

## Efecto del herbicida sulfentrazone 50 SC, en dos concentraciones, solo y en mezcla con clomazone 36 CS, para el control de malezas en el cultivo del arroz, Sébaco, época lluviosa, 2016

### Effect of the herbicide sulfentrazone 50 SC, in two concentrations, alone and mixed with clomazone 36 CS, for controlling weeds in rice, Sébaco, rainy season, 2016

José Manuel Laguna-Dávila<sup>1</sup>, Freddy S. Alemán<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Formunica, <sup>2</sup>Universidad Nacional Agraria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1633-6636>



#### RESUMEN

Se realizó un experimento en la época seca de 2016 en la finca Yerba Buena, ubicada en el valle de Sébaco, comunidad La Majadita, San Isidro, Matagalpa, Nicaragua. Se estudiaron seis tratamientos, dos dosis de Sulfentrazone 50 SC solo y dos dosis de Sulfentrazone 50 SC en mezcla con Clomazone 36 CS. Un tratamiento estuvo representando por el manejo del agricultor, y un tratamiento no recibió control de malezas (testigo absoluto). Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron densidad de malezas por tipos, densidad total, biomasa por tipos, biomasa acumulada, fito toxicidad al cultivo y rendimiento de grano. Se realizaron análisis de varianza y prueba de separación de medias según DMS al 5% de margen de error. El mejor comportamiento en la reducción de la densidad de malezas se obtuvo con los tratamientos Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone y Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, los que presentaron mayor efectividad en el control de poaceas desde los siete días después de la aplicación, con 100% de control, hasta los 35 días después de la aplicación, con 99.91% de control. La menor biomasa acumulada la presentó el tratamiento Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone con 73.29% de eficiencia con respecto al tratamiento testigo absoluto. Los mayores rendimientos comerciales los obtuvieron los tratamientos Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone y Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, lo que representa un porcentaje de incremento de 62.43% y 62.32% en relación al testigo absoluto.

**Palabras clave:** abundancia, biomasa, fitotoxicidad.

#### ABSTRACT

An experiment was conducted in the dry season of 2016 at the Yerba Buena Farm, located in the Sébaco Valley, La Majadita community, San Isidro, Matagalpa, Nicaragua. Six treatments were studied, two doses of Sulfentrazone 50 SC alone and two doses of Sulfentrazone 50 SC in mixture with Clomazone 36 CS. One treatment was represented by the farmer's management, and one treatment received no weed control (absolute control). A design of Complete Blocks Random (BCA) with four repetitions was used. The evaluated variables were density of weeds by types, total density, biomass by types, accumulated biomass, crop toxicity and grain yield. Analysis of variance and separation test were performed according to DMS at 5% error margin. The best behavior in the reduction of the density of weeds was obtained with the treatments Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone and Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, which showed greater effectiveness in the control of poaceae from seven days after the application, with 100% control, until 35 days after the application, with 99.91% control. The lowest accumulated biomass was presented by the Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone treatment with 73.29% efficiency with respect to the absolute control treatment. The highest commercial yields were obtained by the treatments Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone and Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, which represents an increase percentage of 62.43% and 62.32% in relation to the absolute control.

**Keywords:** Abundance, biomass, phytotoxicity.

Recibido: 25 de mayo del 2018  
Aceptado: 31 de octubre del 2018



© Copyright 2018. Universidad Nacional Agraria

Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo [freddy.aleman@ci.una.edu.ni](mailto:freddy.aleman@ci.una.edu.ni)

**E**n Nicaragua, el arroz es uno de los cultivos más importantes dentro del sector agropecuario nacional y al mismo tiempo uno de los principales alimentos en la dieta de los nicaragüenses, su aporte energético dentro de la canasta básica es del 14%. La actividad arrocería genera USD190.70 millones a nivel nacional y genera alrededor de 75 mil puestos de trabajos directos e indirectos al año (CENAGRO, 2011). En Nicaragua, Según, (IV CENAGRO 2011), existen 24, 400 explotaciones agropecuarias que se dedican al cultivo de arroz, de las cuales, 23, 578 pertenecen a cultivo de arroz seco y 422 a cultivos de arroz de riego. Esto equivale a 99 871.62 manzanas donde la mayoría, 59,151 manzanas, corresponden a arroz de riego (BANPRO, 2014).

El valle de Sébaco se ubica en la región central del país, pertenece al departamento de Matagalpa y se desarrolla sobre una superficie de 291 kilómetros aproximadamente. La principal actividad económica del municipio se fundamenta en la agricultura, orientada principalmente a la producción y consumo interno de arroz (*Oriza sativa* L.). En Sébaco, el arroz es un cultivo económica y socialmente importante, por los empleos directos e indirectos que se generan con su establecimiento, y por ser uno de los granos alimenticios básicos en la dieta de las familias. En 2017, se sembraron 5 000 hectárea de arroz, de las cuales, 100% correspondieron a arroz bajo irrigación.

Dentro del manejo del cultivo de arroz que experimentan los productores del valle de Sébaco, se mencionan tres limitantes importantes; estas son los patógenos, insectos, y las malezas. Estas últimas pueden reducir significativamente los rendimientos y productividad del mismo (Hernández, 1992). El problema de malezas es uno de los más sentidos entre los agricultores, debido a los altos costos de los métodos de control utilizados, los que, muchas veces no brindan los resultados esperados (Hernández, 1992). Hoy en día, se acepta que el rendimiento y la rentabilidad del cultivo depende del eficiente y oportuno manejo de las malezas (González, 1985).

Durante los últimos años, tanto técnicos como productores arroceros, han observado, que los controles sobre ciertas malezas se han vuelto menos eficientes. Estos escapes de malezas se hicieron más notorios en las últimas décadas, por lo que existe la duda sobre el origen de los mismos. La principal causa de aparición de malezas resistentes se debe principalmente al uso continuo de herbicidas que poseen un mismo mecanismo y modo de acción. Esto se debe a que se ejerce una presión de selección sobre las poblaciones de malezas permitiendo la multiplicación de los individuos naturalmente tolerantes.

El éxito en la agricultura de los países desarrollados en las últimas décadas se debe en gran medida al uso de los herbicidas. Este aspecto es particularmente sentido en el cultivo del arroz, debido a la dificultad para implementar otras prácticas y tácticas para el manejo de las malezas, lo que ocasiona que los herbicidas se conviertan en el medio primordial para mantener estas especies a niveles sub económicos.

En los últimos años los productores de arroz han dispuesto de una amplia gama de productos para el manejo de las malezas, las aplicaciones generalmente se realizan a través de herbicidas pre y post emergentes, cuando la planta presenta entre una y tres hojas. A pesar de este aspecto, los controles obtenidos no han sido satisfactorios, diversas malezas escapan al control de algunos herbicidas, muchos de ellos han generado resistencia en algunas especies. El caso más documentado es el de Propanil, cuyas aplicaciones ha ocasionado el desarrollo de biotipos de *E. colona* L resistente a este herbicida (Valverde, 2000).

