

INVESTIGACIÓN

EFECTOS DE HERBICIDAS SOBRE LA ACTIVIDAD FISIOLÓGICA Y MORFOLÓGICA EN NUEVAS VARIETADES DE ARROZ

EDUCARDO AREVALO SIERRA

I.A. Investigación y Transferencia - FEDEARROZ-FNA

INTRODUCCIÓN

En su búsqueda constante de elevar la productividad y propender por reducir la carga ambiental, disminuyendo el uso de agroquímicos, Fedearroz-Fondo Nacional del Arroz, ha puesto a disposición de los arroceros colombianos, nuevas variedades de arroz, entre las que se destacan FL-Fedearroz Itagua y Fedearroz-70, estudiadas en el presente trabajo junto con FL-Fedearroz-68, materiales con suficiente diversificación genética para disminuir los riesgos a plagas y enfermedades, con alto potencial de rendimiento, alta calidad molinera y de cocción y con capacidad de mitigar y adaptarse a las condiciones ambientales actuales.

No obstante, cuando una nueva variedad se libera, es necesario entregar información básica sobre sus características y los diferentes aspectos de manejo técnico. La reacción de estas variedades a los herbicidas de amplio uso en el cultivo hace parte de esta información. El éxito y permanencia de estas variedades de arroz en el campo, depende en gran parte de la ejecución de manera oportuna y adecuada de las prácticas agronómicas desarrolladas para cada genotipo en particular.

Los cultivares suelen tener respuesta diferencial a los ingredientes activos de los herbicidas, las cuales se deben a diferencias fisiológicas y/o anatómicas, manifestándose éstas en lesiones que pueden o no afectar el crecimiento de la planta y eventualmente el rendimiento.

Siendo necesario evaluar la respuesta de los nuevos materiales a los herbicidas de amplio uso en el control de las malezas en el cultivo de arroz en Colombia, como son el Propanil y el Bispiribac sodium.

Por eso, en este estudio se evaluó la reacción fisiológica y morfológica externa de las nuevas variedades, sometidas a diferentes dosis de estos herbicidas en aplicaciones en postemergencia temprana, en busca de generar recomendaciones de manejo sobre este importante aspecto agronómico.

REVISIÓN DE LITERATURA

En condiciones de campo, suele presentarse estrés ocasionado por factores bióticos y abióticos, como clima, suelo, y prácticas de manejo, lo que hace que las condiciones ideales del cultivo, difícilmente sean alcanzadas. (Bonato, 2000).

Dentro de los estreses bióticos que afecta el cultivo del arroz, se destaca las malezas, siendo uno de los factores de mayor interferencia en la producción. Las pérdidas originadas por las malas hierbas pueden variar enormemente dependiendo de diversos factores relacionados con la comunidad de malezas (especies, densidad y distribución), el cultivo (densidad, arreglo, cultivar), período de competencia (época y duración) y ambiente (suelo, clima y manejo).

No obstante, si se suman las pérdidas ocasionadas por la interferencia ocasionada por las malezas y el costo de su control, la producción anual de arroz en el mundo se reduce en el 15%. En América Latina este costo se eleva al 22% (Fisher, 1997). Estas pérdidas justifican plenamente el uso de herbicidas para el control de las especies de malezas asociadas al cultivo.

Fedearroz-Fondo Nacional del arroz en el 2017, puso a disposición de los arroceros colombianos cinco (5) nuevas variedades de arroz, FL-Fedearroz Itagua, FL-Fedearroz Orotoy, Fedearroz Yemaya, Fedearroz-495 y Fedearroz-70, las que se han venido estudiando y desarrollando su manejo, para obtener el máximo potencial genético. Ajuste que incluye conocer la reacción frente a la aplicación de herbicidas, los cuales pueden eventualmente causar daños al cultivo, que pueden ser reparables o no.

Los herbicidas Propanil y Bispiribac sodium, son utilizados ampliamente en las zonas arroceras colombianas, porque proporcionan un buen control de malezas altamente competitivas cuando son usados de manera oportuna, sin embargo a veces se recurre a dosis más altas de lo habitual en respuesta a controles que no cumplen las expectativas, dosis más altas que implican un mayor “esfuerzo” de la planta en detoxificar el agroquímico y consecuentemente a un mayor riesgo de toxicidad al cultivo.

