

**Eficacia biológica de los herbicidas
Mesotrione + Atrazina para el control pre y
posemergente de malezas en el maíz
(*Zea mays*)**

Esleyther Lorenzo Henriquez Inoa

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Eficacia biológica de los herbicidas
Mesotrione + Atrazina para el control pre y
posemergente de malezas en el maíz
(*Zea mays*)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Esleyther Lorenzo Henriquez Inoa

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

Eficacia biológica de los herbicidas Mesotrione + Atrazina para el control pre y posemergente de malezas en el maíz (*Zea mays*)

Esleyther Lorenzo Henriquez Inoa

Resumen. Para el control de malezas en maíz (*Zea mays*) se evaluaron los herbicidas Calaris 44,36 SC con dos concentraciones, en pre y posemergente, y Prowl 50 EC + Gesaprim 90 WG con dos concentraciones preemergentes. El objetivo fue determinar la eficacia biológica del herbicida Calaris 44,36 SC. Las malezas presentes fueron: *Cyperus* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Leptochloa filiformis*, *Commelina diffusa*, *Sclerocarpus phyllocephalus*, *Melampodium divaricatum*, *Parthenium hysterophorus*, *Amaranthus* spp., *Chloris* spp. *Desmodium tortuosum*, *Bidens pilosa*, *Nicandra physalodes*, *Galinsoga urticaefolia*, *Richardia scabra*, *Echinochloa colona*, *Portulaca oleracea* y *Melanthera nivea*. Se utilizaron ocho tratamientos; herbicida Calaris 44,36 SC (mesotrione + Atrazina) a 90 + 570 y 120 + 760 g de ingrediente activo en pre y posemergencia. Para el herbicida Prowl 50 EC (Pendimetalina) se utilizaron dosis de 1000 y 750 g de ingrediente activo + Gesaprim 90 WG (Atrazina) a 340 y 255 g. Hubo dos testigos desmalezados a mano y sin desmalezar. Se aplicó con bomba de mochila de CO₂, con boquilla TeeJet-8002 a presión de 36 PSI. Calaris 44,36 SC con ambas dosis altas y bajas en preemergencia y con dosis altas en posemergencia fueron los tratamientos que tuvieron mayor control de malezas (P<0.05). Es recomendable desarrollar investigaciones en época de verano para evaluar el comportamiento de Calaris 44,36 SC.

Palabras clave. Aplicación, malezas, mesotrione, plaguicida.

Abstract. Weed control in corn (*Zea mays*) was evaluated with Calaris 44.36 SC herbicide with two pre- and postemergence concentrations, and Prowl 50 EC + Gesaprim 90 WG with two preemergence concentrations. The objective was to determine the biological efficacy of the herbicide 44.36 Calaris SC. Weeds present were; *Cyperus* spp, *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine indica*, *Leptochloa filiformis*, *Commelina diffusa*, *Sclerocarpus phyllocephalus*, *Melampodium divaricatum*, *Parthenium hysterophorus*, *Amaranthus* spp, *Chloris* spp. *Desmodium tortuosum*, *Bidens pilosa*, *Nicandra physalodes*, *Galinsoga urticaefolia*, *Richardia scabra*, *Echinochloa colona*, *Portulaca oleracea* and *Melanthera nivea*. Eight treatments were used; Calaris 44.36 herbicide SC (mesotrione + atrazine) 90 + 570 y 120 + 760 grams of active ingredient in pre and postemergence. 50 EC for Prowl (pendimethalin) herbicide doses of 1000 and 750 g of active ingredient Gesaprim 90 WG (Atrazine) at 340 and 255 g were used. There were two control, weeded by hand and without weeding. Application was with knapsack CO₂ with 8002 TeeJet nozzle and pressure of 36 PSI. Calaris SC 44.36 at high and low dose preemergence and postemergence high doses had higher weed control (P <0.05). It is advisable to carry out research in summer to evaluate the behavior of Calaris 44.36 SC.

