 Kg i.a./ha. Sin embargo en mezcla con glufosinato se reducía el control en un 40-60 %, con respecto a la misma dosis de imazetapir sola, concluyéndose que ambos productos son antagonistas.

2.3.7.2 Método de aplicación y dosis

Al comparar momentos de aplicación del imazetapir sobre el cultivar CL 161 para el control de arroz rojo, Avila et al. (2005b) observaron mayor control con aplicaciones tempranas, no habiéndose encontrado interacción manejo del agua * momento de aplicación.

Resultados similares obtuvieron Masson et al. (2005), concluyendo que aplicaciones tempranas de imazetapir controlan mejor altas infestaciones de capín, no encontrando diferencias entre momentos (pre-plantación incorporado, pre-emergente, pos-emergente temprano y tardío) en suelos con baja infestación de la maleza.

Oliveira et al. (2001), Andres et al. (2001b), Hackwork et al., citados por Steele et al. (2002), Ottis et al., citados por Marchezan et al. (2004) concluyeron que se obtiene un mejor control de arroz rojo en aplicaciones pre-siembra incorporado seguidas de una aplicación pos emergente de imazetapir, indiferentemente de la dosis.

En suelos arcillosos con pH de 5,8 y 1,5% de MO, usando similares dosis de imazetapir (pre 70 y 105g i.a./ha; pos 36, 52 y 70g i.a./ha). Steele et al. (2002) encontraron el máximo control de arroz rojo en las aplicaciones pre-siembra incorporado o pre-emergente seguidas por una aplicación pos-emergente. Además no obtuvieron diferencias en control de la maleza al variar la dosis pos-emergente luego de una aplicación pre-emergente.

Estudios de Liscano y Williams (1999), Dillon y Baldwin (1999), Ottis et al. (2003) complementan las afirmaciones anteriores con resultados que indican que el mejor control de malezas (arroz rojo y capín) con imazetapir, se obtiene cuando se realizan aplicaciones en secuencia: pre-siembra incorporado o pre-emergencia seguidos por una aplicación pos-emergencia temprana.

Ottis et al. (2001) observaron que en aplicaciones secuenciales se necesitan menores dosis de imazetapir para el control de malezas latifoliadas.

Webster y Masson (2001) realizaron experimentos de invernáculo sobre el cultivar de arroz 93AS-3510. Los autores observaron un control de arroz rojo similar al usar la dosis recomendada o el doble de esta, al usar imazametabenz, imazamox, imazapic, imazapir, imazetapir, nicosulfuron y primisulfuron.

Ottis et al. (2004) concluyeron que en suelos arenosos se obtuvo un mejor control de arroz rojo con dosis menores de imazetapir que los reportados por Steele et al (2002), en suelos arcillosos. La diferencia en el control de arroz rojo entre suelos arcillosos y arenosos, se debe a una mayor disponibilidad de imazetapir en solución, por la inundación pos-aplicación y el menor contenido de arcilla (Sciumbato et al., citados por Ottis et al., 2004).

2.3.7.3 Efecto del riego en el control

Ottis et al. (2004) obtuvieron el 100 % de control de arroz rojo, cuando el imazetapir era activado por la ocurrencia de lluvias o el riego, a los pocos días de la aplicación.

En estudios de control de arroz rojo y capín realizados por Zhang et al. (2001), usando imazetapir a diferentes dosis y humedad del suelo, encontraron que en los tratamientos pos-emergentes tempranos, la humedad del suelo no afecta el control de malezas. Por lo tanto esto le da flexibilidad a la irrigación en el cultivo de arroz. Sin embargo hay un efecto desfavorable en el control, al aumentar la humedad del suelo en los tratamientos pre-siembra incorporado.

Avila et al. (2005b) estudió el efecto del momento de inundación (1, 7, 14, 21 y 28 días pos-aplicación “DPA”) en el control con imazetapir de arroz rojo en el cultivar CL 161. Ellos concluyeron que el momento de inundación y de aplicación del herbicida afecta el control de arroz rojo y el rendimiento del cultivo. Los mejores resultados se observaron en inundaciones menores a los 14 DPA para aplicaciones tempranas (3-4 hojas) y menor a los 7 días en aplicaciones tardías (5 hojas).

Bidel et al. (2005) estudió la eficiencia en el control de arroz rojo del herbicida Only (7,5% imazetapir + 2,5% imazapic), modificando la dosis y la época de entrada del agua. Él observó que la entrada del agua a los 3 DPA, fue más eficiente que 13 DPA. Esto se debe a que la inundación temprana, además de aumentar la disponibilidad y absorción del herbicida, permite controlar nuevos flujos de emergencia de las malezas. En la entrada tardía del agua, el menor control se debió en un 60-70% a una reinfestación de plantas nuevas de arroz rojo y a una recuperación de las plantas intoxicadas. Además el arroz cultivado no presentó síntomas fitotóxicos, cuando se inundó a los 3 DPA. Esto se debió a que en la entrada del agua temprana, el cultivo pudo emitir macollos sanos; sin embargo al inundar a los 13 DPA, los macollos se emitieron más lentamente y con síntomas leves de amarillamiento.

Masson et al. (2001) no encontraron diferencias en control de capín, daño en el cultivo o rendimiento, al variar la profundidad de la lámina de agua en la inundación de arroz luego de aplicar imazetapir.

2.3.7.4 Prácticas culturales

Levy et al. (2006) estudiaron la respuesta del cultivo y el control de malezas de arroz a la aplicación de imazetapir en diferentes sistemas de laboreo y de siembra. Ellos mostraron que el imazetapir es igual de efectivo en control de malezas tanto con siembras en seco como en agua, así como en laboreo convencional o reducido.

2.3.8 Fitotoxicidad

Hackworth et al. (1998), Ottis et al. (2004) evaluaron diferentes dosis de imazetapir sobre un cultivar tolerante, observando síntomas de fitotoxicidad a los pocos días de la aplicación pos con las dosis más altas, pero sin presentar diferencias en rendimiento.

En un trabajo de Agostinetto et al. (2005) donde estudio los efectos del imazetapir sobre un cultivar Clearfield® tolerante, observó síntomas de fitotoxicidad en aplicaciones tempranas (10 días pos-emergencia “DPE”) y en aplicaciones tardías al inicio del estado reproductivo (45 DPE). Si bien las aplicaciones tempranas expresaron síntomas severos de fitotoxicidad, hubo un control eficiente de arroz rojo y no se afectó la productividad del arroz Clearfield®. Mientras que aplicaciones tardías en el cultivo (45 DPE y 60 DPE) no presentaron un control efectivo del arroz rojo, reduciendo la altura de planta y la productividad debido a fitotoxicidad.

En otro trabajo con tratamientos de Only, si bien se observaron síntomas de fitotoxicidad en aplicaciones pos-emergentes, estos no afectaron los rendimientos (Cazarotto 2005, Noldin et al. 2005, Pivotto 2005).

En aplicaciones pos-emergentes de BAS 714 01H (73,5 g/ha y 98 g/ha) sobre un híbrido de arroz Clearfield (XP 701 con la segunda generación de genes), se recuperó al estrés inicial causado por el herbicida, no afectando el rendimiento del cultivar. La toxicidad inicial causada por el BAS 714 01H, fue menor que la causada por el herbicida Only (100 g/ha). Al aplicarlos en forma secuencial (pre y pos-emergente) se observó una fitotoxicidad menor (Menezes y Ramirez, 2003).

2.4 POSIBLES PROBLEMAS ASOCIADOS A LA TECNOLOGÍA CLEARFIELD®

2.4.1 Residualidad en el suelo

Los herbicidas residuales controlan malezas por más tiempo debido a su persistencia mayor en el suelo, pero esta ventaja trae aparejada dos problemas: posibles daños en cultivos subsiguientes de la rotación, por presencia de residuos de estos herbicidas y aumentos en el riesgo de transporte de residuos hacia cursos de agua superficiales o subterráneos (Helling, 2005).

Shaner y Hornford (2005) aseguran que el efecto residual de las imidazolinonas sobre los cultivos subsiguientes depende de las condiciones ambientales que se presenten entre el momento de aplicación y la fecha de siembra, el pH del suelo y la sensibilidad del cultivo.

2.4.1.1 Efecto del pH del suelo

Weber et al. (1993) remarcan que la adsorción de los compuestos anfotéricos que incluyen al grupo de las imidazolinonas, está inversamente relacionado al pH del suelo.

A medida que el pH decrece y se acerca a la constante de disociación (pKa), la adsorción tiende a incrementarse, debido a que predominan las formas hidrofóbicas neutras que son más fuertemente adsorbidas que la formas aniónicas (Cleveland, citado por Avila, 2005c).

A pH bajos del suelo las imidazolinonas se encuentran mayormente en su forma catiónica en solución, la que es rápidamente adsorbida por los coloides del suelo mediante el proceso de intercambio catiónico. Por lo tanto a más cationes adsorbidos más cationes se forman en solución para reestablecer el equilibrio, así es que se da a lo largo del tiempo los cambios en la adsorción, siendo este proceso reversible (Bresnahan et al., 2002).

Aichele y Penner (2005) observaron que la concentración en solución fue mayor para imazamox > imazetapir > imazaquin y fue mayor a pH 7 que a pH 5 para los tres

herbicidas. Los autores lo atribuyeron a que a pH bajo aumentan los grupos funcionales protonados, aumentando la adsorción a las arcillas.

Bresnahan et al. (2002) en estudios de interacción pH*sorción del imazamox y su efecto en la residualidad, encontraron que a pH bajos (5,7) predominaba la forma no disociada, la cual es tomada más eficientemente por las plantas comparado con altos pH, donde predomina la forma aniónica. Esto se puso en evidencia al medir biomasa radicular y carbohidratos en raíz de remolacha azucarera, con grandes diferencias a favor de las parcelas encaladas (suba de pH desde 5,7 a 6,8 y 7,7).

En suelos con un rango de pH de 5,7 - 7,7, el pH no afecta la persistencia del imazamox en condiciones de campo o laboratorio, lo que es afectada es la biodisponibilidad, resultando en incrementos de daños en cultivos susceptibles al herbicida a pH bajos (Bresnahan et al., 2002).

Aichele y Penner (2005) en estudios de degradación encontraron que los compuestos parentales del imazamox, imazaquin e imazetapir eran convertidos a metabolitos menos polares y CO₂. La disipación de éstos se favoreció a pH alto (7 vs. 5), siendo mayor para imazamox > imazetapir > imazaquin.

La adsorción en el suelo de las imidazolinonas es además dependiente del tiempo (Shaner y Hornford, 2005).

Bresnahan et al. (2002) encontraron que la adsorción del imazamox se incrementa durante los primeros dos meses luego de la aplicación en suelos con pH bajo (5,4). El Kd en estos suelos se incrementa en un 50 % al pasar del primer mes al sexto, sin embargo no tienen diferencias en suelos con alto pH (7,7). El incremento de la adsorción con el tiempo en suelos ácidos se debe en parte a la dominancia de la forma catiónica del imazamox.

Shaner y Hornford (2005) afirman que la desorción del imazetapir e imazamox desde los coloides del suelo están sujetas al proceso de histéresis, es decir que menos herbicida es desorbido de lo que predice la isoterma de adsorción.

Las isotermas de adsorción del imazamox se ajustan a la ecuación de Freundlich ($r^2 > 0,96$) y fueron lineales en la mayoría de los casos a los niveles de pH del suelo

desde 5,4 a 7,7, indicando que la adsorción no fue dependiente de la concentración. Las isothermas de desorción también se ajustaron a la ecuación de Freundlich ($r^2 > 0,90$) y se observó histéresis en dicho proceso a todos los pH. La mayor histéresis se observó a niveles de pH más altos; esto indica que aunque menos imazamox es adsorbido a alto pH es más resistente a ser desorbido, sin embargo a bajo pH el imazamox es más rápidamente desorbido (Bresnahan et al., 2002).

Wang y Liu (1999) encontraron que las curvas de adsorción y desorción del imazapir son del tipo-L (el suelo tiene alta afinidad por el imazapir) las que se ajustan a la ecuación de Freundlich, encontrándose una regresión lineal entre la constante de adsorción de Freundlich (K_{af} y K_{afn}) con las propiedades del suelo, $[H^+]$ y %MO.

2.4.1.2 Características físicas del suelo

En experimentos llevados a cabo en suelos alcalinos en Australia, Hollaway et al. (2006) encontraron mayor persistencia del imazetapir en suelos arcillosos que en arenosos.

Avila (2005c) estudió la adsorción mediante la cuantificación de la disponibilidad del imazetapir en 3 tipos de suelo. A capacidad de campo, se encontró mayor disponibilidad en suelos arenosos que en suelos de textura más fina.

Estudios realizados por Grey et al. (2005) sobre la respuesta de algodón a residuos de imazapic, encontraron diferencias en daños al comparar 2 tipos de suelos. Ellos concluyeron que el tipo de suelo es uno de los factores más importantes en la respuesta del algodón a residuos de imazapic, siendo mayores los daños en suelos con contenido de arcilla de 16% comparado con el de 4%.

Hollaway et al. (2006) en estudios realizados en suelos alcalinos con imazetapir, encontraron residuos en el suelo del 10% de lo aplicado a los 24 meses en suelos arcillosos y a los 5 meses en suelos arenosos.

La capacidad de adsorción de los pesticidas depende del tipo de la fracción arcilla y de su capacidad de intercambio catiónico, siendo mayor en bentonita sódica o cálcica y montmorillonita que en la caolinita y alófanas (Fushiwaki y Urano, 2001).

Jonson y Vencill (2001) en estudios de invernáculo evaluaron la biodisponibilidad del imazapic y diclosulam en diferentes fracciones de suelo, montmorillonita, caolinita, materia orgánica, y resinas de intercambio aniónico. Ellos observaron que la montmorillonita es la que reduce más la biodisponibilidad de estos herbicidas y la caolinita la que menos la afecta.

Wang y Liu (1999) en base a estudios realizados en 8 suelos, afirman que la desorción del imazapir posee una alta correlación con el contenido de materia orgánica. Así un descenso del contenido de materia orgánica del suelo incrementa la desorción del imazapir.

La adsorción de herbicidas a la materia orgánica está inversamente relacionado a la solubilidad de estos al agua, esto sugiere que el mecanismo de adsorción es mediante enlaces hidrofóbicos (Carringer et al., 1975).

2.4.1.3 Características ambientales

Temperatura

Shaner y Hornford (2005) aseguran que las bajas temperaturas enlentecen la degradación de las imidazolinonas e incrementan la posibilidad de producirse daños en cultivos subsiguientes.

Basham y Lavy (1987) al medir incubación en un mismo suelo encontraron que el imazaquin es más persistente en suelos fríos (18 °C vs. 35 °C) y secos (-100 kPa vs. -33 kPa).

Mc Dowell et al. (1997) estudiaron la disipación del imazapir, flumetsulam y thifensulfuron, encontrando que la temperatura posee un efecto significativo en la degradación de estos herbicidas en el suelo, pasando de una vida media del imazapir de 125 días a 15 °C vs. 69 días a 30 °C.

Wang y Liu (1999) estudiaron la interacción del imazapir con las propiedades del suelo, concluyendo que la adsorción del herbicida se incrementa al aumentar la temperatura (25 a 45 °C) y descender el pH.

Négre et al. (2001) observaron que a pH 2,8 la adsorción se da por medio de enlaces débiles, con una mayor adsorción a 10 °C, siendo un proceso exotérmico. A pH 4,0 se encontraron diferencias entre las isotermas de adsorción a 10 °C y 25 °C en imazapir, imazetapir e imazaquin (en ácidos húmicos del suelo).

Humedad del suelo

La humedad del suelo disminuye la adsorción del herbicida por el suelo (Moyer, citado por Avila, 2005c).

El potencial del agua del suelo tiene efecto sobre la disponibilidad de imazetapir, haciéndolo más disponible en la solución del suelo a 0 kPa (suelo saturado) comparado con -33 kPa (capacidad de campo), estando menos concentrado en la solución. En suelos con altas cantidades de agua se promueve la presencia del herbicida en la solución del suelo, potenciando el control de malezas y el efecto residual (Avila, 2005c).

Shaner y Honford (2005) afirman que si las precipitaciones son insuficientes en el período entre la aplicación de las imidazolinonas y el momento de siembra del cultivo subsiguiente, no habrá una correcta degradación microbiana del herbicida y por lo tanto podrá causar daños a cultivos susceptibles.

Prostko et al. (2005) en estudios realizados en *Avena sativa* concluyeron que el periodo de espera de siembra pos-aplicación del imazapic, se podría reducir a 4 meses en condiciones de riego o años húmedos (suelos con pH: 6 y baja MO).

Grymes et al. (1995) estudiaron el efecto residual en arroz de la aplicación de imazaquin, imazetapir e imazapic a un cultivo de soja predecesor. Los autores encontraron residualidad en uno de los suelos testeados, atribuyéndola a diferencias en la variedad de arroz utilizada y a la fecha de siembra. En la fecha de siembra más temprana ocurrieron menos precipitaciones, provocando una degradación del herbicida menor; además determino que se dieran bajas temperaturas durante las primeras etapas de crecimiento del arroz, por lo tanto menor capacidad de detoxificación de la planta. Ellos remarcaron que el tipo de suelo probablemente no tendría efecto ya que eran de similares características.

2.4.1.4 Prácticas culturales

Zhang et al. (2002) en estudios de simulación de residuos de herbicidas (Fluometuron, Imazetapir, Metolachlor Norflurazon) en la rotación sobre arroz, concluyeron que el problema de residualidad dependería de las condiciones ambientales y prácticas culturales realizadas, señalando que la práctica de cero laboreo podría incrementar dicho efecto. Sin embargo este riesgo se reduce en la producción convencional de arroz porque las labores realizadas de laboreo y preparación de cama de siembra diluyen el herbicida en el perfil del suelo.

Locke y Bryson (1997) concluyeron en un artículo de recopilación, que el incremento de carbono orgánico y/o la reducción del pH, que se dan en el laboreo reducido con cobertura de suelo, incrementa la capacidad de adsorción y retención de los herbicidas y sus metabolitos.

Sin embargo Seifert et al. (1999) aseguran que en suelos pesados con aplicaciones de imazaquin, el sistema de laboreo no afecta la concentración de imazaquin perdida por escurrimiento de agua o la cantidad de imazaquin extraíble.

Walsh et al. (1993), en 2 suelos franco limosos, evaluaron la influencia del laboreo otoñal en el efecto residual de herbicidas usados en soja sobre cultivos forrajeros. Los herbicidas usados fueron chlorimuron, clomazone, imazaquin, imazetapir y metribuzin + chlorimuron, aplicados 1 y 2 veces la dosis recomendada para soja, la siembra de los cultivos fue realizada al otoño y primavera posteriores a la aplicación. Los autores no encontraron efecto del laboreo otoñal sobre la residualidad de estos herbicidas.

2.4.1.5 Efecto del herbicida

Négre et al. (2001) estudiando las isotermas de adsorción y desorción de los herbicidas imazapir, imazetapir e imazaquin en ácidos húmicos del suelo a pH 2,8 y 4,0 (por debajo y por encima del pKa de estos herbicidas), observaron a ambos pH que la adsorción aumenta con las característica lipofílica de la molécula (imazapir < imazetapir << imazaquin). Esto pone de manifiesto que el imazapir e imazetapir poseen una baja a media afinidad por los ácidos húmicos, son casi completamente desorbidos, mientras que el imazaquin posee una mayor afinidad por éstos y es pobremente desorbido.

Datos de Leone et al. (2001) confirman que la adsorción a ácidos húmicos y arcillas del suelo de estos mismos herbicidas, varía por las diferencias en estructura y en sus características físico-químicas, particularmente su solubilidad en agua y el coeficiente de partición octanol-agua (Kow). Conforme aumenta la hidrofobicidad del herbicida decrece la adsorción a las arcillas (imazaquin < imazetapir < imazapir).

2.4.1.6 Dosis y forma de aplicación

Grey et al. (2005) encontraron que los daños por residuos de imazapir en algodón aumentaban con la cantidad de ingrediente activo presente en el suelo. Los daños observados fueron reducción del stand de plantas, daños visuales de fitotoxicidad, menor altura de planta y menor rendimiento.

Wixson y Shaw (1992) encontraron reducciones en la emergencia del arroz, en invernáculo a partir de 55 g i.a./ha de AC 263,222 (imazapir) incorporado al suelo.

York et al. (2000) estudiaron la respuesta del cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*) a aplicaciones de imazapir e imazetapir sobre un cultivo antecesor de maní. Ellos encontraron mayores daños visuales y en rendimiento cuando se realizaban aplicaciones pre-implantación incorporado que cuando se hacían en pos-emergencia.

2.4.1.7 Sensibilidad de cultivos

Ottis et al. (2004) evaluaron el efecto de dosis, momento y secuencia de aplicaciones de imazetapir en suelos arenosos. Ellos encontraron daños visuales tempranos en un 5% a 21% del cultivar de arroz, pero no teniendo efecto sobre el rendimiento, concluyéndose que el imazetapir es seguro en suelos de textura gruesa.

Zhang et al. (2002) en suelos arcillosos de Louisiana, simulon residuos de imazapir al 0,5 y 0,25% de la dosis recomendada (70g i.a./ha) y aplicaron molinate o thiobencarb (4,5 Kg. i.a./ha para ambos) al arroz, para estudiar como lo afectan. Ellos observaron un retraso en la emergencia de panojas del cultivo.

Liscano y Williams (1999) encontraron que arroz tolerante a las imidazolinonas poseen una excelente tolerancia al imazetapir en suelos pesados, sin embargo se observaron severos daños con el uso de imazaquin en 2 años.

Grymes et al. (1995) en estudios de residualidad en arroz, usando diferentes dosis de imazapic solo o en mezcla con imazetapir o imazaquin aplicados a un cultivo de soja en el año anterior, observaron mayores daños visuales, menor % de panojas maduras y mayor humedad de grano en los tratamientos con la dosis más alta de imazapic, solo (70 g i.a/ha) o en mezclas de tanque (36 g i.a/ha). En tanto las únicas disminuciones en rendimiento se dieron en el tratamiento de 70 g i.a/ha de imazapic y en la mezcla imazapic 36 g i.a/ha + imazetapir 36 g i.a/ha.

Rosenthal et al. (2005) en estudios llevados a cabo en Brasil, encontraron sensibilidad (reducción de materia seca) en plántulas del cultivar de arroz IRGA 422CL tolerante al herbicida Only y cultivares susceptibles a las imidazolinonas a partir de residuos en agua de BAS 714 de 1µg/L.

Wixson y Shaw (1992) experimentaron a campo e invernáculo con maíz, sorgo granífero, algodón, arroz, trigo, soja y raígras Italiano sembrados directamente sobre suelo tratado con imazapic incorporado. Ellos encontraron que los cultivos fueron más sensibles en invernáculo que a campo en suelos franco arenosos, con reducciones en biomasa a partir de 13g i.a/ha en maíz, sorgo y raígras, mientras que en algodón, arroz y trigo se observa a dosis mayores (27 g i.a./ha). Se concluyó que en rotaciones con aplicación de imazapic en soja no se esperarían daños subsiguientes ya que las dosis recomendadas son mucho menores (9-18g i.a/ha).

Warren y Coble (1999) estudiaron el efecto de residualidad de herbicidas de tres rotaciones sobre el cultivo subsiguiente de algodón. Las rotaciones eran maíz continuo, maíz-maní-maíz y mani-maíz-maní. Los tratamientos herbicidas entre otros, se constituían por mezclas de inhibidores de la ALS: en pos-emergencia temprana se usó imazapic en maní y halosulfuron en maíz, mientras que en los tratamientos pos-emergencia tardía se aplicó imazapic e imazetapir en ambos cultivos. Los autores no encontraron efecto residual de los herbicidas de las distintas rotaciones sobre el cultivo de algodón (en 1997).

Matocha et al. (2003) estudiaron el efecto residual de imazapic, en suelos característicos de la producción de maní (*Arachis hypogaea*) en EUA, son suelos arenosos (69-86 % Ar), con baja MO (0,2-2,1 %) y alto pH (5,8-8,1). Los autores no

encontraron efecto sobre cultivos de algodón, sorgo, soja, maíz común, maíz resistente a glifosato o maíz resistente a imidazolinonas sembrados al año de la aplicación de 140, 180 y 210g i.a./ha. A excepción de un año en el suelo con menor contenido de Materia orgánica donde se observó una reducción de altura del cultivo de sorgo, a partir de la dosis 140g i.a./ha y en el algodón a 210g i.a./ha.

Estudios llevados a cabo por York et al. (2000) mostraron reducciones en rendimiento de algodón de 44% y retrasos en la maduración, cuando se le aplicaban al cultivo antecesor de maní 140 g i.a/ha de imazapic pre-siembra incorporados.

O'Sullivan et al. (1998) estudiaron el efecto residual de aplicaciones en soja de imazetapir pre-emergente e imazetapir o imazamox pos-emergente, sobre cultivos de repollo (*Brassica oleracea*), tomate (*Lycopersicon esculentum*), maíz dulce (*Zea mays*) y pepino (*Cucumis sativus*), sembrados al año o 2 años luego de la aplicación. Ellos observaron daños visuales y pérdidas de rendimiento en estos cultivos que estuvieron influenciados por el pH y la humedad del suelo. Los residuos de imazamox resultaron causar menores daños visuales sobre los cultivos y no causaron reducciones en el rendimiento, en contraste a los efectos de residuos de imazetapir.

Alister y Kogan (2005) evaluaron la sensibilidad de diferentes cultivos luego de la aplicación en maíz-IMI de 114 y 228 g i.a/ha de Onduty (17,5% imazapyr + 52,5% imazapic) o de Lightning (17,5% imazapyr + 52,5% imazethapyr). Ellos obtuvieron el siguiente orden de susceptibilidad: *Beta vulgaris* > *Capsicum annum* > *Lycopersicon esculentum* > *Cucumis melo* > *Hordeum vulgare* > *Medicago sativa* > *Lolium multiflorum* > *Avena sativa* > *Pisum sativum* > *Allium cepa* > *Zea mays*. En relación al rendimiento en biomasa, los únicos cultivos que resultaron no susceptibles fueron el maíz IMI (*Zea mays*) y la cebolla (*Allium cepa*).

Reducción del stand de plantas en remolacha (*Beta vulgaris*), melón (*Cucumis melo*), tomate y pimiento (*Capsicum annum*) se encontraron por efecto de residuos de mezclas de imazapic+imazapir e imazapir+imazetapir en suelos areno limosos de Chile (Alister y Kogan, 2005).

Ulbrich et al. (1998) estudiando el efecto residual del imazaquin e imazetapir sobre una variedad de maíz sensible (Ag 122, híbrido doble), observaron signos de daño visual, pérdida de materia seca y de productividad del maíz. Se notaron además diferencias en susceptibilidad a los herbicidas, con daños en plantas prácticamente totales del imazaquin (dosis 240g i.a./ha pre-implantación incorporado y siembra en el

mismo día de la aplicación) mientras que el máximo daño causado por imazetapir fue de 30-40% (dosis 80g i.a./ha pre-emergencia y siembra en el mismo día de la aplicación). Los síntomas observados fueron reducción de crecimiento, nervadura central de las hojas rojizas y clorosis longitudinales en el resto de las hojas, especialmente en las más nuevas.

Rábano, pepino, tomate, sorgo y poroto pueden ser utilizadas como indicadoras de residuos de BAS 714 H en agua por su sensibilidad al mismo (Rampelotti et al., 2005).

Ulbrich et al. (1998) en bioensayos sobre residuos de imazaquin e imazetapir, confirman la sensibilidad de pepino a estos herbicidas.

Durante 3 años de experimentación, se estudio el efecto de la aplicación de 70g i.a./ha en pre-emergencia de imazapic o imazetapir en zonas enmalezadas con gramíneas, sobre la implantación y producción de forraje de leguminosas forrajeras nativas de Norte América bajo riego. Ellos demostraron que el imazapic controla mejor malezas problemáticas, pero pudiendo causar daños en algunas leguminosas, afectando la emergencia, población de plantas, establecimiento y/o sobrevivencia invernal, mientras que otras especies son tolerantes a este herbicida (Beran et al., 1999).

En trabajos realizados por Prostko et al. (2005), sobre el efecto de residuos de imazapic en *Avena sativa*, observaron que reducir el periodo aplicación-siembra tiene un efecto de reducción en la altura de planta y producción de forraje total (medido en kg. materia seca), siendo mayor la reducción en el corte temprano que en el tardío. Sin embargo no hubo diferencias significativas en rendimiento de grano.

2.4.1.8 Tiempos de espera

La degradación inicial del imazetapir es rápida, degradándose más del 50% en los primeros meses, seguida de una fase lenta la cuál se caracteriza por bajas concentraciones del herbicida y larga persistencia, siendo lo que más preocupa al momento de sembrar un cultivo susceptible en la rotación (Hollaway et al., 2006).

Datos experimentales de Ulbrich et al. (2005) muestran que la soja es la menos sensible a residuos de imazapic + imazapir (Tiempo de espera: 88 días), las habas y el

trigo con sensibilidad intermedia (Tiempo de espera: 91-99 días) y el maíz fue el más sensible de los evaluados (97-117 días).

Silva et al. (1999) en estudios de campo llevados a cabo en Coimbra, Minas Gerais (Brasil) evaluaron el efecto residual del imazamox (50 y 100 g i.a./ha), imazaquin (140 y 280 g i.a./ha) e imazetapir (100 y 200 g i.a./ha) sobre cultivos de maíz y sorgo posteriores a la aplicación en soja. Ellos concluyeron que el imazamox es el que tiene menor efecto residual de los estudiados, no teniendo efecto sobre el desarrollo del sorgo a los 120 días ni siquiera con el doble de la dosis recomendada (100 g i.a./ha). Sin embargo el imazetapir al doble de la dosis recomendada afecta el crecimiento del sorgo sembrado a los 120 y 135 días pos-aplicación.

Tiempos de espera mínimos de 90 días luego de la aplicación del imazetapir (80g i.a./ha pre-emergente) y de 112 días luego de la aplicación de imazaquin (120g i.a./ha pre-plantación incorporado) serían necesarios para no afectar la productividad del cultivo de maíz (Ulbrich et al., 1998).