Considerando la problemática planteada, se hace necesaria la integración de nuevas alternativas químicas previo a la siembra, que presenten eficiencia y eficacia para el control de las mismas, sin daño al cultivo y al agro ecosistema. Tomando lo anterior como premisa, se llevó a cabo el estudio con el objetivo de evaluar la efectividad del herbicida Sulfentrazone 50 SC, solo y en mezcla con Clomazone 36 CS, para el control de malezas en el cultivo del arroz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación del experimento.** El ensayo se llevó a cabo en el periodo julio - noviembre 2016 en la finca Yerba Buena, propiedad del señor Juan Carlos Amador, ubicada en la comunidad La Majadita, municipio San Isidro, departamento de Matagalpa, kilómetro 189 carretera San Isidro - León. Esta finca se encuentra entre las coordenadas 12°54'48" latitud norte y 86°11'30" longitud oeste, la altitud del sitio es de 457 msnm.

La zona presenta dos épocas: época seca con más de seis meses de duración y lluviosa que es muy irregular. Durante la ejecución del experimento se presentaron los siguientes datos climáticos, temperaturas promedio oscilaron entre 25.5 - 26°C, humedad relativa del 76.2 - 80%, precipitación anual 650-700 mm, evaporación 7.2 mm/día, viento medio de 2.4 km/hora (figura 1).

La finca Yerba Buena posee suelos francos arcillosos, profundos, disponibilidad de agua todo el año (rio viejo), con bajo contenido de materia orgánica, pendientes no mayores al dos por ciento, nivelación laser, clima cálido durante todo el año, siendo ideal para el desarrollo del cultivo de arroz.

**Diseño experimental.** Se llevó a cabo un experimento, en diseño de bloques completos al azar (BCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Se utilizó la aplicación de herbicida Sulfentrazone 50 SC, en dos dosis, 0.28 y 0.35 l ha<sup>-1</sup>, solos y en combinación con Clomazone 36 CS (2.13 l ha<sup>-1</sup>). Un tratamiento fue el manejo que normalmente realiza el productor en la zona donde se estableció el experimento, (Prowl 50 EC + Bispiribac sódico 40 SC + Piclorán + 2,4-D 30.4 SL) y un tratamiento testigo (sin control de malezas).

La semilla de arroz, fue tratada con Fugaz (Dietholate) antes de la siembra, éste es un producto (antídoto) que protege la semilla de muerte por altas concentraciones de ingrediente activo (i.a), ya sea por Sulfentrazone 50 SC y/o Clomazone 36 CS.

Sulfentrazone 50% es un herbicida pre emergente de acción sistémica y residual para control de ciperáceas y hoja ancha, es perteneciente al grupo de las Aril triazolinonas, formulado en forma de suspensión concentrada. Clomazone 36% es un graminicida pre emergente y post emergente selectivo. Excelente control residual para manejo de poaceas anuales y algunas latifoliadas. (Formunica, 2018).

Se utilizó sistema de siembra directo con máquina, la aplicación pre - emergente se realizó dos días después de la siembra posterior al primer pase de agua.

Se realizaron los muestreos a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de aplicados (dda) los tratamientos, hasta el periodo crítico de competencia (30-35 días), pasado este período el arroz cierra calle y no deja progresar las malezas.

La parcela experimental estuvo constituida de cinco metros de largo por cuatro metros de ancho obteniendo un área de 20 m<sup>2</sup>, entre cada parcela experimental y bloque se dejó una distancia de un metro, el área total del experimento fue de 775 m<sup>2</sup>. La parcela útil para los muestreos estuvo constituida de dos metros de largo por dos metros de ancho, obteniendo un área de 4 m<sup>2</sup>, en esta área se ubicaron estaciones fijas de muestreo de 0.25 m<sup>2</sup>, lugar donde se tomaron los datos hasta la etapa crítica del cultivo.

**Manejo agronómico.** Se realizó preparación de suelo mecanizada utilizando romplona para romper el terreno y luego afinar los terrones con grada (2 a 3 pases), además, se utilizó tecnología de nivelación cero (laser), y siembra directa con sembradoras de precisión tiradas por tractor. El experimento inició con la selección y preparación del área para siembra (Lote 4b - Yerba Buena) con antecedentes históricos de grandes presiones de malezas poaceas, ciperáceas y hoja

ancha. Se realizó muestreo inicial de malezas cuyos resultados se muestran en la figura 2. La presión de malezas en la finca Yerba Buena está compuesta en su mayoría por 80 % de poaceas, en menor escala ciperácea 15% y hoja ancha 5%.

En el lote 4b se realizó agotamiento con Glifosato a razón de 5.7 l ha<sup>-1</sup>, aplicado con Boom manual de diez boquillas, las boquillas utilizadas fueron de abanico plano 110-02.

Se utilizó semilla certificada, variedad INTA-Dorado (120 días a cosecha). Un día antes de la siembra se procedió a realizar tratamiento de semilla con Fugaz TS (Dietholate) a razón de 0.333 l por cada 45.45 kg<sup>-1</sup> de semilla, este es un antídoto (protectante de semilla) de grandes concentraciones de ingrediente activo (i.a) contra efecto fitotóxico del Sulfentrazone y Clomazone. Para llevar a cabo esta labor se utilizó máquina de precisión marca GRAZMEC MST-60 Especial ajustando la dosis sugerida por el fabricante FMC a un litro de solución líquida para que la semilla lograra una excelente impregnación.

La siembra se realizó con máquina de precisión Marca KUHN SDM 17/19A Versatile tirado por tractor, depositando entre 63-65 semillas por metro lineal, la semilla queda totalmente tapada, evitando que esta sea llevada por hormigas y pájaros. Al momento de la siembra, la semilla se acompañó de fertilización edáfica, utilizando la fórmula Diamino Fosfato (DAP) 18 N- 46 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0 K<sub>2</sub>O a razón de 63.63 kg ha<sup>-1</sup>.

El suministro de agua se llevó a cabo dos días posterior a la siembra de la semilla, el sistema de riego fue por inundación y la fuente de agua fue de río (Río Viejo), debido a que la fuente de agua es afluente horizontal no existió problemas de salinidad evitando de esta manera muerte de semilla. La labor de pases de agua se realizó con frecuencia de 3-5 días evitando así que el suelo se agrietara y las malezas emergieran por presencia de humedad más sol. La lámina final de agua se estableció entre los 22-25 días después de germinación hasta los 90 días después de la germinación.