Key words. Application, mesotrione, pesticide, weed.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros y figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. LITERATURA CITADA	14

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Descripción de los tratamientos de las formulaciones de Calaris 44,36 SC y Prowl 50 EC + Gesaprim 90 WG y el número de las parcelas asignadas a cada tratamiento.....	4
2. Escala para evaluar daño al cultivo (sistema de evaluación de 0 a 100 %)......	5
3. Especies y cantidad de malezas presentes por 1 m2 en el lote 23 de Zona 2, Zamorano, Honduras.....	8
4. Porcentaje de control de malezas por tratamiento según día después de siembra.....	9

Figuras	Página
1. Aplicación preemergente de Calaris en las parcelas del lote 23 de zona dos sembrado con maíz en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	4
2. Aplicación posemergente de Calaris en las parcelas del lote 23 de zona dos sembrado con maíz en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.....	6
3. <i>Cyperus rotundus</i> mostrando síntomas de fitotoxicidad causado por Mesotrione + Atrazina (Calaris 44,36 SC) en posemergencia temprana.....	8
4. <i>Cyperus rotundus</i> sin control con los herbicidas Pendimentalina (Prowl 50 EC) + atrazina (Gesaprim 90 WG) en preemergencia.....	9

1. INTRODUCCIÓN

En Honduras, el maíz (*Zea mays*) es el principal grano básico de la dieta alimentaria, contribuye con 26% de las calorías consumidas en las principales ciudades y con 48% de las calorías en el sector rural (DICTA 2013). Se estima que el rendimiento promedio para el 2014 fue de 1.58 t/ha, con un área aproximada de 377,000 ha (FAO 2016). En el país, la producción está determinada por el color del grano, y el maíz blanco es producido en mayor cantidad, dejando el maíz amarillo como segundo. El primero se utiliza para la alimentación humana en forma de tortillas y otros subproductos, y el segundo se destina para la alimentación animal (DICTA 2013).

Las malezas, causan reducciones económicas en los cultivos agrícolas, ya que compiten por agua, luz y nutrientes para su desarrollo. Además, pueden ser hospederos para plagas y enfermedades que afectan el cultivo. Debido a este problema, y con el fin de aumentar la productividad de los cultivos, se han desarrollado herbicidas que permitan el control eficiente de malezas sin causar daño al cultivo.

La compañía Syngenta está introduciendo al mercado el herbicida Calaris 44,36 SC. Este herbicida tiene selectividad para los cultivos de maíz y caña. Se define un herbicida selectivo como aquel que afecta una planta (maleza) sin causar daño al cultivo (CASAFE 2010). La selectividad de un herbicida está determinada por interacciones entre el ambiente, la planta y el herbicida. La selectividad se basa en las intervenciones químicas que sufre la planta debido a su metabolismo y de esta manera permite que el herbicida la afecte (CASAFE 2010).

Las aplicaciones de herbicidas en maíz son muy eficaces, pero debido a la resistencia que presentan las malezas es necesaria la utilización de nuevos herbicidas a base de nuevas moléculas para contrarrestar esta resistencia. Calaris 44,36 SC es un herbicida selectivo para el control de malezas gramíneas y hoja ancha. Es una suspensión concentrada que contiene 380 g/L de Atrazina y 60 g/L de Mesotrione (Syngenta 2016).

Mesotrione (2-[4-(Methylsulfonyl)-2-nitrobenzoyl] cyclohexane-1,3-dione) es un herbicida de la familia de los triketone, que proporciona un control selectivo de malezas en el maíz. Es un herbicida que puede ser utilizado en pre y posemergencia temprana, y tiene un amplio espectro de control para malezas gramíneas y hojas anchas. El modo de acción de Mesotrione consiste en la inhibición de la enzima HPPD (hidroxil-fenil-piruvato dehidrogenasa) la cual forma parte de la transformación de tirosina a plastoquinina. La plastoquinina es un cofactor esencial para la enzima fitoeno desaturasa, esta a su vez es una enzima clave para la biosíntesis de carotenoides, dado que se requieren carotenoides para la

fotosíntesis, protección de la clorofila y las membranas celulares de las plantas, la inhibición de esta enzima lleva la planta a la muerte (Mastichiadis *et al.* 2003).