Ulbrich et al. (2005) realizaron estudios de residualidad de imazapic + imazapir en suelos arcillosos de Londrina y arenoso-francos de Palmeira (Paraná, Brasil). Ellos encontraron indicadores del periodo entre aplicación de herbicida y siembra de cultivos sin daños en el rendimiento (PINYD), además calcularon a partir de este el LCHS, que es la menor concentración de herbicida en el suelo capaz de causar daño al cultivo. Ellos obtuvieron LCHS 2-5 veces mayores en suelos arcillosos (78% Ac) de pH más bajos (4,7) que en suelos arenosos (58% Ar) con mayor pH (5,8), sin embargo el PINYD no variaba entre suelos. Ellos sugieren que la biodisponibilidad sería un mejor indicador del daño potencial en la rotación de cultivos que los niveles de residuos.

Silva et al. (1999) en condiciones de campo no observaron efecto en maíz o sorgo sembrado 150 días luego de la aplicación de imazamox, imazaquin e imazetapir a la dosis recomendada o al doble de dicha dosis.

Según Walsh et al. (1993) *Avena sativa L.*, *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Kummerowia stipulacea L.*, *Lolium multiflorum*, *Medicago sativa L.*, *Secale cereale L.* (centeno), *Trifolium incarnatum*, *Trifolium pratense* y *Vicia villosa*, no tendrían restricciones de siembra al otoño siguiente de la aplicación de imazaquin, imazetapir y clomazone al cultivo de soja predecesor, cuando se utilizan las dosis recomendadas (140g i.a./ha, 70g i.a./ha y 840g i.a./ha respectivamente) o el doble.

2.4.2 Hibridación

Gealy et al. (2003) sugieren que el nuevo uso de variedades resistentes a herbicidas como práctica de control de arroz rojo, trae aparejado el riesgo de flujo génico entre ambas y por lo tanto transferencia de la resistencia al arroz rojo, lo que haría inefectiva dicha práctica de control.

La capacidad de hibridación natural del arroz cultivado y el arroz rojo, le permite a este último adaptarse rápidamente a cambios en el sistema de cultivo (Zorrilla, 1992).

En la India se crearon variedades de arroz blanco con hojas rojizas, de manera de identificar fácilmente las plantas para su raleo, sin embargo en pocos años aparecieron tipos de arroz rojo con hojas rojizas (Harlan, citado por Zorrilla, 1992). En Brasil a pocos años de la introducción de variedades de grano largo, aparecieron granos de arroz rojo tipo “patna” (Galli et al., citados por Zorrilla, 1992).

La estructura floral de la especie *O. sativa* y la baja viabilidad del polen son las barreras biológicas más importantes para la polinización cruzada (Gealy et al., 2003).

La mayoría de los cultivares de arroz liberan el grano de polen antes de la antesis, por esta razón la tasa de alopolinización es muy baja, menos del 1% (Nedel et al., citados por Magalhães, 2001).

Las condiciones ambientales de alta temperatura, alta radiación y alta humedad maximizan la duración y el grado de antesis y sobrevivencia del grano de polen, aumentando las probabilidades de polinización cruzada (Moldenhauer, citado por Gealy et al., 2003).

En las variedades cultivadas y en los materiales salvajes, la floración comienza en las espiguillas superiores de la panícula y continúa hacia las inferiores. En el arroz-maleza las espiguillas comienzan a abrirse entre las 08:00 y las 09:00 de la mañana y continúa por al menos una hora más que en las variedades cultivadas. Por esta razón, si bien todas las especies de arroz se autofecundan, la capacidad de polinización cruzada es mayor en el arroz-maleza que en las variedades cultivadas (Roy, citado por Ferrero, 2004).

La polinización cruzada entre el arroz cultivado y el arroz rojo (a pesar de ser autógamias), es posible a tasas muy variables (Marchezan et al., 2004). En un estudio llevado a cabo por Magalhaes y Andres, citados por Marchezan et al. (2004), la tasa de cruzamiento entre el arroz transgénico, arroz rojo y el arroz Clearfield fue baja 0,1-0,4%, dependiendo de la coincidencia floral. También influye la distancia, indicando que a distancias mayores a 5m no hay hibridación.

Cuando se hace varios años de arroz continuo en lugares infestados con arroz rojo, ocurre un progresivo enrojecimiento de la población de arroz que hay en la chacra, debido a los cruzamientos naturales que se dan (Kissman, 1991).

Langevin et al. (1990) investigaron la probabilidad de que ocurran cruzamientos entre las plantas de arroz-maleza de pericarpio rojo con seis variedades cultivadas, encontrando valores de 1,08, 1,38, 2,5, 3,65, 7,36 y 52,38 % de cruzamientos para las variedades Lemont, Saturn, Labelle, Mars, Leach y Nortai respectivamente. El alto porcentaje de hibridación de esta última variedad con la maleza fue adjudicada por los autores a que es de ciclo largo y posee una prolongada floración, por lo que se dio la superposición de floraciones permitiendo la polinización cruzada.

A la vez observaron que las plantas híbridas eran plantas vegetativamente más robustas (más tallos, más altas y hojas bandera más ancha), demostrando la heterosis y como expresan características morfológicas de ambos padres. Los híbridos tenían una floración que concordaba con las variedades más tardías usadas. Esto dificulta las prácticas de eliminación de la maleza y aumentaría la probabilidad de que ocurra polinización cruzada entre el arroz rojo, los híbridos y el cultivar utilizado (Langevin et al., 1990).

Noldin et al. (2001) estudió también el cruzamiento de una variedad resistente al glufosinato con arroz rojo y arroz negro, variando la fecha de siembra y el ambiente. Donde demostraron que la tasa de cruzamiento natural dependió del grado de sincronización de la floración de los genotipos usados y las condiciones ambientales, principalmente viento, humedad relativa y temperatura, las que afectan directamente la dispersión y sobrevivencia de los granos de polen en el ambiente.

Estudios de campo llevados a cabo en España han mostrado que el promedio del flujo de genes de la variedad transgénica 'Senia' (tolerante al glufosinato) al arroz rojo, considerando todas las direcciones del viento, fue de 0,082 % (Messeguer, citado por

Ferrero, 2004). Esto sugiere que dentro de unas pocas generaciones las ventajas del gen de resistencia a los herbicidas podrían parcialmente desaparecer (Ferrero, 2004).

Por lo tanto, según Fontes y Melo, citados por Magalhães et al. (2001) lo primero a tener en cuenta cuando se trabaja con variedades resistentes a herbicidas, reside en el hecho que los genes pueden ser transferidos por el polen y ser introducidos en la maleza. Por lo tanto habría que evaluar su impacto.

Tan et al. (2005) recomienda la rotación de cultivos en los sistemas Clearfield[®], donde los cultivos tolerantes a imidazolinonas no se realicen más de 2 años seguidos y con 2 años de intervalo para volver a sembrar cultivares Clearfield[®], de forma de reducir el riesgo de pasarle la resistencia a las malezas emparentadas con el cultivo, mediante flujo génico. Además hay que implementar medidas de control de plantas guachas y malezas de los bordes de la chacra lo que reduce el riesgo de entrecruzamiento.

2.4.3 Resistencia

Según el CPRH (s.f.), la resistencia es la capacidad natural y heredable de algunos biotipos de malezas de una población determinada para sobrevivir a un tratamiento de herbicida, que debería controlar con eficacia esa población en las condiciones normales de uso.

El monocultivo de arroz, la elevada dependencia en el control químico de malezas y el uso repetido de un mismo tipo de herbicidas, han conducido a la evolución de resistencia en las poblaciones de malezas causando pérdidas de rendimiento e incrementando los costos y el riesgo ambiental. Debido a una selección de genotipos capaces de sobrevivir y reproducirse luego del tratamiento de herbicida (Fischer y Valverde, s.f.).

El desarrollo de resistencia de biotipos de malezas a herbicidas inhibidores de la ALS es relativamente rápido, desde su introducción al mercado (1982) se han encontrado 86 biotipos resistentes (Heap, citado por King y Hagood, 2006).

Un problema en el arroz Clearfield[®] es la resistencia a la ALS, por ser los herbicidas de mayor uso. Ya que con el fin de controlar eficazmente al arroz rojo se recomiendan dos aplicaciones de estos herbicidas en cada ciclo del cultivo, lo que

resulta en una gran presión de selección. Ocasionalmente hasta se aprueba una tercera aplicación (llamada de rescate) cuando la densidad de las plantas que escapan al herbicida es alta. El riesgo de generar resistencia se debe a la gran presión de selección impuesta con las imidazolinonas y además se agrava si el arroz se rota con cultivos como la soja, en el cual también se emplean herbicidas inhibidores de la ALS (Fischer y Valverde, s.f.).

En el trabajo de Fischer y Valverde (s.f.) nombran la presencia de especies de *Echinochloa* con resistencia al quinclorac (auxínico), otras al molinato y tiobencarbo (*E. phyllopogon*, *E. oryzoides* y *E. crus-galli*). Esto resalta la relevancia que tiene la presión de selección por uso repetido de un mismo tipo de herbicidas.

La rotación de herbicidas que presenten diferente modo de acción, es una medida necesaria para minimizar la aparición de resistencia y tener un control de las malezas por más tiempo (Masson et al. 2001, Tan et al. 2005).

2.4.3.1 Resistencia cruzada

Resistencia cruzada existe cuando una población de malas hierbas es resistente a más de un herbicida, debido a la presencia de un único mecanismo individual de resistencia. Los mecanismos de resistencia conocidos son tres básicamente, alteración del sitio de acción, incremento del metabolismo y compartimentación (CPRH s.f., Fischer y Valverde s.f.).

En el caso del cultivo de arroz la resistencia a herbicidas inhibidores de la ALS y ACCasa, están cobrando importancia, principalmente especies de malezas de la familia de las *Echinochloas* (capín). Se han registrado problemas de resistencia cruzada y de resistencia múltiple en malezas de este cultivo (Fischer y Valverde, s.f.).

Según Baumgartner et al., Howatt et al., citados por Howatt y Endres (2006) la resistencia cruzada a los herbicidas pos-emergentes entre y dentro de las familias químicas de herbicidas inhibidores de la ALS varía dependiendo de las fuentes de resistencia.

Las imidazolinonas son una de las 5 familias que inhiben la ALS, las otras son: sulfonilureas, triazolopyrimidinas, pyrimidinylthiobenzoatos y sulfonilamino-carbonyltriaolinonas (Tan et al., 2005).

Webster y Masson (2001) realizaron estudios de tolerancia cruzada entre inhibidores de la ALS, del grupo de las imidazolinonas, pyrimidinyloxybenzoatos, sulfonilureas y triazolpirimidinas, sobre el cultivar de arroz 93AS-3510 (primera generación de genes), tolerante al imazetapir. Ellos encontraron tolerancia cruzada a otros inhibidores de la ALS, imazaquin, imazapir, nicosulfuron, phytotiobac, thifensulfuron plus tribenuron y triasulfuron; parcialmente tolerante a imazametabenz y metsulfuron; y es susceptible a chlorimuron, flumetsulam, imazamox, imazapic, primisulfuron y rimsulfuron.

Fischer y Valverde (s.f) destacaron en su trabajo en California la presencia de biotipos de *Cyperus difformis* que son resistentes a la vez a bensulfurónmetilo, penoxsulam, e imazetapir; todos estos herbicidas son inhibidores de la ALS.

Resultados experimentales de King y Hagood (2006) indican que biotipos de *Sorghum bicolor* existentes en Virginia adquirieron resistencia cruzada a herbicidas del grupo químico de las sulfonilureas e imidazolinonas, al igual que los biotipos confirmados anteriormente por otros autores en Ohio y Pennsylvania.

Otro caso de resistencia cruzada es sobre biotipos de *Echinochloa colona* que desarrollaron resistencia a herbicidas ariloxifenoxi propanoicos como el fenoxaprop que exhiben resistencia cruzada a ciclohexanodionas como setoxidim. En este caso son herbicidas que tienen el mismo modo de acción. También registraron resistencia múltiple (biotipos que tienen dos o más mecanismos distintos de resistencia). Como es el caso de *Echinochloa phyllopogon* resistente a fenoxaprop, cyhalofop, tiobencarbo, molinato, bispiribac, clomazone, y penoxsulam (Fischer y Valverde, s.f.).

2.4.4 Deriva

Bond et al. (2006) estudiaron durante 2 años el efecto de deriva simulada de imazetapir plus imazapir en cultivos de maíz y arroz. Los autores observaron pérdidas de peso de plantas en maíz a los 7 días pos-tratamiento pero sin efecto a los 28 días. En cuanto al cultivo de arroz además de pérdidas de peso de plantas se observaron atrasos

en la floración y pérdidas en rendimiento, siendo mayores en aplicaciones en pos-emergencia tardía (primordio) que en la temprana (2-3 hojas).

En un estudio de simulación de deriva de un herbicida compuesto por imazetapir + imazapic (75 g + 25 g i.a/ha como dosis recomendada), sobre la respuesta de un arroz susceptible (cv. Pelota). El efecto de la deriva sobre el cultivo es mayor si se da antes de la inundación que luego de inundado. Por lo que se vio más afectada la altura, producción de materia seca y el retraso en la floración pudiendo llegar a pérdidas totales de rendimiento (el cultivo no completa el estado reproductivo) (Oliveira et al., 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El estudio fue llevado a cabo en la “Unidad experimental Paso de la Laguna” (U.E.P.L.), de la “Estación Experimental del Este”, INIA Treinta y Tres, durante el año agrícola 2005-2006.

La misma se encuentra ubicada a 28 Km. hacia el este de Treinta y Tres, en la 11° seccional policial de dicho departamento.

Las coordenadas planas de este lugar son: 33°14' latitud sur, 54°22' longitud oeste y la altitud de 25m sobre el nivel del mar.

3.2 SUELOS

Los ensayos fueron realizados sobre un Solod Melánico de la unidad de mapeo “La charqueada”, según la clasificación de suelos de la “Dirección Nacional de Suelos Aguas y Fertilizantes” (MGAP).

3.3 CLIMA

A continuación se presentan los datos climáticos correspondientes a la zafra 2005-2006 y de la serie histórica 1972-2005, obtenidos en la “Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna” – INIA Treinta y Tres.

Figura No. 4: Temperatura media del aire decádica correspondiente al período de conducción del experimento (Octubre 2005 – Mayo 2006) y a la serie histórica 1972-2006.

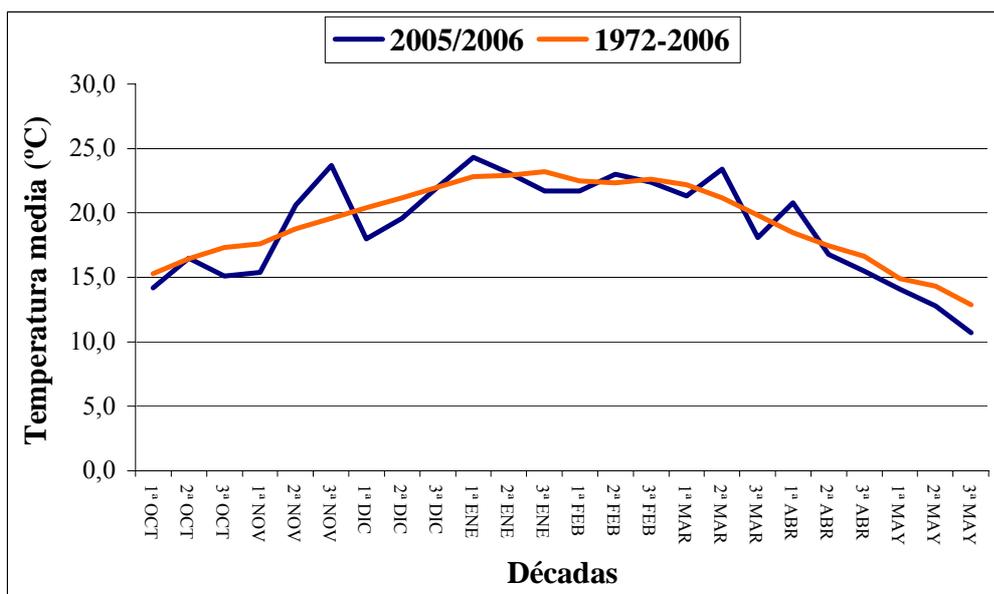


Figura No. 5: Horas de sol decádicas correspondientes a la zafra 2005-2006 (Octubre 2005 – Mayo 2006) y a la serie histórica 1972-2006.

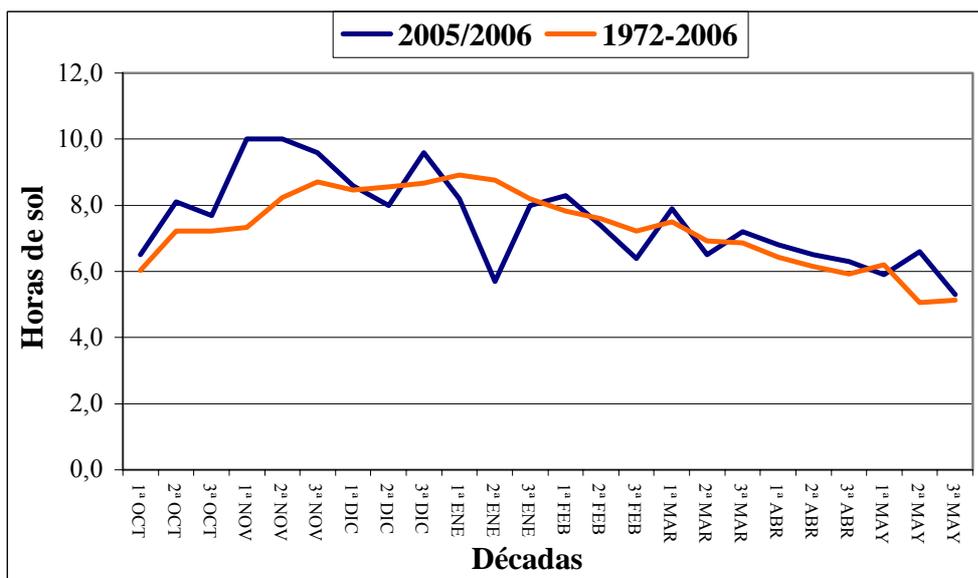
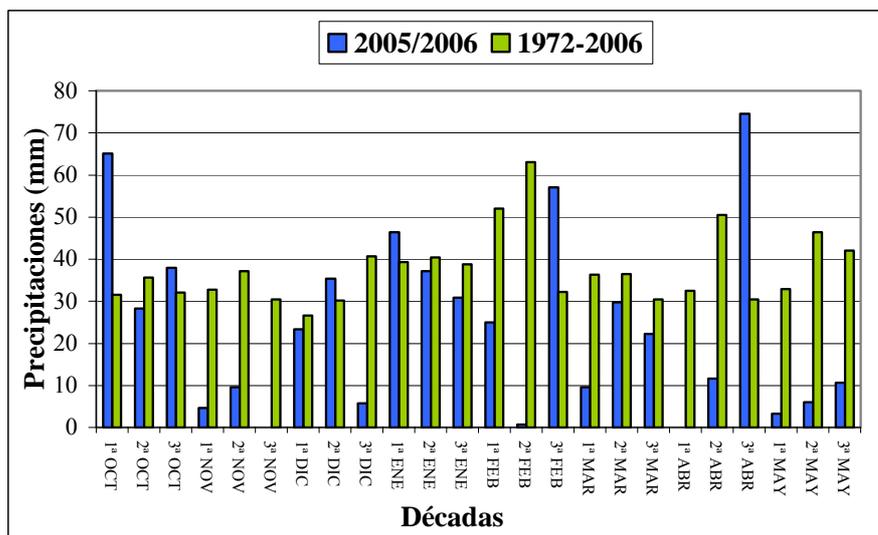


Figura No. 6: Precipitaciones decádicas correspondientes al período de conducción del experimento (Octubre 2005 – Mayo 2006) y a la serie histórica 1972-2006.



Como se observa en las gráficas anteriores, las condiciones ambientales durante la etapa de cultivo para la zafra 2005-2006 se presentaron con temperaturas medias similares al promedio de la serie histórica, en cuanto a las horas de sol es importante destacar la caída que se observa en la segunda década de enero. Por último cabe remarcar que las precipitaciones para esta zafra fueron muy escasas en el mes de noviembre, durante la implantación del cultivo, ameritando realizar baños para uniformizar la emergencia del cultivo.

3.4. EXPERIMENTO REALIZADO

Se llevo a cabo un experimento en el cuál se evaluó el control de malezas de arroz, poniendo énfasis en el control de arroz rojo y negro, utilizando tecnología Clearfield. La variedad comercial sembrada fue CL161 (BASF) y el herbicida usado fue el BAS 714 H. Dicho producto esta formulado como gránulos dispersables en agua, con una concentración de 52,5% de imazapir y 17,5% de imazapic, expresados en equivalente ácido.

Se aplicaron diferentes dosis y momentos de aplicación del herbicida, a su vez se emplearon diferentes manejos del riego.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño aplicado en el experimento fue de parcelas divididas en bloques completos al azar, con 4 repeticiones y 20 tratamientos producto de la combinación de 2 factores tratamiento de herbicida (5 tratamientos) y manejo del riego (4 manejos).

- Parcela grande: manejo del riego.
- Parcela chica: tratamiento de herbicida.

La unidad experimental fue la parcela chica.

3.6. TRATAMIENTOS

Las dosis del herbicida BAS 714 H utilizadas fueron: 0 (testigo), 140, 210 y 280 g/ha.

Las dosis fueron aplicadas todas pos-emergente (34 días pos-siembra) y la dosis mas alta se repitió en secuencia, siendo fraccionada la mitad (140 g BAS 714 H/ha) pre-emergente (11 días pos-siembra) y la otra mitad (140 g BAS 714 H/ha) pos-emergente (34 días pos-siembra).

Las proporciones en la formulación del BAS 714 H se resumen en dos cuadros presentados en el Anexo no. 39 y se compara con otros herbicidas que se comercializan para arroz en Uruguay.

Con el fin de comparar este herbicida con otros utilizados en la tecnología Clearfield[®] de otros países de la región, se presenta en anexos un cuadro comparativo. (ver Anexo no. 40).

A cada una de estos tratamientos de herbicidas se le aplicó 4 manejos de riego diferentes:

- A- Inundación 2 días luego de la aplicación pos-emergente de BAS 714 H.
- B- Inundación 7 días luego de la aplicación pos-emergente de BAS 714 H.

- C- Inundación 21 días luego de la aplicación pos-emergente de BAS 714 H, con baños semanales (a los 7 y 14 días luego de las aplicaciones pos-emergentes de BAS 714 H).
- D- Inundación a los 21 días luego de la aplicación pos-emergente de BAS 714 H, sin baños semanales.

Cuadro No. 2: Tratamientos del experimento.

Tratamiento	Manejo del riego	Dosis de BAS 714 H (g/ha)	Dosis de imazapir (g equiv. ác./ha)	Dosis de imazapic (g equiv. ác./ha)	Forma de aplicación
1	A	0	0	0	.
2	A	140	73,5	24,5	Pos
3	A	210	110,25	36,75	Pos
4	A	280	147	49	Pos
5	A	280	147	49	Pre-Pos
6	B	0	0	0	.
7	B	140	73,5	24,5	Pos
8	B	210	110,25	36,75	Pos
9	B	280	147	49	Pos
10	B	280	147	49	Pre-Pos
11	C	0	0	0	.
12	C	140	73,5	24,5	Pos
13	C	210	110,25	36,75	Pos
14	C	280	147	49	Pos
15	C	280	147	49	Pre-Pos
16	D	0	0	0	.
17	D	140	73,5	24,5	Pos
18	D	210	110,25	36,75	Pos
19	D	280	147	49	Pos
20	D	280	147	49	Pre-Pos

3.7. MANEJO

A continuación se describe el manejo de la chacra pre-siembra, así como el manejo posterior del cultivo.

3.7.1 Barbecho

En el otoño se habían roto las taipas del cultivo anterior de arroz, luego mediante resiembra natural se instaló un raigras denso.

La situación de chacra previa a la siembra presentaba un raigras en fin de ciclo de unos 70cm de altura (disponibilidad de 3500-4000Kg de MS estimada visualmente) el que no había sido pastoreado.

Se destaca que la chacra posee una historia agrícola de cultivo de arroz de más de 10 años.

3.7.2 Laboreo

El mismo consistió en un laboreo de primavera tardío (10/11/05) realizado sobre la situación antes mencionada, por lo cual se decidió hacer varias pasadas con una rastra de dientes, de forma de quitar la mayor parte de rastrojo del sitio experimental. Se hizo una pasada de rolo compactador para culminar la preparación de la cama de siembra.

3.7.3 Siembra

La siembra se efectuó inmediatamente luego del laboreo (10/11/05) utilizando una sembradora en línea Baldan SPD 3000 Speed Box, con tren de siembra directa de 16 líneas con abre surcos de discos desconcentrados y distancia entre líneas de 17,5cm.

A continuación se resume la información utilizada al decidir la densidad de siembra: peso de mil granos (P.M.G), porcentaje de germinación y semillas viables por unidad de superficie.

Cuadro No. 3: Parámetros de siembra del cultivar CL161.

Variedad	Densidad (Kg./ha)	P.M.G	% Germinación	Semillas viables/m ²
CL 161	158	22,4	92	650

Finalizada la siembra se procedió a la elaboración de taipas y auxiliares de riego.

3.7.4 Manejo de herbicidas

3.7.4.1 Aplicaciones de BAS 714 H.

Las aplicaciones pre-emergentes se realizaron el 21/11/05 (11 DPS), mientras que las aplicaciones en pos-emergencia incluyendo la segunda dosis del tratamiento en secuencia se realizaron el 14/12/05 (34 DPS).

Los tratamientos pos-emergentes llevaban a su vez un coadyuvante, en este caso Plurafac al 0,5%.

Todas las aplicaciones se realizaron usando equipo de mochila con sistema de presión por dióxido de carbono. El ancho efectivo de la barra era de 2,25 m constando de 5 boquillas a 0,45m de distancia entre ellas; se utilizaron picos anti-deriva DG8002, 30psi. La altura de aplicación de la barra al suelo fue de aproximadamente 55 cm. El volumen de aplicación fue de 180 l/ha de solución.

El estado fenológico del arroz del cultivar a la aplicación pos-emergente se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 4: Constitución (%) del estado fenológico del cultivo a la aplicación pos-emergencia de BAS 714H.

ESTADO FENOLÓGICO									
	1 hoja	2 hojas	3 hojas	4 hojas	5 hojas	1 macollo	2 macollos	3 macollos	4 macollos
%	0	2,1	22,9	29,4	17,1	17,6	10,7	0,2	0

3.7.4.2 Aplicaciones a los testigos.

A los testigos se les aplicó herbicidas en secuencia para el control de capín (*Echinochloa spp.*) pero no se obtuvo buen resultado debido a que se realizó muy tarde, encontrándose la maleza en etapas avanzadas de desarrollo vegetativo.

Los herbicidas, dosis y momentos son los siguientes:

1ª aplicación: el 14/12/2005, 0,1 l/ha Nominee (byspiribac) + 0,8 l/ha Command (clomazone) + 0,5 l/ha Plurafac (coadyuvante).

2ª aplicación: el 11/01/2006, 0,1 l/ha Nominee (byspiribac) + 1,6 l/ha Facet (quinclorac) + 0,5 l/ha Plurafac (coadyuvante).

3.7.5 Fertilización

El manejo de la fertilización que se le dio al cultivo fue, una sola aplicación basal de fósforo y se fraccionó el agregado de nitrógeno en tres etapas (siembra – macollaje - primordio).

A la siembra se aplicó en la línea 120 Kg/ha de fosfato di amónico (18-46-0).

Se efectuaron 2 refertilizaciones con 50 Kg/ha de urea (0-46-0) al voleo, en los estadios de macollaje y primordio. Estas variaron en fecha según manejos de agua y se presentan en el cuadro siguiente. La refertilización de macollaje se realizó previa a baño o inundación de forma de ser incorporada luego por el agua disminuyendo las pérdidas del nutriente y aumentando su disponibilidad para el cultivo.

Cuadro No. 5: Fechas de las refertilizaciones nitrogenadas.

Manejo del agua				
Estado fenológico	Inundación 2 DPA	Inundación 7 DPA	Inundación 21 DPA c/ baños	Inundación 21 DPA c/ baños
Macollaje	15/12/2005	20/12/2005	20/12/2005	04/01/2006
Primordio	23/01/2006	23/01/2006	23/01/2006	23/01/2006

DPA: días pos – aplicación. Se contabiliza a partir de la aplicación pos emergente.

3.7.6 Manejo del riego

Debido a que no hubo ocurrencia de precipitaciones en las primeras semanas pos-siembra se realizaron baños para germinación y uniformizar la emergencia el día 19/11/05 (9 DPS), el 22/11/05 (12 DPS) y el 29/11/05 (19 DPS). El baño efectuado 12 DPS es decir al día siguiente del tratamiento pre-emergente tubo además como objetivo favorecer la toma de herbicida por las malezas.

El manejo del riego posterior fue de acuerdo a lo asignado en el experimento y se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 6: Fechas de baños e inundación luego de la aplicación pos-emergente según manejo del riego.

Manejo del riego	Baños		Inundación	
	Fecha	DPA	Fecha	DPA
Inundación 2 DPA	.		16/12/2005	2
Inundación 7 DPA	.		22/12/2005	7 *
Inundación 21 DPA c/ baños	22 y 28-12-05	7 y 14	04/01/2006	21
Inundación 21 DPA s/ baños	.		04/01/2006	21

DPA: días pos – aplicación. Se contabiliza a partir de la aplicación pos emergente.

* Se contabilizó como 7 DPA debido a que la inundación se realizó en las primeras horas del día 22/12/2005.

3.7.7 Cosecha

La metodología de cosecha fue en primera instancia el desborde de la parcela, dejando solo los ocho surcos centrales y quitando un metro de cada cabecera, estableciendo así el área a cosechar.

Se estimó el área de daños por ratas y de las zonas dañadas por los muestreos para corregir luego el rendimiento.