Propanil es un herbicida perteneciente al grupo químico de los Cloroanilidas, su mecanismo de acción es la Inhibición del transporte de electrones en el fotosistema II (PSII), lo que logran al remover o inactivar uno o más de los acarreadores intermediarios. Como efecto de esta interrupción en el flujo de electrones se interrumpe la fijación de CO₂, ATP y NADPH₂, los cuales son esenciales para el crecimiento de las plantas, sin embargo el efecto más importante es la peroxidación de lípidos que conduce a la destrucción de las membranas lo que hace que las células y orgánulos se deshidraten y desintegren rápidamente, a mayor intensidad lumínica más rápido ocurrirá este proceso en las plantas sensibles (De Oliveira et al, 2011).

Bispiribac-sodium, es un herbicida perteneciente al grupo químico de los Pirimidiniltiobenzoatos, su mecanismo de acción es la Inhibición de la enzima Acetolactato sintasa (ALSasa), enzima fundamental en la biosíntesis de los aminoácidos de cadena ramificada Valina, Leucina e Isoleucina, afectando consecuentemente la síntesis de proteínas (De Oliveira et al, 2011), las plantas mueren porque son incapaces de producir esos aminoácidos esenciales. Es un herbicida sistémico, de absorción foliar, y radicular que se aplica por vía foliar sobre especies sensibles ya nacidas. En las especies sensibles cesa el crecimiento y se produce clorosis, antocianocis, necrosis y consecuentemente la muerte de la planta. En condiciones normales es muy selectivo al cultivo, pudiéndose aplicar en cualquier estado de desarrollo, la dosis recomendada es de 125 cc en las formulaciones más concentradas (400 g i.a./L) y de 500 cc en las más diluidas (100 g i.a./L P.C.).

El análisis de la emisión de fluorescencia de la clorofila-a del fotosistema II del aparato fotosintético de plantas es ampliamente utilizado para caracterizar los efectos ocasionados por estrés de diferente origen (temperatura, sequía, alta intensidad lumínica, salinidad, inundación y herbicidas). El parámetro más usado en la emisión de la fluorescencia, es el rendimiento cuántico máximo para la fotoquímica primaria cuando todos los centros de reacción del PSII están oxidados o “abiertos” (Fv/Fm) y resulta de dividir la fluorescencia variable con la fluorescencia máxima.

La determinación cuantitativa de la emisión de la fluorescencia de la clorofila-a, su análisis y la obtención de los parámetros correspondientes, constituyen una forma precisa, confiable y rápida, de obtener información molecular que tiene una expresión fisiológica y que puede tener múltiples aplicaciones prácticas. El rendimiento cuántico máximo de PS II (Fv/Fm) puede variar de 0.75 a 0,85 en plantas no sometidas a estrés (Corrêa y Alves, 2010), siendo la reducción de esta relación un excelente indicador del efecto fotoinhibidor cuando las plantas se someten a estrés químico (Jiménez-Suanca et al., 2015). Otra forma

de interpretar está relacionada a valores estándar de una planta sin deterioro al aparato fotosintético, que están alrededor de 0,80 Fv/Fm, y cuando las plantas exhiben un valor por debajo de este se considera que la maquinaria fotosintética fue perjudicada (Chaves, 2015).

La medición de la emisión de fluorescencia de la clorofila-a del fotosistema II, se realiza con el Fluorómetro conllevando al cálculo de parámetros que confirmen daños causados por herbicidas y a la eficiencia en la tasa fotosintética de las plantas (Fv/Fm).

Igualmente, el proceso de fotosíntesis se encuentra correlacionado positivamente con el contenido de clorofila (Markino et al, 1983; Xu et al, 1997, citados por Toshiyuki et al, 2010), por lo que estimar el contenido de clorofila a través de la medición de la absorbancia de luz de bandas espectrales específicas en hojas vivas, constituyen un excelente método sin tener que destruir la planta, siendo uno de esos métodos el del medidor digital de clorofila SPAD (Soil and Plant Analyzer Development meter) o Clorofilómetro. Las mediciones de valores SPAD son rápidas y sencillas y se ha encontrado alta correlación entre los valores de SPAD y la fotosíntesis de la hoja (Huang and Peng, 2004).

De igual forma, existe correlación entre las mediciones SPAD y el nivel de nitrógeno de la hoja, de manera que se utiliza como herramienta para la toma de decisiones en cuanto a la fertilización nitrogenada del cultivo (Cabangon et al, 2011; Hernández y Luna, 2014).

Existen diferentes reportes en cuanto al valor crítico de SPAD para el cultivo del arroz: Cabangon et al (2011) encontró los mejores rendimientos cuando utilizó 38 como valor crítico de SPAD en la variedad IR-72; Peng et al (2006) encontraron 35 como valor crítico para el cultivo del arroz; Hernández y Luna (2014), registran valores de 36.4 y 37.3 para variedades como Fedearroz 174 y Fedearroz 733, respectivamente.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se desarrolló en el Centro Experimental Piedrapintada, ubicado a N 3°15'05,11" y W-075°14'33.08", en la vereda La Manga, municipio de Aipe (Huila).