El herbicida Prowl 50 EC es un herbicida preemergente a base de Pendimetalina (N-(1-Ethylpropyl)-2,6-dinitro-3,4-xylidine) que sirve para el control de gramíneas. Es de acción selectiva y es absorbido por las raíces y tallos. Actúa interrumpiendo la división y elongación celular, causando la muerte de la planta. La inhibición del crecimiento y muerte de la planta ocurren posterior a la germinación de las semillas de maleza (BASF 2012). Cuando se refiere a herbicidas inhibidores de la división y elongación celular, existen dos tipos; N-fenil carbamatos y la Hidrazidamaleíca. El primero consiste en moléculas cuya estructura es derivada del ácido carbámico, son de poca movilidad e impide la división celular, debido a que impiden que las proteínas que forman parte de los microtúbulos del huso acromático se organicen correctamente. Esto crea células con núcleos sin funcionalidad y demasiado grandes, no hay diferenciación celular, la planta deja de crecer y muere (CASAFE 2010). El segundo es un isómero del uracilo, se incorpora al ARN de la célula vegetal en lugar del uracilo; como consecuencia el ARN carece de funcionalidad y la célula deja de crecer al dejarse de sintetizar proteínas. Se usa como herbicida y como fitoregulador, ya que a determinada concentración hace que el crecimiento disminuya, pero sin que la planta muera (CASAFE 2010).

El herbicida Gesaprim 90 WG contiene 900 g de atrazina (6-cloro-N2-etil-N4-isopropil-1,3,5-triazina-2,4-diamina) por kilogramo de producto, pertenece al grupo de los herbicidas triazínicos organoclorados, controla malezas gramíneas y hojas anchas. Ingresa a las malezas por las hojas y las raíces y es translocado por el xilema hasta los ápices donde se acumula. Atrazina inhibe la reacción de Hill en los cloroplastos hasta causar la muerte de la planta (Syngenta 2015).

El objetivo de esta investigación fue determinar la eficacia biológica del herbicida Calaris 44,36 SC para el control pre y posemergente de malezas gramíneas y hojas anchas en el cultivo de maíz.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre el 30 de mayo y el 25 de julio en el lote número 28 de zona 2 de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, ubicado a 30 km en la carretera de Tegucigalpa a Danlí. El lugar se encuentra a 800 msnm; tiene una temperatura promedio anual de 24 °C y una precipitación promedio anual de 1100 mm.

Establecimiento del experimento. El suelo era franco arcilloso. Se laboró con rastra pesada, seguido de una rastra liviana una semana antes de la siembra del maíz. Se utilizó maíz como cultivo de referencia, el cual se sembró el día 30 de mayo. Se establecieron ocho tratamientos con cuatro repeticiones para cada tratamiento, dando 36 parcelas de 4 × 8 m. La parcela experimental fue de 32 m², la parcela útil era de 21 m² ya que en cada unidad experimental se eliminaron 0.5 m de su periferia para reducir el efecto de borde.

Tratamientos y aplicación. El experimento consistió en la aplicación del herbicida Calaris 44,36 SC (mesotrione + Atrazina) a dosis de 90 + 570 y 120 + 760 g de ingrediente activo en pre y posemergencia, según recomendaciones de la etiqueta. Para el herbicida Prowl 50 EC (Pendimetalina) se aplicaron 1000 y 750 g de ingrediente activo + Gesaprim 90 WG (Atrazina) a 340 y 255 g de ingrediente activo, hubo dos testigos, el primero desmalezado a mano y el segundo sin desmalezar (Cuadro 1). Cuatro tratamientos fueron aplicados sin presencia de malezas (preemergente) (Figura 1), y dos con presencia de malezas (posemergente) (Figura 2). Los tratamientos se distribuyeron en las parcelas de forma aleatoria.

Se aplicó con equipo de protección personal (uniforme de protección, guantes, botas de goma, mascarilla de filtro de carbono, gorra y gafas de protección), la aplicación se realizó con una mochila de CO₂ a una presión de 36 PSI y una boquilla TeeJet-8002. La dosis utilizada para todas las formulaciones se muestran en el cuadro 1. La dosis de producto comercial fue disuelta a una concentración de (250 L/ha).

La aplicación preemergente fue el día 01 de junio de 2016, se inició a las 8:55 am, la temperatura era 25 °C, la humedad relativa era de 78% y la velocidad del viento de 1.8 km/h con un máximo de 4.9 km/h. La aplicación finalizó a las 9:25 am con una temperatura promedio de 24.9 °C, humedad relativa de 80% y la velocidad del viento 1.3 km/h y un máximo de 4 km/h.

La aplicación posemergente fue el día 09 de junio de 2016, se inició a las 4:20 pm con una temperatura de 30.7 °C, humedad relativa del 65% y velocidad del viento promedio de 5 km/h y un máximo de 17 km/h. La aplicación finalizó a las 5:02 pm con una temperatura de

27 °C, una humedad relativa de 70%, velocidad del viento promedio 4.3 km/h y máxima de 17.0 km/h.



