

Eficacia y selectividad de mezclas de herbicidas en el cultivo de mandioca

Franciscon, Hugo^{1,3}; Neumárcio Vilanova da Costa¹; Andreia Cristina P. Rodrigues da Costa²; Sílvio Douglas Ferreira¹; Gustavo Moratelli¹; Adriana Cologni Salvalaggio¹; Milciades Ariel Melgarejo Arrúa¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Calle Pernambuco n.1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil; ² Universidade Estadual de Maringá (UEM), Estrada da Paca, Bairro São Cristóvão, CEP 87507-190, Umuarama, Paraná, Brasil; ³hugo_franciscon@hotmail.com

Franciscon, Hugo; Neumárcio Vilanova da Costa; Andreia Cristina P. Rodrigues da Costa; Sílvio Douglas Ferreira; Gustavo Moratelli; Adriana Cologni Salvalaggio; Milciades Ariel Melgarejo Arrúa (2016) Eficacia y selectividad de mezclas de herbicidas en el cultivo de mandioca. Rev. Fac. Agron. Vol 115 (2): 209-219.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia y la selectividad de las mezclas de herbicidas hechas en el tanque fumigador aplicados a la mandioca. El diseño experimental utilizado fue de bloques aleatorizados con cuatro repeticiones. Los tratamientos estuvieron constituidos por las aplicaciones de los herbicidas clomazone (1.260 g ha^{-1}), sulfentrazone + clomazone ($1260 + 600 \text{ g ha}^{-1}$), clomazone + diclosulam ($1260 + 35 \text{ g ha}^{-1}$), clomazone + s-metolachlor ($1260 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$), metribuzin (480 g ha^{-1}), metribuzin + sulfentrazone ($480 + 600 \text{ g ha}^{-1}$), metribuzin + diclosulam ($480 + 35 \text{ g ha}^{-1}$) y el metribuzin + s-metolachlor ($480 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$), además de dos testigos, una carpida con azada y otra no carpida. En base de los datos obtenidos, podemos concluir que la mezcla de clomazone + sulfentrazone ($1260 + 600 \text{ g ha}^{-1}$) fue el más efectivo y selectivo al cultivo. Las mezclas clomazone + s-metolachlor ($1260 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$) y el metribuzin + sulfentrazone ($480 + 600 \text{ g ha}^{-1}$) demostraron un buen potencial para la eficacia y selectividad equivalente al producto registrado clomazone aplicados en forma aislada. El metribuzin (480 g ha^{-1}) y el metribuzin + s-metolachlor ($480 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$) fueron poco efectivos en el control de las malezas. Las mezclas de herbicidas con diclosulam, aunque son muy efectivas en el control de las malezas, no son selectivas para la mandioca.

Palabras-clave: control químico, malezas, *Manihot esculenta* L. Cranz, mezcla en el tanque.

Franciscon, Hugo; Neumárcio Vilanova da Costa; Andreia Cristina P. Rodrigues da Costa; Sílvio Douglas Ferreira; Gustavo Moratelli; Adriana Cologni Salvalaggio; Milciades Ariel Melgarejo Arrúa (2016) Efficacy and selectivity of herbicides mixtures in cassava. Rev. Fac. Agron. Vol 115 (2): 209-219.

This assay was labored aiming to test the effectiveness and selectivity of pre-emergence herbicides mixtures applied in cassava crop. The assay design was randomized blocks with four replications. The treatments consisted of the applications of the following herbicides: clomazone (1260 g ha^{-1}), clomazone + sulfentrazone ($1260 + 600 \text{ g ha}^{-1}$), clomazone + diclosulam ($1260 + 35 \text{ g ha}^{-1}$), clomazone + S-metolachlor ($1260 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$), metribuzin (480 g ha^{-1}), sulfentrazone + metribuzin ($480 + 600 \text{ g ha}^{-1}$), metribuzin + diclosulam ($480 + 35 \text{ g ha}^{-1}$) and S-metolachlor + metribuzin ($480 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$), and two controls, one weeded and a non-weeded. Based on the obtained data, it can be concluded that the mixture of clomazone + sulfentrazone ($1260 + 600 \text{ g ha}^{-1}$) was more efficient and selective to cassava crop. Mixtures of clomazone + S-metolachlor ($1260 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$) and metribuzin + sulfentrazone ($480 + 600 \text{ g ha}^{-1}$) showed good potential for effectiveness and selectivity, equivalent to the product registered clomazone (600 g ha^{-1}). Metribuzin (480 g ha^{-1}) and metribuzin + S-metolachlor ($480 + 1440 \text{ g ha}^{-1}$) were inefficient in controlling weeds. Herbicides mixtures with diclosulam, although highly effective in controlling weeds are not selective to the cassava crop.

Keywords: Chemical control, *Manihot esculenta* L. Cranz, weed, tank mix.

Recibido: 03/05/2016

Aceptado: 08/09/2016

Disponible on line: 15/12/2016

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUCCIÓN

El cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* L. Crantz) presenta gran importancia para la alimentación humana y animal. El almidón de la mandioca tiene varios usos industriales, tales como la producción de plásticos biodegradables (Abatti & Domingues Junior, 2011; Henrique et al., 2008), la producción de alimentos industrializados (Konkel et al., 2004; Silva et al., 2006) y la producción de etanol (Salla et al., 2010).

Entre los factores bióticos que afectan al rendimiento de la mandioca se destaca la interferencia causada por las malezas. Fueron registrados daños potenciales por malezas del 33,5 al 100,0% en Brasil, variando con la variedad y el año agrícola (Albuquerque et al., 2008; Biffe et al., 2010a; Johanns & Contiero, 2006; Moura, 2000) y hasta de 85% en Nigeria (Alabi et al., 2001).

Las malezas pueden ser controladas por diferentes métodos, entre los que se destaca el control químico. Los herbicidas, además de tener un costo más bajo, pueden proporcionar un control sobre el 90% de la biomasa de la maleza hasta 105 días después de la aplicación (Scariot et al., 2013). Este periodo se muestra superior que el período total de prevención de interferencia (PTPI) determinado para el cultivo, que es de 75-100 días (Albuquerque et al., 2008; Biffe et al., 2010a; Johanns & Contiero, 2006) lapso que supera el periodo crítico de interferencia.

Se han realizado varios estudios para identificar herbicidas alternativos para el control de malezas en cultivos de mandioca, entre ellos el sulfentrazone y S-metolachlor (Biffe et al., 2010b; Costa et al., 2013; Scariot et al., 2013; Silva et al., 2011; Silveira et al., 2012).