Los tratamientos correspondieron a la combinación de diferentes estrategias de control químico en post-temprana en tres cultivares de arroz, dispuestos en un diseño de parcelas divididas con cuatro (4) repeticiones. En la parcela principal se ubicaron las variedades: Fedearroz 70, FL-Fedearroz Itagua y FL-Fedearroz 68; y en las subparcelas los tratamientos de herbicidas: Propanil 480 EC 5 L P.C./ha, Propanil 480 EC 7 L P.C./ha, Bispiribac sodium 400 SC 200 cc P.C./ha, Bispiribac sodium 400 SC 300 cc P.C./ha, y el testigo sin aplicación de herbicida.

Las parcelas principales tuvieron un tamaño de 50 m² (10m x 5m) y fueron sembradas a una densidad equivalente a 100 kg de semilla por hectárea (24 surcos por parcela), las subparcelas midieron 10 m². La aplicación se realizó a los 10 días después de emergido el cultivo, en las primeras horas de la mañana con condiciones de viento en calma, se utilizó una aspersora manual equipada con boquillas 8002 y calibrada para una descarga equivalente a 150 litros de agua por hectárea, los herbicidas fueron aplicados con coadyuvante.

Las variables evaluadas fueron:

Máxima eficiencia del fotosistema II (Fv/Fm): Se evaluó en tres momentos: 4 horas después de la aplicación de los herbicidas (hda), 24 hda y 72 hda., midiéndola en dos plantas por tratamiento y repetición, con el fluorómetro Handy PEA. Las mediciones se realizaron seleccionando la hoja más joven completamente desarrollada, hacia el centro de la misma y sometiéndola por un periodo de 15 minutos a la oscuridad, para garantizar que todos los centros de reacción del PSII estuviesen abiertos.

Unidades SPAD: Se evaluó en dos momentos: Inicio de macollamiento (20 días después de la emergencia) y pleno macollamiento (40 días después de la emergencia), se realizó en 20 plantas por tratamiento y repetición, las cuales generaron el promedio de unidades SPAD; utilizando el clorofilómetro Minolta Spad 502. La hoja seleccionada fue la más joven completamente desarrollada, tomándose la medida hacia el punto medio de la hoja.

Número de macollas: Se contó sobre un surco, el número de tallos contenidos en un metro lineal, en tres sitios marcados por tratamiento y repetición a los 55 días de emergencia.

Materia Seca: Las plantas en las cuales se realizó el conteo de macollas se recolectaron a los 55 días de emergencia, se secaron en una estufa a 60°C por tres días y posteriormente se pesaron en una balanza de precisión.

El ensayo se dio por culminado después de la evaluación de materia seca.

Con la información recolectada para cada variable, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey, a un nivel de significancia de 95% y se efectuaron graficas de tipo box-plot.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Máxima eficiencia del fotosistema II (Fv/Fm):

Cuatro (4) horas después de aplicado los herbicidas: No se presentaron diferencias estadísticas entre las variedades. Por el contrario, entre los tratamientos de herbicidas si se registraron diferencias significativas: La dosis menor de Bispiribac sodium (200 cc de P.C./ha) registró un valor de 0.70 similar al registrado por el testigo sin herbicida que fue 0.72, considerando en este caso como leve afectación del aparato fotosintético. Los otros tres tratamientos (dosis

alta de Bispiribac sodium y los dos de Propanil) registraron valores entre 0.60 y 0.67, evidenciando un daño mayor a la maquinaria fotosintética, como consecuencia del estrés causado por los herbicidas.

Veinticuatro (24) horas después de aplicado: Consecuente con la primera evaluación, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las variedades. En cuanto a los valores encontrados con los herbicidas, Bispyribac sodium aplicado a la dosis mayor (300 cc de P.C./ha), registró el menor valor de Fv/Fm con 0.68; lo que se traduce en un mayor efecto sobre el transporte de electrones en el PSII, siendo estadísticamente diferente frente a los demás tratamientos, que registraron valores de 0.71 a 0.73 de eficiencia.

Setenta y dos (72) horas después de aplicado: Las variedades continúan sin presentar diferencias estadísticas. En la respuesta a herbicidas, el testigo sin aplicación presento el mayor valor de Fv/Fm con 0.77, estadísticamente diferente a los tratamientos con herbicidas, que estuvieron en el intervalo de 0.72 a 0.74, valores que muestran un efecto negativo leve sobre el transporte de electrones en el PSII.