La fertilización se realizó con tres formulaciones: Diamino Fosfato (DAP) 18 N- 46 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0 K<sub>2</sub>O, Muriato de Potasio (MOP) 0 N - 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 60 K<sub>2</sub>O, urea 46%, Sulfato de amonio 24 N- 0 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0 K<sub>2</sub>O - 24 S. A demás se utilizó nutrición foliar a base de boro. La fertilización con DAP se llevó acabo al momento de la siembra de la semilla utilizando 63.63 kg ha<sup>-1</sup>. Las fertilizaciones nitrogenadas con urea 46% se aplicó de manera fraccionada en cuatro momentos: a los 10-12 dda a razón de 31.81 kg ha<sup>-1</sup>, inicio de macollamiento 18-20 dda a razón de 45.45 kg ha<sup>-1</sup>, máximo macollamiento 30-35 dda a razón de 45.45 kg ha<sup>-1</sup> y cambio de primordio 50-55 dda 31.81 kg ha<sup>-1</sup>.

La segunda y tercera fertilización nitrogenada fueron acompañadas con MOP a razón de 31.81 kg ha<sup>-1</sup>. Sumado a estas fertilizaciones se realizó un refuerzo con sulfato de amonio a los 70 ddg (máximo embuche) a razón de 31.81 kg ha<sup>-1</sup>. Además, se realizaron aplicaciones de fertilizantes foliares a base del elemento boro (Agroboro) en un solo momento de desarrollo del cultivo a los 75 ddg a razón de 0.35 l ha<sup>-1</sup>.

Se realizó monitoreo de plagas, para lo cual se llevaron a cabo muestreos periódicos, utilizando umbrales económicos establecidos por el técnico responsable de finca. Para el caso de plagas insectiles *Tagosodes orizicolus* (Muir) (Homoptera: Delphacidae) y *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) se utilizó un umbral de 5-10 adultos de Sogata por 10 pases dobles de gamo y presencia de Spodopteras. Esto permitió mantener controladas dichas plagas en el transcurso del crecimiento y desarrollo del cultivo. Los agroquímicos utilizados fueron IMIDACLOPRID FORMUNICA 25 WP (Imidacloprid) a razón de 0.14 kg ha<sup>-1</sup> y TRIAZOFOS 20 EC (Organofosforado) a razón de 0.14 l ha<sup>-1</sup>. Todos estos productos aplicados de manera alterna en el transcurso del experimento.

Para el manejo de enfermedades se utilizaron muestreos de incidencia (visual) y severidad (%) de las enfermedades más predominantes. Entre ellas una de las más importantes del complejo de manchado de grano fue (*Pyricularia oryzae*) (Orden: Magnaporthales, Familia: Magnaportaceae), *Pyricularia* de la lámina de la hoja y cuello. Los fungicidas utilizados para el control de complejo de manchado de grano fueron: TACORA MAS – 37.5SC (Tebuconazole + Carbendazim) a razón de 0.5 l ha<sup>-1</sup>, JUWEL 25 SC (Epoconazole + Kresoxim-Methyl) a razón de 0.35 l ha<sup>-1</sup>. Todos estos productos aplicados de manera alterna en el transcurso del experimento. A demás se utilizó como método preventivo de bacteria *Pseudomonas oryzae pv oryzae* (Familia: Pseudomadaeae) los Fungicidas - bactericidas utilizados fueron: NATURAM 5 (50 gramos de cobre soluble en agua y 190 gramos de aminoácidos totales por litro de producto) a razón de 0.23 l ha<sup>-1</sup>, STREPTROL 17 WP (Streptomycin) a razón de 0.23 kg ha<sup>-1</sup>.

Se realizó cuando el cultivo llegó a su madurez fisiológica (118 ddg), momento óptimo para cosechar, con humedad de campo entre 18-20 grados. Las parcelas experimentales fueron cosechadas, aporreadas y espolvoreadas por separadas, posterior se secaron las muestras en el sol y se ajustó la humedad a los 14 grados, seguidamente todos los tratamientos se pesaron y se extrapolaron los datos a kg ha<sup>-1</sup>.

**Variables.** Para la determinación de abundancia de malezas se realizaron muestreos alternos en el transcurso del ciclo del cultivo a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de aplicado (dda). Se utilizó un cuadrante de hierro con una dimensión de 0.25 x 0.25 metros representando un área de 0.0625 m<sup>2</sup>, posteriormente los resultados fueron extrapolados a m<sup>2</sup>. La práctica consistió en colocar en el área central de la parcela útil una estación fija por bloque totalizando cuatro por tratamiento, lugar donde se tomaron los datos durante todo el estudio. En el área del cuadrante se contaron las especies presentes por tipo de malezas (poaceas, ciperáceas y hoja ancha).

El grado de fitotoxicidad se evaluó mediante el daño visual producido por el herbicida a las plantas, para darle el grado de daño se utilizó la escala de fitotoxicidad propuesta por el Consejo Europeo de Investigación de Malezas (E.W.R.C), descrita por Frank en 1972.

Se determinó el rango en días del control ejercidos por los tratamientos hacia los tipos de malezas, se anotó la fecha de aplicación de los tratamientos y se determinó el tiempo que ejerció control (días), hasta la aparición de nuevas malezas.

A los 45 días después de la aplicación de los herbicidas se determinó la biomasa de malezas (kg ha<sup>-1</sup>) por tipo de planta. Inicialmente se obtuvo el peso fresco en campo, el mismo fue llevado al laboratorio de fisiología vegetal de la Universidad Nacional Agraria (UNA), donde se introdujeron en un horno a temperatura de 75°C, durante un periodo de 72 horas. Cumplido el tiempo las malezas fueron retiradas del horno y pesadas inmediatamente, obteniendo la biomasa por tipo (poaceas, ciperáceas y hoja ancha) en gramos y posteriormente transformadas a kg ha<sup>-1</sup> por cada tratamiento en estudio. Posterior a la determinación de biomasa de los tres tipos de malezas en estudio (poaceas, ciperáceas y hoja ancha) se procedió a determinar la biomasa acumulado en kg ha<sup>-1</sup>.

Para la determinación del rendimiento comercial de campo (kg ha<sup>-1</sup>), se cosecharon por aparte todas las parcelas experimentales en los cuatro bloques por cada tratamiento, la granza oscilaba entre los 18-20 grados de humedad, posterior se aporrearon, espolvorearon y ajustaron las muestras a 14 grados de húmedas, se anotaron los pesos secos y limpio de las muestras y posterior fueron extrapoladas a kg ha<sup>-1</sup> por cada tratamiento en estudio.

**Análisis de los datos.** Una vez recolectados los datos en campo se procedió a ordenarlos por variable para luego proceder a hacer un análisis de varianza ANDEVA (PROC GLM en SAS, 2003.V.9.1), se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de separación de medias DMS (Diferencia Mínima Significativa) al 5% de error.