La cosecha se realizó a diferentes fechas según el manejo de agua previo, debido a que este tuvo efecto en la fecha de madurez del cultivo.

Cuadro No. 7: Fecha de cosecha, humedad y porcentaje de grano verde (PGV) para cada manejo del riego.

Manejo del riego	Fecha de cosecha	Humedad (%)		PGV (%)	
		Media estimada	Desvío estándar	Media estimada	Desvío estándar
Inundación 2 DPA	18/04/2006	19,95	0,3847	3,35	0,479
Inundación 7 DPA	18/04/2006	18,05	0,3847	2,9	0,479
Inundación 21 DPA c/ baños	26/04/2006	19,13	0,3847	1,45	0,479
Inundación 21 DPA s/ baños	03/05/2006	17,85	0,3873	3,29	0,4862

DPA: días pos – aplicación. Se contabiliza a partir de la aplicación pos emergente.

A modo informativo a continuación se presentaran la humedad y el porcentaje de grano verde según el Tratamiento de herbicida.

Cuadro No. 8: Fecha de cosecha, humedad y porcentaje de grano verde (PGV) para cada Tratamiento de BAS 714 H.

Tratamiento de BAS 714 H		Humedad (%)		PGV (%)	
Dosis (g/ha)	Momento	Media estimada	Desvió estándar	Media estimada	Desvió estándar
0	.	19,86	0,2929	3,75	0,3864
140	pos	18,64	0,2929	3,62	0,3864
210	pos	18,85	0,2929	3,5	0,3864
280	pos	18,43	0,2929	2,19	0,3864
140 / 140	pre / pos	17,94	0,2982	1,68	0,4002

3.8 REGISTROS Y DETERMINACIONES

3.8.1 Análisis de suelo

Se realizó el muestreo pre-siembra luego de los laboreos con el objetivo de clasificar el suelo y predecir las posibles reacciones entre este y el herbicida.

Se tomó un número representativo de pinchazos de taladro, aleatorios en el área experimental conformando una muestra de suelo que se envió a analizar al “Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua” INIA La Estanzuela.

Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 9: Resultado del análisis de suelo.

Ca	Mg	K	Na	Ác. Titulable	CIC pH:7	Bases T.	% saturación
meq/100 g	meq/100 g	meq/100 g	en bases				
6,7	2,7	0,12	0,34	4,1	14	9,9	70,8

pH (H ₂ O)	% M org.	P - Bray I µg P/g	P - Cítrico µg P/g	Textura			
				% Ar	% Limo	% Ac	Clasificación
5,6	1,8232	7,4	14,2	36	51	13	Franca

3.8.2 Conteo de plantas de arroz: CL 161 (*Oryza sativa*)

A la fecha del 13/12/2005 se realizó un conteo del número de plantas del cultivar sembrado y su estado fenológico, de forma de estimar la implantación.

En promedio la implantación fue de 197 pl/m² lo que significa un 30,5% aproximadamente.

3.8.3 Conteos de plantas de arroz rojo (*Oryza spp.*)

En cada parcela existían 5 puntos fijos de muestreo centrados en la línea media de la parcela a similar distancia uno de otro. En cada uno de estos puntos se colocaba el centro de los aros de muestreo y se contabilizaba el número de plantas de arroz rojo dentro de estos.

Para el primer conteo previo a la aplicación pre-emergente se utilizaron aros de 10 cm de diámetro ya que se contabilizaban plántulas de arroz rojo, mientras que para los subsiguientes muestreos los aros utilizados eran de 30 cm de diámetro (plantas más grandes). Los datos se promediaron y se calculó la población de maleza por m², presentándose resumidas en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 10: Fechas de conteo de arroz rojo.

	Fecha	DPS	
Fecha 1*	21/11/2005	11	
Fecha 2	13/12/2005	33	
Fecha 3	22/12/2005	42	
Fecha 4	28/12/2005	48	
Fecha 5	04/01/2006	55	
Fecha 6	11/01/2006	62	
Fecha 7	07/03/2006	117	
Previo a cosecha según manejo del riego:	Inundación 2 DPA	11/04/2006	152
	Inundación 7 DPA	12/04/2006	153
	Inundación 21 DPA c/ baños	18/04/2006	159
	Inundación 21 DPA s/ baños	18/04/2006	159

* conteo en aros de 10cm. DPS: Días pos-siembra.

DPA: días pos – aplicación. Se contabiliza a partir de la aplicación pos emergente.

3.8.4 Muestreo de materia seca

Se realizaron dos cortes de cuadrados de 30 cm de lado a la fecha del 08/02/2006 (90 DPS), en los cuales se separaron las malezas según especie y las plantas del cultivar sembrado.

Los materiales se secaron en estufa durante 24 horas a 60° C, y luego se pesaron en balanza de precisión, cuantificándose los Kg MS/ha de CL 161, arroz rojo (*Oryza spp.*), capín (*Echinochloa spp.*), panicum (*Panicum dichotomiflorum*), pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), ciperáceas (*Cyperus spp.*) y eclipta (*Eclipta spp.*).

Además se sacaron muestras de estado fenológico de las parcelas del bloque I, para tener una aproximación del estado general del cultivo y las diferencias entre manejos del riego. Se muestrearon 10 tallos principales de cada parcela el 09/02/2006, a los cuales se le realizó un corte longitudinal midiendo la altura a la base de la espiga.

3.8.5 Cuento de panojas del cultivar CL 161

A la fecha del 07/03/2006 (117 DPS) se realizó en cuadrados de 30 cm de lado, el conteo de panojas erectas, dobladas y totales en dos repeticiones por parcela, obteniéndose luego el promedio de panojas totales por m² y el porcentaje de panojas erectas y dobladas, de forma de ver las diferencias a fecha fija del estado fenológico de cada tratamiento.

3.8.6 Altura a cosecha de plantas de CL 161

Se tomaron 6 tallos por parcela y se midió la altura desde el suelo a la punta de la espiga con el objetivo de evidenciar diferencias entre tratamientos y posible efecto de fitotoxicidad. Se compararon los promedios.

Las fechas en que se realizó el muestreo fueron las siguientes:

Manejo del riego inundado a los 2 DPA- 11/04/2006.

Manejo del riego inundado a los 7 DPA - 18/04/2006.

Manejo del riego inundado a los 21 DPA con y sin baños- 26/04/2006.

3.8.7 Población de plantas y/o panojas de malezas a cosecha

En cuadrados de 1m de lado se contabilizó el número de panojas de arroz rojo (*Oryza spp.*), capín (*Echinochloa spp.*) y panicum (*Panicum dichotomiflorum*), además el número de plantas de pata de gallina o pasto cuaresma (*Sagitaria montevidensis*), gamba rusa (*Alternanthera philoxeroides*), yerba del bicho (*Polygonum spp.*) y ciperáceas (*Cyperus spp.*). Se realizaron 3 muestras por parcela y se promedió el enmalezamiento de cada especie por m².

3.8.8 Componentes de rendimiento

Panojas/m²: se tomaron dos cortes por parcela de 30cm de largo de una hilera de arroz y se calculó el no. de panojas/m².

No. granos/panoja y clasificación: se tomaron 20 espigas al azar, se las desgranó a mano, se separaron con máquina de viento los granos en tres grupos, siendo estos granos llenos semillenos y chuzos. Se contaron en una máquina con láser y se calculó el porcentaje, granos por panoja y peso de cada categoría. Además se cuantificó granos totales por panoja y por m².

Peso de mil granos: se contaron tres muestras de 1000 granos del cultivar sembrado de cada parcela y se pesaban.

3.8.9 Rendimiento de grano seco y limpio

Se pesó a cosecha la producción de grano, la cuál fue corregido por daños de ratas, y los descuentos de área en la cuál se realizaron muestreos previos de cortes para materia seca y componentes de rendimiento.

Luego se sacaron dos muestras del grano cosechado de cada parcela y en un humidímetro se determinó la humedad de las muestras; se realizo un promedio y se corrigió el rendimiento (con los descuentos de área antes nombrados) por la diferencia entre la humedad de lo cosechado y 13% que es la humedad a la que se lleva el grano al secarlo, obteniendo la variable rendimiento seco (Kg/ha).

La variable rendimiento seco se corrigió por el porcentaje de grano rojo obteniendo así el rendimiento real seco del cultivar CL 161 (Kg/ha).

3.8.10 Parámetros de calidad

Se tomó una muestra de 50g del grano cosechado de cada parcela, la cuál se seco hasta llegar a 13% de humedad y posteriormente se descascaró usando un aparato con rodillos de caucho.

De dicha muestra se separaron granos de arroz rojo y granos del cultivar verdes, se pesaron por separado y luego se sumaron sus pesos al de grano blanco obteniendo el total de grano cargo, con dichos pesos se calculó el porcentaje de contaminación de la cosecha con grano de arroz rojo y el porcentaje de grano verde.

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se perdió una de las parcelas durante el experimento, correspondiente al tratamiento en secuencia del bloque IV.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 8e, utilizando el procedimiento Mixed para el ANAVA. Las correlaciones entre las variables se calcularon usando el procedimiento CORR de dicho programa. El procedimiento IML se usó para calcular los coeficientes de los contrastes ortogonales analizados en el PROC Mixed. Luego mediante el procedimiento GLM se estudió la forma de la curva de asociación entre las variables.

Como otra herramienta de ajuste de modelos y para realización de gráficas se utilizó el programa Sigma plot, para las variables materia seca de CL 161, de capín y de panicum, además para el no. de panojas a cosecha de panicum.

3.9.1 Modelos estadísticos según variables

Se utilizaron dos modelos estadísticos dependiendo de si el efecto de la covariable no. de plantas de arroz rojo a los 11 DPS era significativo o no ($p < 0,05$).

1. Para las variables MS de la maleza eclipta, porcentaje de panojas erectas y porcentaje de panojas dobladas de CL 161, panojas de arroz rojo a cosecha, plantas de la maleza yerba del bicho a cosecha, panojas/m² de CL 161 a cosecha, porcentaje de grano rojo de la cosecha y peso de mil granos del cultivar. Se utilizó como covariable el número inicial de plantas de arroz rojo/m² (11 DPS), por lo tanto se ajustó el siguiente modelo.

Modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \lambda_k + A_i + \delta_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + \beta X_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, 4 \text{ (manejo riego)} \quad (a)$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ (BAS 714 H)} \quad (b)$$

$$k = 1, 2, 3, 4 \text{ (bloque)} \quad (r)$$

Y_{ijk} = variable dependiente.
 μ = media poblacional.
 λ_k = Efecto del k-esimo bloque.
 A_i = Efecto del i-esimo manejo del riego.
 δ_{ij} = Error experimental de la parcela mayor.
 B_j = Efecto de la j-esima aplicación de BAS 714 H.
 $(AB)_{ij}$ = Interacción manejo del riego * BAS 714 H.
 βX_{ijk} = Covariable pl. rojo/m² (11 DPS).
 e_{ijk} = Error Experimental de la parcela chica.

Supuestos:

- No existe interacción factor A * bloque.
- No existe interacción factor B * bloque.

$\delta_{jk} \sim N(0; \sigma_{2\epsilon a})$ Condiciones de parcelas grandes.
 $e_{ijk} \sim N(0; \sigma_{2\epsilon b})$ Condiciones de parcelas chicas.

Hipótesis estadística:

- 1) $H_0: \beta / \tau_1, \dots, \tau_4, \alpha_1, \dots, \alpha_5, \text{ interacción} = 0$
 $H_a: \beta / \tau_1, \dots, \tau_4, \alpha_1, \dots, \alpha_5, \text{ interacción} \neq 0$
- 2) $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 / \beta$
 $H_a: \text{Algún } \tau_i \text{ diferente } / \beta$
- 3) $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 / \beta$
 $H_a: \text{existe al menos un } \alpha \text{ diferente } / \beta$
- 4) $H_0: \text{No existe efecto interacción } \tau^* \alpha / \beta$
 $H_a: \text{existe interacción } \tau^* \alpha / \beta$

τ : Efecto del manejo del riego.
 α : Efecto de la aplicación de herbicida.

2. Para las variables MS de Cl 161, MS de arroz rojo, MS de capín, MS de pasto cuaresma, MS de panicum, MS de ciperáceas, panojas florecidas/m² de CL 161 al 7/03/2006, panojas de capín, panojas de panicum, plantas de sagitaria, plantas de gambarrusa y plantas de ciperáceas todas estas a cosecha; altura a cosecha de CL 161, rendimiento seco, rendimiento corregido por arroz rojo, porcentaje y granos/panoja de chuzos; porcentaje y granos/panoja de semillenos; porcentaje y granos/panoja de granos llenos chuzos; granos totales/panoja; granos totales/m²; porcentaje de grano verde y humedad cosecha.

Modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \lambda_k + A_i + \delta_{ik} + B_j + (AB)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, 4 \text{ (manejo riego)} \quad (a)$$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ (BAS 714 H)} \quad (b)$$

$$k = 1, 2, 3, 4 \text{ (bloque)} \quad (r)$$

Y_{ijk} = variable dependiente.

μ = media poblacional.

λ_k = Efecto del k-esimo bloque.

A_i = Efecto del i-esimo manejo del riego.

δ_{ij} = Error experimental de la parcela mayor.

B_j = Efecto de la j-esima aplicación de herbicida.

$(AB)_{ij}$ = Interacción manejo del riego * dosis.

ϵ_{ijk} = Error Experimental de la parcela chica.

Supuestos:

- No existe interacción factor A * bloque.
- No existe interacción factor B * bloque.

$\delta_{jk} \text{ Vs } A_s | s | D \text{ N}(0; \sigma^2 \epsilon_a)$ Condiciones de parcelas grandes.

$\epsilon_{ijk} \text{ Vs } A_s | s | D \text{ N}(0; \sigma^2 \epsilon_b)$ Condiciones de parcelas chicas.

Hipótesis estadística:

1) $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$

H_a : Algún τ_i diferente

2) $H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5$

Ha: existe al menos un α diferente

3) Ho: No existe efecto interacción $\tau^* \alpha$

Ha: existe interacción $\tau^* \alpha$

τ : Efecto del manejo del riego.

α : Efecto de la aplicación de herbicida.

3. Para la variable No. plantas/m² de arroz rojo, se midieron en diferentes momentos lo que se debería de haber utilizado es un modelo de medidas repetidas en el tiempo (conteos desde los 33 DPS hasta fecha madurez). Utilizando como covariable el número inicial de plantas de arroz rojo/m² (conteo a los 11 DPS). Sin embargo debido a la complejidad de este modelo no se pudo realizar, lo único que se presenta en resultados y discusión es la evolución relativa de la población de arroz rojo respecto a la población inicial (11 DPS).

Si se rechaza la Ho en el ANAVA, se utiliza el Test de Tukey para ver la separación de medias entre los factores (manejo del riego y aplicación de herbicida), con un criterio de decisión α : 0,05 de cometer error de tipo I.

3.10 PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

Las variables se graficaron en función de los factores, mediante el uso de contrastes ortogonales se estudio la significancia de la respuesta (lineal o cuadrática), se ajustaron luego los coeficientes del modelo por medio de una regresión.

En el caso de los gráficos presentados en resultados y discusión, en ellos se utilizaron los valores arrojados por el análisis estadístico de medias y desvíos del PROC MIXED (Least Square Means) y las curvas ajustadas por el modelo de regresión.

En los anexos se presentan los cuadros del análisis de varianza y de covarianza según la variable analizada con información resumida, obtenida en el PROC Mixed del SAS. La información representada en cada caso corresponde a la fuente de variación, grados de libertad, cuadrado medio del error de la parcela grande (CMEEa), cuadrado medio del error de la parcela chica (CMEEb) y la media aritmética de las Least Square Means.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDA Y EL MANEJO DEL RIEGO SOBRE EL CULTIVAR CL 161

4.1.1 Efecto sobre la materia seca de CL 161

Cuando se determinó la materia seca (MS) del cultivar a los 90 días pos-siembra (DPS), el estado fenológico general era de elongación de entrenudos y la altura desde la base de la planta a la base de la espiga promedio era de 101mm (61mm – 139mm).

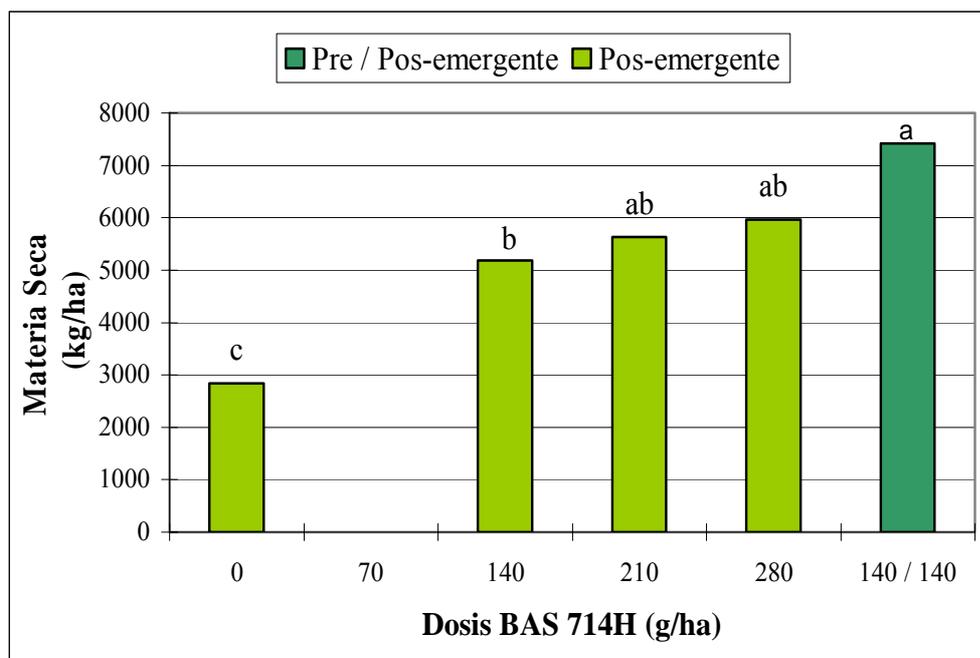
Aunque no se realizó el análisis estadístico, se pudo observar diferencias en atraso de ciclo por efecto del manejo de riego. Las medias de cada manejo de riego fueron 114mm para la inundación 2 días pos aplicación (DPA), 120mm para inundación 7 DPA, 101mm para la inundación 21 DPA con baños y 68mm para la inundación 21 DPA sin baños. Estos datos advierten una tendencia a atrasos en el ciclo del cultivo a medida que se retrasa el riego.

A partir del análisis de varianza de la variable materia seca de CL 161, se observó un efecto muy significativo de los tratamientos de BAS 714 H ($P < 0,0001$), sin encontrarse efecto significativo del manejo del riego ni de la interacción manejo del riego* tratamiento de herbicida (ver Anexo no. 1).

Sin embargo debido a la importancia del manejo del riego y a que la significancia fue cercana al criterio de decisión ($P = 0,0886$), se comenta que existió una tendencia a disminuir la MS del cultivar con el atraso del riego.

En estudios a escala semi-comercial Roel (1999) encontró mejor control de malezas, establecimiento más rápido del cultivo y cierre más temprano de la entrefila con inundaciones tempranas (15 días pos-emergencia) en comparación con la inundación tradicional (45 días pos emergencia).

Figura No. 7: Materia seca del cultivar CL 161 (90 DPS) según tratamiento de BAS 714 H.



Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.

Si observamos los tratamientos de BAS 714 H en pos emergencia dejando de lado el testigo y la dosis fraccionada, los datos obtenidos no sugieren que haya habido un efecto fitotóxico del BAS 714 H sobre el crecimiento del cultivar CL 161.

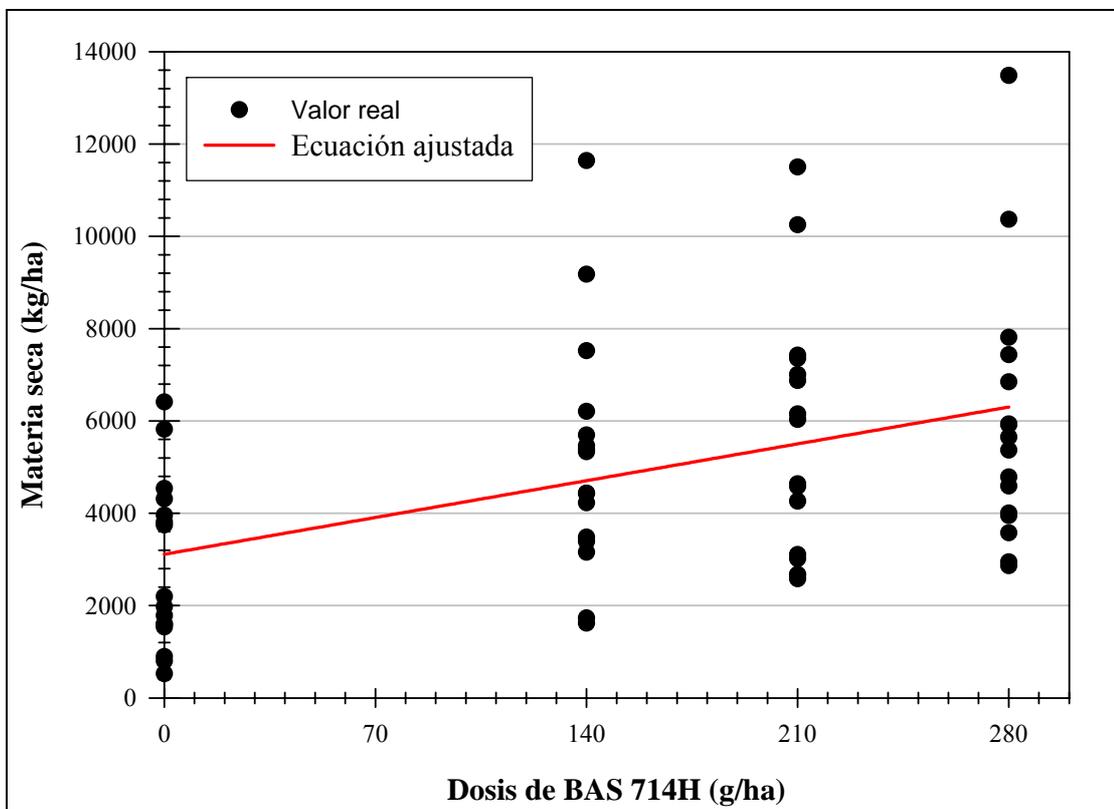
El efecto del tratamiento de herbicida sobre la MS de CL 161 se puede explicar indirectamente por la diferencia en control de malezas por el herbicida. Se observan correlaciones negativas significativas entre MS de CL 161 - MS de capín con un Coeficiente de correlación de Pearson ($r = -0,42781$ ($p=0,0004$)) y entre MS CL 161 - MS de panicum con un $r = -0,25143$ ($p=0,0451$). A su vez la MS de estas malezas esta correlacionada positivamente ($r = 0,29494$ con una $p = 0,018$) entre ellas contribuyendo a la reducción de MS del cultivar.

Cuando hacemos los contrastes ortogonales entre el tratamiento de BAS 714 H de 280g/ha en pos emergencia con el de la misma dosis fraccionada, se obtienen diferencias significativas ($p=0,04$) entre los tratamientos en cuanto a la materia seca del cultivar a favor del tratamiento en secuencia (ver Anexo no. 37). A razón de lo antes

mencionado se concluye que el crecimiento inicial de la secuencia fue superior a los demás tratamientos a causa de haberse suprimido tempranamente la competencia.

Para los tratamientos de BAS 714 H pos-emergentes se logró ajustar una curva de tendencia de la materia seca en respuesta a la dosis del producto.

Figura No. 8: Materia seca del cultivar CL 161 (90 DPS) de los tratamientos pos-emergentes de BAS 714 H.



Ecuación ajustada:

$$Y = 3111,3393 + 11,3963x$$

$$R^2 = 0,17421728 \quad n = 64 \quad P = 0,0004$$

Como se observa en la gráfica los datos tienen una gran dispersión lo que explica un bajo ajuste del modelo.

4.1.2 Efecto sobre la floración de CL 161

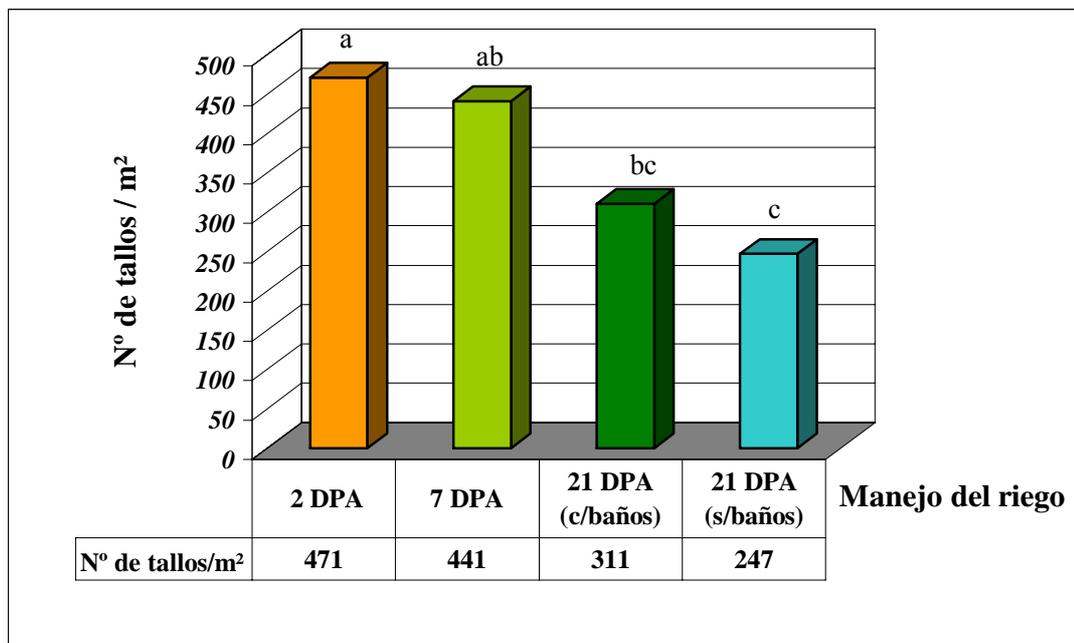
Para evaluar el efecto en el atraso de la floración se midió a los 117 DPS, el número de tallos con excursión de panojas del cultivar/m² y sobre este el porcentaje de panojas erectas y dobladas (llenando grano).

En cuanto a la variable No. tallos con excursión de panojas, se encontró en el análisis de varianza efecto significativo del manejo del riego ($p=0,0015$) y tratamiento de BAS 714 H ($p<0,0001$), no encontrándose efecto significativo de la interacción (ver Anexo no. 2).

En cuanto a las variables % de panojas erectas y dobladas hay un efecto significativo de la covariable ($p=0,0227$), por lo tanto se realizó el análisis de covarianza dando significativos los efectos del manejo del riego y el tratamiento de BAS 714 H (ver Anexos no. 3 y 4).

A continuación se presenta el efecto del manejo del riego sobre las variables mencionadas.

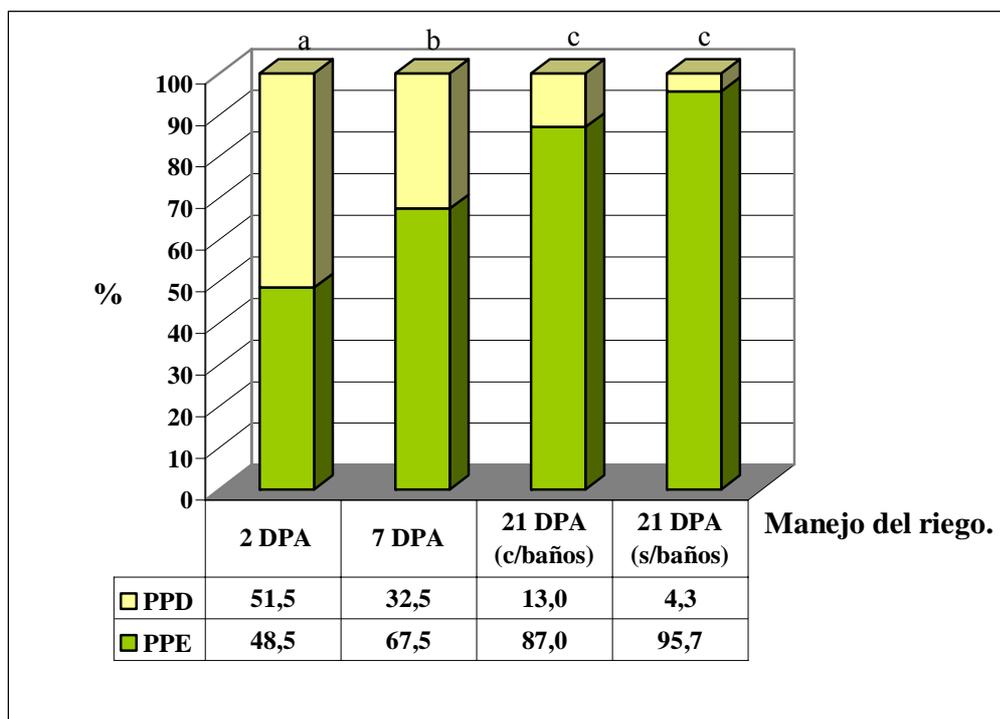
Figura No. 9: Efecto del manejo del riego sobre el no. tallos con excersión de panojas de CL 161.



Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.
DPA: días pos-aplicación.

El atraso del riego afectó el ciclo del cultivo, retrasando la floración (menor no. de tallos con excersión de panojas del cultivar/m²).

Figura No. 10: Efecto del manejo del riego sobre el porcentaje de espigas erectas (PPE) y dobladas (PPD) de CL 161.



Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%. PPD y PPE hacen referencia a las dos variables. DPA: días pos-aplicación.