El herbicida diclosulam tiene largo efecto residual y alta eficacia en el control de las malezas (Carbonari et al., 2008), pero no fueron encontrados estudios sobre la selectividad de este herbicida para el cultivo de mandioca. Por lo tanto, se vuelve interesante la prueba de la selectividad del diclosulam al cultivo.

En general, un solo principio activo, no tiene un espectro de acción suficientemente amplio como para controlar a la comunidad de malezas que pueden afectar el cultivo, incluso productos de amplio espectro (Carvalho et al., 2010.; Kudsk et al., 2012; Raimondi et

al., 2010). La mezcla de herbicidas en su envase de origen o en el tanque del equipo aspersor puede ser una medida para resolver deficiencias en el control de una o más especies de malezas y genotipos resistentes (Monquero et al., 2001; Neve et al., 2009).

Por lo tanto, la hipótesis que se plantea en este trabajo es de que los herbicidas pre-emergentes, clomazone y el metribuzin, utilizados en mezclas con sulfentrazone, diclosulam o S-metolachlor en el tanque del equipo aspersor puede proporcionar una mayor eficacia y persistencia en el control de malezas, y adecuada selectividad.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto sobre las malezas y la selectividad de las mezclas de herbicidas en el cultivo de mandioca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se condujo en condiciones de campo en el distrito de Porto Mendes, perteneciente al municipio de Marechal Cândido Rondon en el estado de Paraná, Brasil.

El cultivo antecesor fue trigo variedad BRS-Pardela. Para la desecación de malezas fue hecha una aplicación de glifosato + 2,4-D (1780 + 1210 g ha⁻¹) ocho días antes de la instalación del experimento. El suelo fue clasificado como Latossolo Vermelho Eutroférico típico (Embrapa, 2013), cuyo análisis químico y granulométrico está presentado en la Tabla 1.

La temperatura media durante el periodo de conducción del experimento fue de 22,6 °C. La precipitación pluviométrica promedio fue de 149,2 mm. Con ocurrencia de sequía en el mes de febrero, en el cual llovió apenas 16,4 mm (Figura 1).

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos aleatorizados, con cuatro repeticiones. La unidad experimental tenía 5 m longitud por 3,6 metros de ancho, con un área total de 18 m², donde había 4 hileras de cultivo por unidad (0,90 m) y distancia entre plantas de 0,65 m. Para fines evaluativos se consideraron como área útil sólo las dos hileras centrales de cada parcela con exclusión de 50 cm de los extremos.

Tabla 1. Análisis químico y granulométrico del suelo del área en que se condujo el experimento, ubicada en el distrito de Porto Mendes, perteneciente al municipio de Marechal Cândido Rondon en el estado de Paraná, Brasil. ¹ - suma de bases; ² - carbono orgánico; ³ - materia orgánica; ⁴ - saturación de bases; ⁵ - saturación de aluminio.

CIC	H+Al	SB ¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	P
----- cmol _c dm ⁻³ -----							mg dm ⁻³
10,01	3,82	6,19	3,99	1,98	0,22	0,30	5,84
Argila	Limo	Arena	C ²	M.O. ³	pH	V ⁴	m ⁵
----- g kg ⁻¹ -----							----- % -----
536	390	74	12,79	21,87	4,52	61,84	4,62
Ca%	Mg%	K%	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K	K/√(Ca+Mg)
39,86	19,78	2,20	2,02	18,14	9,00	27,14	0,09

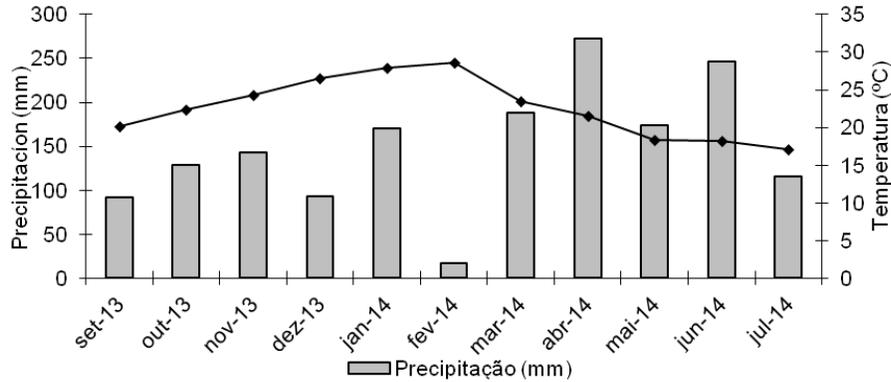


Figura 1. Temperatura promedio y precipitaciones mensuales ocurridas en el periodo de conducción del experimento en el municipio de Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

La siembra se realizó el 21/09/2013, sin labranza previa, el cultivar utilizado en el experimento fue el 'Baianinha'. Fue utilizado como fertilización básica 350 kg ha⁻¹ del fertilizante formulado 0-16-16.

Los tratamientos aplicados en el experimento se describen en la Tabla 2. La aplicación se realizó el 25/09/2013 con la utilización de un pulverizador costal presurizado con CO₂ equipado con una barra de seis picos de la marca Teejet® modelo TT11002VP. La presión de trabajo empleada fue de 3,6 kgf cm⁻² para obtener un flujo de 200 L ha⁻¹. Las aplicaciones fueron iniciadas a las 14:30 h y finalizadas a las 15:00 h, las condiciones climáticas durante las aplicaciones fueron con temperatura de 22,3 °C, humedad relativa de 50% y velocidad del viento de 1,52 m s⁻¹.

Tabla 2. Los tratamientos aplicados en el experimento con la descripción de los herbicidas y las dosis de los ingredientes activos (i.a.) utilizados. ¹ - Gamit 360 CS; ² - Boral 500 SC; ³ - Spider 840 WG; ⁴ - Dual Gold; ⁵ - Sencor 480 SC.

Tratamientos	Dosis i.a. (g ha ⁻¹)
1 Testigo carpida	—
2 Testigo no carpida	—
3 Clomazone ¹	1260
4 Clomazone + Sulfentrazone ²	1260 + 600
5 Clomazone + Diclosulam ³	1260 + 35
6 Clomazone + S-metolachlor ⁴	1260 + 1440
7 Metribuzin ⁵	480
8 Metribuzin + Sulfentrazone	480 + 600
9 Metribuzin + Diclosulam	480 + 35
10 Metribuzin + S-metolachlor	480 + 1440

A los 36 y 70 días después de la aplicación (DDA), fue realizada la evaluación de control de malezas y la fitotoxicidad de los tratamientos sobre el cultivo mediante un rango porcentual de notas visuales, de acuerdo con la metodología propuesta por SBCPD

(1995). También se evaluaron la altura de las plantas de mandioca a los 60 y 87 días después de la siembra (DDS).