Previo al análisis se realizaron las pruebas de normalidad y homogeneidad de los datos, para cada una de las variables en estudio. A los datos que no cumplieron con ambas pruebas se les realizó transformaciones con  $\sqrt{x+0.5}$ , con su correspondiente separación de medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Densidad de malezas por tipo de planta.** El análisis de varianza muestra diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0.0001$ ) para las tres fechas de muestreo (7, 21, y 35 dda), en lo referente a densidad de malezas poaceas. Los tratamientos Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, y Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, resultaron tener mejor efectividad en el control de poaceae desde los 7 dda con 98.98 y 100% por ciento de control, el cual se mantuvo hasta los 35 dda, ambos con 99.9%. En segundo orden, los tratamientos Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup>, y Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup>, mostraron un efecto similar en el control de poaceas desde los 7 dda con 85.7 y 92.1% de control, manteniéndose hasta los 35 dda con 91.5% y 92.8%. Los cuatro tratamientos antes mencionados superaron al manejo del agricultor, que inicio con controles de 64.9% y finalizo con 69.9%, y el testigo absoluto, que no proporcionó control alguno (0 %), y se mantuvo enmalezado durante todo el periodo crítico del cultivo (cuadro 1).

Los tratamientos herbicidas presentaron diferencias significativas en el control de ciperáceas a los 7 dda ( $p = 0.0003$ ), y 35 dda ( $p = 0.0078$ ). Los tratamientos Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup>, Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup>, ejercieron excelente control iniciando a los 7 dda con 100% y finalizando con 100% de control a los 35 dda, período más crítico de competencia. En segundo orden se encuentran los tratamientos Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone con 97.26% de control a los 7 dda, y Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone con 94.52% de control a los 7 dda y finalizando ambos tratamientos con 100% de control a los 35 dda. El tratamiento manejo de finca, ejerció control de manera paulatina desde los 7 dda con 0 % finalizando a los 35 dda con 92.98% de control. El tratamiento testigo absoluto se mantuvo con las máximas densidades de ciperáceas durante todo el ciclo de cultivo (cuadro 1). Todos los tratamientos químicos ejercieron buen control sobre ciperáceas, principalmente sobre *Cyperus iria* L, que fue predominante en el presente experimento.

En el caso de malezas de hoja ancha, los análisis estadísticos para las tres fechas de recuento muestran diferencias significativas únicamente a los 7 dda ( $p = 0.0341$ ), en este momento, los tratamientos herbicidas

y el manejo del agricultor difieren del testigo absoluto. La presión de malezas de hoja ancha fue mínima en las condiciones del experimento, aun así, en los primeros 15 días se observa la reducción de este tipo de plantas en aquellos tratamientos que recibieron tratamientos herbicidas, y en la práctica del agricultor.

En el testigo absoluto fue posible determinar las malezas de hoja ancha predominantes en el experimento, siendo estas, *Sagitaria* sp, *Caperonia palustris* ST-HIL, *Ludwigia leptocarpa* (NUTT) HARA, *Commelina diffusa* BURM. F, etc., las cuales aparecieron desde las primeras etapas del cultivo, hasta la etapa más crítica de competencia (cuadro 1).

En el cuadro 1, se observa la eficacia de control de poaceas de cada uno de los tratamientos evaluados hasta los 35 dds. Los tratamientos herbicidas fueron aplicados 2 días después del pase de agua (en lodillo), es decir antes que emergieran las malezas poaceas y la plántula de arroz. La abundancia de malezas en estos tratamientos corresponde a la densidad de las malezas *Echinochloa colona* L y *Lepthochloa filiformis* (LAN) determinadas posterior a la aplicación de los mismos, lo que significa que el control de este tipo de plantas inicia desde una etapa temprana, lo que no genera competencia alguna para el cultivo de arroz.

La aplicación de Sulfentrazone en combinación con Clomazone, independientemente de la dosis, muestra un efectivo control de malezas poaceas. Al utilizar únicamente Sulfentrazone hay una reducción de 7.08% en el control en comparación con la combinación de herbicidas. Se recomienda la utilización de los dos herbicidas como estrategia para reducir la resistencia de las malezas a los herbicidas. La hoja de registro indica que Sulfentrazone controla ciperáceas y hoja ancha, sin embargo, en el presente experimento mostró buen control sobre poaceas.

Existen suficientes evidencias que sustenta el efectivo control de malezas ejercido por los tratamientos herbicidas, muy superiores al manejo que normalmente realiza el productor, y muy superior al tratamiento que no recibió control de malezas. Los tratamientos herbicidas proporcionan efectivo control de las malezas durante todo el periodo crítico del cultivo 30-35 días.

Metzler y Ahumada (2016), encontraron que el mejor desempeño de los herbicidas inhibidores de PPO se logra con la combinación de Clomazone y otras alternativas de control. Estos autores reportan niveles de control arriba del 80% de poaceas como *Echinochloa crus-galli* L, en evaluaciones realizadas entre los 35 y 45 días después de la aplicación. Por otra parte, Esqueda (1998), encontró que Clomazone aplicado en preemergencia en

**CIENCIA DE LAS PLANTAS**

combinación con Propanil y 2,4D controla poaceas tales como *E. colona* L en dosis de 0,72 y 0,96 kg i.a. ha<sup>-1</sup>.

La utilización continua de un herbicida y la falta de rotación de ingredientes activos, propicia el desarrollo de resistencia en la comunidad de malezas (Alemán, 2004). Es por ello que se recomienda la combinación de dos productos para contrarrestar el efecto descrito. Un aspecto que merece atención son las mezclas de herbicidas que se puedan realizar (Arvalis, 2006; Beckie, 2006; Moss, 2005), las cuales incrementan el espectro de control, y reducen la posibilidad de desarrollo de resistencia de parte de las malezas. Así mismo, se debe diferenciar las secuencias de tratamiento y las rotaciones de las mezclas; al mezclar dos o más sustancias activas el primer criterio que se sigue es el de aumentar su eficacia. Este aumento se refiere al control de un mayor número de malezas o a la eficacia conseguida sobre una determinada maleza que sea difícil de controlar utilizando una sola sustancia activa. Los resultados obtenidos en el presente experimento muestran un fenómeno similar a lo antes descrito.

no tiene efecto sobre *Cyperus iria* L. sin embargo, aplicaciones a los 15 dda, de Clomazone aplicado en mezcla mostraron controles totales o casi totales de *Cyperus iria* L, los cuales disminuyeron en las siguientes fechas de evaluación hasta terminar con controles de entre 75 y 88% a los 60 dda. Este resultado coincide con lo encontrado en esta investigación donde los tratamientos Sulfentrazone en mezclas con Clomazone ejercieron excelentes resultados hasta la etapa crítica del cultivo.

**Densidad total de malezas (m<sup>2</sup>).** El análisis de varianza muestra diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0.0001$ ) para las fechas de muestreo (7, 14, 21, 35 dda) y ( $p = 0.0003$ ) para 28 dda en lo referente a densidad total de malezas. La prueba de separación de medias DMS al 5%, refleja que los tratamientos Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone y Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, resultaron con menor porcentaje de enmalezamiento desde los 7 dda hasta los 35 dda, muy superior al tratamiento enmalezado (testigo).