No se registró interacción entre las variedades y tratamientos de herbicidas en ninguno de las tres evaluaciones, lo que evidencia que no hay diferencia en sensibilidad entre los ingredientes activos evaluados para las tres variedades estudiadas.

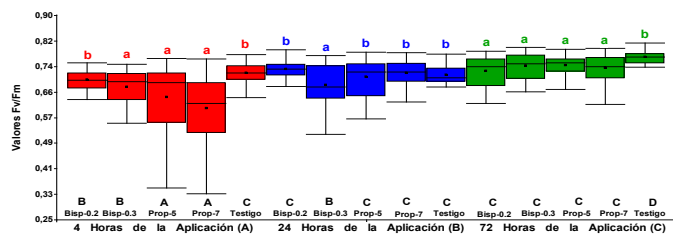
Al relacionar los diferentes tratamientos herbicidas con los momentos de evaluación, se encontró que propanil en las dos dosis, a las 4 horas después de aplicado afecta significativamente la eficiencia fotosintética (0.60 y 0.64), en comparación a las otras horas en que fue evaluado para esos mismos tratamientos y las dos dosis con Bispiribac sodium. (Tabla 1, Fig. 1)

Tabla 1. Valores de Fluorescencia Variable y Máxima (Fv/Fm) en variedades de Arroz, sometidos a la aplicación de herbicidas y Evaluados en Diferentes Momentos. Aipe - 2018

Tratamientos	Evaluación 4 Horas de Aplicado				Evaluación 24 Horas de Aplicado				Evaluación 72 Horas de Aplicado			
	Fed-70	F. Itagua	Fed-68	X Herbicida	Fed-70	F. Itagua	Fed-68	X Herbicida	Fed-70	F. Itagua	Fed-68	X Herbicida
Bispiribac-400 200 cc/ha	0,70a	0,68a	0,71a	0,70 b B	0,73a	0,73a	0,72a	0,73 b C	0,72a	0,73a	0,72 a	0,72 a C
Bispiribac-400 300 cc/ha	0,68a	0,66a	0,67a	0,67 a B	0,67a	0,66a	0,70a	0,68 a B	0,75a	0,74a	0,73a	0,74 a C
Propanil-480 5 L/ha	0,60a	0,66a	0,66a	0,64 a A	0,68a	0,74a	0,70a	0,71 b C	0,74a	0,74a	0,74a	0,74 a C
propanil-480 7 L/ha	0,62a	0,59a	0,60a	0,60 a A	0,70a	0,71a	0,74a	0,72 b C	0,74a	0,71a	0,75a	0,73 a C
Testigo sin Herbicida	0,72a	0,71a	0,72a	0,72 b C	0,70a	0,72a	0,71a	0,71 b C	0,78a	0,76a	0,77a	0,77 b D
Promedio Variedad	0,66a	0,66a	0,67a	0,67 A	0,70a	0,71a	0,71a	0,71 b	0,74a	0,74a	0,74a	0,74 c
CV (% VARIADADES)	11,61				5,90				4,98			

Promedios con letras distintas en minúsculas (columnas) y mayúsculas (filas) indican diferencias significativas según Prueba de Tukey (P<0,05).
 Promedios con letras distintas en mayúsculas (columnas de X herbicida) indican diferencias significativas según Prueba de Tukey (P<0,05).

Fig. 1 Valores de Fv/Fm en Arroz, Aplicados con Herbicidas y Evaluados en Diferentes Momentos - Aipe - 2018



La Medición de la Clorofila en unidades SPAD, se realizó en dos épocas con el Clorofilómetro, a los 20 y 40 días después de emergencia, correspondiendo a los 10 y 30 días de aplicación de los herbicidas.

A los 10 días de aplicación de los herbicidas, la variedad FL-Fedearroz-68 presento los mayores valores de unidades SPAD con 38.6, estadísticamente superior con respecto a Fedearroz 70 y FL-Fedearroz Itagua que registraron el mismo valor de 35.7. Sin embargo no hubo diferencias estadísticas entre herbicidas, que registraron valores entre 36.5 y 36.7 y tampoco se presentaron interacción entre variedades y herbicidas.

A los 30 días de aplicación de los herbicidas, se presentaron diferencias significativas en los niveles SPAD en las variedades, FL-Fedearroz 68 registró 38.5, seguida de Fedearroz Itagua con 37.1 y finalmente Fedearroz 70 con 36.0. No hubo diferencias estadísticas entre herbicidas, que registraron valores entre 36.7 a 37.7 y no se presentó interacción entre variedades y herbicidas.