Para la clasificación de los grupos por promedio de control se utilizaron los siguientes parámetros: Control altamente efectivo (control ≥ 90%), control efectivo (90% > control ≥ 80%), control insatisfactorio (80% > control ≥ 70%) y control altamente insatisfactorio (control < 70%).

A los 87 DDS, dentro del período crítico de prevención de interferencia (PCPI) determinada por Johanns & Contiero (2006), y durante la cosecha se realizó el estudio florístico utilizando un cuadro metálico (0,25 m²), que se lanzó al azar, una vez por parcela, y dentro del área delimitada por el cuadro metálico fue realizada la colecta de malezas para determinar la biomasa. Las malezas recogidas durante el estudio se secaron en un horno de circulación forzada de aire durante 72 horas a 60 °C, y fueron pesadas con una balanza de precisión (0,001 g).

La cosecha de las plantas de mandioca ocurrió en el día 05/07/2014 (287 DDS), fue evaluado la población de plantas (plantas ha⁻¹) y la producción de raíces (Mg ha⁻¹).

El contenido de almidón de las raíces fue estimado mediante la utilización de la metodología propuesta por Grossman & Freitas (1950).

Los resultados fueron sometidos al análisis de variancia y agrupamiento de medias por el método Scott-Knott, a 5% de significancia, con el uso del programa estadístico SISVAR.

RESULTADOS

Durante el experimento se registraron las siguientes especies de malezas: *Cenchrus echinatus*, *Commelina* spp., *Bidens* spp., *Digitaria horizontalis*, *Ipomoea* spp., *Leonorus sibiricus*, *Raphanus raphanistrum*, *Richardia brasiliensis*, *Sorghum arundinaceum* e *Triticum aestivum*.

El índice de importancia relativa de las especies para cada tratamiento se describe en la tabla 3.

Tabla 3. Índice de importancia relativa (%) de las especies de malezas a los 87 días después de la siembra (DAS) para cada tratamiento. TNC: testigo no carpida; C: clomazone (1260 g ha⁻¹); C+S: clomazone + sulfentrazone (1260 + 600 g ha⁻¹); C+D: clomazone + diclosulam (1260 + 35 g ha⁻¹); C+SM: clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹); M: metribuzin (480 g ha⁻¹); M+S: metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹); M+D: metribuzin + diclosulam (480 + 35 g ha⁻¹); M+SM: metribuzin + S-metolachlor (480 + 1440 g ha⁻¹).

Malezas	Índice de importancia relativa (%) de las especies por tratamiento								
	TNC	C	C+S	C+D	C+SM	M	M+S	M+D	M+SM
<i>Amaranthus</i> spp.	—	—	—	—	—	—	—	—	9,09
<i>Alternanthera tenella</i>	12,55	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cenchrus echinatus</i>	12,55	11,73	—	18,15	—	—	—	—	—
<i>Commelina</i> spp.	15,58	23,58	—	21,48	35,56	12,17	—	33,33	15,15
<i>Conyza</i> spp.	—	11,73	—	—	—	9,79	—	—	—
<i>Bidens</i> spp.	12,55	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Digitaria</i> spp.	15,58	—	—	10,74	—	9,79	—	22,22	—
<i>Euphorbia heterophylla</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	9,09
<i>Ipomoea</i> spp.	—	14,76	—	—	—	9,79	—	—	12,12
<i>Leonorus sibiricus</i>	—	11,73	—	—	—	12,17	20,00	—	—
<i>Phyllanthus</i> spp.	—	11,73	—	10,74	—	—	—	—	—
<i>Raphanus raphanistrum</i>	—	—	22,86	—	—	9,79	—	—	9,09
<i>Richardia brasiliensis</i>	18,61	14,76	22,86	—	35,56	14,55	33,33	—	21,21
<i>Sida</i> spp.	12,55	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sorghum halepense</i>	—	—	—	18,15	28,89	12,17	—	22,22	—
<i>Tridax procumbens</i>	—	—	18,10	—	—	—	—	—	—
<i>Triticum aestivum</i>	—	—	18,10	20,74	—	9,79	46,67	—	9,09

Fue observado que los herbicidas y mezclas utilizados alteraron las especies de malezas que han estado presente y sus respectivas importancias relativas. Sin embargo, el efecto resultante de la mezcla de los herbicidas se mostró muy complejo, puesto que al contrario de lo que podría esperarse no hubo un simple efecto aditivo del espectro de control de los herbicidas, pero sí una interacción en la que algunas especies que fueron controladas por el herbicida perdieron su eficacia al ser mezclados con otros herbicidas.

Zhang et al. (1995) en un amplio estudio acerca de las interacciones sinergistas y antagonistas entre herbicidas, ha demostrado que las mezclas, en general, resultan más en interacciones antagonistas que sinergistas, independientemente del modo de absorción por las plantas, del modo de acción o de la familia química de los herbicidas. Sin embargo, el sinergismo o antagonismo depende de la especie objetivo. Eso podría explicar la razón del porque las mezclas, al mismo tiempo en que mejoran el control de algunas especies, empeoraron en otras.

A los 36 DDA el efecto observado permitió la separación de dos grupos netamente diferenciados. El grupo A fue constituido por los tratamientos con clomazone (1260 g ha⁻¹), clomazone + sulfentrazone (1260 + 600 g ha⁻¹), clomazone + diclosulam (1260 + 35 g ha⁻¹), clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹), metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹), metribuzin + diclosulam (480 + 35 g ha⁻¹), metribuzin + S-metolachlor (480 + 1440 g ha⁻¹) y el testigo carpido con azada. Este grupo presento control considerado altamente efectivo, con promedio de 96,96%. El grupo B fue constituido únicamente por el metribuzin (480 g

ha⁻¹), con control de 78,75%, siendo considerado insatisfactorio (Tabla 4).

En la evaluación a los 70 DDA los tratamientos fueron segregados en cuatro grupos. El grupo A presento control altamente efectivo (93,55%), y fue constituido por las mezclas en tanque de clomazone + diclosulam (1260 + 35 g ha⁻¹), clomazone + sulfentrazone (1260 + 600 g ha⁻¹), metribuzin + diclosulam (480 + 35 g ha⁻¹), metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹) y el testigo carpido con azada.

El grupo B, compuesto por la mezcla de clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹), el cual proporciono un control considerado efectivo (85,00%). Para los tratamientos que constituyeron el Grupo C (clomazone + metribuzin + S-metolachlor), hubo un control medio de 76,25% de la malezas, siendo considerado insatisfactorio. El Grupo D se presentó altamente insatisfactorio (42,50%) y fue constituido apenas por el metribuzin aplicado aisladamente.

Hubo diferencia estadística entre los tratamientos en relación a la variable masa seca de malezas (MSM), evaluada a los 87 DDA y en la cosecha (Tabla 5).