**Cuadro 1.** Densidad de malezas poaceae, cyperaceae y hoja ancha (m<sup>2</sup>) en el cultivo de arroz, influenciada por tratamientos herbicidas y manejo del agricultor, finca Yerba Buena, Sébaco, 2016

Tratamientos	Poaceae			Cyperaceae			Hoja ancha		
	7	21	35	7	21	35	7	21	35***
Sulfentrazone* (0.28 l ha <sup>-1</sup> ) + Clomazone**	20	10	1	2	33	0	0	0	0
Sulfentrazone (0.35 l ha <sup>-1</sup> ) + Clomazone	0	39	1	4	13	0	0	0	0
Sulfentrazone (0.28 l ha <sup>-1</sup> )	252	106	98	0	12	0	0	0	0
Sulfentrazone (0.35 l ha <sup>-1</sup> )	139	113	83	0	10	0	0	0	0
Manejo de finca	617	307	348	151	72	3	6	1	0
Testigo absoluto	1759	1007	1157	73	40	41	76	80	83
Tratamientos (Pr > F)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.2776	0.0078	0.0341	0.1827	0.4509
DMS	784	427	448	101	65	25	77.72	92.03	102.14
R <sup>2</sup>	0.86	0.83	0.83	0.77	0.36	0.63	0.55	0.43	0.35

\* Sulfentrazone 50 SC; \*\* Clomazone 36 CS, en dosis de 2.13 L ha<sup>-1</sup>, \*\*\*días después de la siembra

Los mejores tratamientos para reducir la abundancia de ciperácea son aquellos a base de Sulfentrazone (0.28 l ha<sup>-1</sup> y 0.35 l ha<sup>-1</sup>), ya sea solo o en combinación con Clomazone (2.13 l ha<sup>-1</sup>). En este estudio, los tratamientos descritos superan a la utilización de Sulfentrazone (0.28 l ha<sup>-1</sup> y 0.35 l ha<sup>-1</sup>), al manejo del agricultor y al tratamiento. Esqueda (1998) encontró que Clomazone a 0,48 kg i.a. ha<sup>-1</sup> aplicado en preemergencia

Los tratamientos Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup>, Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup>, y manejo del agricultor presentaron mayor abundancia total de malezas en comparación con los dos tratamientos descritos al inicio, sin embargo, no difieren estadísticamente de estos. Todos ellos difieren estadísticamente del tratamiento enmalezado.

En términos porcentuales de control, los tratamientos Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone y

**CIENCIA DE LAS PLANTAS**

Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, resultaron con la menor densidad de malezas, y con la mejor efectividad para el control de las malezas, con valores próximos al 100 por ciento de reducción de la población de malezas (cuadro 2). Un segundo bloque lo conforman los tratamientos Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup>, Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup>, que mostraron rangos entre 80 y 90 por ciento de control (cuadro 2), contrario al tratamiento manejo del agricultor que obtuvo porcentajes de control entre 60 y 70 por ciento a lo largo de las evaluaciones. El tratamiento testigo absoluto fue utilizado como referencia para determinar el porcentaje de control de los tratamientos con intervención, por tanto, no reflejo control alguno debido a que las parcelas experimentales se manejaron enmalezadas durante toda la etapa crítica del cultivo.

el desarrollo de resistencia de parte de las malezas a los herbicidas. La hoja de registro indica que Sulfentrazone controla ciperáceas y hoja ancha, sin embargo, en el presente experimento mostro buen control sobre los tres tipos de malezas y más cuando se adiciona otro ingrediente activo como Clomazone. Según Agrocent (2012), las mezclas de herbicidas, consisten en la unión de dos o más productos dentro de un tanque de aspersión, formulados por separado, e incluso con otros plaguicidas. Los beneficios de las mezclas, son los ahorros que se pueden hacer en el tiempo consumido para la aplicación y menor cantidad necesaria de vehículo asperjado (agua).

Shenk (2008), menciona que como opción de manejo integrado de malezas se considera la aplicación conjunta de herbicidas pre emergentes y pos emergentes,

**Cuadro 2.** Densidad total de malezas (m<sup>2</sup>) en el cultivo de arroz y porcentaje de control de malezas (basado en abundancia total de malezas), influenciada por tratamientos herbicidas y manejo del agricultor, Finca Yerba Buena, Sébaco, 2016

Tratamientos	Número de individuos m <sup>-1</sup>					Porcentaje de control de malezas				
	7	14	21	28	35	7	14	21	28	35***
Sulfentrazone* (0.28 l ha <sup>-1</sup> ) + Clomazone **	22	44	43	4	1	98.9	97.8	96.2	99.7	99.9
Sulfentrazone (0.35 l ha <sup>-1</sup> ) + Clomazone	4	17	52	5	1	99.8	99.1	95.4	99.6	99.9
Sulfentrazone (0.28 l ha <sup>-1</sup> )	252	320	118	118	98	86.8	83.6	89.5	90.3	92.4
Sulfentrazone (0.35 l ha <sup>-1</sup> )	139	200	123	92	83	92.7	89.8	89.1	92.4	93.5
Manejo de finca	774	738	380	335	351	59.4	62.2	66.3	72.5	72.6
Testigo absoluto	1908	1954	1127	1216	1281	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trat (Pr > F)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0001					
DMS	739.6	726.1	445.3	449.5	478.8					
R <sup>2</sup>	0.89	0.89	0.83	0.78	0.89					

\* Sulfentrazone 50 SC; \*\* Clomazone 36 CS, en dosis de 2.13 l ha<sup>-1</sup>, \*\*\*días después de la siembra.

Los resultados muestran que Sulfentrazone en combinación con Clomazone, independientemente de la dosis, muestra un eficiente control de los tres tipos de malezas desde los siete dda hasta los 35 dda. Al utilizar únicamente Sulfentrazone se obtuvo buen control de malezas, sin embargo, hay mayor presencia de adventicias al compararlo con la combinación de los herbicidas. Con esos tratamientos, la efectividad de control va avanzando hasta los 35 días después de la aplicación, los controles inician con más de 80% y finalizan con más de un 90%.

En base a los resultados, se recomienda la utilización de la combinación de los dos herbicidas como estrategia para reducir la población de malezas, y evitar

aplicados en época temprana del arroz y de las malezas; práctica que conlleva el uso de dosificaciones menores a las recomendadas en aplicaciones independientes, a fin de atenuar el efecto que puedan tener los herbicidas pre emergentes sobre el arroz y la acumulación de residuos en el suelo. Con esta práctica es importante el manejo adecuado del riego, luego de realizada la aspersión en dichas malezas. Lo acá expresado, coincide con los resultados obtenidos en esta investigación.