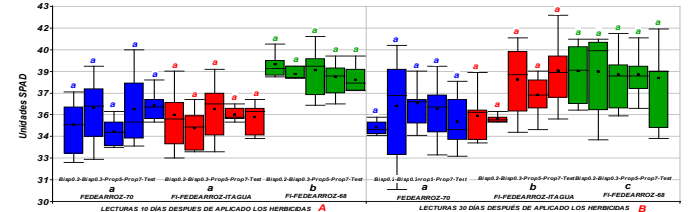
La media de evaluación de los herbicidas a los 30 días fue de 37.2 con significancia a la de los 10 días, donde se obtuvo 36.6. (Tabla 2, Fig.2)

Tabla 2. Unidades SPAD en Variedades de Arroz, Aplicadas con Herbicidas y Evaluadas 10 y 30 Días Después de la Aplicación. Aipe - 2018

Tratamientos	Momentos de Evaluación-10 Días de Aplicado				Momentos de Evaluación-30 Días de Aplicado			
	Fedearroz-70	FI-Fed. Itagua	FI-Fedearroz-68	Prom. Herbicida	Fedearroz-70	FI-Fed. Itagua	FI-Fedearroz-68	Prom. Herbicida
Bispiribac-400 200 cc/ha	35,1 a A	35,8 a A	39,1 a A	36,7 a	34,9 a A	35,7 a A	38,7 a A	36,7 a
Bispiribac-400 300 cc/ha	36,2 a A	34,9 a A	38,5 a A	36,5 a	36,4 a A	35,5 a A	38,7 a A	37,0 a
Propanil-480 5 L/ha	34,6 a A	36,2 a A	38,8 a A	36,5 a	36,5 a A	38,1 a A	38,5 a A	37,7 a
propanil-480 7 L/ha	36,2 a A	35,8 a A	38,3 a A	36,7 a	36,2 a A	37,1 a A	38,5 a A	37,3 a
Testigo sin Herbicida	36,4 a A	35,6 a A	38,2 a A	36,7 a	35,3 a A	38,7 a A	38,2 a A	37,5 a
Promedio Variedad	35,7 a	35,7 a	38,6 b	36,6 A	36,0 a	37,1 b	38,5 c	37,2 B
CV (% VARIADADES)	3,72				5,16			

Promedios con letras distintas en minúsculas (columna) y mayúsculas (fila) indican diferencias significativas según Prueba de Tukey (P<0,05).

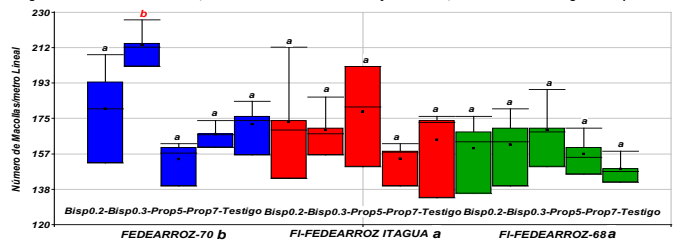
Fig. 2 Unidades SPAD en Variedades de Arroz, Aplicadas con Herbicidas y Evaluadas 10 y 30 Días Después. Aipe - 2018



En el número de macollas (55 días de emergencia), la variedad Fedearroz-70 registro el mayor número de macollas por metro lineal con 177, con diferencias estadísticas significativas frente a FI-Fedearroz Itagua con 168 y FI-Fedearroz-68 con 159.

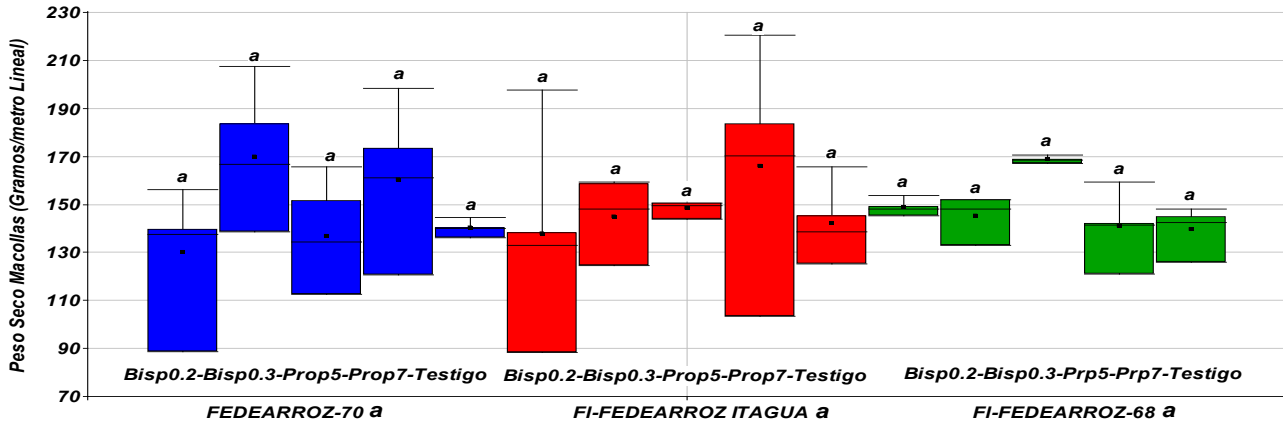
Al analizar los herbicidas, se encontró que el mayor número de macollas correspondió a Bispiribac sodium 400 en dosis de 300 cc P.C./ha con 181 macollas/metro, con diferencias significativas frente a los demás tratamientos, que oscilaron de 159 a 171 macollas por metro. El mayor número de macollas en el análisis de la interacción variedad/herbicidas correspondió a la variedad Fedearroz 70 aplicada con Bispiribac sodium 400 en dosis de 300 cc P.C./ha con 213 macollas, estadísticamente superior a las demás interacciones que fluctuaron entre 149 y 180 macollas por metro lineal. (Fig. 3)