A los 87 DDS, se formaron cuatro grupos: el Grupo A fue compuesto solamente por el metribuzin (480 g ha⁻¹). Mientras, el grupo B fue constituido apenas por el testigo no desmalezado.

En el grupo C, se agrupan el clomazone (1260 g ha⁻¹), clomazone + sulfentrazone (1260 + 600 g ha⁻¹), clomazone + diclosulam (1260 + 35 g ha⁻¹), clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹), metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹), metribuzin + diclosulam (480 + 35 g ha⁻¹) e metribuzin + S-metolachlor (480 + 1440 g ha⁻¹). El grupo D fue formado por el testigo desmalezado con azada.

Tabla 4. Porcentaje de control de malezas después de la aplicación de herbicidas en el cultivo de la mandioca 'Baianinha', mediante un rango porcentual de notas visuales, de acuerdo con la metodología propuesta por SBPCD (1995). ** Significativo en el test F al 1% de error ($p < 0,01$); * Significativo en el test F al 5% de error ($0,01 \geq p < 0,05$); ns no significativo en el test F al 5% de error ($p < 0,05$); Medias seguidas por las mismas letras dentro de cada columna pertenecen al mismo grupo, por test de Scott-Knott al 5% de error; DDA: días después de la aplicación.

Tratamientos	Dosis (g ha ⁻¹)	36 DDA (%)	70 DDA (%)
Testigo carpido	—	100,00 A	100,00 A
Testigo no carpido	—	—	—
Clomazone	1260	94,75 A	78,75 C
Clomazone + Sulfentrazone	1260 + 600	98,00 A	91,75 A
Clomazone + Diclosulam	1260 + 35	97,50 A	94,25 A
Clomazone + S-Metolachlor	1260 + 1440	94,75 A	85,00 B
Metribuzin	480	78,75 B	42,50 D
Metribuzin + Sulfentrazone	480 + 600	96,75 A	93,00 A
Metribuzin + Diclosulam	480 + 35	97,25 A	88,75 A
Metribuzin + S-Metolachlor	480 + 1440	96,75 A	73,75 C
F(Tratamientos)	—	3,02	39,01*
F(Bloques)	—	1,53 ^{ns}	0,36 ^{ns}
CV (%)	—	7,63	6,64
Media de los Grupos		36 DAA	70 DAA
		(%)	
A		96,96	93,55
B		78,75	85,00
C		—	76,25
D		—	42,50

Tabla 5. Biomasa de las malezas, expresadas como kg ha⁻¹ de materia seca, después de la aplicación de los herbicidas en el cultivo de mandioca 'Baianinha'. ** Significativo en el test F al 1% de error ($p < 0,01$); * Significativo en el test F al 5% de error ($0,01 \geq p < 0,05$); ns no significativo en el test F al 5% de error ($p < 0,05$); Medias seguidas por las mismas letras dentro de cada columna pertenecen al mismo grupo, por test de Scott-Knott al 5% de error; DDA: días después de la siembra.

Tratamientos	Dosis g ha ⁻¹	87 DDS (kg ha ⁻¹)	Cosecha (kg ha ⁻¹)
Testigo carpido	—	0,00 D	2.100,00 B
Testigo no carpido	—	2.652,00 B	4.350,00 A
Clomazone	1260	1.264,50 C	1.650,00 B
Clomazone + Sulfentrazone	1260 + 600	1.185,25 C	2.000,00 B
Clomazone + Diclosulam	1260 + 35	933,75 C	2.400,00 B
Clomazone + S-Metolachlor	1260 + 1440	1.614,90 C	2.650,00 B
Metribuzin	480	3.861,10 A	4.150,00 A
Metribuzin + Sulfentrazone	480 + 600	963,45 C	2.600,00 B
Metribuzin + Diclosulam	480 + 35	1.450,95 C	1.750,00 B
Metribuzin + S-Metolachlor	480 + 1440	1.481,50 C	4.850,00 B
F(Tratamientos)	—	30,82**	3,42*
F(Bloques)	—	1,24 ^{ns}	8,36*
CV (%)	—	24,54	44,15
Media de los Grupos		87 DDS	Cosecha
		(kg ha ⁻¹)	
A		3.861,10	4450,00
B		2.652,00	2164,28
C		1.270,61	—
D		0,00	—

En la selectividad hacia el cultivo evaluada a los 36 DDA, los tratamientos se segregaron en cuatro grupos (Tabla 6). El tratamiento clomazone + diclosulam (1260 + 35 g ha⁻¹) ocasionó fitotoxicidad media de 47,50% sobre el cultivo y compuso el grupo A. La mezcla de metribuzin + diclosulam (480 + 35 g ha⁻¹) proporcionó una fitotoxicidad del 28,75% y formó el grupo B.

El grupo C fue constituido por el clomazone (1260 g ha⁻¹), clomazone + sulfentrazone (1260 + 600 g ha⁻¹), clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹), metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹) y metribuzin + S-metolachlor (480 + 1440 g ha⁻¹) y presentó fitotoxicidad media de 6,00%. El metribuzin (480 g ha⁻¹) fue el único tratamiento que no ocasionó fitotoxicidad al cultivo y se agrupó con los testigos (desmalezado y no desmalezado) y formaron el grupo D.

A los 70 DDA, se formaron tres grupos. Los grupos A y B fueron los que proporcionaron los mayores daños a las plantas de mandioca, con medias de 47,50 y 33,75 % respectivamente, y mantuvieron la misma composición de tratamientos observados en los grupos A y B en la evaluación 36 DDA. Los que se agruparon en el grupo C, presentaron la menor media de fitotoxicidad de las plantas de mandioca (0,94%).

Para la variable altura de plantas también hubo diferencia estadística entre los tratamientos. A los 67 DDS hubo la segregación de tres grupos (Tabla 6).

El grupo A fue formado por el testigo carpido, clomazone (1260 g ha⁻¹), clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹), metribuzin (480 g ha⁻¹) y metribuzin + S-metolachlor (480 + 1440 g ha⁻¹), en este

grupo las plantas presentaron altura media de 28,29 cm. El grupo B fue constituido por el testigo no carpido, por clomazone + sulfentrazone (1260 + 600 g ha⁻¹) y por metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹), con 25,17 cm de altura media de plantas. Los tratamientos clomazone + diclosulam (1260 + 35 g ha⁻¹) y metribuzin + diclosulam (480 + 35 g ha⁻¹) formaron el Grupo C y proporcionaron la menor altura media de plantas (15,52 cm).