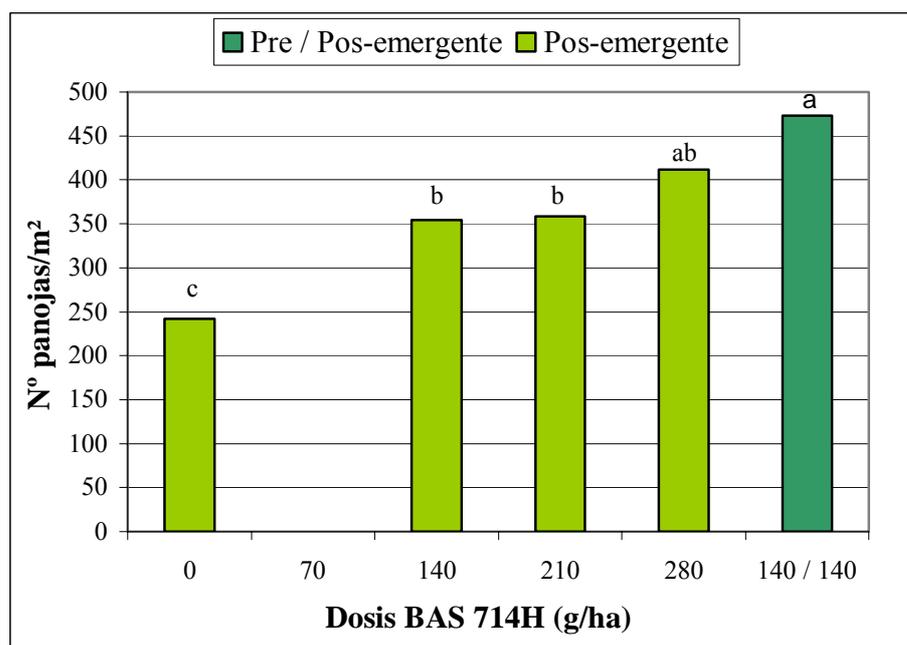
Se observa con claridad que el manejo del riego influye en el ciclo, inundaciones más tardías lo atrasan, teniendo a fecha fija en el estado reproductivo un menor % de panojas llenando grano (dobladas).

En resumen el manejo del riego afectó el ciclo del cultivar CL 161, adelantándolo en inundaciones tempranas y retrasándolo en tardías, al igual que lo registrado por Roel (1999) durante tres zafras, en ensayos de escala semi-comercial con el cultivar INIA Tacuarí.

El efecto de la inundación en el ciclo determinará que a floración las condiciones climáticas (temperatura y luminosidad) sean diferentes, las que tendrán un impacto significativo en la determinación del potencial productivo (Roel, 1999).

En cuanto al efecto de los tratamientos de BAS 714 H, los resultados se presentan a continuación.

Figura No. 11: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el No. tallos con excersión de panojas de CL 161.

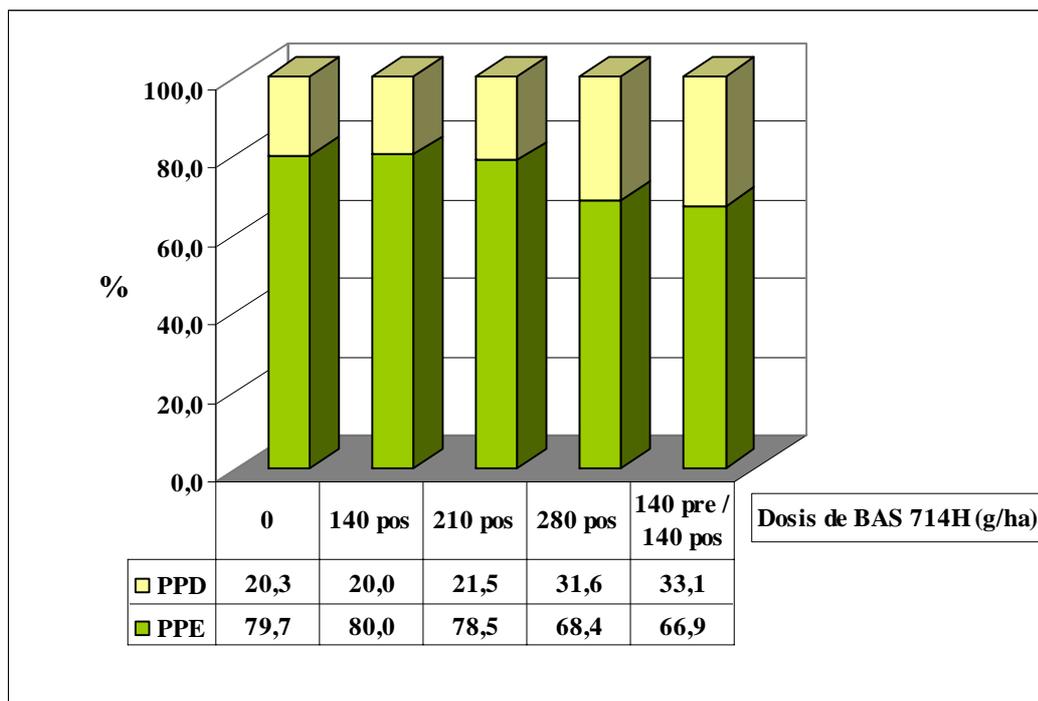


Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.

El menor valor del testigo se debe básicamente a la competencia de las malezas que disminuyeron el número de tallos /m². Esto se pone de manifiesto al observar la correlación que hay entre la MS de CL 161 a los 90 DPS y esta variable ($r = 0,69$; $p < 0,001$), además de la correlación negativa con la MS de capín ($r = -0,383$; $p = 0,0018$).

Al realizar los contrastes ortogonales entre la dosis de 280 g/ha de BAS 714 H fraccionada y la aplicada solo en pos-emergencia, se observaron diferencias significativas ($p = 0,0438$) a favor de la secuencia (ver Anexo no. 38). Con esta información y constatándose la alta correlación entre las variables número de tallos con excersión de panojas del cultivar y la MS del mismo a los 90 DPS ($r = 0,69$; $p < 0,001$) podemos decir que la secuencia suprime la competencia de las malezas en estados iniciales permitiendo un mejor desarrollo del cultivar, encontrándose más avanzado a los 117 DPS.

Figura No. 12: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el porcentaje de espigas erectas (PPE) y dobladas (PPD) de CL 161.



A pesar de que el Test de Tukey no detectó diferencias significativas para esta variable, se observa una tendencia a que los tratamientos con mayor dosis de BAS 714 H (280 g/ha) se encontraban más avanzados en ciclo por un mayor porcentaje de panojas llenando grano, independientemente de la forma de aplicación.

4.1.3 Efecto sobre la altura de CL 161

La altura del cultivar fue medida por única vez a cosecha. No se encontraron efectos significativos de ningún tratamiento (ver Anexo no. 5).

Villa et al. (2006) en aplicaciones de Only (75g/l imazetapir + 25g/l imazapic) sobre cultivares Clearfield® (IRGA 422CL y el híbrido Tuno CL) a dosis de 0,75 – 2 l/ha de herbicida comercial en diferentes momentos de aplicación no obtuvieron respuesta en altura de plantas a cosecha.

Sin embargo, Agostinetto et al. (2005) aplicaron 100g/ha de imazetapir en diferentes épocas sobre un cultivar tolerante a este herbicida, encontrando reducciones de altura cuando se realizaban a inicio del estado reproductivo.

4.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDA Y EL MANEJO DEL RIEGO EN EL CONTROL DE ARROZ ROJO

4.2.1 Efecto sobre la población de arroz rojo

La población de arroz rojo fue evaluada en 8 fechas: en el día del tratamiento pre-emergente (11 DPS), previo al tratamiento pos-emergente (33 DPS), 8 días pos-aplicación (42 DPS), 48 DPS, 56 DPS, 63 DPS, 117 DPS y a cosecha. Esta última medida se realizó en diferente fecha para cada manejo del riego, debido a que modificó la fecha de madurez fisiológica (atraso en el ciclo del cultivo).

Previo a la realización de los tratamientos se contabilizó la población de arroz rojo que había emergido, siendo esta utilizada como covariable de ajuste para el análisis estadístico de los datos.

En el resultado del análisis de varianza de la población inicial no se encontró diferencias significativas con respecto al manejo del riego, tratamiento de herbicida y su interacción, lo que demuestra una distribución relativamente uniforme de la maleza dentro de los bloques (ver Anexo no. 6).

De forma de tener una idea de la infestación de la maleza previa a las aplicaciones pre-emergente y pos-emergente se realizó el siguiente cuadro.

Cuadro No. 11: Población de plantas de arroz rojo estimada a los 11 DPS y 33 DPS según tratamiento de BAS 714 H.

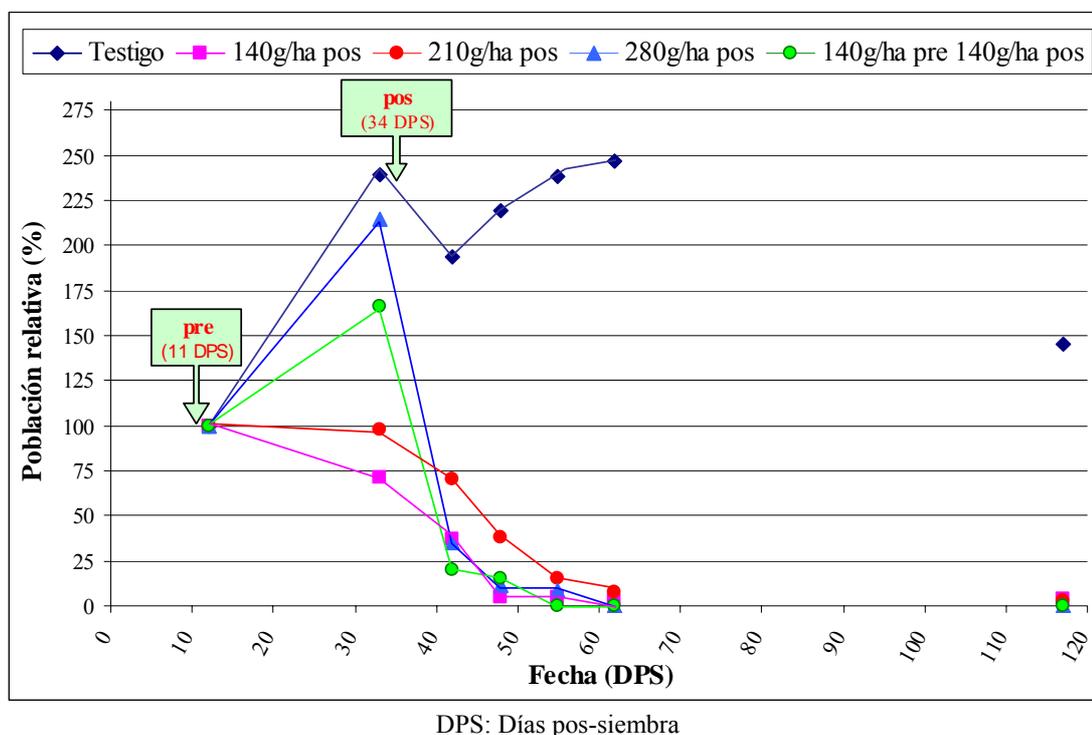
Tratamiento de BAS 714 H	11 DPS	33 DPS
	pl/m² *	
Testigo	8,6	21
140 g/ha pos	22,4	16
210 g/ha pos	12,9	13
280 g/ha pos	17,0	37
140 g/ha pre 140 g/ha pos	8,6 **	14 **

* n = 16. ** n = 15. DPS: Días pos-siembra.

El análisis de varianza con respecto a la población de arroz rojo en los diferentes muestreos, encontró efecto significativo de la variable tratamiento de herbicida sobre la población de arroz rojo, a partir del tercer conteo (42 DPS), sin embargo no mostró efecto del manejo del riego, ni de la interacción manejo del riego*tratamiento de herbicida (ver Anexo no. 6).

Para analizar dicho efecto se representa la evolución en el tiempo de la población de arroz rojo relativa a la infestación al inicio de cada tratamiento (11 DPS).

Figura No. 13: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre la población relativa de arroz rojo.



En el tratamiento en secuencia de BAS 714 H se observa que en promedio la aplicación pre emergente no tuvo efecto en la dinámica de la población de arroz rojo, posiblemente por causa de que 3 de las 15 parcelas con tratamiento en secuencia aumentaron mucho, sin embargo en las demás se redujo la población. El incremento se observó en las 3 parcelas con mayor infestación inicial de la maleza y donde la gran mayoría eran plántulas de arroz rojo.

En cuanto al tratamiento de 140 g/ha de BAS 714 H en pos-emergencia se observó una disminución en la población de arroz rojo, posiblemente por muerte de plantas pequeñas debido al efecto de la competencia interespecífica (CL 161 y capín) observada a campo.

Todos los tratamientos a los cuáles se les aplicó BAS 714 H disminuyen drásticamente la población de la maleza luego de la aplicación pos emergente (punto de quiebre), llegando el cultivo prácticamente limpio a los 117 DPS.

Cuadro No. 12: Población de plantas de arroz rojo estimada a cosecha por tratamiento de BAS 714 H.

Tratamientos de BAS 714 H	Población a cosecha	Población Relativa *	Población Relativa **
	(pl/m ²)	(%)	
Testigo	26,4 a	306,8	128,2
140 g/ha pos	2,5 b	11,2	15,7
210 g/ha pos	0,81 b	6,3	6,4
280 g/ha pos	0,75 b	4,4	2,1
140 g/ha pre 140 g/ha pos	0 b	0,0	0,0

Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.

* Población relativa a la población inicial (11 DPS), presentada en el cuadro anterior.

** Población relativa a la población a los 33 DPS, presentada en el cuadro anterior.

Como se observa en el cuadro el mejor control se obtiene con el tratamiento de BAS 714 H en secuencia, esto mismo fue encontrado por otros autores en la bibliografía al utilizar imazetapir (Liscano y Williams 1999, Dillon y Baldwin 1999, Steele et al. 2002, Ottis et al. 2003).

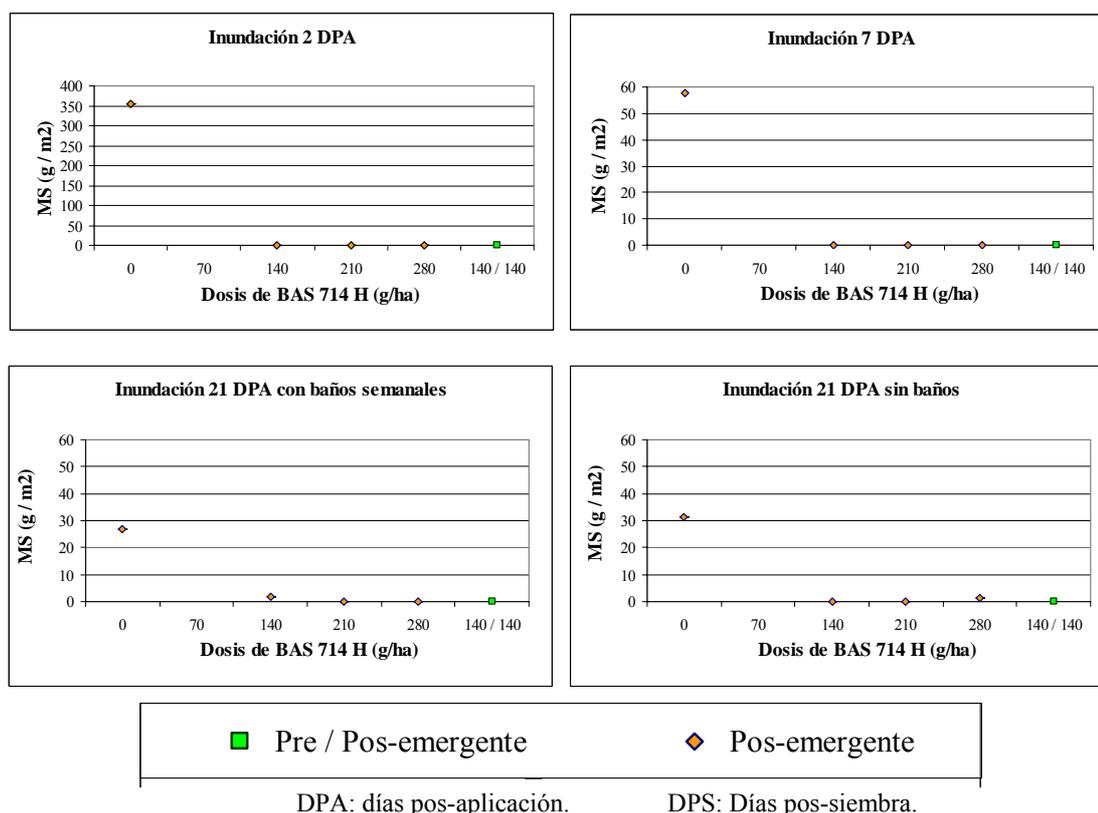
En cuanto a las aplicaciones pos-emergentes no se observaron diferencias en el control de plantas de arroz rojo a cosecha. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Webster y Masson (2001), donde no observaron diferencias en control de la maleza al usar la dosis recomendada o el doble de esta con imazametabenz, imazamox, imazapic, imazapir, imazetapir, nicosulfuron y primisulfuron.

En los tratamientos pos-emergentes a pesar de no haber diferencias significativas entre medias según el Test de Tukey, se observa una tendencia a disminuir la población a medida que se incrementa la dosis.

4.2.2 Efecto sobre la materia seca de arroz rojo (90 DPS)

A partir del ANAVA se observa que hay efecto significativo del tratamiento de BAS 714 H ($p=0,0002$) y de la interacción manejo del riego*tratamiento de BAS 714 H ($p=0,0027$), sin embargo no hay efecto significativo del manejo del riego sobre la variable materia seca de arroz rojo (ver Anexo no. 7).

Figura No. 14: Efecto de los tratamientos de BAS 714 H en los distintos manejos del riego sobre la materia seca de arroz rojo (90 DPS).



Se observó un efecto claro en la reducción de la materia seca de la maleza por la aplicación de BAS 714 H independientemente de la dosis o forma de aplicación de este.

La interacción del manejo del riego*tratamiento de BAS 714 H se da básicamente por diferencias en los testigos debido a los diferentes manejos del riego. Esta se observó en el Test de efectos Slices al comparar los testigos de los diferentes manejos del riego (ver Anexo no. 27).

En el siguiente cuadro se presentan los datos del testigo.

Cuadro No. 13: Materia seca de arroz rojo (90 DPS) en los testigos según manejo del riego.

Manejo del riego	2 DPA	7 DPA	21 DPA c/baños	21 DPA s/baños
	g/m ²			
Testigo	354,3 a	57,5 b	27 b	31,5 b

Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.
DPA: Días pos-aplicación. DPS: Días pos-siembra.

Según test de tukey la diferencia entre testigos en cuanto a materia seca de arroz rojo es notoria, en el manejo del riego con inundación 2 DPA el valor es mucho mayor que para los demás.

Se obtuvieron correlaciones significativas entre la variable analizada y la población de plantas de arroz rojo en las fechas de conteo 42 DPS, 48 DPS, 55 DPS y 62 DPS.

Cuadro No. 14: Correlaciones entre la variable MS de arroz rojo y plantas de arroz rojo a diferentes fechas de conteo.

Fecha de conteo (DPS)	Coefficiente de correlación de Pearson (r)	Significancia (p)
11	0,18222	0,1635
33	0,09804	0,4409
42	0,5414	<0,001
48	0,69444	<0,001
55	0,69304	<0,001
62	0,72719	<0,001

MS: Materia seca. DPS: Días pos-siembra.

Se observa que la MS de arroz rojo a los 90 DPS no esta afectada por la población temprana de la maleza, a los 11 DPS y 33 DPS.

4.2.3 Efecto sobre el número de panojas de arroz rojo a cosecha

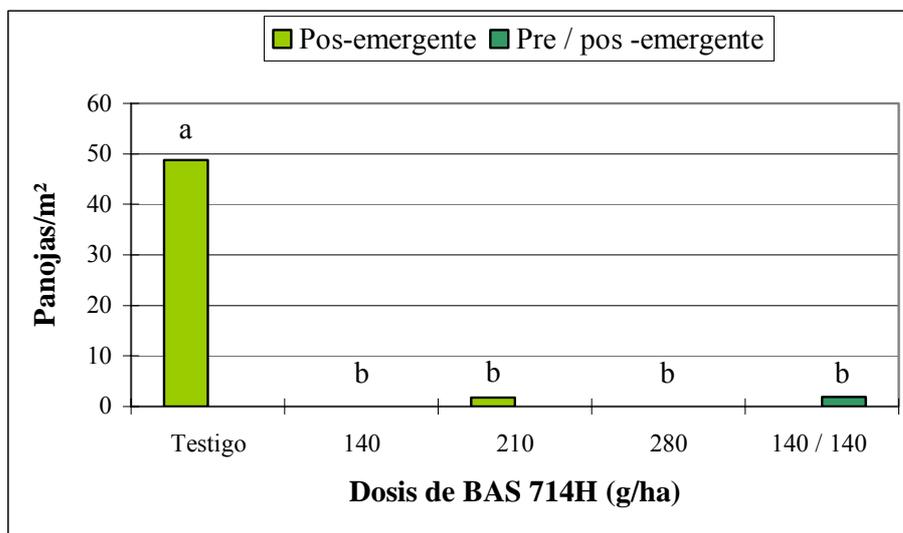
Para esta variable se observó efecto significativo de la covariable ($p=0,0288$).

El ANAVA encontró efecto significativo del tratamiento de BAS 714 H ($p=0,0003$), no detectándose efecto del manejo del riego ni de su interacción (ver Anexo no. 8).

Sin embargo, Avila et al. (2005) concluyeron que el momento de inundación y de aplicación del herbicida afectan el control de arroz rojo con imazetapir, observando los mejores resultados con inundaciones menores a los 14 DPA para aplicaciones tempranas (3-4 hojas) y menor a los 7 días en aplicaciones tardías (5 hojas).

También Bidel (2005), usando el herbicida Only (7.5% imazetapir + 2.5% imazapic), observó que la entrada del agua a los 3 días pos-aplicación fue la más eficiente en el control de arroz rojo (vs. 13 días pos-aplicación). El menor control obtenido en el manejo del riego tardío fue explicado en un 60-70% debido a una reinfestación de plantas de arroz rojo y a una recuperación de las plantas intoxicadas.

Figura No. 15: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre la variable panojas de arroz rojo/m² a cosecha.



Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.

De la información presentada en la gráfica se puede concluir que hubo efecto sobre el no. de panojas de arroz rojo a cosecha al aplicar BAS 714 H, independientemente de la dosis o forma de aplicación.

Sin embargo, el control no fue del 100%, indicando que hay escape de plantas al herbicida. Esto es de suma importancia debido a que se incrementa el banco de semillas de la maleza en el suelo, dificultando su erradicación (Kissman, 1991).

Además hay que tener en cuenta que afecta la viabilidad de esta tecnología por el riesgo de que ocurra flujo génico entre el arroz Clearfield® y el arroz rojo, debiendo ser complementada con el raleo (roguing) de plantas de arroz rojo que sobrevivan al tratamiento (Tan et al., 2005).

Cuando analizamos solo el efecto de las dosis de BAS 714 H realizadas en pos-emergencia, dejando de lado la secuencia, se logró ajustar la siguiente ecuación:

$$Y = 49,18454144 - 0,28890172 x + 1,38158250 z$$

$$R^2 = 0,611793 \quad n = 16 \quad P = 0,0021$$

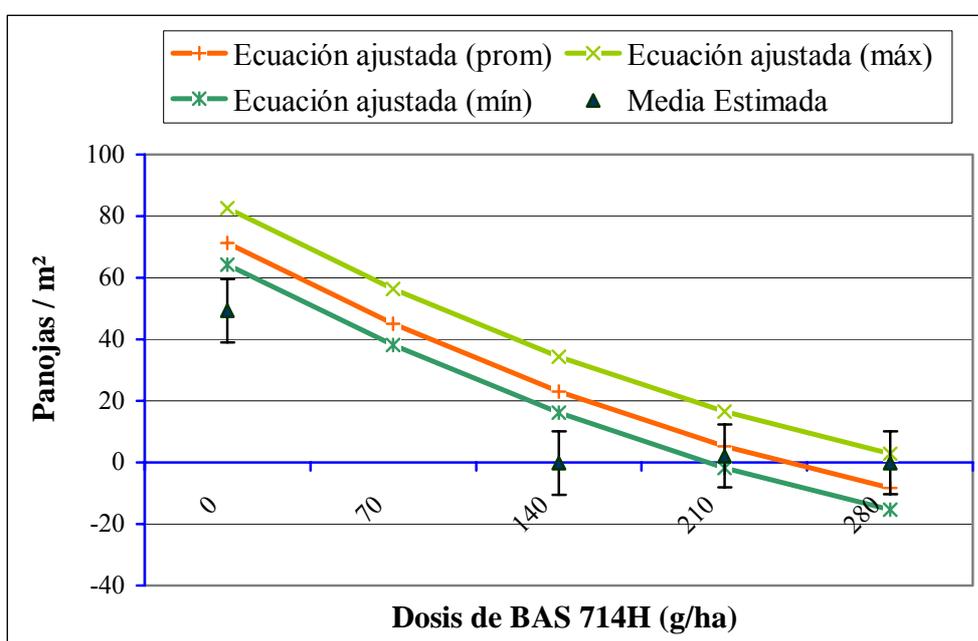
Donde:

Y: No. panojas de arroz rojo/m² a cosecha

x: dosis de BAS 714 H pos-emergente (g/ha)

z: No. de plantas de arroz rojo/m² a los 12 DPS (covariable)

Figura No. 16: Efecto de los tratamientos de BAS 714 H pos-emergentes sobre la variable panojas de arroz rojo/m².



* En las Ecuaciones se utilizó como covariable la población inicial de arroz rojo (11 DPS). Para (prom) el valor promedio $z = 13,9 \text{ pl/m}^2$. Para (máx) el valor máximo $z = 22,4 \text{ pl/m}^2$. Para (mín) el valor mínimo $z = 8,6 \text{ pl/m}^2$.

Por lo tanto en el caso de decidir una única aplicación pos-emergente temprana, la dosis a utilizar dependería de la población de arroz rojo que este presente en el campo en pre-emergencia del cultivo.

4.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDA Y EL MANEJO DEL RIEGO EN EL CONTROL DE OTRAS MALEZAS

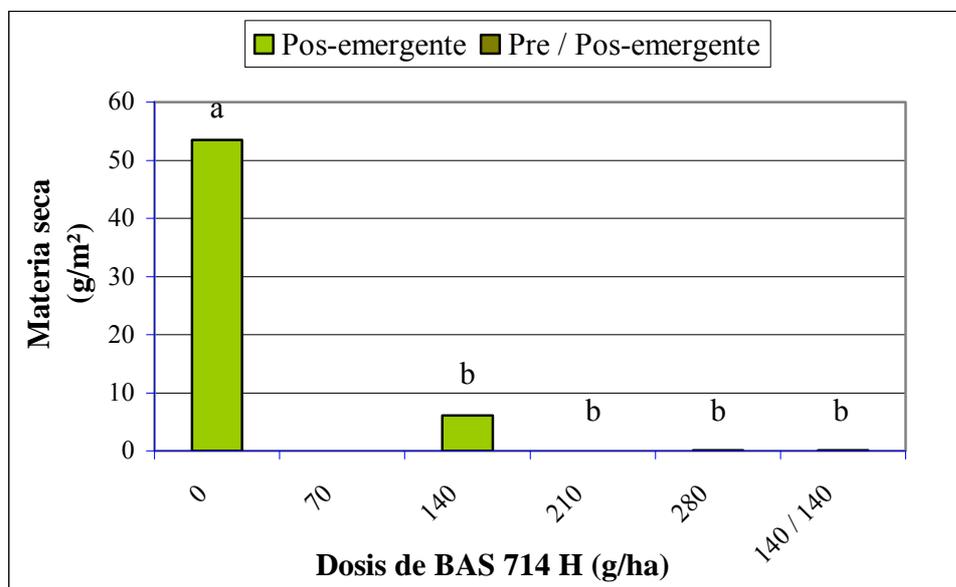
4.3.1 Capín (*Echinochloa spp.*)

4.3.1.1 Efecto sobre la materia seca de capín (90 DPS)

El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre tratamientos de BAS 714 H ($p < 0,0001$), sin encontrar efecto significativo del manejo del riego ni de la interacción manejo del riego*tratamiento de BAS 714 H (ver Anexo no. 9).

Lo mismo encontraron Zhang et al. (2001), no observando un efecto de la humedad del suelo en el control de malezas con el uso de imazetapir, otorgándole flexibilidad al riego.

Figura No. 17: Efecto de los tratamientos de herbicida sobre la materia seca de capín a los 90 DPS.

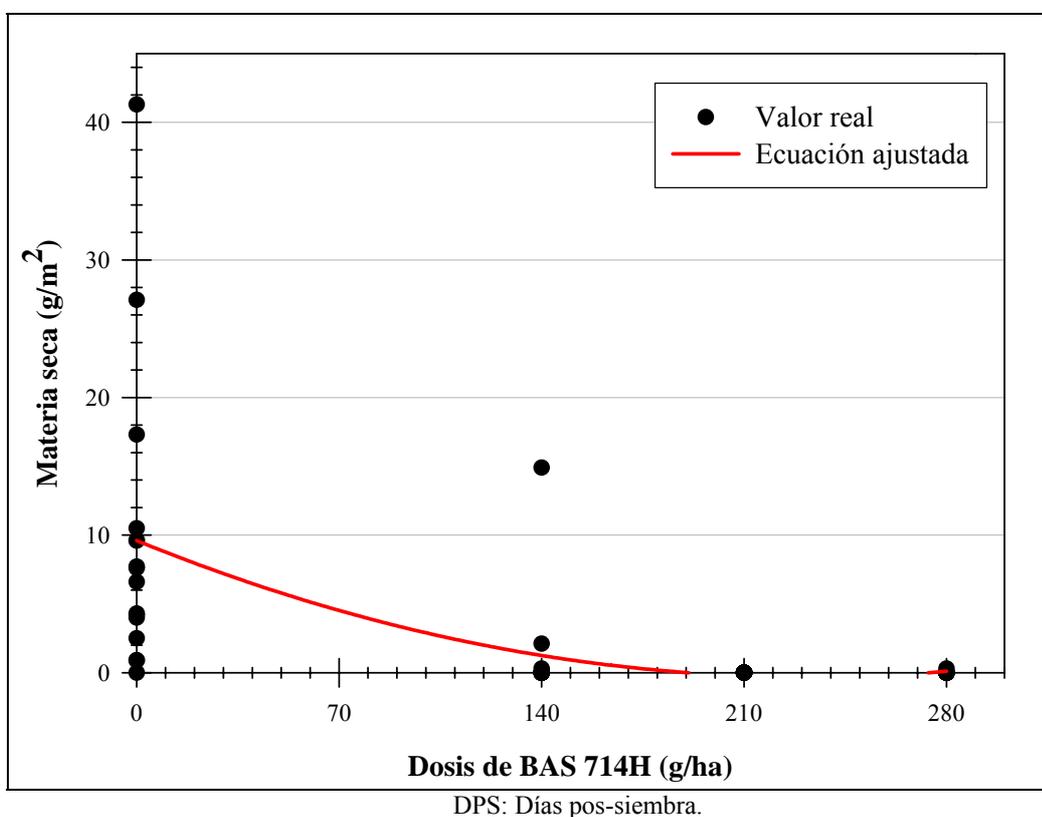


Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.
DPS: Días pos-siembra.