Fig. 3 Número de Macollas/metro, Interacción Variedades de Arroz y Herbicidas, a los 55 Días de Emergencia. Aipe - 2018



En cuanto al peso de la materia seca de hojas y tallos, no se presentaron diferencias estadísticas entre las variedades evaluadas obteniéndose un rango de 147 a 149 gramos por metro; tampoco hubo diferencias estadísticas entre los herbicidas, fluctuando los valores entre 139 a 156 gramos por metro; ni en la interacción variedad X herbicida. (Fig. 4)

Fig. 4 Peso Seco de Macollas (gramos/metro) , Interacción Variedades de Arroz y Herbicidas, a los 55 Días de Emergencia. Aipe - 2018



CONCLUSIONES

REACCION FISIOLÓGICA

Máxima Eficiencia del Fotosistema II (Fv/Fm)

Los registros de las mediciones de rendimiento cuántico máximo efectuadas 4, 24 y 72 horas después de las aplicaciones de los herbicidas, muestran que a las cuatro horas Propanil a las dosis de 5 y 7 L P.C/ha y Bispiribac sodium a 300 cc P.C/ha afectan la eficiencia del aparato fotosintético pues registran valores de 0.60, 0.64 y 0.67; con respecto a 0.72 registrado por el testigo sin aplicación de herbicidas y de 0.70 del tratamiento de Bispiribac sodium a la menor dosis (200 cc P.C/ha), no existiendo diferencia entre estos últimos valores, aunque se comienza a presentar un efecto negativo leve sobre el transporte de electrones en el fotosistema II, con este herbicida y a esta baja dosis.

Las lecturas a las 24 horas indican una recuperación de las plantas en los tratamientos de Propanil 0.71 y 0.72, similar a la lectura del testigo con 0.71, demostrando que de manera rápida ocurre la degradación del propanil en la planta

por efecto de la enzima arylacilamidasa en componente inocuos y el rápido restablecimiento del flujo de electrones y la captación de CO₂ a niveles normales. En cambio los efectos de Bispiribac sodium a la dosis más alta en el PII continúan perceptibles y solo hubo un aumento de una centésima (0.67 a 0.68), lo que evidencia una recuperación más lenta sobre la eficiencia fotosintética.

A las 72 horas todos los valores registrados de los tratamientos con herbicidas están de 0.72 a 0.74, indicando aun un efecto negativo leve sobre el transporte de electrones en el PSII, para el testigo sin aplicación fue de 0.77.

No se detectaron diferencias entre las variedades Fedearroz 70, FL-Fedearroz Itagua y FL-Fedearroz 68 en las evaluaciones efectuadas, indicando que no hay diferencia en la sensibilidad de estos materiales, al efecto del Propanil-480 y Bispiribac sodium-400 en las diferentes dosis. Además, no existió diferencias significativas en la interacción variedades y tratamientos de herbicidas.

Al relacionar los diferentes tratamientos de herbicidas con los momentos de evaluación, se encontró que Propanil en las dos dosis, 4 horas después de aplicado, afecta

significativamente la eficiencia fotosintética (0,60 y 0,64), en comparación a las otras horas en que fue evaluado para esos mismos tratamientos y las dos dosis con Bispiribac sodium.