A los 87 DDS se formaron tres grupos. El grupo A presentó altura media de plantas de 71,35 cm y fue formado por los tratamientos clomazone (1260 g ha⁻¹), clomazone + sulfentrazone (1260 + 600 g ha⁻¹), clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹), metribuzin (480 g ha⁻¹), metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹), metribuzin + S-metolachlor (480 + 1440 g ha⁻¹) y por testigos, carpido y no carpido. El grupo B fue compuesto por metribuzin + diclosulam (480 + 35 g ha⁻¹), tratamiento que resultó con altura media de plantas de 51,80 cm. El grupo C fue constituido por los tratamientos clomazone + diclosulam (1260 + 35 g ha⁻¹) que generó una altura media de plantas de 40,95 cm.

Los tratamientos también influenciaron la productividad final del cultivo. Se formaron cuatro grupos de productividad. El grupo A, de mayor productividad de raíces (58,28 Mg ha⁻¹) fue compuesto por el testigo carpido y por el tratamiento con clomazone + sulfentrazone (Tabla 7). El grupo B presentó productividad media de 42,60 Mg ha⁻¹ y fue constituido por clomazone (1260 g ha⁻¹), clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹) y metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹).

Tabla 6. Porcentaje de fitotoxicidad y altura de plantas de mandioca 'Baiianinha' después de la aplicación de los herbicidas. ** Significativo en el test F al 1% de erro ($p < 0,01$); * Significativo en el test F al 5% de error ($0,01 \geq p < 0,05$); ns no significativo en el test F al 5% de error ($p < 0,05$); Medias seguidas por las mismas letras dentro de cada columna no se difieren por test de Scott-Knott al 5% de error.

Tratamientos	Dosis g ha ⁻¹	Fitotoxicidad (%)		Altura de plantas (cm)	
		36 DDA	70 DDA	60 DDS	87 DDS
Testigo carpido	—	0,00 D	0,00 C	29,45 A	77,40 A
Testigo no carpido	—	0,00 D	0,00 C	26,25 B	67,05 A
Clomazone	1260	5,00 C	0,00 C	28,10 A	72,35 A
Clomazone + Sulfentrazone	1260 + 600	5,00 C	2,50 C	25,20 B	68,40 A
Clomazone + Diclosulam	1260 + 35	47,50 A	47,50 A	14,55 C	40,95 C
Clomazone + S-Metolachlor	1260 + 1440	5,00 C	0,00 C	28,00 A	72,60 A
Metribuzin	480	0,00 D	0,00 C	28,45 A	75,35 A
Metribuzin + Sulfentrazone	480 + 600	8,75 C	3,75 C	24,05 B	67,50 A
Metribuzin + Diclosulam	480 + 35	28,75 B	33,75 B	16,50 C	51,80 B
Metribuzin + S-Metolachlor	480 + 1440	6,25 C	1,25 C	27,45 A	70,15 A
F _(Tratamientos)	—	80,03**	180,96**	19,24**	12,69**
F _(Bloques)	—	0,89 ^{ns}	1,64 ^{ns}	2,26 ^{ns}	3,15 ^{ns}
CV (%)	—	32,48	28,63	9,49	9,59
Media de los Grupos		Fitotoxicidad (%)		Altura de plantas (cm)	
		36 DDA	70 DDA	60 DDS	87 DDS
A		47,50	47,50	28,29	71,35
B		28,75	33,75	25,17	51,80
C		6,00	0,94	15,52	40,95
D		0,00	—	—	—

Tabla 7. Datos de productividad e contenido de almidón de las raíces de mandioca 'Baianinha' después de la aplicación de los tratamientos. ** Significativo en el test F al 1% de error ($p < 0,01$); ns no significativo en el test F al 5% de error ($p < 0,05$); Medias seguidas por las mismas letras dentro de cada columna pertenecen al mismo grupo por el test de Scott-Knott al 5% de error.

Tratamiento	Dosis (g ha ⁻¹)	Productividad (Mg ha ⁻¹)	Almidón (%)
Testigo carpido	—	59,11 A	28,21
Testigo no carpido	—	21,56 D	27,99
Clomazone	1260	43,22 B	29,15
Clomazone + Sulfentrazone	1260 + 600	57,46 A	27,63
Clomazone + Diclosulam	1260 + 35	24,16 D	28,57
Clomazone + S-Metolachlor	1260 + 1440	39,51 B	28,94
Metribuzin	480	34,00 C	29,08
Metribuzin + Sulfentrazone	480 + 600	45,07 B	29,88
Metribuzin + Diclosulam	480 + 35	29,31 C	27,56
Metribuzin + S-Metolachlor	480 + 1440	20,75 D	26,76
F _(Tratamientos)	—	31,68	0,92 ^{ns}
F _(Bloques)	—	1,94 ^{ns}	0,29 ^{ns}
CV (%)	—	13,25	6,81
Media de los Grupos		Productividad (Mg ha ⁻¹)	
A		58,28	
B		42,60	
C		31,66	
D		21,16	

El grupo C presentó productividad media de 31,66 Mg ha⁻¹ y fue compuesta por metribuzin (480 g ha⁻¹) y metribuzin + diclosulam (480 + 35 g ha⁻¹). El grupo D, de más baja productividad (21,16 Mg ha⁻¹), fue formado por el testigo no carpido, por clomazone + diclosulam (1260 + 35 g ha⁻¹) y por metribuzin + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹).

A pesar de que los tratamientos hayan interferido estadísticamente en la productividad de raíces, no hubo diferencia entre tratamientos con relación al contenido de almidón de las raíces.

DISCUSIÓN

Por medio de los datos presentados, se puede observar que a los 36 DDA el metribuzin (480 g ha⁻¹), cuando utilizado en mezcla con diclosulam (35 g ha⁻¹), sulfentrazone (600 g ha⁻¹) o S-metolachlor (1440 g ha⁻¹) fue estadísticamente superior que cuando fue utilizado aisladamente. Esto demuestra que la utilización de mezclas de herbicidas en tanque puede aumentar el espectro y la eficacia de controles sobre malezas. En la literatura, son escasos los estudios con eficacia de las mezclas en tanque de los herbicidas para el control de malezas en el cultivo de mandioca. Sin embargo, se destaca el estudio realizado por Scariot et al. (2013) que observaron que las mezclas clomazone + sulfentrazone (900 g ha⁻¹ + 500 g ha⁻¹) y el s-metolachlor + clomazone (900 g ha⁻¹ + 1440 g ha⁻¹) fueron superiores en el control de las malezas y en el efecto residual en relación a clomazone (900 g ha⁻¹) y clomazone (1080 g ha⁻¹), esta superioridad se puso de manifiesto desde los 47 a los 105 DDA.