Figura 1. Aplicación preemergente de Calaris 44,36 SC en las parcelas del lote 23 de zona 2 sembrado con maíz en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de las formulaciones de Calaris 44,36 SC y Prowl 50 EC + Gesaprim 90 WG y el número de las parcelas asignadas a cada tratamiento.

Ingrediente activo	Ingrediente activo (g/ha)	Momento de aplicación	Parcela
Pendimetalina + Atrazina	1000 + 340	Preemergente	12, 21, 34, 41
Pendimetalina + Atrazina	750 + 255	Preemergente	11, 24, 36, 42
Mesotrione + Atrazina	90 + 570	Posemergente	13, 25, 37, 43
Mesotrione + Atrazina	120 + 760	Posemergente	14, 26, 38, 47
Mesotrione + Atrazina	90 + 570	Preemergente	16, 27, 35, 44
Mesotrione + Atrazina	120 + 760	Preemergente	15, 22, 33, 46
Desmalezado a mano			17, 28, 31, 48
Testigo sin desmalezar			18, 23, 32, 45

Todas las formulaciones se aplicaron sin ningún aditivo.

Mesotrione + atrazina son ingredientes activos del herbicida Calaris 44,36 SC.

Pendimetalina y atrazina son los ingredientes activos del herbicida Prowl 50 EC y Gesaprim 90 WG.



Figura 2. Aplicación posemergente de Calaris 44,36 SC en las parcelas del lote 23 de zona 2 sembrado con maíz en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Densidad y conteo de malezas. A partir del día 12 después de siembra (DDS) se identificaron las especies de malezas presentes en los cuatro lotes testigos. Se marcaron dos puntos fijos en cada parcela útil seleccionados aleatoriamente. Se contó el número de plantas de cada especie dentro de un marco de 50 × 50 cm. Estos conteos se realizaron los días 12, 19, 26, 33, 40 después de la siembra (DDS).

Cobertura de malezas. Se estimó visualmente el porcentaje de presencia de malezas en la parcela útil a los 12, 19, 26, 33 y 40 días después de siembra (DDS). Para ello, se utilizó una escala de 0 a 100 %; donde 0 = ausencia de control, 100 % = control total.

Porcentaje de fitotoxicidad. Se realizó una estimación visual de la toxicidad presentada por el cultivo ante el herbicida, la escala utilizada para la evaluación se muestra en el cuadro 2.

Diseño experimental. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Los datos para las evaluaciones se sometieron a un análisis de varianza y en caso de haber diferencias significativas, para la separación de medias se utilizó la prueba de Duncan con una probabilidad ($P \leq 0.05$.) Se utilizó el programa “Statistical Analysis System” (SAS) versión 9.4.

Cuadro 2. Escala para evaluar daño al cultivo (sistema de evaluación de 0 a 100 %).

Calificación (%)	Descripción de categorías principales	Descripción detallada
0	Ningún efecto	No hay ningún daño al cultivo
10		Leve clorosis o retraso en el crecimiento
20	Efecto leve	Algo de clorosis y/o retraso en el crecimiento
30		Daño al cultivo más pronunciado pero no duradero
40		Daño moderado, el cultivo normalmente se recupera
50	Efecto moderado	Daño al cultivo más duradero, dudosa recuperación
60		Daño al cultivo duradero, no hay recuperación
70		Fuerte daño al cultivo y pérdida de plantas
80	Efecto severo	Cultivo casi destruido, pocas plantas sobreviven
90		Solo quedan algunas plantas ocasionales del cultivo vivas
100	Efecto completo	Destrucción total del cultivo

Adaptado de: Southern Weed Science Society 1996. Research methods in weed science. 3rd ed. Edited by N. D. camper. Champaign, Illinois, Estados Unidos. 406 p

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad y conteo de malezas. A los 12 días después de siembra (DDS), las malezas presentes en 1 m² de hoja ancha, gramíneas y ciperáceas fueron 58, 29 y 19 respectivamente. A los 19 DDS fueron 57, 62 y 25 respectivamente. A los 26 DDS fueron 55, 60 y 25 respectivamente. A los 33 DDS fueron 52, 44 y 21 respectivamente. A los 40 DDS fueron 45, 51 y 96, respectivamente (Cuadro 3).