Medición de Clorofila en unidades SPAD

En referencia a la variable de unidades SPAD, medidas con el clorofilómetro a los 10 y 30 días de la aplicación, se encontraron diferencias a nivel estadístico entre los cultivares en ambos intervalos de tiempo, siendo las lecturas más altas las de la variedad FL-Fedearroz 68, resultados que podrían obedecer a una diferencia en la asimilación de nitrógeno de los cultivares, pues las lecturas del Fluorómetro demostraron que a los tres días posteriores a la aplicación de los herbicidas el rendimiento máximo cuántico tiene una corta diferencia entre los tratamientos con herbicidas y el testigo sin aplicación.

REACCIÓN MORFOLOGICA

La variable macollamiento fue medida 45 días después de las aplicaciones de herbicidas y aunque se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, las plantas se habían recuperado plenamente del efecto de los herbicidas, no obstante Fedearroz 70 sometida a la dosis más alta de Bispiribac sodium presentó 213 macollas siendo estadísticamente diferente a todas las demás interacciones variedad/herbicida.

La aplicación de los herbicidas en las diferentes dosis sobre los materiales estudiados, no afectó el peso seco de la parte aérea de las plantas de arroz, pues no se presentaron diferencias significativas en este parámetro.

Sin embargo, en campo se observó un cierre más lento de los surcos en todos los genotipos, aplicados con Bispiribac sodium-400 en las dos dosis utilizadas, alcanzando a los 55 días de emergencia una uniformidad en las variedades con todos los tratamientos estudiados.

RECOMENDACIONES

El uso de propanil en las dosis utilizadas en este estudio no afecta la eficiencia fotosintética de las plantas de arroz de manera significativa, pues se recuperan muy rápidamente, por lo que podría aplicarse con seguridad. No obstante debe recordarse que la rapidez de la actividad del propanil está muy relacionada con la intensidad lumínica y que en plantas estresadas ocasionada por otros factores, el tiempo de recuperación del aparato fotosintético puede ser mayor. La respuesta de las variedades Fedearroz 70, FL-Fedearroz Itagua y FL-Fedearroz 68, fue similar en los tratamientos con este herbicida, lo que supone que no hay diferencias en la tasa de asimilación del propanil.

Como la recuperación de la eficiencia fotosintética a la aplicación de Bispiribac sodium 400 SC en dosis de 300 cc P.C/ha, es más demorada y ocurre posiblemente después de 72 horas posteriores a la aplicación, solo se deben usar estas dosis en casos muy puntuales y en lo posible no aumentar las dosis de este ingrediente activo en respuesta a controles deficientes.

BIBLIOGRAFIA

- Baumann, P. A., P. A. Dotray and E. P. Prostko. 1998. Herbicide mode of action and injury symptomology. Texas Agriculture Extension Service. The Texas A&M University System SCS 07. 10 p.
- De Oliveira Rubem et all editores. Biología e manejo de plantas daninhas. Curitiba, PR, Omnipax, 2011. 348p.
- Garcés Gabriel, castilla Luis Armando. Uso del Clorofilómetro (Índice de Verdor) como estrategia en la fertilización nitrogenada en el cultivo del arroz. Revista Arroz, Vol 63, No. 517 Fedearroz, Bogotá. p:34-43.
- FISHER, Albert. Manejo Integrado de malezas del arroz. En: MIP en arroz: Manejo Integrado de plagas. Caracas, FLAR, CIAT, FEDEARROZ y Fundación Polar, 1997. Pp 31 -48.
- Giroto Marcelo, Araldi Rosilaine, Domingues Velini Edivaldo, Cotrick Gomez Giovanna Larissa G, et al. 2011. Eficiência fotossintética da cana-de-açúcar submetida à aplicação de atrazine e tebutiuron em pré-emergência. Revista Brasileira de Herbicidas. V.10,n.2, p134-142.
- González Moreno Sergio, Perales Vela Hugo, Salcedo Álvarez Martha. 2008. 2008. La Fluorescencia de la clorofila-a como herramienta

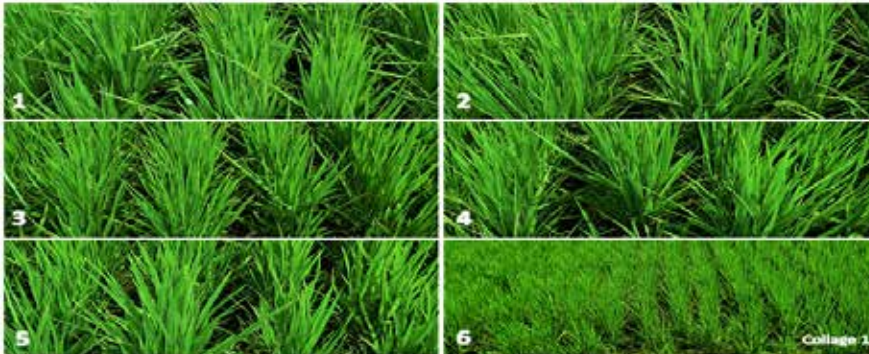
en la investigación de efectos tóxicos en el aparato fotosintético de plantas y algas. Revista de Educación Bioquímica. Universidad Nacional Autónoma. México. Vol 27, No 4: 119-129.