Oliveira Júnior et al. (2001a), verificaron que la mezcla de diuron o clomazone con el herbicida ametryn y la mezcla de metribuzin con metolachlor mejoraron la eficacia de control, cuando comparados con los herbicidas ametryn y metolachlor aisladamente, incluso con dosis inferiores.

Además, a pesar de los tratamientos, excepto para el metribuzin (480 g ha⁻¹), que presentaron control estadísticamente similar para 36 DDA, a los 70 DDA se observó que las mezclas de herbicidas en el tanque superó a los herbicidas aplicados en forma aislada. Esto demuestra que las mezclas pueden aumentar el periodo residual de herbicidas, que en este caso, cubrió casi la totalidad del PCPI del cultivo y que puede eliminar potencialmente la necesidad de una nueva aplicación. Estos resultados son corroborados por las obras de Barros et al. (2000), Oliveira Júnior et al., (2001a), López-Ovejero et al. (2006), Maciel et al. (2011), Melo et al. (2012) e Scariot et al. (2013).

Concomitantemente, la utilización de mezclas de herbicidas se presenta como una estrategia para el control de malezas resistentes. Maciel et al. (2011) e Melo et al. (2012) al probar las mezclas de herbicidas en el control de malezas resistentes al glifosato, verificó la superioridad de las mezclas en el control de la maleza, en relación a los herbicidas aislados. Así, se evidencian que las mezclas de herbicidas en tanque se constituyen en una importante y efectiva herramienta para el control de malezas resistentes. Además, el uso de mezclas puede traer el beneficio de evitar la selección de biotipos resistentes ya que permite la diversificación de los mecanismos de acción utilizados (Neve et al., 2011; Owen, 2011).

De las mezclas probadas, las que demostraron mayor eficacia en el control de malezas fueron las mezclas de clomazone + sulfentrazone, clomazone + diclosulam, metribuzin + sulfentrazone e metribuzin + diclosulam. La mayor eficacia verificada en estas mezclas se debe, en parte, al alto desempeño presentado tanto por el sulfentrazone como por el diclosulam sobre el control de la maleza.

La alta eficacia del sulfentrazone, sea aisladamente o en mezclas, también fue comprobado en varios trabajos, en ellos cultivos de caña de azúcar, soja, mandioca y maíz (Carvalho et al., 2010; López-Ovejero et al., 2006; Maciel et al., 2011; Scariot et al., 2013; Schuster & Smeda, 2007). La eficacia del herbicida diclosulam también fue demostrado por Carbonari et al. (2008).

Los tratamientos que presentaron los mayores porcentajes de control de las malezas fueron también los que proporcionaron los menores acúmulos de masa seca de malezas (MSDP), principalmente al ser comparado al control, evaluados a los 36 DDA, con masa seca de malezas obtenidos a los 87 DDA.

La relación entre el análisis visual del control y la masa seca producidas por las malezas también fue observado por otros autores (Barros et al., 2000; Maciel et al., 2011; Melo et al., 2012).

Todos los herbicidas y mezclas utilizadas, excepto las mezclas con diclosulam (35 g ha⁻¹), presentaron baja fitotoxicidad al cultivo de mandioca, demostrándose selectivas. Las mezclas con diclosulam, a su vez, no son selectivas al cultivo, especialmente en mezcla con clomazone, y causaron mayor fitotoxicidad a 70 DDA en comparación con la mezcla metribuzin + diclosulam (480 + 35 g ha⁻¹).

La fitotoxicidad generada por las mezclas con diclosulam se reflejó en la reducción de la altura de las plantas de mandioca. A los 60 DDA las mezclas clomazone + diclosulam y metribuzin + diclosulam provocó la reducción del 45.14% en altura de planta en relación con el grupo de mayor altura (grupo A). Sin embargo, en la evaluación realizada a los 70 DDA, se comprobó que existía una leve recuperación en las plantas tratadas con el metribuzin + diclosulam, reduciendo la diferencia de altura observada en la evaluación anterior de 45.14% a 27,40%. Sin embargo, la diferencia de porte generada por la mezcla clomazone + diclosulam fue 42,60%, valor cercano a 45.14% observado en la evaluación a los 60 DDA.

Las mezclas clomazone + sulfentrazone y metribuzin + sulfentrazone proporcionaron altura de plantas menor al grupo A a los 60 DDA. Sin embargo, esta diferencia dejó de ser significativa a los 70 DDA. Así como se comprobó en este caso, Oliveira Júnior et al. (2001b) y Biffe et al. (2010b), al probar la selectividad de herbicidas en el cultivo de mandioca, no se observaron alteraciones significativas y persistentes en la altura de las plantas por los tratamientos, a pesar de que algunos herbicidas hayan presentado acción fitotóxica. Sin embargo, ninguno de los mecanismos de acción probados por los autores pertenecía al grupo de los inhibidores de la ALS, grupo en el cual se incluye el diclosulam.

En contrapartida, Silva et al. (2012) al probar la selectividad de cinco herbicidas inhibidores de la ALS en el cultivo de mandioca (chlorimuron-ethyl,

flazasulfuron, nicosulfuron, trifloxysulfuron-sodium e foramsulfuron + iodosulfuron) demostraron que estos herbicidas generan reducción de altura de las plantas de mandioca. Este efecto fitotóxico de inhibidor ALS puede explicarse por el hecho de que estas moléculas impiden la síntesis de aminoácidos de cadena lateral alifática (valina, leucina andisoleucine), interrumpiendo la división de las células y, en consecuencia, el crecimiento de la planta (Nicolai et al., 2008).

Entre los herbicidas y mezclas de herbicidas probados, el que proporcionó mayor productividad de raíces fue la mezcla de clomazone + sulfentrazone (1260 g ha⁻¹ + 600 g ha⁻¹). La productividad obtenida resultó de la combinación entre la eficacia en el control de malezas y la selectividad al cultivo. Esto se vuelve evidente al observarse que el clomazone + sulfentrazone (1260 g ha⁻¹ + 600 g ha⁻¹), el único tratamiento que fue agrupado con el testigo en el grupo A de productividad, formo parte del grupo A de control (grupo de mayor eficacia) y del grupo C de fitotoxicidad a los 70 DDA.

Los tratamientos con clomazone (1260 g ha⁻¹), clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹) y metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹), formadores del grupo B de productividad, generaron reducción de 26,90% en el rendimiento de raíces. Probablemente por el menor control ejercido sobre las malezas cuando comparado con el constituyente del grupo A.

De modo similar, a pesar de que el herbicida metribuzin (480 g ha⁻¹) y que la mezcla de metribuzin + S-metolachlor (480 + 1440 g ha⁻¹) hayan demostrado baja fitotoxicidad a la mandioca, estos proporcionan bajo rendimiento de raíces.

Se puede inferir que el control incipiente de estos tratamientos sobre las malezas fue uno de los factores que redujo el rendimiento del cultivo.