En el terreno se encontraron cinco especies de gramíneas y 12 de hojas anchas. Las especies *Amaranthus hybridus* y *Amaranthus spinosus* fueron agrupadas como *Amaranthus* spp. porque fue difícil distinguirlas en su estadio primario; lo mismo fue con *Cyperus esculentus* y *Cyperus rotundus* que fueron agrupadas como *Cyperus* spp. y las especies *Chloris radiata*, *Chloris inflata* y *Chloris virgata* fueron agrupadas como *Chloris* spp.

Según información de la etiqueta de Calaris 44,36 SC (Mesotrione + Atrazina) (Syngenta 2016). Este herbicida puede controlar las siguientes malezas: *Melampodium divaricatum*, *Parthenium hysterophorus*, *Amaranthus* spp., *Bidens pilosa*, *Portulaca oleracea*, *Digitaria sanguinalis* y *Cyperus* spp. de las presentes en el lote pero durante este experimento el herbicida tuvo control para la mayoría de las malezas. Para la maleza *Cyperus* spp. este herbicida presenta alto porcentaje de control creando un albinismo muy notorio en las plantas (Figura 3).



Figura 3. *Cyperus rotundus* mostrando síntomas de fitotoxicidad causado por Mesotrione + Atrazina (Calaris 44,36 SC) en posemergencia temprana.

Cuadro 3. Especies y cantidad de malezas presentes por 1 m² en el lote 23 de Zona 2, Zamorano, Honduras.

Especies de malezas	Días después de siembra				
	12	19	26	33	40
Gramíneas	33	62	61	43	51
<i>Digitaria sanguinalis</i>	16	23	21	15	14
<i>Eleusine indica</i>	9	17	17	15	17
<i>Leptochloa filiformis</i>	3	20	21	12	18
<i>Echinochloa colona</i>	0	0	0	1	2
<i>Chloris</i> spp.	5	2	2	0	0
Hojas Anchas	56	58	56	52	47
<i>Commelina diffusa</i>	16	10	11	13	13
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	5	6	5	5	5
<i>Melampodium divaricatum</i>	3	4	4	4	4
<i>Parthenium hysterophorus</i>	18	22	20	17	14
<i>Amaranthus</i> spp.	7	6	3	3	3
<i>Bidens pilosa</i>	1	1	1	2	2
<i>Nicandra physalodes</i>	1	1	2	1	1
<i>Richardia scabra</i>	4	2	3	3	2
<i>Melanthera nivea</i>	0	1	0	0	0
<i>Portulaca oleracea</i>	1	3	3	0	0
<i>Desmodium tortuosum</i>	0	1	1	1	1
<i>Galinsoga urticaefolia</i>	0	1	3	3	2
Ciperáceas	19	25	25	21	37
<i>Cyperus</i> spp.	19	25	25	21	37
Total	108	145	142	116	135

El herbicida Prowl 50 EC (Pendimentalina) según información de la etiqueta (BASF 2012) controla solo malezas gramíneas, de las presentes en los lotes la única malezas que no especifica la etiqueta es *Chloris* spp. En el experimento no hubo control significativo con el herbicida Pendimentalina (Prowl 50 EC). El *Cyperus* spp. no está controlado por Pendimentalina (Figura 4).

Evaluación del control de malezas. El control a los 12 DDS fue estadísticamente significativo ($P \leq 0.0001$), para esta semana no hubo diferencia significativa en el control de malezas de los tratamientos Mesotrione + Atrazina 90 + 570 y 120 + 760 g de ingrediente activo en posemergencia, Mesotrione + Atrazina 90 + 570 y 120 + 760 g de ingrediente activo en premergencia, pero existe diferencia con Pendimetalina + Atrazina 1000 + 340 g de ingrediente activo y este a su vez no tenía diferencia con Pendimetalina + Atrazina 750 + 255 g de ingrediente activo (Cuadro 4).



Figura 4. *Cyperus rotundus* sin control con los herbicidas Pendimetalina (Prowl 50 EC) + atrazina (Gesaprim 90 WG) en preemergencia.

Cuadro 4. Porcentaje de control de malezas por tratamiento según día después de siembra.