**Grado de fitotoxicidad.** Los tratamientos herbicidas no ejercieron efecto fitotóxico sobre el cultivo. El arroz logró una excelente germinación y emergencia de plántulas y

continuó su crecimiento y desarrollo según características de la variedad, por tanto, se puede concluir que aplicaciones en pre emergencia de estos dos herbicidas no causan fitotoxicidad a la emergencia de la semilla de arroz, así como también, a las plantas cultivadas durante la etapa de crecimiento y desarrollo de las mismas. Este resultado permite asumir que la aplicación de los herbicidas se realizó siguiendo las medidas establecidas para su uso, por tanto, son calificados en términos porcentaje según la escala de fitotoxicidad propuesta por el Consejo Europeo de Investigación de Malezas (E.W.R.C), con un 0% de daño o ausencia total de daño (Franks, 1972), con comportamiento similar al observado en el tratamiento testigo absoluto.

La selectividad puede ser a causa de las propiedades del herbicida, de la técnica de aplicación o una combinación de estos factores. Un herbicida selectivo puede ser aplicado a toda el área cultivada para el control de las arvenses, con efecto mínimo sobre el cultivo (FAO, 1987). En el presente estudio, las aplicaciones de Sulfentrazone solo y en mezcla con Clomazone, mostraron ser selectivos al cultivo.

tratamientos que si recibieron medidas de control de malezas. La menor biomasa de poaceas fue obtenida en el tratamiento Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, lo que representa 74.3% de eficiencia en reducción de biomasa con respecto al testigo absoluto. Los tratamientos Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, presentó 54.93%, Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup>, 52.10%; Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup>, 45.65% y manejo de finca 44.19% de reducción de biomasa de poaceas con respecto al testigo absoluto (cuadro 3).

El análisis de varianza para biomasa de ciperáceas, no detectó diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0.4361$ ). La menor acumulación de biomasa se obtuvo en el tratamiento Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> (sin presencia de ciperáceas), con reducción de 100 por ciento de este tipo de planta con respecto al testigo absoluto. La acumulación de biomasa de ciperáceas fue mínima en los tratamientos evaluados, reafirmando que el principal problema de malezas en el área de estudio lo constituye las poaceas.

Con respecto a malezas de hoja ancha, el análisis de varianza no definió diferencia significativa entre tratamientos

**Cuadro 3.** Biomasa de malezas por tipo de planta y biomasa acumulada (kg ha<sup>-1</sup>) en el cultivo del arroz a los 45 días después de aplicación, influenciada por tratamientos herbicidas y manejo del agricultor, Finca Yerba Buena, Sébaco, 2016

Tratamientos	Poaceas	Ciperácea	Hoja Ancha	Biomasa total
Sulfentrazone (0.28 l ha <sup>-1</sup> ) + Clomazone	1544	121	55	1720
Sulfentrazone (0.35 l ha <sup>-1</sup> ) + Clomazone	879	55	2	936
Sulfentrazone (0.28 l ha <sup>-1</sup> )	1862	95	13	1970
Sulfentrazone (0.35 l ha <sup>-1</sup> )	1641	0	40	1681
Manejo de finca	1912	141	0	2053
Testigo absoluto	3426	78	0	3504
Tratamientos (Pr > F)	0.0043	0.4361	0.5576	0.0047
DMS	1077.9	149.5	78.8	
R <sup>2</sup>	0.653065	0.343825	0.276928	

\* Sulfentrazone 50 SC; \*\* Clomazone 36 CS, en dosis de 2.13 l ha<sup>-1</sup>.

**Biomasa por tipo de maleza.** La evaluación se realizó a los 45 días después de aplicación de los tratamientos. El análisis de varianza para el tipo de malezas poaceas muestra diferencias significativas entre tratamientos, no así para malezas ciperáceas y hoja ancha.

Según el análisis de varianza, existen diferencias significativas para el tipo de maleza poaceas ( $p = 0.0043$ ). La mayor biomasa se obtuvo en el testigo absoluto, el cual muestra el comportamiento esperado en campo sin ningún tipo de control de malezas, por tanto, fue utilizado para calcular la reducción de biomasa de poaceas en aquellos

( $p = 0.5576$ ). La presencia de malezas hoja ancha no fue muy representativa en el ensayo en comparación con hoja fina. Los tratamientos manejo de finca y testigo absoluto no presentaron acumulación de biomasa de hoja ancha (0 kg ha<sup>-1</sup>), lo que muestra que la presión de malezas poaceas en estos tratamientos, suprime a las malezas de hoja ancha. En los tratamientos en los cuales se utilizaron los herbicidas Sulfentrazone y Clomazone, al suprimir malezas poaceas y no tener efecto sobre malezas de hojas ancha, permitieron el establecimiento de algunas especies de este tipo, las cuales en ausencia de competencia lograron establecerse.



Antigua y Colón (1988), indican que la mezcla de dos o más herbicidas puede combinar las ventajas de cada compuesto aplicado por separado, y reducir sus desventajas. El resultado de la mezcla es un mejor efecto de control sobre las malezas presentes, así como una mejor tolerancia del cultivo a los herbicidas en uso, con menos posibilidades de residuos en el suelo. Debido a los efectos sinérgicos derivados de la mezcla, la aplicación de ésta puede resultar en uso de cantidades disminuidas de los compuestos, muy inferiores a las dosis de cada compuesto cuando se utilizan por separado.

En el presente experimento se concluye que la aplicación por sí solo de un producto no es suficiente para mantener libre el cultivo de arroz de todos los tipos de malezas; la mezcla de dos ingredientes activos como Sulfentrazone más Clomazone independientemente de la dosis representa un control excelente. En el presente estudio, la predominancia de malezas ciperácea y hoja ancha fue de cinco y quince por ciento respectivamente, es decir la presencia de malezas de hoja ancha fue mínima, las pocas malezas de este tipo emergidas durante el estudio fueron controladas por el efecto de los herbicidas. Además, la observación en campo permite afirmar que la abundancia de malezas poaceas, y la regulación de otras especies ejercida por el cultivo de arroz incidieron en limitar el desarrollo de otras especies, tal es el caso de ciperáceas y hoja ancha.

**Biomasa acumulada de malezas.** La biomasa acumulada de malezas se registró a los 45 días después de aplicación de los herbicidas. De acuerdo al análisis, se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0.0047$ ).

La menor acumulación de biomasa se obtuvo en el tratamiento Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, con 936 kg ha<sup>-1</sup>, lo que constituye 73.3% de efectividad en la reducción de la biomasa de malezas. Los restantes tratamientos Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup>, Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone y Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup>, redujeron la biomasa de malezas en 52.03%, 50.91% y 43.78% respectivamente. El tratamiento manejo del agricultor, redujo la biomasa de malezas en 41.41% en comparación con el testigo absoluto (cuadro 3). El tratamiento Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, proporciona una reducción de 45.6 por ciento en biomasa de malezas al compararlo con el manejo tradicional que realizan los productores arroceros.

La biomasa de maleza acumulada juega un papel muy importante, ya que, al agrupar toda la comunidad de malezas (poaceas, ciperácea y hoja ancha) nos damos cuenta de la biomasa que logran acumular, y que define la dominancia de las mismas en el agro ecosistema. La bio-

masa acumulada, impacta directamente sobre la calidad de grano y rendimiento comercial.