Además de este factor, una acción fitotóxica ejercida por el tratamiento, que no se manifestó visualmente, también puede ser corroborado por la pérdida de productividad. Oliveira Júnior et al. (2001a) también obtuvieron la menor productividad de la mandioca 'Espeto' tras la aplicación de metribuzin (480 g ha⁻¹) que con la mezcla registrada de ametryn + clomazone (1500+1000 g ha⁻¹), aunque sin identificar deficiencias en el control de la maleza, atribuyendo esto a una acción fitotóxica del herbicida, que no se expresó visualmente.

De forma semejante, para las mezclas metribuzin + diclosulam (480 + 35 g ha⁻¹) y clomazone + diclosulam (1260 + 35 g ha⁻¹) fue verificado que la baja productividad fue en virtud de que esas mezclas no son selectivas al cultivo. Silva et al. (2012), al probar la selectividad de herbicidas aplicados en post-emergencia en el cultivo de mandioca, observaron que algunos de los inhibidores de la ALS (mecanismo de acción del herbicida diclosulam) también fueron no selectivos al cultivo y su aplicación ha resultado en la pérdida de rendimiento de las raíces.

Sin embargo, a pesar de que los tratamientos han disminuido significativamente la productividad de las raíces, no hubo diferencia estadística entre los tratamientos en relación al contenido de almidón en las raíces, corroborando los resultados obtenidos por Costa et al. (2013) y Scariot et al. (2013).

En general, se puede inferir que la mezcla de clomazone + sulfentrazone (1260 + 600 g ha⁻¹) fue la

más efectiva y selectiva para la mandioca. Sin embargo, vale resaltar que Oliveira Júnior et al. (2001a), verificaron que el sulfentrazone (600 g ha⁻¹) no fue selectivo para la variedad de mandioca 'Espeto', en suelos arenosos (29% de arcilla y 70% de arena). De esta manera, se debe tener cuidado con respecto al uso de sulfentrazone, porque puede ser fitotóxico a algunas variedades de mandioca, principalmente en suelos arenosos.

Por lo tanto, sobre la base de los resultados y discusiones descriptas anteriormente, puede decirse que, en el presente trabajo, las mezclas clomazone + sulfentrazone (1260 + 600 g ha⁻¹), clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹), metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹) e metribuzin + S-metolachlor (480 + 1440 g ha⁻¹) pueden ser excelentes opciones para el uso de los métodos de control de malezas en el cultivo de mandioca, permitiendo la rotación del mecanismo de acción y evitar la selección de biotipos resistentes a herbicidas (Vencill et al., 2012), además de aumentar el efecto residual y el espectro de control de malezas y garantizar la selectividad para el cultivo de la mandioca "Baianinha".

CONCLUSIONES

Con base en los datos obtenidos, se puede concluir que la mezcla de clomazone + sulfentrazone (1260 + 600 g ha⁻¹) fue la más efectiva y selectiva al cultivo. Las mezclas clomazone + S-metolachlor (1260 + 1440 g ha⁻¹) y metribuzin + sulfentrazone (480 + 600 g ha⁻¹) presentaron un buen potencial de eficacia y selectividad, equivalente al producto registrado clomazone.

Metribuzin (480 g ha⁻¹) y metribuzin + S-metolachlor (480 + 1440 g ha⁻¹) fueron pocos efectivos en el control de las malezas.

Mezclas de herbicidas con diclosulam, a pesar de ser altamente efectivas en el control de malezas, no son selectivas al cultivo de la mandioca.

BIBLIOGRAFÍA

Abatti, L. & N.S. Domingues Júnior. 2011. Estudo do comportamento de compostos de PVC com adição de amido. *Polímeros* 21: 151-155. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282011000200015. Último acceso: Mayo de 2016.

Alabi, B.S., A.O. Ayeni, A.A. Agboola & B.A. Majek. 2001. Giant sensitive plant interference in cassava. *Weed Science* 49: 171-176.

Albuquerque, J.A.A., T. Sedyama, A.A. Silva, J.E.S. Carneiro, P.R. Cecon & J.M.A. Alves. 2008. Interferência de Plantas Daninhas sobre a Produtividade da Mandioca (*Manihot esculenta*). *Planta Daninha* 28: 471-478. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000200004. Último acceso: Mayo de 2016.

Barros, A.C. de, A. Ueda & C.K. Schumm. 2000. Eficiência e seletividade do lactofen em mistura com outros latifolicidas, no controle de plantas daninhas na

cultura da soja. *Revista Brasileira de Herbicidas* 1: 79-84. Disponible en: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/320>. Último acceso: Mayo de 2016.

Biffe, D.F., J. Constantin, R.S. Oliveira Júnior, L.H.M. Franchini, F.A. Rios, E. Blainski, J.G.Z. Arantes, D.G. Alonso & S.D. Cavalieri. 2010a. Período de Interferência de plantas daninhas em mandioca (*Manihot esculenta*) no Noroeste do Paraná. *Planta Daninha* 28: 471-478. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000300003. Último acceso: Mayo de 2016.

Biffe, D.F., J. Constantin, R.S. Oliveira Júnior, F.A. Rios, L.H.M. Franchini, A. Gemelli, J.G.Z. Arantes, M.A. Raimondi & E. Blainski. 2010b. Avaliação de herbicidas para dois cultivares de mandioca. *Planta Daninha* 28: 807-816. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582010000400014&script=sci_abstract&lng=pt. Último acceso: Mayo de 2016.

Carbonari, C.A., D.K. Meschede, M.R. Correa, E.D. Velini & E.R. Tofoli. 2008. Eficácia do herbicida diclosulam em associação com a palha de sorgo no controle de *Ipomoea grandifolia* e *Sida rhombifolia*. *Planta Daninha* 26: 657-664. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582008000300022. Último acceso: Mayo de 2016.

Carvalho, F.T., R.M. Castro, R.I. Otsubo & F.A.R. Pereira. 2010. Controle de dez espécies de daninhas em cana-de-açúcar com o herbicida mesotrione em mistura com ametryn e metribuzin. *Planta Daninha* 28: 585-590. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000300015. Último acceso: Mayo de 2016.

Costa, N.V.da., G.C. Pavan, R.F. Dourado, A.C.P.R. da Costa & E.S. de Vasconcelos. 2013. Seletividade de herbicidas aplicados com óleo mineral na cultura da mandioca 'Cascuda'. *Revista Brasileira de Herbicidas* 12: 251-259. Disponible en: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/204>. Último acceso: Mayo de 2016.

Embrapa, Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos. 2013. Sistema brasileiro de classificação de solos. (3 ed.) Brasília, DF, Brasil. 353p. Disponible en: http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00053080.pdf. Último acceso: Mayo de 2016.