Se observan controles altos de la maleza por el uso de herbicida BAS 714 H, no encontrándose diferencias significativas entre dosis o momentos de aplicación.

Sin embargo, los autores Liscano y Williams (1999), Dillon y Baldwin (1999), Ottis et al. (2003) observaron mejor control de plantas de capín al aplicar imazetapir pre-siembra o pre-emergente seguidos por una aplicación pos-emergente.

Figura No. 18: Efecto de los tratamientos pos-emergentes de herbicida sobre la materia seca de capín a los 90 DPS.



Ecuación ajustada:

$$Y = 9,6032 - 0,0854x + 0,0002x^2$$

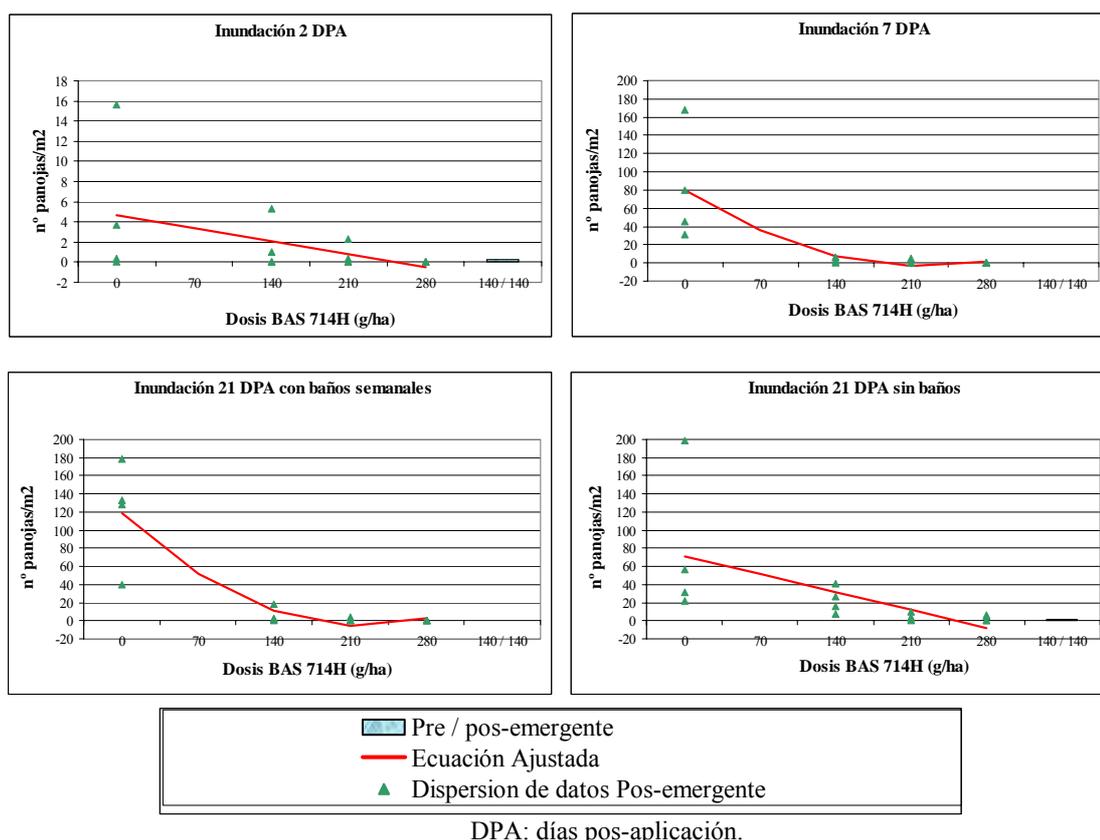
$$R^2 = 0,32310682 \quad n = 64 \quad P < 0,0001$$

En el gráfico se ve la tendencia a bajar la materia seca de capín a medida que aumenta la dosis pos-emergente de herbicida.

4.3.1.2 Efecto sobre el número de panojas de capín a cosecha

A partir del ANAVA se encontró efecto significativo del tratamiento de BAS 714 H ($p < 0,0001$) y de la interacción manejo del riego*tratamiento de BAS 714 H ($p = 0,0089$), sobre la variable panojas de capín/m² a cosecha (ver Anexo no. 10).

Figura No. 19: Efecto de los tratamientos de herbicida en los distintos manejos del riego sobre el número de panojas de capín.



Las ecuaciones de respuesta se ajustaron para la dosis pos-emergente de BAS 714 H para cada manejo del riego y se presentan a continuación:

Manejo del Riego “Inundación 2 DPA”:

$$Y = 4,642857143 - 0,018367347 x$$

$$R^2 = 0,228684 \quad n = 16 \quad P = 0,061$$

Manejo del Riego “Inundación 7 DPA”:

$$Y = 80,14318182 - 0,75602273 x + 0,00170107 x^2$$

$$R^2 = 0,621266 \quad n = 16 \quad P = 0,0018$$

Manejo del Riego “Inundación 21 DPA con baños semanales”:

$$Y = 118,9068182 - 1,1321916 x + 0,0025591 x^2$$

$$R^2 = 0,796825 \quad n = 16 \quad P < 0,0001$$

Manejo del Riego “Inundación 21 DPA sin baños”:

$$Y = 71,12142857 - 0,28132653 x$$

$$R^2 = 0,379520 \quad n = 16 \quad P = 0,0111$$

Donde:

Y: No. panojas de capín/m²

x: dosis de BAS 714 H pos-emergente (g/ha)

En las gráficas se observan diferencias importantes entre manejos del riego en cuanto al número de panojas de la maleza en los testigos, aunque el ANAVA no detectó efecto del manejo del riego sobre esta variable (Ver anexo No. 10). Esto se debe a la distribución de la maleza y la diferencia en la población de arroz rojo que compite con la misma.

Por lo tanto, la interacción esta dada por la variación de panojas entre manejos del riego en los testigos. Esto se puede observar claramente en las salidas del Test de efectos Slice (ver Anexo no. 28) y en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 15: Panojas de capín a cosecha en los testigos según manejo del riego.

Manejo del riego	2 DPA	7 DPA	21 DPA c/baños	21 DPA s/baños
	No. panojas/m ²			
Testigo	5 a	81 b	120 b	78 b

Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.
DPA: días pos aplicación.

El tratamiento en secuencia tuvo un control total de la maleza a final de ciclo a excepción del manejo de inundación tardía sin baños, en el cuál se pudo observar algún escape.

En cuanto al efecto de la dosis del herbicida en los tratamientos pos-emergentes se calcularon las dosis mínimas a partir de la cuál se da el control total de capín, siendo 175 g/ha de BAS 714 H para el manejo del riego inundado a los 7 DPA y 172 g/ha de BAS 714 H para el inundado 21 DPA con baños semanales. Para los otros dos manejos de riego debido al bajo ajuste del modelo lineal se decidió no presentar este dato.

Se obtuvo una correlación significativa positiva entre la variable analizada y la materia seca de Capín a los 90 DPS y una correlación negativa con la materia seca de CL 161.

Cuadro No. 16: Correlaciones entre número de panojas de capín y otras variables medidas.

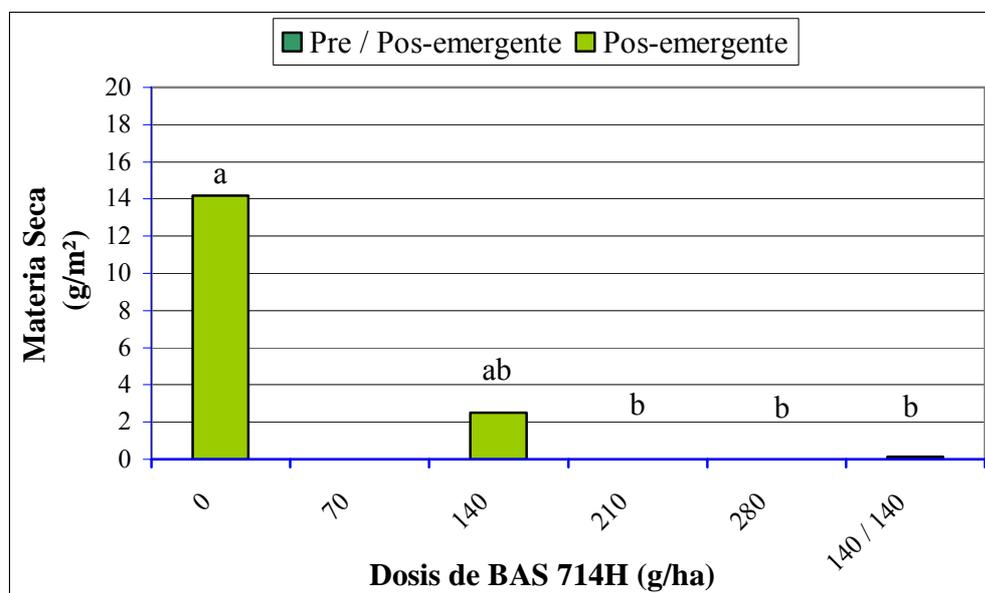
Variable	Coefficiente de correlación de Pearson (r)	Significancia (p)
MS Capín	0,50945	<0,0001
MS CL 161	-0,47877	<0,0001

4.3.2 Panicum (*Panicum dichotomiflorum*)

4.3.2.1 Efecto sobre la materia seca de panicum (90 DPS)

El ANAVA mostró que solamente los tratamientos de BAS 714 H tienen un efecto significativo ($p=0,0153$) sobre la materia seca de panicum (ver Anexo no. 11).

Figura No. 20: Efecto de los tratamientos de BAS 714 H sobre la materia seca de panicum (90 DPS).

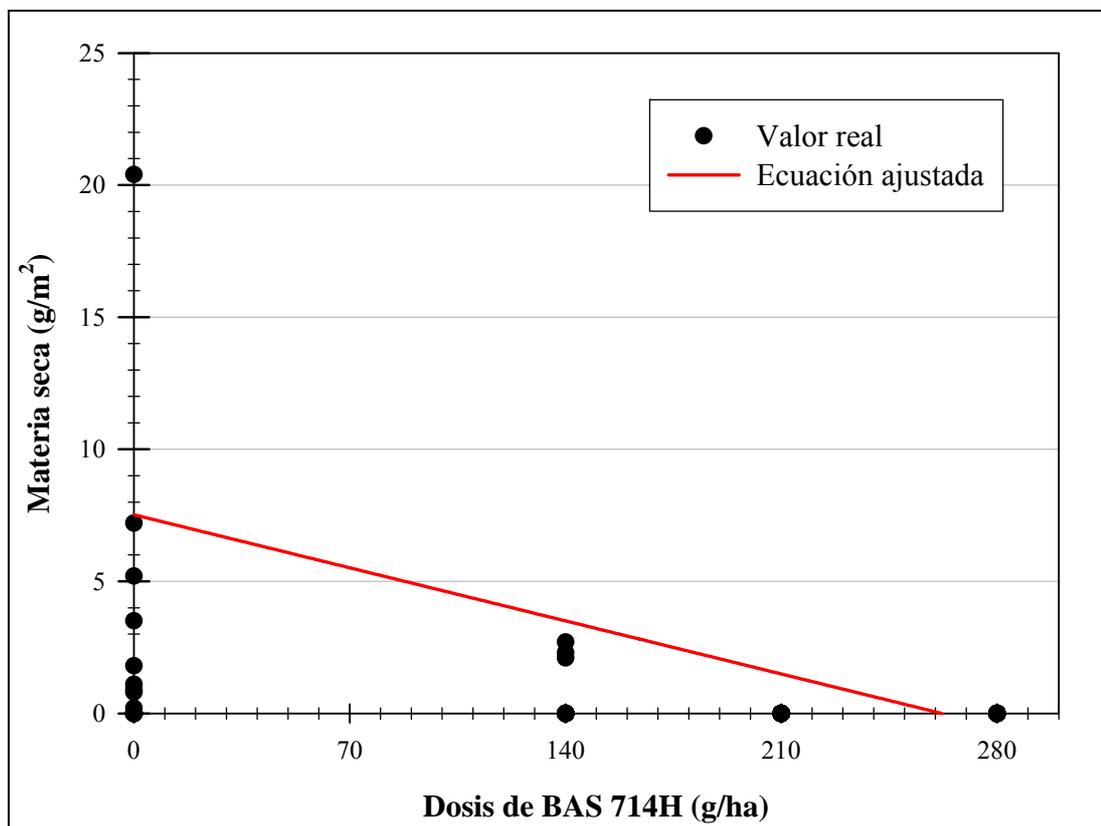


Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.
DPS: Días pos-siembra.

El control de esta maleza en cuanto a su MS a los 90 DPS presenta una tendencia a ser mayor en el tratamiento en secuencia y en los tratamientos pos-emergente con dosis de BAS 714 H mayores a 210g/ha.

Para los tratamientos de BAS 714 H pos-emergentes se ajustó el siguiente modelo de forma observar la tendencia.

Figura No. 21: Efecto de los tratamientos de BAS 714 H pos-emergentes sobre la materia seca de panicum (90 DPS).



DPS: Días pos-siembra.

Ecuación ajustada:

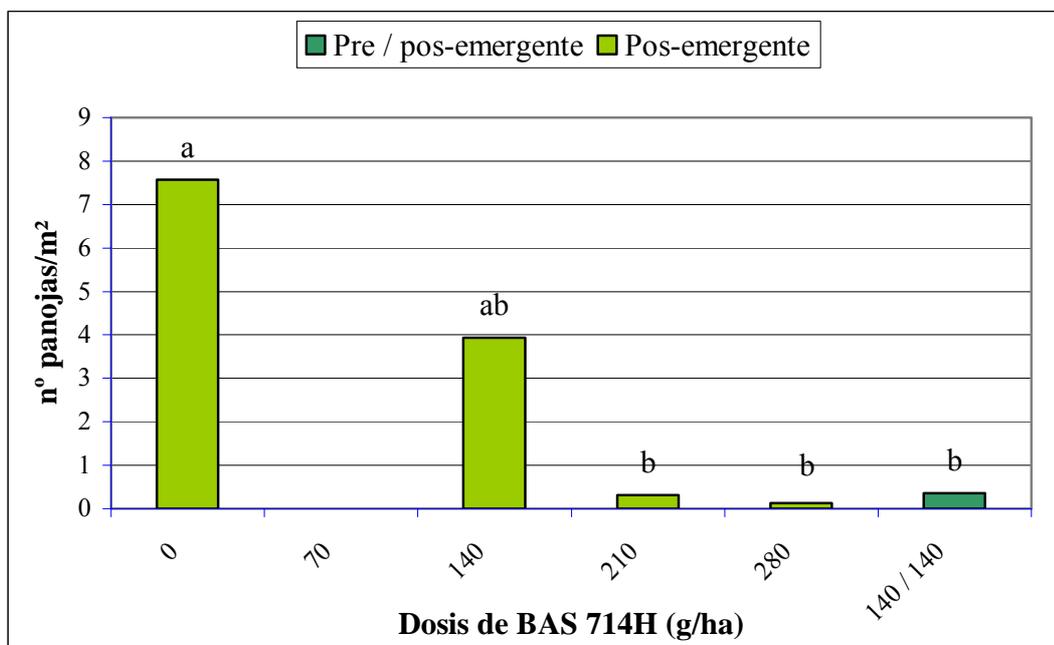
$$Y = 2,2679 - 0,0096x$$

$$R^2 = 0,11440612 \quad n = 64 \quad P = 0,0036$$

4.3.2.1 Efecto sobre el número de panojas de panicum a cosecha

Según el análisis de varianza hay un efecto significativo ($p=0,0002$) de los tratamientos de BAS 714 H sobre la variable número de panojas de panicum/m². (ver Anexo no. 12).

Figura No. 22: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de panojas de panicum a cosecha.

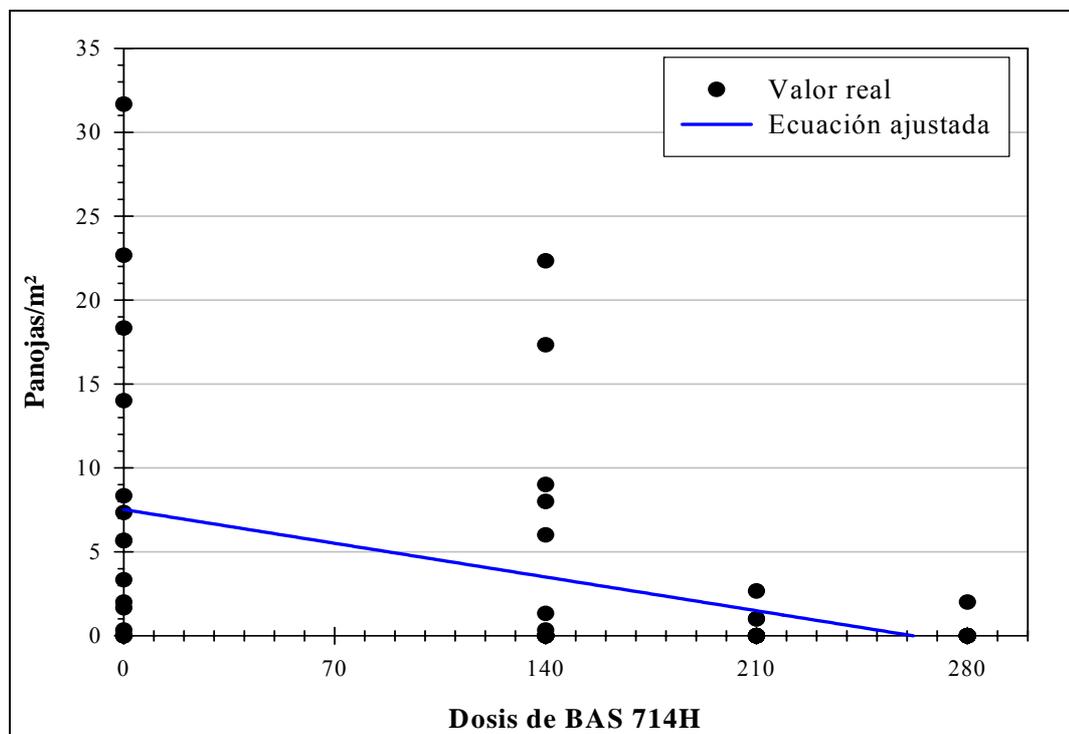


Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.

De la misma forma que con la MS de la maleza, se observa una tendencia a mayores controles a dosis pos-emergentes superiores a 210g/ha y en la secuencia, pero constatándose que siempre hay un cierto escape de plantas que semillan.

Para los datos de los tratamientos de BAS 714 H en pos emergencia se le ajustó un modelo lineal.

Figura No. 23: Efecto de los tratamiento pos-emergentes BAS 714 H sobre el número de panojas de panicum a cosecha.



Ecuación ajustada:

$$Y = 7,521 - 0,0287x$$

$$R^2 = 0,19875794 \quad n = 64 \quad P = 0,0001$$

4.3.3 Ciperáceas (*Cyperus spp.*)

Las variables medidas fueron materia seca de ciperáceas a los 90 DPS y número de plantas/m² a cosecha, ambas variables presentaron valores muy bajos debido a la escasa presencia de dicha maleza en el experimento.

Para las dos variables no se encontró efecto del tratamiento de BAS 714 H, del manejo del riego ni de su interacción (ver Anexos no. 13 y 14).

4.3.4 Pasto de cuaresma o pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*)

Se midió únicamente la variable materia seca de la maleza (g/m^2) a los 90 DPS, aunque no se realizó el ANAVA debido a la baja presencia de esta (en 6 de 79 parcelas), presentándose en los testigos del manejo de riego inundado a los 21 DPA con baños semanales y una repetición de los testigos inundados a los 2 DPA y 7 DPA. Al no encontrar plantas de la maleza en las demás parcelas, se asumió que probablemente los tratamientos de BAS 714 H controlaron a la maleza independientemente del momento de aplicación y dosis.

4.3.5 Eclipta (*Eclipta spp.*)

Se encontraron presencia plantas aisladas a las que se le midió materia seca (g/m^2) a los 90 DPS, pero no se realizó el análisis estadístico debido a que solo se observó en 4 de 79 parcelas.

4.3.6 Gamba rusa (*Alternanthera philoxeroides*)

Se encontró presencia de la maleza a cosecha por lo que se midió el número de plantas/ m^2 en este momento.

Sin embargo el análisis de varianza no detectó ningún efecto significativo sobre dicha variable (ver Anexo no. 15).

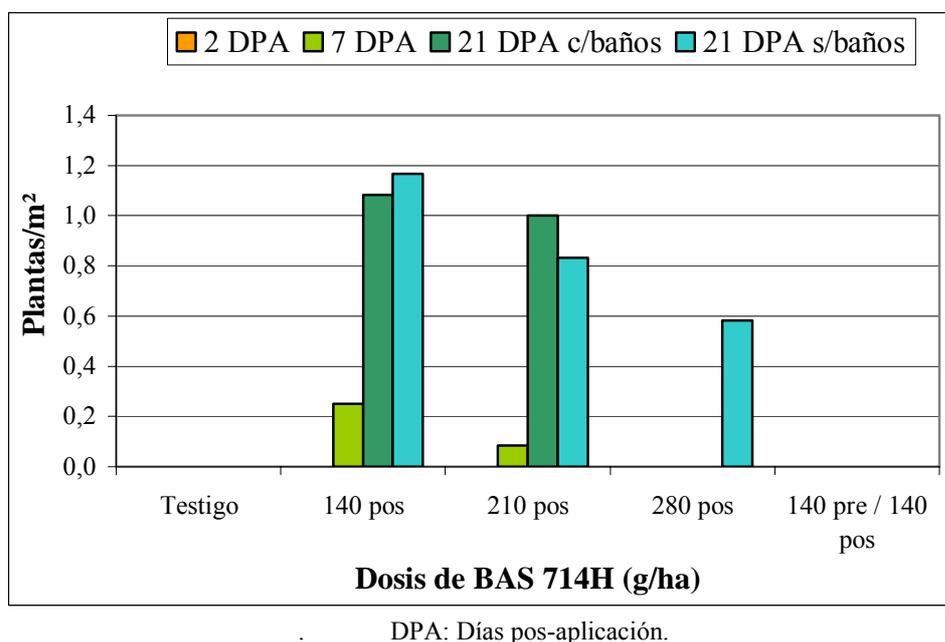
4.3.7 Yerba del bicho (*Polygonum spp.*)

Se midió la población a cosecha (plantas/ m^2), la cual fue muy baja y se encontró en pocas parcelas (en 11 de 79 parcelas).

Se encontró efecto significativo de la covariable ($p=0,0024$) sobre la población de Yerba del bicho a cosecha. El análisis de covarianza detectó efecto significativo del tratamiento de BAS 714 H ($p<0,0001$) y de la interacción ($p=0,0064$) (ver Anexo no. 16).

El ANACOVA dio un efecto del manejo del riego cercano al nivel de significancia ($p=0,0557$), lo que explicó la tendencia a aumentar la población de la maleza en la inundación tardía (a los 21 DPA sin baños).

Figura No. 24: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de plantas de yerba del bicho.



A pesar de la tendencia que se ve en la gráfica el Test de Tukey no detectó diferencias significativas entre tratamientos debido a su exigencia.

En los testigos no se observa la presencia de la maleza debido a la competencia que ejercen otras malezas como arroz rojo y capín fundamentalmente.

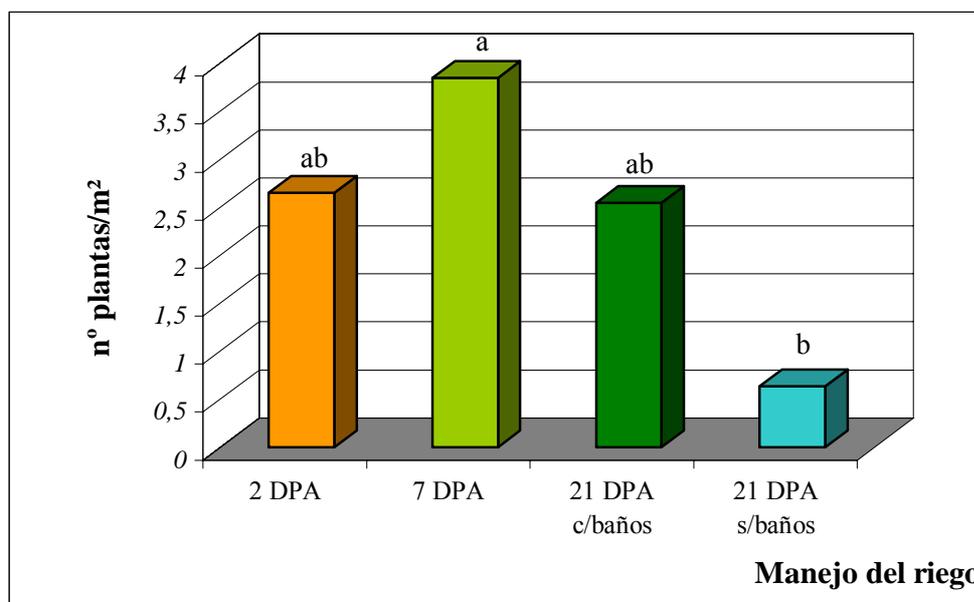
En las dosis intermedias de BAS 714 H donde se controla en gran medida a otras malezas, se produce el aumento de la población de yerba del bicho, principalmente en inundaciones tardías (21 DPA con o sin baños). Esto demuestra que la maleza no fue controlada eficientemente por el herbicida a bajas dosis. Sin embargo, en la dosis de 280 g/ha de BAS 714 H pos-emergente se la controla eficientemente en todos los manejos del riego excepto en el más tardío donde el control es parcial.

Cuando se aplica la dosis de 280 g/ha en secuencia se logra controlar totalmente a la maleza independientemente del manejo del riego.

4.3.8 Sagitaria (*Sagitaria montevidensis*)

Las plantas de Sagitaria se contabilizaron a cosecha, encontrando en el ANAVA efecto significativo del manejo del riego ($p=0,0465$) y del tratamiento de herbicida ($p=0,0195$) (ver Anexo no. 17).

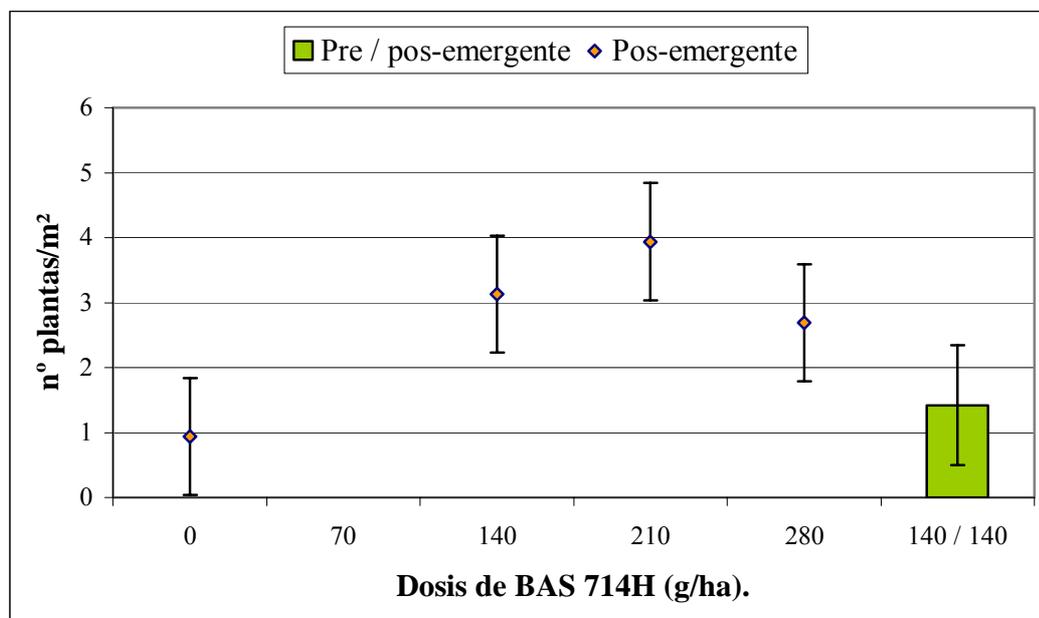
Figura No. 25: Efecto del manejo de riego sobre el número de plantas de sagitaria.



Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.
DPA: días pos-aplicación.

Se observa una tendencia a presentarse menor población en manejos del riego tardíos (21 DPA s/ baños). Esto es de esperarse debido a que es una maleza característica de lugares inundados (BASF, 1993).

Figura No. 26: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de plantas de sagitaria.



Se observan menores poblaciones en los testigos debido a la competencia de otras malezas (arroz rojo, capín) y en los tratamientos en secuencia posiblemente por un mejor desarrollo del cultivo que compite con la sagitaria.

Sin embargo se presentó en distintos tratamientos de BAS 714 H, advirtiéndose que estos principios activos no la controlan totalmente.

Se trató de ajustar un modelo para los datos de número de plantas de la maleza bajo diferentes dosis en pos-emergencia, no ajustándose ninguno. Lo que se observó es que la maleza está asociada a sitios donde el cultivo está ralo, por fallas en la siembra o daños de ratas.