Tratamiento	Ingrediente activo (g/ha)	Días después de siembra (DDS)				
		12	19	26	33	40
Preemergentes						
Mesotrione + Atrazina	41 + 255	100 a [¥]	100 a	96 a	95 a	91 s
Mesotrione + Atrazina	54 + 340	99 a	99 a	96 a	91 a	89 a
Pendimetalina + Atrazina	1000 + 340	70 bc	61 bc	54 bc	41 bc	34 bc
Pendimetalina + Atrazina	750 + 255	65 c	55 c	41 c	31 c	26 c
Postemergentes						
Mesotrione + Atrazina	41 + 255	83 a	76 b	70 b	60 b	55 b
Mesotrione + Atrazina	54 + 340	100 a	100 a	98 a	94 a	93 a

[¥]Valores con letras diferentes en la misma columna significan diferencias significativas entre medias ($P < 0.05$).

Las diferencias en el control pueden atribuirse a que los herbicidas Mesotrione + Atrazina 90 + 570 y 120 + 760 g de ingrediente activo en posemergencia, Mesotrione + Atrazina 90 + 570 y 120 + 760 g de ingrediente activo en preemergencia, cuentan con los ingredientes activos Mesotrione + Atrazina los cuales tiene control selectivo para gramíneas y hojas anchas en pre y posemergencia, respectivamente (Mastichiadis *et al.* 2003).

El control a los 19 DDS fue significativo ($P \leq 0.0002$), para todos los tratamientos. Para los herbicidas Mesotrione + Atrazina 90 + 570 y 120 + 760 g de ingrediente activo en posemergencia y Mesotrione + Atrazina 120 + 760 g de ingrediente activo en preemergencia no tuvieron diferencia entre sí en el control, pero fueron diferentes con los herbicidas Mesotrione + Atrazina 90 + 570 g de ingrediente activo en posemergencia y Pendimetalina + Atrazina a 1000 + 340 g de ingrediente activo, respectivamente, estos no fueron estadísticamente diferentes entre sí, pero el último a su vez fue igual al tratamiento Pendimetalina + Atrazina a 750 + 255 g de ingrediente activo (Cuadro 4).

Las diferencias encontradas a los 19 DDS entre Mesotrione + Atrazina 90 + 570 g de ingrediente activo, en posemergencia contra los tratamientos Mesotrione + Atrazina a 90 + 570 y 120 + 760 g de ingrediente activo, en preemergencia y Mesotrione + Atrazina 120 + 760 g de ingrediente activo, en posemergencia puede ser atribuido al tamaño de las malezas presentes para el momento de la aplicación. Por recomendaciones de la etiqueta las aplicaciones posemergentes se deben aplicar en malezas de dos a tres hojas (Syngenta 2016), en la parcela puede que las malezas no estuviesen en este estado en su totalidad y al ser la dosis más baja recomendada no proporcionó un efecto total.

Para los 26, 33 y 40 DDS el control mantuvo la misma distribución de diferencias entre el tratamiento Mesotrione + Atrazina a 90 + 570 g de ingrediente activo, en posemergencia contra los tratamientos Mesotrione + Atrazina a 90 + 570 y 120 + 760 g de ingrediente activo, en preemergencia y Mesotrione + Atrazina 120 + 760 g de ingrediente activo en posemergencia (Cuadro 4).

Los tratamientos Pendimetalina + Atrazina fueron estadísticamente diferente a todos los tratamientos durante todas las semanas. Esto se debió a que el primero tiene funcionamiento eficiente a dosis de 750 + 255, 1000 + 340 g de ingrediente activo, en suelos livianos, y el suelo presente en el campo era franco arcillo arenoso, el cual se considera un suelo pesado (Udelar 2004). Es por esto que el control se ve reducido ya que las recomendaciones de la etiqueta para suelos pesados son, Pendimetalina y Atrazina a 1500 + 340 g de ingrediente activo (BASF 2012).

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con (Cory *et al.* 2006) quien dice que aplicaciones con Mesotrione en posemergencia temprana tienen alto porcentaje de control en malezas gramíneas y hojas anchas. De igual manera (Johnson *et al.* 2002) afirma que aplicaciones en preemergencia de Mesotrione en combinación con Atrazina proporcionan un alto porcentaje de control de malezas. Esto puede ser atribuido a la sinergia positiva que existe entre el herbicida Mesotrione y Atrazina según (Bollman *et al.* 2006) quienes dicen que aplicaciones en combinación de Mesotrione y Atrazina proporcionan un mayor control de malezas que por separado.