Nissen, S., D. Namuth, e I. Hernández-Ríos. 2005. Introducción a los Inhibidores de la Síntesis de Aminoácidos Aromáticos. Library of Crop Technology Lessons. University of Nebraska, Lincoln.

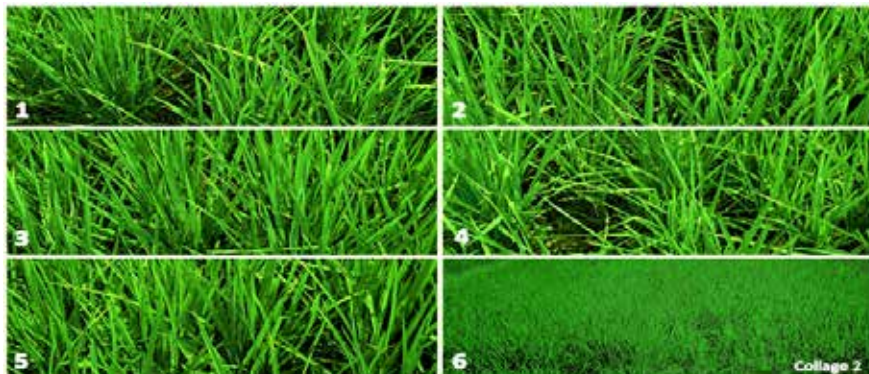
Peterson, DE., Thompson, CR, Regehr, DL and Al-Khatib, K. 2001. Herbicide mode of action. Publication C-715. Kansas State University. Agricultural Experiment Station Cooperative Extension Service. 24 p.

Pinheiro Corrêa, Maria José. 2009. Eficacia y selectividad de herbicidas aplicados en pos-emergencia en soja convencional y transgénica. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Sao Paulo, Brasil. 87p.

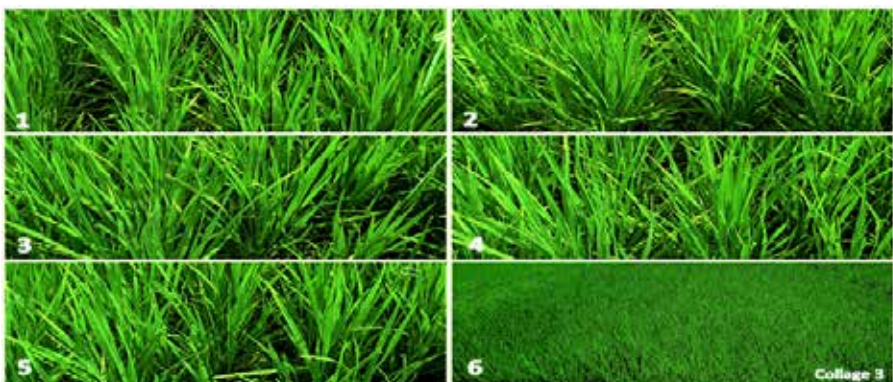
Rosales Robles Enrique, Sánchez de la Cruz Ricardo. 2006. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. INIFAP Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas-México. Folleto Técnico No. 35. rosales.enrique@inifap.gob.mx



Collage 1. Vista de los tratamientos de herbicidas en Fedearroz-70, en Máximo macollamiento.
1. Testigo sin herbicidas 2. Propanil 7 L/ha. 3. Propanil 5 L/ha. 4. Bispyribac-400 300 cc/ha. 5. Bispyribac-400 200 cc/ha 6. Parcela con todos los Tratamientos de Herbicidas.



Collage 2. Vista de los tratamientos de herbicidas en FI-Fedearroz-Itagua, en Máx. macollamiento.
1. Testigo sin herbicidas 2. Propanil 7 L/ha. 3. Propanil 5 L/ha. 4. Bispyribac-400 300 cc/ha. 5. Bispyribac-400 200 cc/ha 6. Parcela con todos los Tratamientos de Herbicidas.



Collage 3. Vista de los tratamientos de herbicidas en FI-Fedearroz-68, en Máx. macollamiento.
1. Testigo sin herbicidas 2. Propanil 7 L/ha. 3. Propanil 5 L/ha. 4. Bispyribac-400 300 cc/ha. 5. Bispyribac-400 200 cc/ha 6. Parcela con todos los Tratamientos de Herbicidas.