El tratamiento Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone mostró menor acumulación de biomasa, lo que indica que la combinación de los dos herbicidas proporciona un efectivo control de la comunidad de malezas presentes en el agro ecosistema de arroz de riego. La mezcla de estos dos ingredientes activos incidió directamente en la reducción de las malezas, lo que da pautas a un manejo integral de las mismas desde una etapa temprana del cultivo, específicamente en aplicaciones en pre emergencia total a la germinación del cultivo y malezas.

**Efecto de los tratamientos herbicidas sobre los componentes de rendimiento.** Los componentes de rendimiento son los índices que determinan la productividad o rendimiento del cultivo y dependen no solamente de la variedad, sino que también del manejo agronómico del cultivo. En este estudio se evaluó tallos fértiles, granos por panícula, porcentaje de fertilidad de espiga, y peso de mil granos.

El análisis de varianza para la variable tallos fértiles muestra diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0.0014$ ). El mejor número de tallos fértiles se obtuvo con los tratamientos, Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone con 38%, Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone con 45.9% y Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> con 38.7% de incremento en comparación con el testigo absoluto respectivamente. En segundo orden se muestran el tratamiento Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> con 35.4%, y en tercer orden el tratamiento manejo del agricultor con 11.4% en incremento. El tratamiento testigo absoluto fue el que presentó menor número de tallos fértiles, y fue utilizado como referente para calcular los porcentajes de los restantes tratamientos (cuadro 4).

Se determinaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0.0089$ ) para la variable granos por panícula. El tratamiento manejo del agricultor, y los tratamientos a base Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> y 0.28 l ha<sup>-1</sup> y Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone obtuvieron los mejores porcentajes incremento de granos por panícula, en relación al testigo absoluto, al cual superaron en 26.6%, 25.5%, 12.9% y 11.0% (cuadro 4). El mayor número de granos por panícula obtenido por el tratamiento manejo del agricultor, es consecuencia de que dispone de menor número de tallos por metro cuadrado, es decir a menor número de tallos más granos por panícula debido a menor grado de competencia.

Se determinaron diferencias estadísticas significativas para la variable porcentaje de fertilidad de espiga ( $p = 0.0035$ ), en primer orden destacan los tratamientos testigo absoluto y manejo del agricultor,

**CIENCIA DE LAS PLANTAS**

**Cuadro 4.** Componentes de rendimiento de grano del cultivo de arroz y rendimiento comercial (kg ha<sup>-1</sup>) de arroz influenciada por tratamientos herbicidas y manejo del agricultor, Finca Yerba Buena, Sébaco, 2016

Tratamientos fértiles	Tallos panícula (m <sup>2</sup> )	Granos por de la espiga	% de fertilidad	Peso de mil grano (g)	Rendimiento comercial (kg ha <sup>-1</sup> )
Sulfentrazone (0.28 l ha <sup>-1</sup> ) + Clomazone	435.0	113.9	82.6	28.6	5308
Sulfentrazone (0.35 l ha <sup>-1</sup> ) + Clomazone	455.8	100.5	80.4	28.7	5324
Sulfentrazone (0.28 l ha <sup>-1</sup> )	364.3	116.4	81.7	27.0	4333
Sulfentrazone (0.35 l ha <sup>-1</sup> )	384.0	136.0	85.2	27.3	4451
Manejo de finca	265.5	138.1	89.3	26.8	4400
Testigo absoluto	235.3	101.4	89.8	23.8	2000
Tratamientos (Pr > F)	0.0014	0.0089	0.0035	0.0025	
DMS	101.2	22.7	4.9	2.7	
R <sup>2</sup>	0.702536	0.647369	0.678011	0.681129	

\* Sulfentrazone 50 SC; \*\* Clomazone 36 CS, en dosis de 2.13 l ha<sup>-1</sup>.

los cuales difieren de los tratamientos que involucran la utilización de herbicidas, los cuales no muestran diferencias entre si (cuadro 4). Similar al caso anterior, entre menos tallos se obtengan por metro cuadrado, es posible generar un mejor llenado de panícula y por consiguiente obtener mayor número de granos. La variable fertilidad de espigas está directamente relacionado con los granos enteros y granos totales por la panícula. Es decir, si una panícula obtiene mayor número de granos llenos y mayor número de granos totales, los porcentajes de fertilidad de dichas panículas obtendrán un valor superior a los que tengan menor número de granos.

En el caso del peso de mil granos, el análisis muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0.0025$ ). Los tratamientos herbicidas y el manejo del agricultor no difieren entre sí, pero si difieren del testigo absoluto (cuadro 4).

En este estudio se logró observar que el tratamiento Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone fue el que obtuvo mejor comportamiento en cuanto a rendimiento de grano, pero también en dos de los componentes de rendimiento. Este comportamiento es similar al reportado por CIAT (1986), en el cual se afirma que existen cuatro componentes o factores que contribuyen significativamente al rendimiento de arroz: el número de panículas por unida de área, granos por panícula, el porcentaje de granos llenos (fertilidad de panícula) y el peso de granos llenos. Cada componente se determina o establece en diferentes etapas de crecimiento de planta; así el número de panícula se determina durante la fase vegetativa, el número de granos, durante la fase reproductiva y el porcentaje de granos llenos y el peso de grano, durante la fase de maduración. El tratamiento Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone presentó mayores

unidades de tallos fértiles por unidad de área y el mayor peso de 1000 granos; lo que conlleva a expresar el mayor potencial de rendimiento varietal. Lo anterior está en correspondencia con Ténarrelli (1989), quien señala que el peso entre 20-28 gramos por mil granos, son límites para definir como muy pesado y moderadamente pesado cualquier tipo de arroz. El rendimiento en granos enteros varía en función de la variedad, el grado de maduración, por lo que una maduración imperfecta puede producir menor peso específico y unitario de la semilla.

**Rendimiento comercial.** El rendimiento es el factor principal por el cual los investigadores y productores se mantienen en busca de mejores alternativas para obtener mejores rendimientos. La producción de grano es el producto final de los procesos de crecimiento y de desarrollo la cual es controlada por la acumulación de materia seca, durante la fase de maduración (De Datta, 1986).

El análisis de varianza para rendimiento comercial muestra diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0.0001$ ). Los tratamientos con mayores rendimientos comerciales fueron Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone y Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone, con un porcentaje de incremento respectivamente de 62.4% y 62.3% en comparación con el testigo absoluto. Los tratamientos Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> y Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> y manejo de finca, presentaron menores rendimientos en orden descendente (cuadro 4).