Evaluación del porcentaje de fitotoxicidad. Ninguno de los herbicidas presentó fitotoxicidad, por lo cual no fue necesario realizar un análisis estadístico para esta variable. Esto indica que se pueden usar en maíz a las dosis aplicadas y en el tipo de suelo usado y no habrá daño al maíz. Aplicaciones con aplicaciones mayores a 160 g de mesotrione pueden causar fitotoxicidad en el cultivo de maíz (Johnson *et al.* 2002).

4. CONCLUSIONES

- El herbicida Calaris 44,36 SC presento un control eficaz para malezas gramíneas y hojas anchas a las dosis aplicadas.
- Los tratamientos del herbicida Calaris 44,36 SC con dosis de 90 + 570 y 120 + 760 g de ingrediente activo, en preemergencia, y la dosis de 120 + 760 g de ingrediente activo, en posemergencia fueron los que presentaron mejor control.
- Ninguno de los tratamientos de Calaris 44,36 SC, Prowl 50 EC + Gesaprim 90 WG presentaron fitotoxicidad al cultivo de maíz.

5. RECOMENDACIONES

- Desarrollar un estudio con las mismas características que esta investigación, en temporada de verano para comprobar si los resultados son iguales en diferentes condiciones climáticas.
- Desarrollar un estudio en el cual el herbicida Calaris 44,36 SC se compare contra el herbicida Prowl 50 EC a mayor dosis por hectárea.
- Utilizar el herbicida Calaris 44,36 SC para el control de malezas gramíneas y hojas anchas en maíz, en preemergencia con una dosis de 90 + 570 (1.5 L/ha) gramos de ingrediente activo.
- Utilizar el herbicida Calaris 44,36 SC para el control de malezas gramíneas y hojas anchas en maíz en posemergencia con una dosis de 120 + 760 (2.0 L/ha) gramos de ingrediente activo.
- Desarrollar un estudio para evaluar la fitotoxicidad del herbicida Calaris 44,36 SC en frijol ya que este es uno de los granos básicos más producidos en honduras.

6. LITERATURA CITADA

BASF. 2012. Prowl 50 EC; <http://www.agrodac.com/assets/prowl-50-ec-or.-fr-panfleto.pdf>.

Bollman S L, Kells J J, Penner D. 2006. Weed Response to Mesotrione and Atrazine Applied Alone and in Combination Preemergence 1. *Weed Technology*. 20(4):903–907; doi:10.1614/WT-04-304.1.

CASAFE (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes). 2010. Herbicidas; <https://kardauni08.files.wordpress.com/2010/09/herbicidas.pdf>.

Cory M W, Gregory R A, Henry P W, Thomas E H. 2006. Comparison of Mesotrione Combinations with Standard Weed Control Programs in Corn. *Weed Technology*. 20:605–611.

DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria). 2013. El cultivo de maíz, Manual para el cultivo de maíz en Honduras. SAG; Tercer. <http://www.dicta.hn/files/Manual-cultivo-de-MAIZ--III-EDICION,-2013.pdf>.

Johnson BC, Young BG, Matthews JL. 2002. Effect of Postemergence Application Rate and Timing of Mesotrione on Corn (*Zea mays*) Response and Weed Control. *Weed Technology*. 16(2):414–420; doi:10.1614/0890-037X(2002)016[0414:EOPARA]2.0.CO;2.

FAO. 2016. Cultivo de Maíz. Honduras: FAO. <http://fenix.fao.org/faostat/beta/es/>.

Mastichiadis C, Christofidis I, Koupparis M A, Willetts C, Kakabakos S E. 2003. Solid-phase fluoroimmunoassay for the determination of mesotrione —a novel triketone herbicide— in water with direct measurement of the fluorescence onto the solid support. *Analyst*; 128(4):404–410. <http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2003/AN/b210419a>. doi:10.1039/b210419a.

Syngenta. 2015. Gesaprim 90 WG; <http://www3.syngenta.com/country/cl/cl/soluciones/proteccioncultivos/Documents/Etiquetas/Gesaprim90WG.pdf>

Syngenta. 2016. Calaris 44,36 SC.

Udelar (Universidad de la República). 2004. Propiedades Físicas del Suelo. Uruguay; <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>.