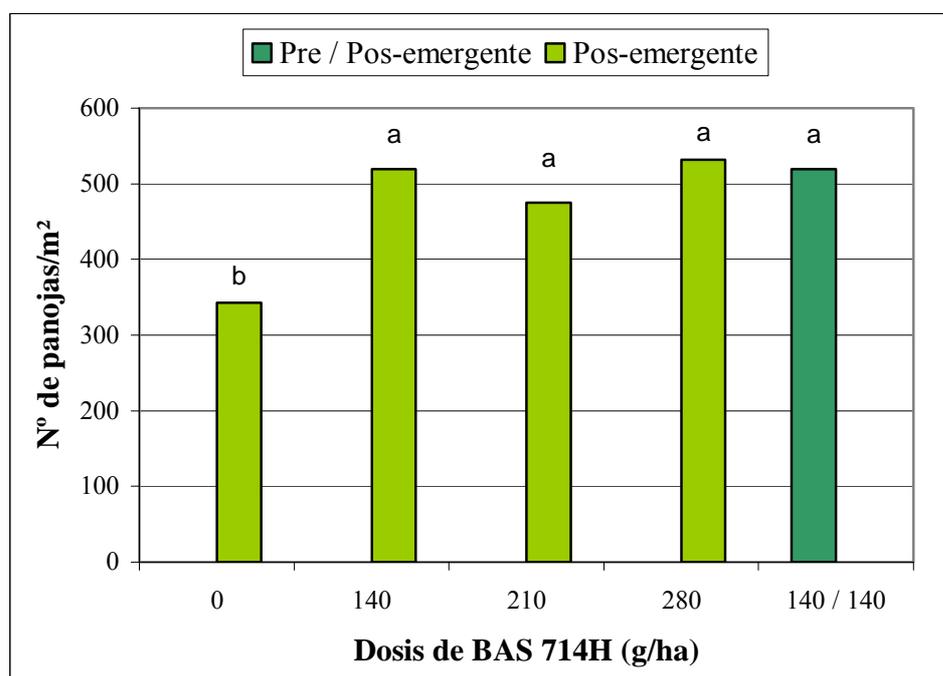
4.4 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDA Y EL MANEJO DEL RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

4.4.1 Efecto sobre el número de panojas de CL 161/m² a cosecha

Para esta variable se detectó un efecto significativo ($p=0,0114$) de la covariable.

El análisis de covarianza demuestra que existe efecto del tratamiento de BAS 714 H ($p<0,0001$), sin que se presente efecto significativo del manejo del riego ni de la interacción (ver Anexo no. 18).

Figura No. 27: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de panojas/m² de CL 161.



Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.

Se observa un efecto notorio de las malezas que afecta el No. de panojas/m² del cultivar, este se pone en evidencia por la diferencia existente entre el testigo y los

tratamientos en que se aplica BAS 714 H, no presentándose diferencias entre dosis o forma de aplicación del producto.

El efecto de las malezas se pone en evidencia cuando calculamos el coeficiente de correlación de Pearson (r) para la variable panojas/m² de CL 161 y las variables que representan la infestación de malezas.

Cuadro No. 17: Correlaciones entre número de panojas de CL 161 y otras variables medidas.

Variable		Coefficiente de correlación de Pearson (r)	Significancia (p)
Conteo de plantas de arroz rojo	42 DPS	-0,38203	0,0018
	48 DPS	-0,44189	0,0003
	55 DPS	-0,46461	0,0001
	62 DPS	-0,47152	<0,0001
	117 DPS	-0,39755	0,0011
	a cosecha	-0,38974	0,0015
Materia seca de:	capín	-0,53362	<0,0001
	panicum	-0,31506	0,0112
Panojas a cosecha de:	arroz rojo	-0,4205	0,0005
	capín	-0,52976	<0,0001
Cultivar CL 161	materia seca	0,42392	0,0005
	panojas florecidas	0,40636	0,0009

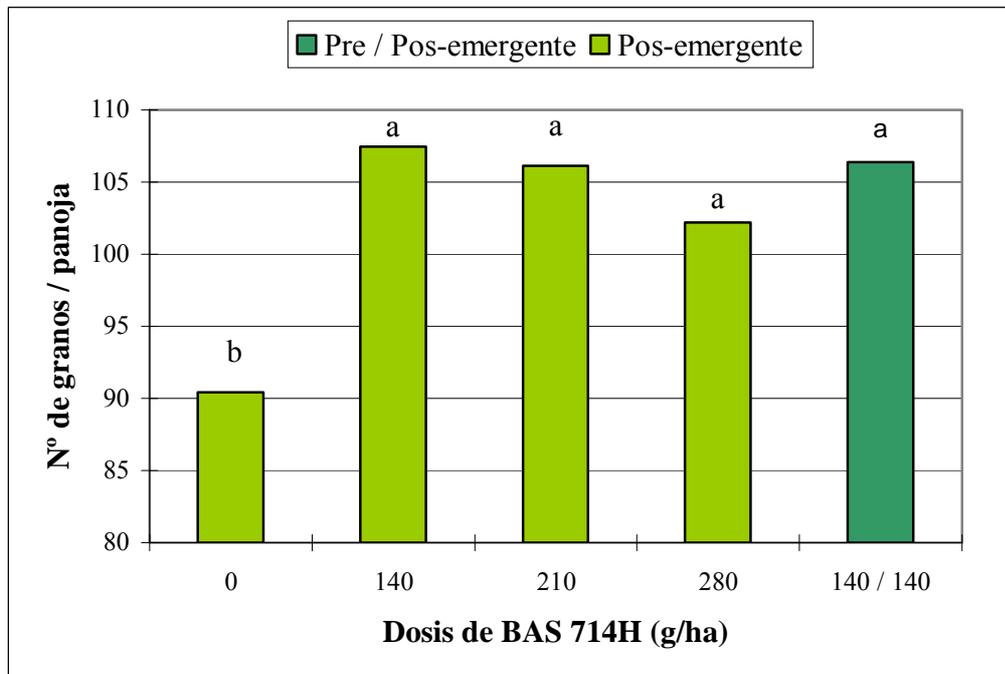
DPS: Días pos-siembra.

Se observa además que la materia seca 90 DPS y el número de panojas florecidas/m² a 117 DPS están correlacionadas positivamente con la variable de interés.

4.4.2 Efecto sobre el número de granos/panoja

El ANAVA detectó un efecto significativo del tratamiento de herbicida (p=0,0178), no encontrándose efecto del manejo del riego ni de la interacción (ver Anexo no. 19).

Figura No. 28: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de granos/panoja de CL 161.



Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.

Es claro que como en la variable anterior el control de malezas permite obtener un número mayor de granos por panoja, es decir panojas más grande.

Cuadro No. 18: Correlaciones entre número de granos/panoja de CL 161 y otras variables medidas.

Variable		Coefficiente de correlación de Pearson (r)	Significancia (p)
Conteos de plantas de arroz rojo	42 DPS	-0,4688	<0,0001
	48 DPS	-0,49552	<0,0001
	55 DPS	-0,54139	<0,0001
	62 DPS	-0,52721	<0,0001
	117 DPS	-0,42322	0,0005
	a cosecha	-0,52544	<0,0001
Materia seca de:	capín	-0,45054	0,0002
	panicum	-0,25018	0,0462
Panojas a cosecha de:	arroz rojo	-0,51655	<0,0001
	capín	-0,35438	0,0041
	CL 161	0,36658	0,0029
Cultivar CL 161	materia seca	0,30594	0,014

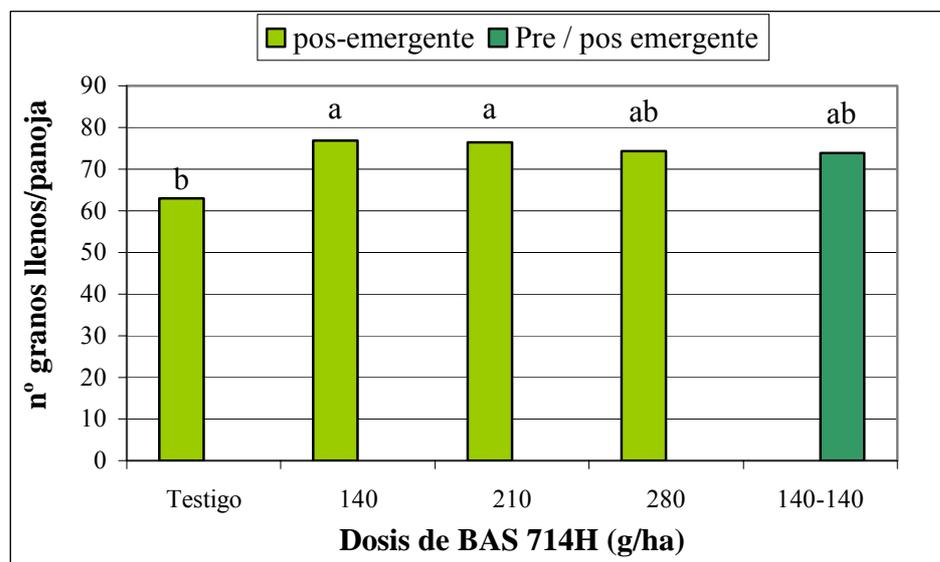
DPS: Días pos-siembra.

Las correlaciones permiten observar el efecto de competencia por las malezas, que se manifiesta en la reducción del tamaño de la panoja (No. de granos/panoja). La materia seca del cultivar a los 90 DPS esta correlacionada positivamente con la variable estudiada.

En cuanto a la composición de granos totales, se analizó el número y porcentaje de granos chuzos y llenos por panoja.

El ANAVA detectó efecto significativo del tratamiento de BAS 714 H sobre el No. de granos llenos por panoja ($p=0,024$) (ver Anexo no. 20).

Figura No. 29: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el número de granos llenos/panoja de CL 161.



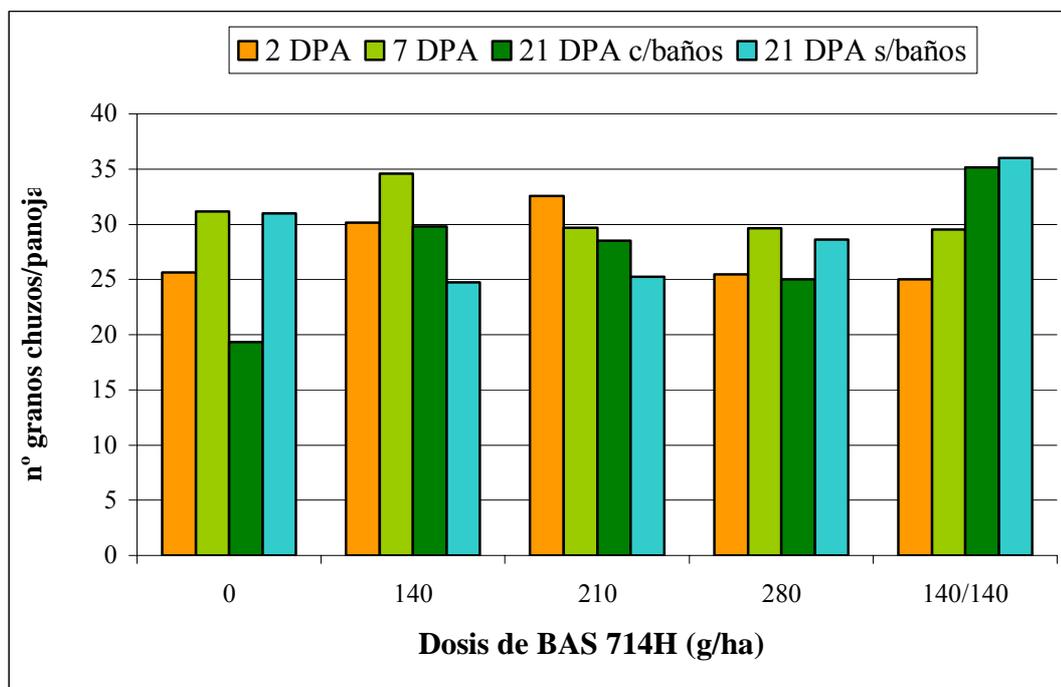
Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.

Se observa una disminución en el número de granos llenos/panoja en el testigo posiblemente por efecto de la reducción del tamaño de panoja en este tratamiento, ya que el ANAVA no detectó ningún efecto sobre el porcentaje de granos llenos (ver Anexo no. 21).

El porcentaje de granos chuzos según el ANAVA tampoco fue afectado por ningún tratamiento (ver Anexo no. 23).

Para la variable No. de granos chuzos/panoja el ANAVA detectó efecto significativo de la interacción manejo del riego*tratamiento de BAS 714 H con una $p=0,089$. En este caso se decidió abrir la interacción para poder explicar más adelante el peso de 1000 granos (ver Anexo no. 22).

Figura No. 30: Efecto de la interacción manejo del riego*tratamiento de BAS 714 H sobre el número de granos chuzos/panoja de CL 161.



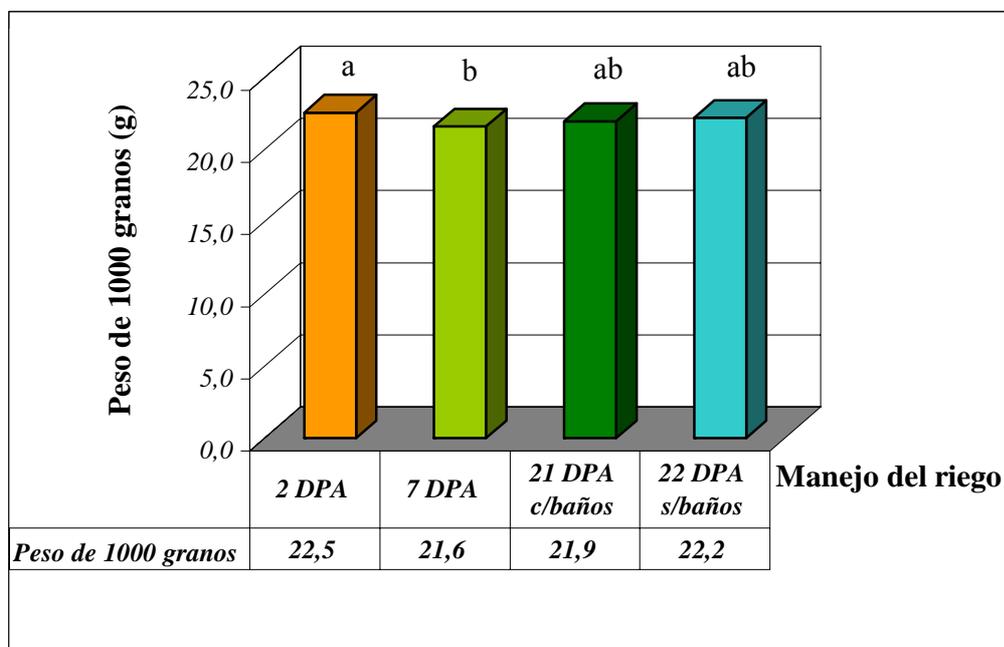
DPA: Días pos-aplicación.

Según el test de Tukey no se encontró diferencias entre tratamientos, sin embargo se destaca el bajo valor del testigo con inundación a los 21 DPA con baños semanales, el cuál esta explicando la interacción. Este valor tiende a ser menor que los tratamientos en secuencia, de los manejos del riego inundado a los 21 DPA con y sin baños con una $p=0,17$ y $p=0,12$ respectivamente.

4.4.3 Efecto sobre el peso de 1000 granos

Se encontró efecto significativo del manejo del riego ($p=0,0105$) sobre la variable peso de 1000 granos al realizar al ANAVA, no encontrándose efecto del tratamiento de BAS 714 H ni de la interacción (ver Anexo no. 24).

Figura No. 31: Efecto del manejo del riego sobre el peso de 1000 granos de CL 161.



Las medias seguidas por la(s) misma(s) letra(s) no difieren estadísticamente, según Test de Tukey al 5%.
DPA: Días pos-aplicación.

Se observa un efecto en el manejo del riego con inundación 7 DPA cuya causa no es muy clara. En este manejo de riego hay una tendencia a haber mayor No. de granos chuzos/panoja en promedio de todos los tratamientos de BAS 714 H lo que se observa en el gráfico No. 30. La causa posiblemente fue la diferencia de condiciones climáticas (temperatura y radiación) alrededor del periodo embarrigado-floración, ya que el manejo del riego afecto el ciclo del cultivo.

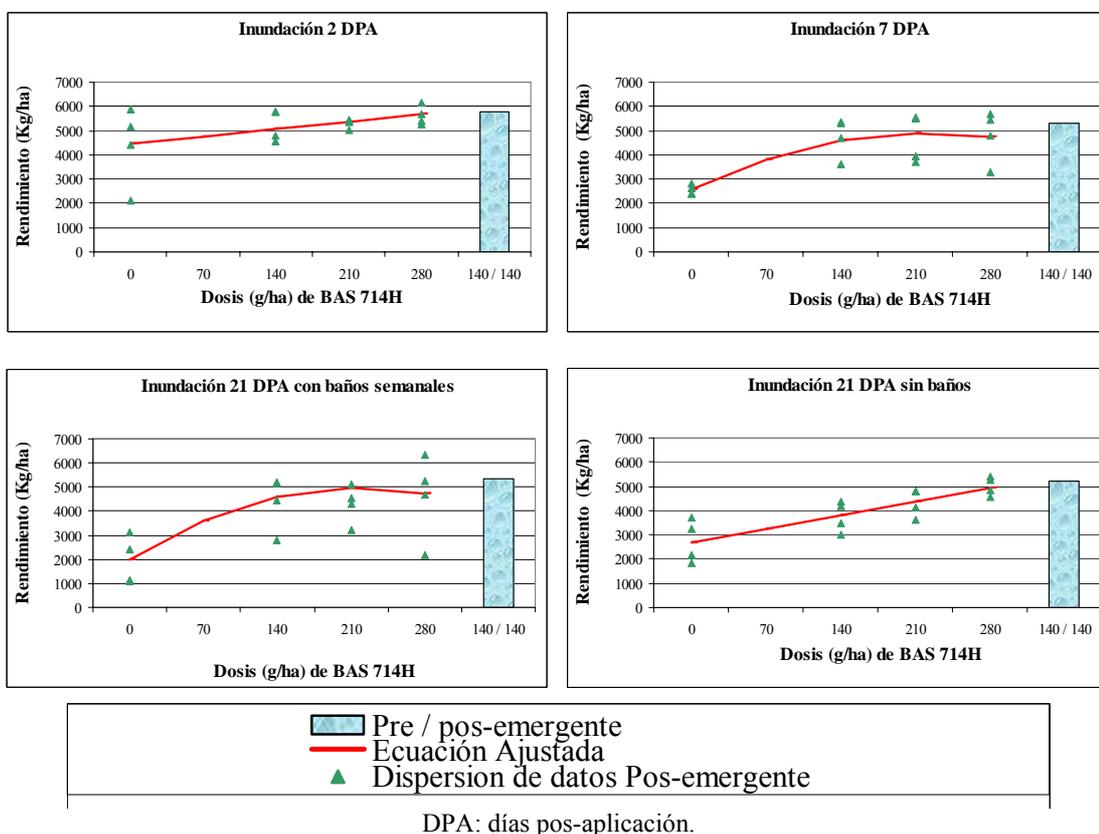
4.4.4 Efecto sobre el rendimiento de CL 161

La variable que se estudio fue rendimiento de grano seco y limpio (Kg/ha) de CL 161.

El ANAVA constató efecto significativo del tratamiento del herbicida ($p < 0,0001$) sobre la variable rendimiento de grano. Sin embargo no se observó efecto significativo del manejo del riego ni de la interacción (ver Anexo no. 25).

En el caso de la interacción se decidió ser menos exigente, debido a que el efecto es significativo con una probabilidad $p = 0,0708$. Por lo que se decidió abrir la interacción para observar posibles diferencias.

Figura No. 32: Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de CL 161.



Las ecuaciones de respuesta se ajustaron para la dosis pos-emergente de BAS 714 H y se presentan a continuación:

Manejo del Riego “Inundación 2 DPA”:

$$Y = 4465,735714 + 4,28898 x$$

$$R^2 = 0,24222 \quad n = 16 \quad P = 0,0528$$

Manejo del Riego “Inundación 7 DPA”:

$$Y = 2587,093182 + 20,89112 x - 0,047279 x^2$$

$$R^2 = 0,616839 \quad n = 16 \quad P = 0,002$$

Manejo del Riego “Inundación 21 DPA con baños semanales”:

$$Y = 1995,334097 + 27,545471 x - 0,63327 x^2$$

$$R^2 = 0,707480 \quad n = 16 \quad P = 0,0003$$

Manejo del Riego “Inundación 21 DPA sin baños”:

$$Y = 2689 + 8,057143 x$$

$$R^2 = 0,693121 \quad n = 16 \quad P < 0,0001$$

Donde:

Y: rendimiento (Kg/ha)

x: dosis de BAS 714H pos-emergente (g/ha)

Los testigos presentan menores rendimientos en todos los manejos de agua debido a que la competencia por las malezas afecta el no. panojas/m² y el no. de granos por panoja. Estas variables están altamente correlacionadas con el rendimiento, con un r: 0,65002 (p<0,0001) para la variable no. de panojas /m² y un r: 0,45502 (p: 0,0002) para la variable granos/panoja. Sin embargo el peso de 1000 granos no es un factor importante en la determinación del rendimiento, tal como lo afirma Evans (1983).

Diarra et al. (1985), Kwon et al. (1991), Valles y Aibar (1997), Marchezan et al. (2004), Estorninos et al. (2005), Ottis et al. (2005) afirman que la competencia directa del arroz rojo reduce el rendimiento debido a que afecta el no. de panojas y su tamaño.

Los testigos son los que presentan mayores diferencias en rendimiento entre manejos del riego, debido a la diferencia del tipo y grado de enmalezamiento. La inundación temprana (2 DPA) sería la que tiene mayor rendimiento estimado pero presenta una mayor variación en los datos.

La alta dispersión de datos en el manejo del riego de inundación 21 DPA c/baños semanales se debe a un ataque de cascarudos en una de las repeticiones durante la etapa de llenado de grano, que provocó el vuelco de plantas. El ataque sucedió debido a un accidente tras el cual se drenó la parcela grande y por lo tanto se vio favorecido.

El tratamiento de BAS 714 H en secuencia independientemente del manejo del riego presenta los rendimientos más altos o esta a la par del mejor tratamiento de herbicida en pos-emergencia.

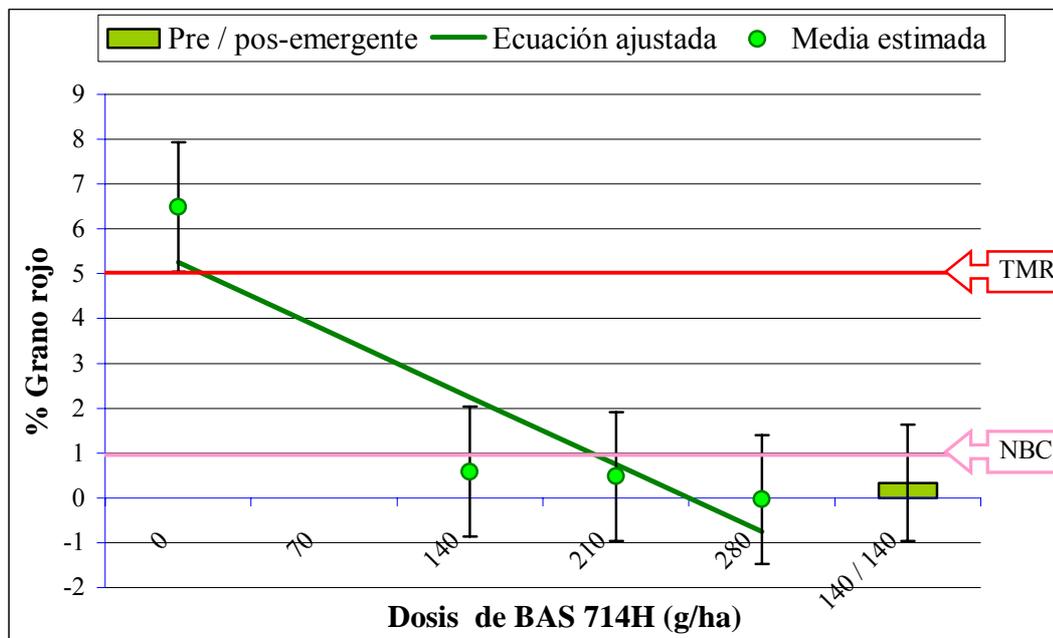
Para los tratamientos pos-emergentes se calculó la dosis óptima de BAS 714 H para obtener el máximo rendimiento, para los manejos de riego de inundación 7 DPA y 21 DPA c/baños semanales que ajustaron curvas cuadráticas; siendo 222 g/ha de BAS 714 H para el manejo de inundación a los 7 DPA y 216 g/ha de BAS 714 H para el manejo con inundación a los 21 DPA c/ baños semanales.

Roel (1999) demostró mediante resultados experimentales que se obtenía un mejor comportamiento productivo en la medida que se adelantaba la inundación, no encontrando diferencias entre variedades en 4 años. En nuestro caso no se observaron dichas tendencias debido a que se dieron buenas condiciones climáticas a pesar del retraso en la emergencia del cultivo.

4.5 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE HERBICIDA Y EL MANEJO DEL RIEGO SOBRE EL PORCENTAJE DE GRANO ROJO A COSECHA

El análisis de varianza para esta variable detectó efecto significativo del tratamiento de BAS 714 H ($p=0,0037$), no así del manejo del riego ni de la interacción (ver Anexo no. 26).

Figura No. 33: Efecto del tratamiento de BAS 714 H sobre el porcentaje de grano rojo a cosecha.



NBC: nivel base de castigo. TMR: Tolerancia máxima de recibo.

Ecuación ajustada:

$$Y = 5,256428571 - 0,021469388 x$$

$$R^2 = 0,146531 \quad n = 64 \quad P = 0,0018$$

Donde:

Y: porcentaje de grano rojo en la cosecha (Kg/ha)

x: dosis de BAS 714H pos-emergente (g/ha)

Considerando la ecuación ajustada se puede concluir que con infestaciones de arroz rojo similares a las del experimento, el no aplicar BAS 714 H condicionaría el recibo de la cosecha, utilizando dosis de 140 g/ha del herbicida la cosecha tendría contaminaciones de grano rojo que ameritarían castigos en el precio del producto fijado por la industria. Para los demás tratamientos de BAS 714 H la contaminación con grano rojo estaría por debajo del nivel base de castigo.

Según esta ecuación con infestaciones similares a las del experimento se debería de aplicar una dosis pos-emergente de BAS 714 H igual o mayor a 198 g/ha para tener un porcentaje de grano rojo a cosecha por debajo del nivel base de castigo (1%).

Hay que tener en cuenta el gran potencial de desgrane que tiene la maleza, que hace que muy pocos granos de arroz rojo sean cosechados. En un estudio de Souza y Fisher, citados por Zorrilla (1992) demostraron que más de un 70% de arroz rojo se había desgranado cuándo el cultivo estaba cercano a la cosecha.

La variable porcentaje de grano rojo presenta correlación con las siguientes variables:

Cuadro No. 19: Correlaciones entre porcentaje de grano rojo y otras variables medidas.

Variable		Coefficiente de correlación de Pearson (r)	Significancia (p)
Conteos de plantas de arroz rojo	42 DPS	0,73552	<0,0001
	48 DPS	0,88746	<0,0001
	55 DPS	0,88769	<0,0001
	62 DPS	0,91914	<0,0001
	117 DPS	0,92851	<0,0001
	a cosecha	0,91914	<0,0001
Arroz rojo	materia seca	0,77667	<0,0001
	panojas/m ²	0,93513	<0,0001
Cultivar CL 161	rendimiento	-0,32361	0,0091
	panojas/m ²	-0,37129	0,0025

DPS: Días pos-siembra.

El cuadro de correlaciones nos permite observar el efecto positivo sobre el porcentaje de grano rojo a cosecha, de la materia seca, las panojas/m², y evolución de la población de esta maleza.

Las correlaciones negativas con rendimiento y panojas a cosecha de CL 161, evidencian en parte la competencia que ejerce el cultivar sobre la maleza.

5. CONCLUSIONES

En las condiciones en las que se llevo a cabo el experimento no se pudo constatar efecto fitotóxico de ningún tratamiento con BAS 714 H.

Se constató efecto del manejo del riego sobre el ciclo del cultivar CL 161, observándose que con manejos de riego más tardíos se alarga el ciclo.

En cuanto al control de malezas de arroz en general se obtuvieron los mejores resultados en la secuencia de herbicida y en los tratamientos pos-emergentes con dosis a partir de los 210 g /ha de BAS 714 H, independientemente del manejo del riego. Excepto en el caso del capín donde manejos de riego tempranos (2 DPA) favorecen el control de la maleza.

Al aplicar BAS 714 H se observó una reducción en el No. de panojas de arroz rojo a la cosecha, siendo las diferentes dosis o forma de aplicación igual de efectivas en controlar la maleza. Para los tratamientos pos-emergentes se ajustó una curva de respuesta en la cual esta incluida la covariable, por lo tanto la dosis para obtener un control excelente de la maleza estará ligada a la infestación inicial de la chacra.

Los máximos rendimientos de arroz se obtuvieron en el tratamiento en secuencia de BAS 714 H, siendo su impacto diferente según el manejo del riego. El incremento de rendimiento sobre su respectivo testigo fue de 121% para la inundación 2 DPA, 204% para la inundación 7 DPA, 148% para la inundación 21 DPA con baños semanales y 194% para la inundación a los 21 DPA sin baños.

Para las aplicaciones de BAS 714 H pos-emergentes el máximo físico de rendimiento según el modelo ajustado se obtuvo a dosis de 222 g/ha para la inundación a los 7 DPA y 216 g/ha para la inundación a los 21 DPA c/ baños semanales, para la inundación 2 DPA y la inundación 21 DPA sin baños se ajustó un modelo lineal de respuesta.