El mejor comportamiento en la reducción de la abundancia de malezas, y mejor de rendimiento de grano de arroz los obtuvieron lo tratamientos Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone y Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone con 62.43% y 62.32% de incremento de

rendimiento en comparación con el testigo absoluto, es decir, en campos comerciales de arroz donde no se utilizan herbicidas es imposible obtener buenos rendimientos en cultivo de arroz. Valverde (2000), señala que no se puede eliminar del uso de herbicidas, en los campos arroceros se usan tácticas variadas de manejo de malezas, que no proveen control efectivo de las mismas; a veces los agricultores hacen manejo integrado de forma empírica, sin conocer sus fundamentos. Los estudios que ayudan a encontrar oportunidades de manejo más eficaces y con menos impacto nocivo sobre el entorno, son realmente viables para el manejo de malezas sobre todo en estos tipos de cultivo. Hay que recordar que el manejo tiene que ser, además de eficaz, económicamente viable. Los márgenes de rentabilidad del arroz no son muy altos, especialmente cuando hay competencia internacional de arroces altamente subsidiados por los EE.UU. Producir arroz sin herbicidas no es tarea fácil (Valverde, 2000).

Los resultados del presente estudio muestran que la utilización del herbicida Sulfentrazone a concentración de 0.35 l ha<sup>-1</sup>, asegura buen control de malezas. El efecto combinado de Sulfentrazone a 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone ejerce buen manejo de las malezas presentes en los arrozales. La combinación de dos ingredientes activos incide en el control de los tres grupos de malezas (poaceas, ciperáceas y hojas anchas), predominantes en el cultivo del arroz. La utilización de dos herbicidas resulta de alto costo, sin embargo, el cultivo de arroz como rubro intensivo en el valle de Sébaco necesita de estos productos que permitan soluciones de manejo para cosechar limpio y con buena calidad de grano.

La utilización de Sulfentrazone en pre emergencia permitió tener un excelente control de malezas, la combinación de dos ingredientes químicos, Sulfentrazone y Clomazone, en preemergencia asegura la eliminación total de malezas poaceas, ciperáceas y

hoja ancha durante los primeros 35 días de la etapa crítica del cultivo de arroz.

### CONCLUSIONES

La aplicación de sulfentrazone en combinación con Clomazone, independientemente de la dosis, muestran un eficiente control de las malezas que colonizan las arroceras del valle de Sébaco. Este control se ve evidenciando por la reducción en la densidad y biomasa de las adventicias que colonizan los arrozales.

Este control proveído por Sulfentrazone en combinación con Clomazone se extiende durante los primeros 35 días después de la emergencia, lo que constituye protección al cultivo durante el periodo crítico de control de malezas.

Los herbicidas utilizados mostraron ser selectivos al cultivo del arroz, no se detectó fitotoxicidad a la planta de arroz, de parte de los herbicidas, independientemente de la dosis utilizada.

Para el control de malezas en arroz de riego, es necesaria combinar herbicidas que aseguren un amplio espectro de control. La combinación de Sulfentrazone 0.35 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone permitió un excelente control de malezas que redundó en los mejores rendimientos de grano del cultivo.

Aplicar productos químicos con diferentes modos y mecanismos de acción como alternativas efectivas para el control de malezas en cultivo de arroz, una combinación efectiva es utilizar Sulfentrazone 0.28 l ha<sup>-1</sup> + Clomazone en pre emergencia total al cultivo y la maleza.

El productor que adopte la tecnología acá sugerida, debe certificar tener buena nivelación del área de siembra, además, buen abastecimiento de agua, con el propósito de asegurar buen control de las malezas y evitar daño a la semilla de arroz de parte de los herbicidas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrogen. 2018. (en línea). Consultado 23 de septiembre del 2018. Disponible en: [www.com.co/](http://www.com.co/). Producto, imágenes/atrazina.
- Alemán Zeledón, F. 2004. Manejo de arvenses en el trópico. 2° Ed. Managua, NI. 180 p.
- Antigua, G; Colon, C. 1988. Control integrado de malezas en el cultivo del arroz. Centro de información y documentación Agropecuaria (CIDA). La Habana, CU. 47 p.
- Arvalis. 2006. Melanges de produits phytosanitaires. (en línea). Consultada el 12 abr. 2018. Disponible en <http://www.arvalisinstitutdu-vegetal.fr/fr/melanges.asp>
- Banpro. Crédito especial para productores de arroz. (2014). (en línea). Disponible en <https://pinoleronic.blogspot.com/2014/07/banpro-con-credito-especial-para.html>
- Beckie, HJ. 2006. Herbicide-Resistant weeds: Management tactics and practices. Weed technology 20:793-814.
- Cenagro (Censo Nacional Agropecuario, NI). 2011. Informe final. IV CENAGRO. Managua, NI. 70 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Informe de arroz. Cali, CO. p 40-41.

- De Datta, SK. 1986. Producción de arroz. Fundamentos y prácticas. Limuza México, DF. 690 p.
- Doll, M. 1986. Manejo y control de malezas en el trópico. CIAT. 2 ed. Cali, CO. 130 p.
- Esqueda Valentin, A. 1998. Control de malezas en arroz de temporal con clomazone, solo y en mezcla con propanil y 2,4-d. *agronomía mesoamericana* 11(1):51-56.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1987. Manual del instructor. Centro internacional de producción vegetal. Roma, IT. 160 p.
- Formunica (Formuladora Nicaragüense Hannon Talavera). 2018. Ficha técnica Command 36 SC. (en línea). Managua, NI. Disponible en <http://formunica.com/command-36-cs/>. 41
- González, FJ. 1985. Principales malezas en el cultivo de arroz. Investigación y producción. Referencia de los recursos de capacitación dictado por el CIAT. Cali, CO. p 419-442.
- Hernández, D. 1992. Determinación de las asociaciones de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) en Nicaragua y su relación con algunos factores de manejo del cultivo. Tesis. MSc. Turrialba. CR. 98 p.
- Metzler, MJ; Ahumada, M. 2016. Evaluación de herbicidas residuales pre emergentes para el control de *Echinochloa crus-galli* en Entre Ríos. Grupo ecofisiología vegetal y manejo de cultivos. INTA EEA Paraná FCA-UNER. ISSN 0325 – 8874. 14 p.
- Moss, SR; Clarke, JH; Tatnell, LV. 2005. Herbicide resistance management: Evaluation of strategies (HeRMES). Research project PT0225, final report. Disponible en [http://www.defra.gov.uk/science/project\\_data/DocumentLibrary/PT0225/PT0225\\_2663\\_FRP.doc](http://www.defra.gov.uk/science/project_data/DocumentLibrary/PT0225/PT0225_2663_FRP.doc)
- Shenk, M; Riveros, G; Romero, M. 2008. Métodos de control de malezas. In: Shenk Miron; Abert Fisher; B. Valverde (Eds). Principios básicos sobre el manejo de malezas. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano (Honduras) y Centro Internacional de Protección Vegetal; -43- Universidad Estatal de Oregón, U.S. A. Publicación MIPH-R.A.P.N° 65. P. 41 – 45.
- Ténarrelli, A. 1989. El arroz. Editorial Mundi-prensa. Segunda edición. Madrid, ES. 575 p.
- Valverde, E. 2000. Prevención y manejo de malezas resistente a herbicida en arroz. Cámara de insumo agropecuario. San José, Costa Rica. 13 p.