En cuanto al porcentaje de grano de arroz rojo en la cosecha, independientemente del manejo del riego el tratamiento de BAS 714 H en secuencia obtuvo valores de contaminación muy por debajo de la tolerancia de recibo (<5%). En aplicaciones pos-emergentes se encontró una reducción lineal del % de grano rojo a medida que se

incrementa la dosis de BAS 714 H. La dosis pos-emergente mínima de BAS 714 H para no obtener castigo a la cosecha fue de 198 g/ha.

A fines prácticos, dependiendo del precio de la tecnología y del arroz, se debería de calcular el óptimo económico y el óptimo sustentable para cada situación de chacra (historia de chacra, tipo y grado de enmalezamiento).

6. RESUMEN

El experimento se condujo en un suelo franco en la Unidad Experimental Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres en el año agrícola 2005 – 2006. El objetivo principal del experimento fue evaluar la eficiencia de control de malezas por el imazapic e imazapir aplicados sobre el cultivar de arroz Clearfield® CL 161. Se utilizó un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos resultaron de la combinación de 4 manejos del riego con 5 tratamientos (dosis*forma de aplicación) del herbicida BAS 714 H (52,5 % imazapir + 17,5% imazapic). Los manejos del riego (parcela grande) evaluados fueron: **A-** inundación 2 días luego de la aplicación pos-emergente (DPA) de BAS 714 H, **B-** inundación 7 días luego de la aplicación pos-emergente, **C-** inundación 21 días luego de la aplicación pos-emergente con baños semanales y **D-** inundación 21 días luego de la aplicación pos-emergente sin baños. Los tratamientos de herbicida se dividen en 3 aplicaciones pos-emergentes de 140, 210 y 280 g/ha de BAS 714 H, una secuencia 140 g/ha de BAS 714 H en pre-emergencia y 140g/ha en pos-emergencia, más un testigo no tratado. Las medidas tomadas en el experimento fueron: evolución de la infestación de arroz rojo, materia seca de CL 161, materia seca de malezas (arroz rojo, capín, panicum, ciperáceas, pasto cuaresma, eclipta), panojas de malezas a cosecha (arroz rojo, capín, panicum), plantas de malezas a cosecha (arroz rojo, ciperáceas, gamba rusa, yerba del bicho, sagitaria), estado fenológico a los 117 DPS, altura de plantas CL 161 a madurez, rendimiento y componentes del rendimiento de CL 161 y porcentaje de granos de arroz rojo en la cosecha. En cuanto al cultivar sembrado no se observó efecto fitotóxico del herbicida en ninguno de los tratamientos en cuanto a síntomas visuales, materia seca, ciclo, altura y rendimiento. Se encontró efecto del manejo de riego sobre el ciclo del cultivar, a manejos de riego más tardíos se alargó el ciclo. El mejor control de malezas se obtuvo en la secuencia de herbicida y en los tratamientos pos-emergentes con dosis a partir de los 210g /ha de BAS 714 H, independientemente del manejo del riego. Excepto en el caso del capín donde manejos de riego tempranos (2 DPA) favorecen el control de la maleza. Además el herbicida afectó el No. de panojas de arroz rojo a cosecha, siendo las diferentes dosis o forma de aplicación igual de efectivas en controlar la maleza. Para tratamientos pos-emergentes se debe tener en cuenta la infestación inicial de arroz rojo a la hora de decidir la dosis de herbicida. Los máximos rendimientos de arroz se obtuvieron en el tratamiento en secuencia de BAS 714 H, siendo su impacto diferente según el manejo del riego. Para las aplicaciones de BAS 714 H pos-emergentes el máximo físico de rendimiento según el modelo ajustado se obtuvo a dosis de 222 g/ha para la inundación a los 7 DPA y 216 g/ha para la inundación a los 21 DPA c/ baños semanales, mientras que para la inundación 2 DPA y la inundación 21 DPA sin baños se ajustó un modelo lineal de respuesta. En cuanto al porcentaje de grano de arroz rojo en la cosecha, independientemente del manejo del riego el tratamiento de BAS 714 H en secuencia obtuvo porcentajes muy por debajo de la tolerancia de recibo (<5%). En aplicaciones

pos-emergentes se encontró una reducción lineal del % de grano rojo a medida que se incrementa la dosis de BAS 714 H.

Palabras claves: *Oryza sativa*; Arroz Clearfield®; Control de malezas; Arroz rojo; Capín; Panicum; Yerba del bicho; Imazapir; Imazapic; Manejo del riego.

7. SUMMARY

A field experiment was conducted on a loam soil at the Experimental Unit of Paso de la Laguna, INIA Treinta y Tres, in 2005 – 2006. The main objective was to assess weed control efficiency of imazapyr and imazapir tank mixed applied over-the-top on Clearfield® rice CL 161. An array of split-plots was used under a completely random blocks design with four replications. Treatments were a combination of four water management with five herbicide treatments of BAS 714H (52,5 % imazapyr + 17,5% imazapic). Water management treatments (large plot) studied were: flooding 2 days after postemergence application (2DAP) of BAS 714H, 7DAP, 21 DAP with weekly flushing, and 21 DAP without weekly flushing. Herbicide treatments (small plot) are divided in three rates of 140, 210 y 280 g/ha of BAS 714H applied on postemergence, and 140 g/ha of BAS 714H applied postemergence followed by 140g/ha in preemergence plus a check without herbicide application for red rice control. The variables taken in the experiment were: red rice plants evolution, CL 161 dry weight, weeds dry weight (red rice, barnyardgrass, fall panicum, yellow nutsedge, large crabgrass, eclipta), weeds panicles at harvest (red rice, barnyardgrass, fall panicum), weed plants at harvest (red rice, yellow nutsedge, alligatorweed, dotted smartweed, California arrowhead), degree of flowering degree stages at 117 days following seeding date, plant height of CL 161 at maturity, grain yield and yield components of CL 161 and red rice grain percentage at harvest. It was not observed toxicity of any of the treatments applied over CL 161 on dry weight, flowering time, height and grain yield. Irrigation management effect was found on variety life cycle so when later irrigation management was applied life cycle became longer. The best weed control was obtained with herbicide applied in a sequential manner and with the treatments applied in postemergence with 210 g/ha or greater regardless irrigation management. In barnyardgrass, early water management (2DAP) promoted weed control. BAS 714H affected the number of red rice panicles at harvest, being the different rates or application forms equals in control effectively weed. For treatments in postemergence, natural infestation of red rice should be to have in account when technical personnel have to decide which rate of BAS 714H to use. Maximum rice grain yield was obtained by sequential BAS 714H applications but its impacts had related on water management. For postemergence applications of BAS 714H, the theoretical physical maximum over a fitted model was 222 g/ha at 7DAP y 216 g/ha for 21 DAA with weekly flushing, meanwhile for 2DAP and 21DAP without weekly flushing a response lineal model was fitted. Regardless of water management, BAS 714H applied in a sequential manner reduced really below 5% (mill tolerance). For postemergence applications, a lineal reduction in the red rice grain percentage was found when BAS 714H rate increased.

Key words: *Oryza sativa*; Clearfield® rice; Weed control; Red rice; Barnyardgrass; Fall panicum; Dotted smartweed; Imazapyr; Imazapic; Water management.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGOSTINETTO, D.; FLECK, N. G.; SCHAEGLER, C. E.; GIROTTI, A. C. 2005. A época de aplicação de imazethapyr afeta o controle de Arroz daninho e o desenvolvimento e a produtividade de genótipo de arroz tolerante ao herbicida. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (26ª, 2005, Santa Maria). Anais. Santa Maria, Orium. pp. 143-145.
2. AICHELE, T. M.; PENNER, D. 2005. Adsorption, desorption, and degradation of imidazolinones in soil. *Weed Technology*. 19 (1): 154-159.
3. ALISTER, C.; KOGAN, M. 2005. Efficacy of imidazolinone herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rotational crops. *Crop Protection*. 24: 375-379.
4. ANDERSON, W. P. 1996. *Weed Science; principles and applications*. 3a. ed. St. Paul, West Publishing. pp. 74-204.
5. ANDRES, A.; MAGALHAES, A. M.; SCHWANKE, A.; DUARTE, G.; CONCENCO, G.; ULBRICH, A; LEITE, A. 2001a. Avaliação da sensibilidade do arroz "Clearfield" a herbicidas não seletivos utilizados na pré-semeadura da cultura. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (24ª, 2001, Porto Alegre). Anais. Porto Alegre, IRGA. pp. 625-626.
6. _____.; _____.; A. M.; FRANCO, D. F.; SCHWANKE, A.; DUARTE, G.; CONCENCO, G.; ULBRICH, A; LEITE, A. 2001b. Uso de herbicidas do grupo das imidazolinonas para controle de angiquinho (*Aeschynomene denticulata*), arroz vermelho (*Oryza sativa*) e de capim arroz (*Echinochloa crusgalli* . Beauv.) em arroz "Clearfield". In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (24ª, 2001, Porto Alegre). Anais. Porto Alegre, IRGA. pp. 621-623.
7. _____.; CONCENCO, G.; GARCÍA, R.; PEREZ, T. 2005. Fluxo de emergência de plantas daninhas em áreas de cultivo de arroz irrigado após preparo inicial do solo. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (26ª, 2005, Santa Maria). Anais. Santa Maria, Orium. pp 246-248.
8. ASHIGH, J.; TARDIF, F. J. 2006. ALS-inhibitor resistance in populations of eastern black nightshade (*Solanum ptycantum*) from Ontario. *Weed Technology*. 20: 308-314.
9. ASHTON, F. M.; MONACO, T. J. 1991. *Weed science; principles and practices*.

3rd. ed. s.l., Wiley. pp. 234-239.

10. AVILA, L. A.; LEE, D. J.; SENSEMAN, S. A.; McCAULEY, G. M.; CHANDLER, J. M.; COTHREN, J. T. 2005a. Assessment of acetolactate synthase (ALS) tolerance to imazethapyr in red rice ecotypes (*Oryza spp*) and imidazolinone tolerant/resistant rice (*Oryza sativa*) varieties. *Pest Management Science*. 61: 171-178.
11. _____.; SENSEMAN, S. A.; McAULEY, G. N.; CHANDLER, J. M.; O'BARR, J. H. 2005b. Effect of flood timing on red rice (*Oryza spp.*) control with imazethapyr applied at different dry-seeded rice growth stages. *Weed Technology*. 19 (2): 476-480.
12. _____. 2005c. Imazethapyr; red rice control and resistance, and environmental fate. Ph.D. Dissertation. Texas, Estados Unidos. Texas A and M University. 81 p.
13. BASF. s.f. Clearfield; sistema de producción, características generales. (en línea). s.l. Consultado 5 mar. 2007. Disponible en <http://www.agro.basf.com.ar/clearfield/clearfield.htm>
14. _____. 1993. Arroz; principales malezas en la zona este del Uruguay. Montevideo. 15 p.
15. BASHAM, G. W.; LAVY, T. L. 1987. Microbial and photolytic dissipation of imazaquin in soil. *Weed Science*. 35: 865-870.
16. BERAN, D. D.; MASTERS, R. A.; GAUSSOIN, R. E. 1999. Grassland legume establishment with imazethapyr and imazapic. *Agronomy Journal*. 91: 592-596.
17. BIDEL, S. H.; BORDIN, A.; DEBORTOLI, M. P.; PIVOTTO, R. 2005. Época de entrada de água; influencia na eficiência e seletividade do herbicida ONLY. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (26ª, 2005, Santa Maria). Anais. Santa Maria, Orium. pp. 235-237.
18. BOND, J. A.; GRIFFIN, J. L.; ELLIS, J. M.; LINSCOMBE, S. D.; WILLIAMS, B. J. 2006. Corn and rice response to simulated drift of imazethapyr plus imazapyr. *Weed Technology*. 20 (1): 113-117.
19. BOYD, J. W.; RODGERS, B. N. 2001. Bermudagrass control with imazapyr. *Proceedings of Southern Weed Science Society*. 54 (2): 65-66.

20. BRESNAHAN, G.; DEXTER, A.; KOSKINEN, W.; LUESCHEN, W. 2002. Influence of soil pH-sorption interactions on the carryover of fresh and aged soil residues of imazamox. *Weed Research*. 42 (1): 45-51.
21. CARRINGER, R. D.; WEBER, J. B.; MONACO, T. J. 1975. Adsorption-desorption of selected pesticides by organic matter and montmorillonite. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 23 (3): 568-572.
22. CAZAROTTO, S. C.; MARCHEZAN, E.; SACHET, P. F.; MACHADO, F.; AVILA, L. A. 2005. Doses e épocas de aplicação do herbicida ONLY® em duas cultivares de arroz tolerante a imidazolinonas. *In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (26ª, 2005, Santa Maria). Anais. Santa Maria, Orium. pp. 190-193.*
23. CHUNG, N. J.; PAEK, N. C. 2003. Seed, photoblastism and ecophysiology of seed germination in weedy rice. *Agronomy Journal*. 95: 184-190.
24. COHN, M. A.; HUGHES, J. A. 1981. Seed dominance in red rice (*Oryza sativa*) I. effect of temperature on dry-after-ripening. *Weed Science*. 29: 402-404.
25. _____; BUTERA, D. L.; HUGHES, J. A. 1983. Seed dormancy in red rice. *Plant Physiology*. 73: 381-384.
26. COMITÉ DE PREVENCIÓN DE RESISTENCIA A HERBICIDAS (CPRH). s.f. Guía para el manejo de la resistencia a herbicidas. (en línea). s.l. Consultado 25 feb. 2007. Disponible en http://www.plantprotection.org/hrac/Cindex.cfm?doc=spanish_guia.html.
27. CURRAN, W. S.; LOUX, M. M.; LIEBL, R. A.; SIMMONS, F. W. 1992. Photolysis of imidazolinone herbicides in aqueous solution and on soil. *Weed Science*. 40 (1): 143-148.
28. DEVINE, M. D.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. 1993. *Physiology of herbicide action*. New Jersey, Prentice Hall. s.p.
29. DIARRA, A.; SMITH, R. J.; TALBERT, R. E. 1985. Interference of red rice (*Oryza sativa*) with Rice (*O. sativa*). *Weed Science*. 33: 644-649.
30. DÍAZ, J.; LÓPEZ F.; GARCÍA, L. 1999. Absorción y translocación de HAS-propizamida y de Imazapir y glifosato aplicados en posemergencia en el sistema *O. cumana* Girasol. *In: Congreso de la Sociedad Española de Malherbología (1999, Valencia). Actas. s.n.t. pp. 429-433.*

31. DILLON, T. L.; BALDWIN, F. L. 1999. Control of red rice and other difficult weeds in imidazolinone tolerant rice. Proceedings of Southern Weed Science Society. 52: 15-16.
32. ESTORNINOS, L. E.; GEALY, D. R.; TALBERT, R. E. 2002. Growth response of rice (*Oryza sativa*) and red rice (*O. Sativa*) in a replacement series study. Weed Technology. 16 (2): 401-406.
33. _____.; _____.; _____.; GBUR, E. E. 2005. Rice and red rice interference I. Response of red rice (*Oryza sativa*) to sowing rates of tropical japonica and indica rice cultivars. Weed Science. 53: 676-682.
34. EVANS, L. T. 1983. Fisiología de los cultivos. Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp. 90-99.
35. FEDERICI, M. T., VAUGHAN, D., TOMOOKA, N. KAGA, A. WANG, X. W., DOI, K., FRANCIS, M., ZORRILLA, G. Y SALDAIN, N. 2001. Analysis of Uruguayan weedy rice genetic diversity using AFLP molecular markers. (en línea). Electronic Journal of Biotechnology. 4 (3): s.p. Consultado 10 dic. 2006. Disponible en <http://www.ejb.org/content/vol4/issue3/full/3>
36. FERRERO, A. 2004. Arroz-maleza, características biológicas y control. (en línea). Roma, FAO. Consultado 4 dic. 2006. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/y5031s/y5031s09.htm#bm9>
37. FLECK N.G.; AGOSTINETTO D.; MENEZES V.G.; ULBRICH A.; LEITES A. 2001. Controle químico seletivo de arroz vermelho e de capim arroz em arroz irrigado utilizando o sistema Clearfield®. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (24ª, 2001, Porto Alegre). Anais. Porto Alegre, IRGA. pp. 494-496.
38. _____.; MENZES, V. G.; RAMIREZ, H.; LAMEGO, F. P.; BIANCHI, M. A.; LEITES, A.; ULBRICH, A. 2003. Controle químico seletivo de Angiquinho e Arroz-Vermelho em Arroz irrigado utilizando o Sistema Clearfield®. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (25ª, 2003, Camboriú). Anais. Itajaí, EPAGRI. pp. 465-667.
39. FUSHIWAKI, Y.; URANO, K. 2001. Adsorption of pesticides and their biodegraded products on clay minerals and soils. Journal of Health Science. 47 (4): 429-432.
40. GEALY, D. R; MITTEN, D. H.; RUTGER, J. N. 2003. Gene flow between red rice (*Oryza sativa*) and herbicide-resistant rice (*O. sativa*); implications for

weed management. *Weed Technology*. 17: 627-645.

41. GONZALEZ, J.; OSUNA, M. D.; DE PRADO, R. 1999. Control químico de dos biotipos de *Aster squamatus* tolerantes a inhibidores de la ALS. In: Congreso de la Sociedad Española de Malherbología (1999, Valencia). Actas. s.n.t. pp. 429-433.
42. GREY, T. L.; PROSTKO, E. P.; BEDNARZ, C. W.; DAVIS, J. W. 2005. Cotton (*Gossypium hirsutum*) response to simulated imazapic residues. *Weed Technology*. 19 (4): 1045-1049.
43. GRICHAR, J. M.; SESTAK, D. C. 2000. Effect of adjuvants on control of nutsedge (*Cyperus esculentus* and *C. Rotundus*) by imazapic and imazethapyr. *Crop Protection*. 19 (7): 461-465.
44. GRYMES, C. F.; CHANDLER, J. M.; NESTER, P. R. 1995. Response of soybean (*Glycine max*) and rice (*Oryza sativa*) in rotation to AC 263,222. *Weed Technology*. 9 (3): 504-511.
45. HACKWORTH, H. M.; SAROKIN, L. P.; WHITE, R.H. 1998. Field evaluation of imidazolinone tolerant rice. *Proceedings of Southern Weed Science Society*. 51: 221.
46. HALL, J. K.; MURRAY, M. R.; HARTWIG, N. L. 1989. Herbicide leaching and distribution in tilled and untilled soil. *Journal of Environmental Quality*. 18 (4): 439-445.
47. _____.; MUMMA, R. O.; WATTS, D. W. 1991. Leaching and runoff losses of herbicides in a tilled and untilled field. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 37: 303-314.
48. HELLING, C. S. 2005. The science of soil residual herbicides. In: Van Acker, R. C. ed. *Soil residual herbicides; science and management*. Québec, Sainte Anne de Bellevue. pp. 3-22. (Topics in Canadian Weed Science no. 3).
49. HOLLAWAY, K. L.; KOOKANA, R. S.; NOY, D. M.; SMITH, J. G.; WILHELM, N. 2006. Persistence and leaching of imazethapyr and flumetsulam herbicides over a 4-year period in the highly alkaline soils of south-eastern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 46: 669-674.
50. HOWATT, K. A.; ENDRES, G. J. 2006. Herbicide-resistant sunflower (*Helianthus*

- annuus*) response to soil residues of ALS-inhibiting herbicides. *Weed Technology*. 20 (1): 67-73.
51. JOHNSON, K. L.; VENCILL, W. K. 2001. Soil persistence of diclosulam and imazapic in Georgia. *Proceedings of Southern Weed Science Society*. 54: 171.
52. KING, S. R.; HAGOOD E. S. 2006. Herbicide programs for the control of ALS-resistant shattercane (*Sorghum bicolor*) in corn (*Zea mays*). *Weed Technology*. 20 (2): 416-421.
53. KISSMAN, K. G. 1991. Plantas infestantes e nocivas. San Pablo, Brasil, BASF. 608 p.
54. KWON, S. L.; SMITH, R. J.; TALBERT, R. E. 1991a. Interference durations of red rice (*Oryza sativa*) in rice (*O. sativa*). *Weed Science*. 39: 363-368.
55. _____.; _____.; _____. 1991b. Interference of red rice (*Oryza sativa*) densities in Rice (*O. sativa*). *Weed Science*. 39: 169-174.
56. _____.; _____.; _____. 1992. Comparative growth and development of red rice (*Oryza sativa*) and rice (*O. sativa*). *Weed Science*. 40: 57-62.
57. LANGEVIN, S. A.; CLAY, K.; GRACE, J. B. 1990. The incidence and effects of hybridization between cultivated rice and its related weed red rice (*Oryza sativa* L.). *Evolution*. 44 (4): 1000-1008.
58. LEGUIZAMÓN, E.; FACCINI, D. E.; PURICELLI, E. 2000. Dinámica de los herbicidas en el suelo. (en línea). Zavalla, Facultad de Ciencias Agrarias de Santa Fe. Consultado 4 dic. 2006. Disponible en <http://www.fcagr.unr.edu.ar/malezas/cursos.htm>
59. LEONE, P.; NÉGRE, M.; GENNARI, M.; BOERO, V.; CELIS, R.; CORNEJO, J. 2001. Adsorption of imidazolinone herbicides on ferrihydrite-humic acid associations. *Journal of Environment Science Health*. 36 (2): 127-142.
60. LEVY, R. J.; BOND, J. A.; WEBSTER, E. P.; GRIFFIN, J. L.; LINSCOMBE, S. D. 2006. Effect of cultural practices on weed control and crop response in Imidazolinone-tolerant rice. *Weed Technology*. 20 (1): 249-254.
61. LISCANO, J. F.; WILLIAMS, B. J. 1999. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control in dry-seeded imidazolinone tolerant rice. *Proceedings of Southern Weed Science Society*. 52: 13.

62. LLOYD, R.; HACKWORTH, M.; RHODES, A.; GUICE, B.; BRUNO, P.; SCOTT, R. C.; FLOYED, A.; STAPLETON, G. Stewardship for newpath herbicide (imazethapyr) in the Clearfield rice production system. *Proceedings of Southern Weed Science Society*. 55: 200.
63. LOCKE, M. A.; BRYSON, C. T. 1997. Herbicide-soil interactions in reduced tillage and plant residue mangement systems. *Weed Science*. 45: 307-320.
64. MAGALHAES, M. A.; ANDRES, A.; FRANCO, D. F.; DA SILVA, M. P.; ABREU, A.; LUZZARDI, R.; COIMBRA, J. 2001. Avaliação do fluxo gênico entre genotipo de arroz transgênico, cultivado e arroz vermelho. *In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (24^a, 2001, Porto Alegre)*. Anais. Porto Alegre, IRGA. pp. 768-771.
65. MANGELS, G. 1991a. Behavior of the imidazolinone herbicides in soil; a review of the literature. *In: Shaner, D. L.; O'Connor, S. L. eds. The imidazolinone herbicides*. Boca Raton, FL., CRC. pp. 191-210.
66. _____. 1991b. Behavior of the imidazolinone herbicides in the aquatic environment. *In: Shaner, D. L.; O'Connor, S. L. eds. The imidazolinone herbicides*. Boca Raton, FL., CRC. pp. 183-190.
67. MARCHEZAN, E.; DE AVILA, L. A.; ANDRES, A.; MAGALHAES, A. M.; OLIVEIRA, S. L.; PETRINI, J. A. 2004. Controle do arroz vermelho *In: Da Silva, A.; Magallanes A. ed. Arroz irrigado no Sul do Brasil*. Brasilia, DF, EMBRAPA. pp. 547-572.
68. MASSON, J. A.; WEBSTER, E. P.; WILLIAMS, B. J. 2001. Flood depth, application timing, and imazethapyr activity in Imidazolinone-Tolerant Rice (*Oryza sativa*). *Weed Technology*. 15 (2): 315-319.
69. MATOCHA, M. A.; GRICHAR, W. J.; SENSSEMAN, S. A.; GERNGROSS, C. A.; BRECKE, B. J.; VENCILL, W. K. 2003. The persistence of imazapic in peanut (*Arachis Hypogaea*) crop rotations. *Weed Technology*. 17 (2): 325-329.
70. McDOWELL, R. W.; CONROD, L. M.; MAIN, B. C.; DASTGHEIB, F. 1997. Dissipation of imazapyr, flumetsulam and thifensulfuron in soil. *Weed Research*. 37: 381-389.
71. MENEZES, V. G.; RAMÍREZ, H. 2003. Controle de arroz vermelho (*Oryza sativa*), capim arroz (*Echinochloa crusgalli*) e angiquinho (*Aeschynomene*

- denticulata*) com o herbicida BAS714 01H na cultura do Arroz Irrigado. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (25^a, 2003, Camboriú). Anais. Itajaí, EPAGRI. pp. 510-512.
72. MILLAR, P; WESTRA, P. 1998. Herbicide selectivity and performance. (en línea). Colorado State University. Publicación 0.563. Consultado 4 jul. 2006. Disponible en <http://www.ext.colostate.edu/PUBS/CROPS/00563.html>
73. _____.; _____. 1999. Herbicide behaviour in soils. (en línea). Colorado State Univ. Publication 0.562. Consultado 4 jul. 2006. Disponible en <http://www.ext.colostate.edu/pubs/crops/00562.html>
74. NÉGRE, M.; SCHULTEN, H. R.; GENNARI, M.; VINDROLA, D. 2001. Interaction of imidazolinone herbicides with soil humic acids. Experimental results and molecular modelling. Journal of Environment Science Health. 36 (2): 107–125.
75. NEWHOUSE, K. E.; WANG, T.; ANDERSON, P. C. 1991. Imidazolinone-Resistant crops. In: Shaner, D. L.; O'Connor, S. L. eds. The imidazolinone herbicides. Boca Raton, FL, CRC. pp. 139-150.
76. NOLDIN, J. A.; CHANDLER, J. M.; McCAULEY, G. N. 1999. Red rice (*Oryza sativa*) biology. I. Characterization of red rice ecotypes. Weed Technology. 13: 12-18.
77. _____.; YOKOYAMA, S.; ANTUNES, P.; LUZZARDI, R. 2001. Taxa e sentido do cruzamento natural entre o arroz transgênico resistente ao herbicida glufosinato e o arroz vermelho. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (24^a, 2001, Porto Alegre). Anais. Porto Alegre, IRGA. pp. 497-499.
78. _____.; SCHIOCCHET M. A.; SÁVIO D.; STUKER H.; ZUNINO J. 2005. Residual do herbicida ONLY em sistema de cultivo pré-germinado. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (26^a, 2005, Santa Maria). Anais. Santa Maria, Orium. pp. 262-264.
79. OLIVEIRA, J.J.; SPERANDIO, C. A.; BORGES, F.; PINTO, F.; LEMOS, A. 2001. Controle de arroz-vermelho (*Oryza sativa*) e capim-arroz (*Echinochloa SPP.*) na cultura do arroz irrigado manejado no sistema "Clearfield". In: Reuniao da Cultura do Arroz Irrigado (24^a, 2001, Porto Alegre). Anais. Porto Alegre, IRGA. pp. 588-591.
80. _____.; DAL MAGRO, T.; LEMOS, A.; LAZAROTO, C. A.; RODRIGUEZ E.;

- LEITE A. 2003. Controle de arroz daninho através do sistema de manejo Clearfield®. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (24ª, 2003, Camboriú). Anais. Itajaí, EPAGRI. pp. 468-470.
81. _____.; OLIVEIRA, S.; ZONTA, E. P.; GALON, L.; RESENDE, A. L. 2005. Resposta do arroz irrigado, cv. Pelota, a simulação de deriva de herbicida utilizado no sistema Clearfield®. In: Reunião da cultura do Arroz Irrigado. (26ª, 2005, Santa Maria). Anais. Santa Maria, Orium. pp. 265-267.
82. OTTIS, B. V.; McCAULEY G. N.; STEELE, G. L.; TINGLE, C. H.; CHANDLER J. M. 2001. Impact of varying application rate and timing of imazethapyr for weed control in Clearfield rice (*Oryza sativa* L.). Proceedings of Southern Weed Science Society. 54: 170.
83. _____.; CHANDLER, J. M.; MCCAULEY, G. N. 2003. Imazethapyr application methods and sequences for imidazolinone-tolerant rice (*Oryza sativa*). Weed Technology. 17 (3): 526-533.
84. _____.; O'BARR, J. H.; McCAULEY G. N.; CHANDLER J. M. 2004. Imazethapyr is safe and effective for imidazolinone-tolerant rice grown on coarse-textured soils. Weed Technology. 18 (4): 1096-1100.
85. _____.; SMITH, K.L.; SCOTT, R.C.; TALBERT, R.E. 2005. Rice yield and quality as affected by cultivar and red rice (*Oryza sativa*) density. Weed Science. 53: 499-504.
86. O'SULLIVAN, J.; THOMAS, R. J.; BOUW, W. J. 1998. Effect of imazethapyr and imazamox soil residues on several vegetable crops grown in Ontario. Canadian Journal of Plant Science. 78 (4): 647-651.
87. PELLERIN, K. J.; WEBSTER, E. P.; ZHANG, W.; BLOUIN, D. C. 2003. Herbicide mixtures in water-seeded imidazolinone-resistant rice (*Oryza sativa*). Weed Technology. 17 (4): 836-841.
88. PIVOTTO, R.; BIDEL S. H.; CAPITANIO, J.; AVILA, A.; SILVA, C. 2005. Épocas de aplicação do herbicida ONLY: efeito no rendimento de grãos. In: Reunião da Cultura do Arroz Irrigado (26ª, 2005, Santa Maria). Anais. Santa Maria, Orium. pp. 238-239.
89. PROSTKO, E. P.; GREY, T. L.; MORGAN, R. N.; DAVIS, J.W. 2005. Oat (*Avena sativa*) response to imazapic residues. Weed Technology. 19 (4): 875-878.
90. QUIVET, E.; FAURE, R.; GEORGES, J.; PÏSSÉ, J. O.; LANTÉRI, P. 2006a.

Cultura do Arroz Irrigado (26ª, 2005, Santa Maria). Anais. Santa Maria, Orium. pp. 187-189.

99. SILVA, A. A.; OLIVEIRA R. S.; COSTA E. R.; FERREIRA L.R.; CONSTANTIN J.; APOLONI D. K.; OLIVEIRA M. F. 1999. Persistence of imidazolinone herbicides and effects on corn and sorghum succeeding crops. *Acta Scientiarum*. 21 (3): 459-465.
100. STEELE, G. L.; CHANDLER, J. M.; MCCAULEY, G. N. 2002. Control of red rice (*Oryza sativa*) in Imidazolinone-Tolerant Rice (*O. sativa*). *Weed Technology*. 16 (3): 627-630.
101. TAN, S.; EVANS, R. R.; DAHMER, M. L.; SINGH, B. K.; SHANER, D. L. 2005. Imidazolinone-tolerant crops; history, current status and future. *Pest Management Science*. 61: 246-257.
102. TU, M.; HURD, C.; RANDALL J. M. 2001a. Weed control methods handbook, the nature conservancy. (en línea). s.n.t. pp. 7g.1-7g.7. Consultado 7 mar. 2007. Disponible en <http://tncweeds.ucdavis.edu/products/handbook/16.Imazapic.pdf>
103. _____.; _____.; _____. 2001b. Weed control methods handbook, the nature conservancy. (en línea). s.n.t. pp. 7h.1-7h.7. Consultado 7 mar. 2007. Disponible en <http://tncweeds.ucdavis.edu/products/handbook/17.Imazapyr.pdf>
104. ULBRICH, A. V.; RODRIGUES, B. N.; DE LIMA, J. 1998. Efeito residual dos herbicidas imazaquin e imazethapyr, aplicados na soja, sobre o milho safrinha. *Planta Daninha*. 16 (2): 137-147.
105. _____. SOUZA, R. P.; SHANER, D. 2005. Persistence and carryover effect of imazapic and imazapyr in Brazilian cropping systems. *Weed Technology*. 19 (4): 986-991.
106. VALLES M.; AIBAR J.; Aproximación a la flora arvense en el cultivo del arroz en Huesca. In: Congreso de la Sociedad Española de Malherbología (1999, Valencia). Actas. s.n.t. pp. 235-239.
107. VAUGHAN, L. K., OTTIS, B. V., PRAZAK-HAVEY, A. M., BORMAS, C. A., SNELLER, C. Y CHANDLER, J. M. 2001. Is all red rice found in commercial rice really *Oryza sativa*?. *Weed Science*. 49: 468-476.
108. VIDOTTO, F.; FERRERO, A. 2000. Germination behavior of red rice (*Oryza*

- sativa* L.) seeds in field and laboratory conditions. *Agronomie*. 20: 375-382.
109. VILLA, S. C. C.; MARCHEZAN, E.; MASSONI, P. F. S.; SANTOS, F. M.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O.; TELO, G. M. 2006. Controle de arroz-vermelho em dois genótipos de arroz (*Oryza sativa*) tolerantes a herbicidas do grupo das imidazolinonas. *Planta Daninha*. 24 (3): 549-555.
 110. WALSH, J. D.; DIFELICE, M. S.; SIMS, B. D. 1993. Influence of tillage on soybean herbicide carryover to grass and legume forage crops in Missouri. *Weed Science*. 41 (1): 144-149.
 111. WANG, Q.; LIU, W. 1999. Correlation of imazapyr adsorption and desorption soil properties. *Soil Science*. 164 (6): 411-416.
 112. WARREN, L. S.; COBLE, H. D. 1999. Managing purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) populations utilizing herbicide strategies and crop rotation sequences. *Weed Technology*. 13 (3): 494-503.
 113. WARREN, R. L.; WEBER, J. B. 1994. Evaluating pesticide movement in North Carolina soils. *Soil Science Society of North Carolina Proceedings*. 37: 23-35.
 114. WEBER, J. B.; BEST, J. A.; GONESE, J. U. 1993. Bioavailability and bioactivity of sorbed organic chemicals. *In*: S. H. Mickelson ed. *Sorption and degradation of pesticides and organic chemicals in soil*. Madison, WI, SSSA. pp. 153-187 (Special Publication no. 32).
 115. WEBSTER, E. P.; MASSON, J. A. 2001. Acetolactate synthase-inhibiting herbicides on imidazolinone-tolerant rice. *Weed Science*. 49: 652-657.
 116. WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA (WSSA). 2002. *Herbicide handbook*. 8th ed. Lawrence. pp. 244-258.
 117. WIXSON, M. B.; SHAW, D. R. 1992. Effects of soil-applied AC 263,222 on crops rotated with soybean (*Glycine max*). *Weed Technology*. 6 (2): 276-279.
 118. WOOD, A. s.f. *Compendium of pesticide common names*. (en línea). s.n.t. Consultado 25 jul. 2007. Disponible en http://www.alanwood.net/pesticides/class_herbicides.html
 119. YORK, A. C.; JORDAN, D. L.; BATTS, R. B.; CULPEPPER, A. S. 2000.

Cotton response to imazapic and imazethapyr applied a preceding peanut crop. *Journal of Cotton Science*. 4 (3): 210-216.

120. ZHANG, W.; WEBSTER, E. P.; SELIM, H. M. 2001. Effect of soil moisture on efficacy of imazethapyr in greenhouse. *Weed Technology*. 15 (2): 355-359.
121. _____.; _____.; BRAVERMAN, M. P. 2002. Rice (*Oryza sativa*) response to rotational crop and rice herbicide combinations. *Weed Technology*. 16 (2): 340-345.
122. ZORRILLA, G. 1992. Arroz rojo; conózcalo y combátalo. Montevideo, INIA. 112 p. (Boletín de Divulgación no. 20).
123. _____.; ACEVEDO, A.; OXLEY, M. 2002. Seed longevity in the soil of japonica and indica rice cultivars and red rice. In: Temperate Rice Conference (2a, 2002, s.l.) Proceedings. Los Baños, Philippines, IRRI. pp. 275-280.

9. ANEXOS

Anexo No. 1 Cuadro de ANAVA para la variable Materia Seca del Cultivar CL161 a los 90 DPS.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		2,99	0,0886
Ea	9	17872		
Tratamiento de BAS 714H	4		11,88	< 0,0001
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,92	0,5389
Eb	48	35974		
Total	79			
Promedio (Kg/ha)	540,855			

Anexo No. 2 Cuadro de ANAVA para la variable tallos con excerción de panojas/m² de CL 161 a los 117 DPS.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		12,51	0,0015
Ea	9	2544,91		
Tratamiento de BAS 714H	4		21,72	< 0,0001
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,26	0,2749
Eb	48	5181,26		
Total	79			
Promedio (No. tallos/m ²)	367,745			

Anexo No. 3 Cuadro de ANACOVA para la variable porcentaje de panojas erectas de CL 161 a los 117 DPS.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		22,65	0,0003
Ea	9	29,9834		
Tratamiento de BAS 714H	4		3,14	0,0238
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,87	0,5866
Población de arroz rojo 11 DPS	1		5,59	0,0227
Eb	47	196,7		
Total	79			
Promedio (%)	74,6857			

Anexo No. 4 Cuadro de ANACOVA para la variable porcentaje panojas dobladas de CL 161 a los 117 DPS.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		22,65	0,0003
Ea	9	29,9834		
Tratamiento de BAS 714H	4		3,14	0,0238
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,87	0,5866
Población de arroz rojo 11 DPS	1		5,59	0,0227
Eb	47	196,7		
Total	79			
Promedio (%)	25,314275			

Anexo No. 5 Cuadro de ANAVA para la variable altura de CL 161 a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,73	0,5597
Ea	9	575,94		
Tratamiento de BAS 714H	4		1,97	0,1147
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,69	0,0999
Eb	48	7,4807		
Total	79			
Promedio (cm)	72,67755			

Anexo No. 6 ANAVA para la variable número de plantas de arroz rojo.

Cuadro de ANAVA para la fecha de conteo 11 DPS para la variable plantas de arroz rojo/m².

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,53	0,6734
Ea	9	6,4442		
Tratamiento de BAS 714H	4		1,09	0,3744
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,58	0,1334
Eb	48	470,9		
Total	79			
Promedio (No. pl/m ²)	13,9107			

Cuadro de ANAVA para la fecha de conteo 33 DPS para la variable plantas de arroz rojo/m².

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		1,41	0,3021
Ea	9	185,31		
Tratamiento de BAS 714H	4		1,45	0,2336
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,70	0,7461
Eb	48	1047,42		
Total	79			
Promedio (No. pl/m ²)	20			

Cuadro de ANAVA para la fecha de conteo 42 DPS para la variable plantas de arroz rojo/m².

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,40	0,7563
Ea	9	20,8042		
Tratamiento de BAS 714H	4		3,79	0,0093
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,65	0,5866
Eb	48	126,08		
Total	79			
Promedio (No. pl/m ²)	8,35			

Cuadro de ANACOVA para la fecha de conteo 48 DPS para la variable plantas de arroz rojo/m².

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,22	0,8821
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		4,98	0,0022
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,49	0,9078
Población de arroz rojo 11 DPS	1		7,29	0,0099
Eb	47	168,68		
Total	79			
Promedio (No. pl/m ²)	5,606825			

Cuadro de ANAVA para la fecha de conteo 56 DPS para la variable plantas de arroz rojo/m².

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,21	0,885
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		6,3	0,0004
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,56	0,8608
Eb	48	192,71		
Total	79			
Promedio (No. pl/m ²)	4,975			

Cuadro de ANAVA para la fecha de conteo 63 DPS para la variable plantas de arroz rojo/m².

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,34	0,7956
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		6,63	0,0002
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,52	0,8912
Eb	48	210,23		
Total	79			
Promedio (No. pl/m²)	4,5625			

Cuadro de ANAVA para la fecha de conteo 117 DPS para la variable plantas de arroz rojo/m².

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,68	0,5881
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		6,05	0,0005
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,67	0,7734
Eb	48	79,0146		
Total	79			
Promedio (No. pl/m²)	2,75			

Cuadro de ANAVA para el conteo a cosecha para la variable plantas de arroz rojo/m².

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,17	0,914
Ea	9			
Tratamiento de BAS 714H	4		5,06	0,0018
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,25	0,9934
Eb	48	410,43		
Total	79			
Promedio (No. pl/m²)	6,076775			

Anexo No. 7 Cuadro de ANAVA para la variable materia seca de arroz rojo a los 90 DPS.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		3,09	0,0825
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		6,82	0,0002
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		3,1	0,0027
Población de arroz rojo 11 DPS	1		5,12	0,0288
Eb	47	6456,21		
Total	79			
Pormedio (g/m ²)	23,54485			

Anexo No. 8 Cuadro de ANACOVA para la variable panojas de arroz rojo a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,49	0,6998
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	3		6,54	0,0003
M. Riego*Trat. BAS 714H	9		0,35	0,9746
Población de arroz rojo 11DPS	1		5,12	0,0288
Eb	35	1030,95		
Total	63			
Promedio (No. panojas/m ²)	12,73235			

Anexo No. 9 Cuadro de ANAVA para la variable materia seca de capín a los 90 DPS.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,32	0,8133
Ea	9	15,6684		
Tratamiento de BAS 714H	4		9,61	< 0,0001
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,55	0,8707
Eb	48	902,12		
Total	79			
Promedio	11,94645			

Anexo No. 10 ANAVA para la variable panojas de capín a cosecha.

Cuadro de ANAVA para el conteo a cosecha de la variable panojas de capín/m² (Incluye todos los tratamientos de herbicida)

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		2,68	0,1102
Ea	9	25,8961		
Tratamiento de BAS 714H	4		21,29	< 0,0001
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		2,63	0,0089
Eb	48	696,35		
Total	79			
Promedio (No. panojas/m ²)	16,4582			

Cuadro de ANAVA para el conteo a cosecha de la variable panojas de capín/m² (No incluye el tratamiento en secuencia)

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3		.	.
Manejo del Riego	3		2,7	0,1088
Ea	9	42,6759		
Tratamiento de BAS 714H	3		21,57	< 0,0001
M. Riego*Trat. BAS 714H	9		2,69	0,0167
Eb	36	845,1		
Total	63			
Promedio (No. panojas/m ²)	20,390625			

Anexo No. 11 Cuadro de ANAVA para la variable materia seca de panicum a los 90 DPS.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,88	0,4886
Ea		0		
Tratamiento de BAS 714H	4		3,43	0,0153
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,95	0,5039
Eb	57	175,88		
Total	79			
Promedio (g/m ²)	3,3403			

Anexo No. 12 Cuadro de ANAVA para la variable panojas de panicum a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		1,01	0,4306
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		6,76	0,0002
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,11	0,3761
Eb	48	25,0291		
Total	79			
Promedio (No. panojas/m ²)	2,46015			

Anexo No. 13 Cuadro de ANAVA para la variable materia seca de ciperáceas a los 90 DPS.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,94	0,4624
Ea		0		
Tratamiento de BAS 714H	4		0,98	0,4278
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,97	0,4872
Eb	57	1,0297		
Total	79			
Promedio (g/m ²)	0,1125			

Anexo No. 14 Cuadro de ANAVA para la variable plantas de ciperáceas a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,63	0,613
Ea	9	0,02952		
Tratamiento de BAS 714H	4		0,78	0,545
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,05	0,4256
Eb	48	0,2227		
Total	79			
Promedio (No. pl/m ²)	0,09954			

Anexo No. 15 Cuadro de ANAVA para la variable plantas de gamba rusa a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,47	0,7079
Ea	9	0,02014		
Tratamiento de BAS 714H	4		0,93	0,4551
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,65	0,7876
Eb	48			
Total	79			
Promedio (No. pl/m ²)	0,1759175			

Anexo No. 16 Cuadro de ANACOVA para la variable plantas de yerba del bicho a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		3,88	0,0557
Ea	9	0,05271		
Tratamiento de BAS 714H	4		7,65	< 0,0001
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		2,81	0,0064
Población de arroz rojo 11 DPS	1		10,43	0,0024
Eb	47	0,2		
Total	79			
Pormedio (No. pl/m ²)	0,2679225			

Anexo No. 17 Cuadro de ANAVA para la variable plantas de sagitaria a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		3,98	0,0465
Ea	9	0,2405		
Tratamiento de BAS 714H	4		3,25	0,0195
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,12	0,3643
Eb	48	7,3628		
Total	79			
Pormedio (No. pl/m ²)	2,421175			

Anexo No. 18 Cuadro de ANACOVA para la variable panojas/m² de CL 161 a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		1,14	0,3892
Ea	9	4868,81		
Tratamiento de BAS 714H	4		17,05	< 0,0001
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,25	0,2816
Población de arroz rojo 11 DPS	1		6,98	0,0114
Eb	47	5188,97		
Total	79			
Promedio (No. panojas/m ²)	477,7675			

Anexo No. 19 Cuadro de ANAVA para la variable No. granos/panoja de CL 161 a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,84	0,5038
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		3,32	0,0178
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,69	0,0993
Eb	48	237,21		
Total	79			
Promedio (No. granos/panoja)	102,5125			

Anexo No. 20 Cuadro de ANAVA para la variable No. de granos llenos/panoja de CL 161 a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		1,2	0,3646
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		3,1	0,024
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,41	0,1972
Eb	48	166,87		
Total	79			
Promedio (No. granos ll./panoja)	72,90545			

Anexo No. 21 Cuadro de ANAVA para la variable porcentaje de granos llenos/panoja de CL 161 a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		2,37	0,1382
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		1,29	0,2866
M.Riego*Trat.BAS 714H	12		1,46	0,1722
Eb	48	41,5802		
Total	79			
Promedio (%)	70,83015			

Anexo No. 22 Cuadro de ANAVA para la variable No. de granos chuzos/panoja de CL 161 a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		0,72	0,5646
Ea	9	5,9465		
Tratamiento de BAS 714H	4		1,35	0,265
M.Riego*Trat.BAS 714H	12		1,74	0,089
Eb	48	43,8792		
Total	79			
Promedio (No. granos ch./panoja)	28,81045			

Anexo No. 23 Cuadro de ANAVA para la variable porcentaje de granos chuzos/panoja de CL 161 a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		2,43	0,1321
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		1,4	0,2492
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,46	0,1723
Eb	48	41,4157		
Total	79			
Promedio (%)	28,3896			

Anexo No. 24 Cuadro de ANACOVA para la variable peso de 1000 granos de CL 161 a cosecha.

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		7,45	0,0105
Ea	9	0,02242		
Tratamiento de BAS 714H	4		1,83	0,1414
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,85	0,6019
Pobación de arroz rojo 11 DPS	1		5,01	0,0304
Eb	47	0,3202		
Total	79			
Promedio (g)	22,05055			

Anexo No. 25 ANAVA para la variable rendimiento de CL 161.

Cuadro de ANAVA para el rendimiento de grano seco y limpio de CL 161 (Incluye todos los tratamientos de herbicida)

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		2,95	0,0909
Ea	9	235602		
Tratamiento de BAS 714H	4		37,16	< 0,0001
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		1,83	0,0708
Eb	48	396491		
Total	79			
Promedio (Kg/ha)	4557,4025			

Cuadro de ANAVA para el rendimiento de grano seco y limpio de CL 161 (No incluye el tratamiento en secuencia)

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		3,7	0,554
Ea	9	211957		
Tratamiento de BAS 714H	3		36,85	< 0.0001
M. Riego*Trat. BAS 714H	9		2,09	0,0567
Eb	36	412060		
Total	63			
Promedio (Kg/ha)	4345,2975			

Anexo No. 26 ANACOVA para la variable % de grano rojo en la cosecha.

Cuadro de ANACOVA para el porcentaje de grano rojo en la cosecha (Incluye todos los tratamientos de herbicida)

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		1,02	0,4325
Ea	9	0		
Tratamiento de BAS 714H	4		4,55	0,037
M. Riego*Trat. BAS 714H	12		0,64	0,7943
Población de arroz rojo 11 DPS	1		5,98	0,0187
Eb	47	23,9483		
Total	79			
Promedio (%)	1,53125			

Cuadro de ANACOVA para el porcentaje de grano rojo en la cosecha (No incluye el tratamiento en secuencia)

Fuente de Variación	gl	CM	F	Pr>F
Bloque	3			
Manejo del Riego	3		1,24	0,3574
Ea	9	0,3229		
Tratamiento de BAS 714H	3		4,62	0,0086
M. Riego*Trat. BAS 714H	9		0,57	0,8122
Población de arroz rojo 11 DPS	1		5,68	0,0232
Eb	35	29,7473		
Total	63			
Promedio (%)	1,8769			

Anexo No. 27 Test de efectos Slice para la variable materia seca de arroz rojo a los 90 DPS.

Efecto	Manejo del riego	Tratamiento de BAS 714H	Num DF	Den DF	F	F>Pr
M. del riego*Trat. de BAS 714H	2 DPA		4	47	15,54	< 0.0001
M. del riego*Trat. de BAS 714H	7 DPA		4	47	0,41	0,8007
M. del riego*Trat. de BAS 714H	21 DPA c/ baños		4	47	0,09	0,9858
M. del riego*Trat. de BAS 714H	21 DPA s/baños		4	47	0,12	0,9732
M. del riego*Trat. de BAS 714H		Testigo	3	47	15,54	< 0.0001
M. del riego*Trat. de BAS 714H		140 pos	3	47	0	1,0000
M. del riego*Trat. de BAS 714H		210 pos	3	47	0	1,0000
M. del riego*Trat. de BAS 714H		280 pos	3	47	0	1,0000
M. del riego*Trat. de BAS 714H		140 pre 140 pos	3	47	0	1,0000

Anexo No. 28 Test de efectos Slice para la variable panojas de capín a cosecha.

Efecto	Manejo del riego	Tratamiento de BAS 714H	Num DF	Den DF	F	F>Pr
M. del riego*Trat. de BAS 714H	2 DPA		4	47	0,02	0,9988
M. del riego*Trat. de BAS 714H	7 DPA		4	47	7,25	0,0001
M. del riego*Trat. de BAS 714H	21 DPA c/ baños		4	47	16,02	< 0.0001
M. del riego*Trat. de BAS 714H	21 DPA s/baños		4	47	5,86	0,0007
M. del riego*Trat. de BAS 714H		Testigo	3	47	12,68	< 0.0001
M. del riego*Trat. de BAS 714H		140 pos	3	47	0,53	0,6622
M. del riego*Trat. de BAS 714H		210 pos	3	47	0,01	0,9976
M. del riego*Trat. de BAS 714H		280 pos	3	47	0,01	0,9985
M. del riego*Trat. de BAS 714H		140 pre 140 pos	3	47	0	0,9999

Anexo No. 29 Cuadro de probabilidades de los modelos evaluados para la variable panojas de arroz rojo a cosecha. (Modelos evaluados para las dosis pos-emergentes de BAS 714H).

Para dosis de BAS 714H pos-emergente (c/covariable)			
Modelo	F	Pr > F	R²
Lineal	10,24	0,0021	0,611793
Cuadrático	6,4	0,0078	0,615273

	t	Pr > I T I
Lineal		
Bas 714H	-2,94	0,0115
Covariable	3,44	0,0044
Cuadrático		
Bas 714H	-1,11	0,2893
Bas 714H*BAS 714H	0,33	0,7475
Covariable	2,99	0,0113

Anexo No. 30 Probabilidades de los modelos evaluados para la variable panojas de capín a cosecha. (Modelos evaluados para las dosis pos-emergentes de BAS 714H).

Cuadro de probabilidades de los modelos según manejo del riego para la variable panojas de capín a cosecha.

Inundación 2 DPA			
Modelo	F	Pr > F	R²
Lineal	4,15	0,061	0,228684
Cuadrático	2,07	0,1664	0,241107
Inundación 7 DPA			
Modelo	F	Pr > F	R²
Lineal	14,26	0,002	0,504538
Cuadrático	10,66	0,0018	0,621266
Inundación 21 DPA c/baños			
Modelo	F	Pr > F	R²
Lineal	25,35	0,0002	0,644247
Cuadrático	25,49	<0,0001	0,796825
Inundación 21 DPA s/baños			
Modelo	F	Pr > F	R²
Lineal	8,56	0,0111	0,37952
Cuadrático	4,53	0,0322	0,410564

Cuadro de probabilidades de los parámetros de los modelos según manejo del riego para la variable panojas de capín a cosecha.

	Inundación 2 DPA		Inundación 7 DPA		Inundación 21 DPA c/baños		Inundación 21 DPA s/baños	
	t	Pr > [T]	t	Pr > [T]	t	Pr > [T]	t	Pr > [T]
Lineal								
Bas 714H	-2,04	0,061	-3,78	0,002	-5,04	0,0002	-2,93	0,0111
Cuadrático								
Bas 714H	-1,03	0,3228	-3,15	0,0077	-4,89	0,0003	-1,65	0,1231
Bas 714H*BAS 714H	0,46	0,6522	2	0,0666	3,12	0,0081	0,83	0,4229

Anexo No. 31 Probabilidades de los modelos evaluados para la variable rendimiento seco y limpio de CL 161. (Modelos evaluados para las dosis pos-emergentes de BAS 714H).

Cuadro de probabilidades de los modelos según manejo del riego para la variable rendimiento de CL 161.

Manejo del riego: inundación 2 DPA			
Modelo	F	Pr > F	R ²
Lineal	4,48	0,0528	0,24222
Cuadrático	2,13	0,158	0,247139
Manejo del riego: inundación 7 DPA			
Modelo	F	Pr > F	R ²
Lineal	13,9	0,0023	0,498127
Cuadrático	10,46	0,002	0,616839
Manejo del riego: inundación 21 DPA c/baños			
Modelo	F	Pr > F	R ²
Lineal	17,97	0,0008	0,562086
Cuadrático	15,72	0,0003	0,70748
Manejo del riego: inundación 21 DPA s/baños			
Modelo	F	Pr > F	R ²
Lineal	31,62	<0,0001	0,693121
Cuadrático	14,93	0,0004	0,696632

Cuadro de probabilidades de los parámetros de los modelos según manejo del riego para la variable rendimiento de CL 161.

	Inundación 2 DPA		Inundación 7 DPA		Inundación 21 DPA c/baños		Inundación 21 DPA s/baños	
	t	Pr > [T]	t	Pr > [T]	t	Pr > [T]	t	Pr > [T]
Lineal								
Bas 714H	2,12	0,0528	3,73	0,0023	4,24	0,0008	5,62	<0,0001
Cuadrático								
Bas 714H	0,89	0,3921	3,14	0,0079	3,91	0,0018	1,25	0,2344
Bas 714H*BAS 714H	-0,29	0,7753	-2,01	0,066	-2,54	0,0246	0,39	0,7044

Anexo No. 32 Cuadro de probabilidades de los modelos evaluados para la variable porcentaje de grano rojo a cosecha. (Modelos evaluados para las dosis pos-emergentes de BAS 714H).

Para dosis de BAS 714H pos-emergente			
Modelo	F	Pr > F	R ²
Lineal	10,64	0,0018	0,146531
Cuadrático	6,09	0,0039	0,166518

	t	Pr > I T I
Lineal		
Bas 714H	-3,26	0,0018
Cuadrático		
Bas 714H	-2,13	0,0375
Bas 714H*BAS 714H	1,21	0,2311

Anexo No. 33 Cuadro de probabilidades para el modelo ajustado para la variable materia seca de CL 161 a los 90 DPS. (Modelos evaluados para las dosis pos-emergentes de BAS 714H).

Para dosis de BAS 714H pos-emergente			
Modelo	F	Pr > F	R ²
Lineal	14,2913	0,0004	0,17421728

	t	Pr > I T I
Lineal		
BAS 714H	3,7804	0,0004

Anexo No. 34 Cuadro de probabilidades para el modelo ajustado para la variable materia seca de capín a los 90 DPS. (Modelos evaluados para las dosis pos-emergentes de BAS 714H).

Para dosis de BAS 714H pos-emergente			
Modelo	F	Pr > F	R ²
Cuadrático	16,0361	<0,0001	0,32310682

	t	Pr > I T I
Cuadrático		
BAS 714H	-37	0,0005
Bas 714H*BAS 714H	22	0,0286

Anexo No. 35 Cuadro de probabilidades para el modelo ajustado para la variable materia seca de panicum a los 90 DPS. (Modelos evaluados para las dosis pos-emergentes de BAS 714H).

Para dosis de BAS 714H pos-emergente			
Modelo	F	Pr > F	R ²
Lineal	91,387	0,0036	0,11440612

	t	Pr > T
Lineal		
BAS 714H	-30.230	0.0036

Anexo No. 36 Cuadro de probabilidades para el modelo ajustado para la variable panojas de panicum a cosecha. (Modelos evaluados para las dosis pos-emergentes de BAS 714H).

Para dosis de BAS 714H pos-emergente			
Modelo	F	Pr > F	R ²
Lineal	166	0,0001	0,19875794

	t	Pr > T
Lineal		
BAS 714H	-41	0,0001

Anexo No. 37 Cuadro de probabilidades para los contrastes ortogonales entre el tratamiento de BAS 714 H de 280 g/ha fraccionada y solo en pos-emergencia, para la variable materia seca a los 90 DPS de CL 161.

Contrastes					
Efecto	Num DF	Den DF	F	F>Pr	
Tratamiento 280 g/ha de BAS 714 H fraccionados vs. 280 g/ha en pos-emergencia	1	47	4,46	0,04	
Estimates					
Efecto	Estimate	Error	DF	Valor t	Pr > t
Tratamiento 280 g/ha de BAS 714 H fraccionados vs. 280 g/ha en pos-emergencia	-145,09	68,6746	47	-2,11	0,04

Anexo No. 38 Cuadro de probabilidades para los contrastes ortogonales entre el tratamiento de BAS 714 H de 280 g/ha fraccionada y solo en pos-emergencia, para la variable materia seca a los 90 DPS de CL 161.

Contrastes					
Efecto	Num DF	Den DF	F	F>Pr	
Tratamiento 280 g/ha de BAS 714 H fraccionados vs. 280 g/ha en pos-emergencia	1	43	4,31	0,0438	
Estimates					
Efecto	Estimate	Error	DF	Valor t	Pr > t
Tratamiento 280 g/ha de BAS 714 H fraccionados vs. 280 g/ha en pos-emergencia	-57,1483	27,5131	43	-2,08	0,0438

Anexo No. 39 Formulación del BAS 714 H, del Ki y del Fix.

	BAS 714 H	KI	FIX
Formulación	Gránulos dispersables en agua	Concentrado emulsionable	Gránulos dispersables
Concentración en peso (g equivalente ácido/100g producto)			
IMAZAPIC	17,5	0	70
IMAZAPIR	52,5	22,6	0
Concentración peso en volumen (g equivalente ácido/l producto)			
IMAZAPIR		240	

Equivalencias de dosis entre productos.

BAS 714 H g/ha	Ki ml/ha	FIX g/ha	Forma de aplicación
0	0	0	-
140	306	35	pos
210	459	52,5	pos
280	613	70	pos
140	306	35	pre
140	306	35	pos

Anexo No. 40 Cuadro comparativo de herbicidas de la familia de las imidazolinonas comercializados en Uruguay y países vecinos.

	Marca comercial				
	BAS 714H	Ki	Fix	Only	Kifix
Ingrediente activo	Concentración en equivalente ácido (g i.a./100g de producto)				
Imazapic	17,5		70	2,5	17,5
Imazapir	52,5	22,6			52,5
Imazetapir				7,5	
Empresa	BASF	BASF	BASF	BASF	BASF
Formulación	Gránulos dispersables en agua	Concentrado emulsionable	Gránulos dispersables	Suspensión concentrada	Gránulos dispersables
Cultivo	Arroz	Arroz	Arroz	Arroz	Arroz
País	Uruguay	Uruguay	Uruguay	Brasil	Argentina

	Marca comercial				
	Onduty	Lightning	Clearsol	Pivot H	Arsenal 25
Ingrediente activo	Concentración en equivalente ácido (g i.a./100g de producto)				
Imazapic	52,5				
Imazapir	17,5	17,5	24		30,6
Imazetapir		52,5		10	
Empresa	BASF	BASF	BASF	BASF	BASF
Formulación	Gránulos dispersables	Gránulos dispersables	Concentrado soluble	Concentrado soluble	Concentrado soluble
Cultivo	Maíz	Maíz	Girasol	Maíz, Soja, Mani, Arveja, Alfalfa, Poroto	
País	Argentina Uruguay	Argentina Uruguay	Argentina	Argentina Uruguay	Brasil Uruguay