Grossman, J. & A.G. de Freitas. 1950. Determinação do teor de matéria seca pelo método de peso específico em raízes de mandioca. *Revista Agronômica* 14: 75-80.

Henrique, C.M., M.P. Cereda & S.B.S. Sarmento. 2008. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amido modificado de mandioca. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28: 231-240. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n1/32.pdf>. Último acceso: Mayo de 2016.

Johanns, O. & R.L. Contiero. 2006. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca. *Revista Ciência Agronômica* 37: 326-331. Disponible en:

- <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/175>. Último acceso: Mayo de 2016.
- Konkel, F.E., S.M.R. de Oliveira, D.R.S. Simões & I.M. Demiate.** 2004. Avaliação sensorial de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de amido. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 24: 249-254. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v24n2/v24n2a15.pdf>. Último acceso: Mayo 2016.
- Kudsk, P., A. Taberner, R.M. de Troiani, T.M. Sánchez & S.K. Mathiassen.** 2012. Herbicide tolerance and seed survival of grain amaranth (*Amaranthus* sp.). *Australian Journal of Crop Science* 6: 1674-1680. Disponible en: http://www.cropj.com/kudsk_6_12_2012_1674_1680.pdf. Último acceso: Mayo de 2016.
- López-Ovejero, R.F., L.H. Penckowski, M.J. Podolan, S.J.P. Carvalho & P.J. Christoffoleti.** 2006. Alternativas de manejo químico da planta daninha *Digitaria ciliaris* resistente aos herbicidas inibidores da ACCase na cultura de soja. *Planta Daninha* 24: 407-414. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582006000200026. Último acceso: Mayo de 2016.
- Maciel, C.D.G., J.P. Poletine, S.L. Amstalden, D.L.P. Gazziero, M.A. Raimondi, G.R.G. Lima, A.M. de Oliveira Neto, N. Guerra & W. Justiniano.** 2011. Misturas em tanque com glyphosate para o controle de trapoeraba, erva-de-touro e capim-carrapicho em soja RR[®]. *Revista Ceres* 58: 35-42. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2011000100006. Último acceso: Mayo de 2016.
- Melo, M.S.C. de, L.E. Rosa, C.A.C.G. Brunharo, M. Nicolai & P.J. Christoffoleti.** 2012. Alternativas para o controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate. *Revista Brasileira de Herbicidas* 11: 195-203. Disponible en: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/145>. Último acceso: Mayo de 2016.
- Monquero, P.A., P.J. Christoffoleti & C.T.D. Santos.** 2001. Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. *Planta Daninha* 19: 375-380. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582001000300010. Último acceso: Mayo de 2016.
- Moura, G.M.** 2000. Interferência de Plantas Daninhas na Cultura de Mandioca (*Manihot esculenta*) no Estado do Acre. *Planta Daninha* 18: 451-456. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582000000300009. Último acceso: Mayo de 2016.
- Nicolai, M., P.J. Christoffoleti & L. Vargas.** 2008. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS (grupo b). En: Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. Christoffoleti P.J., Ed. Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas- HRAC-BR. Piracicaba. pp 35-49. Disponible en: <http://www.hrac-br.com.br/documentos/livro3edicao.pdf>. Último acceso: Mayo de 2016.
- Neve, P., J.K. Norsworthy, K.L. Smith & I.A. Zelaya.** 2011. Modelling evolution and management of glyphosate resistance in *Amaranthus palmeri*. *Weed Research* 51: 99-112. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3180.2010.00838.x/abstract>. Último acceso: Mayo de 2016.
- Neve, P., M. Vila-Aiub & F. Roux.** 2009. Evolutionary-thinking in agricultural weed management. *New Phytologist* 184: 789-793. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19780985>. Último acceso: Mayo de 2016.
- Oliveira Júnior, R.S., J. Constantin, A.I.F.M. Hernandez, M.H. Inoue, O. Marchiori Júnior & A.C. Ramires.** 2001a. Manejo químico de plantas daninhas em área de plantio direto de mandioca. *Revista Brasileira de Herbicidas* 2: 99-106. Disponible en: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/357>. Último acceso: Mayo de 2016.
- Oliveira Júnior, R.S., J. Constantin, A.I.F.M. Hernandez, M.H. Inoue, O. Marchiori Júnior & A.C. Ramires.** 2001b. Tolerância de cinco cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*) a herbicidas. *Planta Daninha* 19: 119-125. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582001000100014. Último acceso: Mayo de 2016.
- Owen, M.D.K.** 2011. Weed resistance development and management in herbicide-tolerant crops: Experiences from the USA. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* 6: S85-S89. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00003-011-0679-2>. Último acceso: Mayo de 2016.
- Raimondi, M.A., R.S. Oliveira Júnior, J. Constantin, D.F. Biffe, J.G.Z. Arantes, L.H. Franchini, F.A. Rios, E. Blainski & J.B. Osipe.** 2010. Atividade residual de herbicidas aplicados ao solo em relação ao controle de quatro espécies de *Amaranthus*. *Planta Daninha* 28: 1073-1085. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000500015. Último acceso: Mayo de 2016.
- Salla, D.A., F.P.B. Furlaneto, C. Cabello & R.A.D. Kanthach.** 2010. Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 14: 444-448. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n4/v14n4a15.pdf>. Último acceso: Mayo de 2016.
- SBPCD, Sociedade brasileira da ciência das plantas daninhas.** 1995. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina, Paraná, Brasil. 42 pp.
- Scariot, C.A., N.V. da Costa, E.P. Bosquese, D.C. de Andrade & D.A. Sontag.** 2013. Seletividade e eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da mandioca. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 43: 300-307. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n3/a12.pdf>. Último acceso: Mayo de 2016.
- Schuster, C.L. & R.J. Smeda.** 2007. Management of *Amaranthus rudis* S. in glyphosate-resistant corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Crop Protection* 26: 1436-1443. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219406003772>. Último acceso: Mayo de 2016.

Silva, D.V., J.B. dos Santos, F.P. de Carvalho, E.A. Ferreira, A.C. França, J.S.C. Fernandes, E.M.M. Gandini & V.C. Cunha. 2012. Seletividade de herbicidas pós-emergentes na cultura da mandioca. *Planta Daninha* 30(4): 835-841. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582012000400018. Ultimo acceso: Mayo de 2016.

Silva, D.V., J.B. dos Santos, H.M. Silveira, F.P. de Carvalho, M.D. Castro Neto, E.A. Ferreira, A.A. Silva & P.R. Cecon. 2011. Tolerância de cultivares de mandioca aos herbicidas fomesafen e fluazifop-p-butil. *Revista Brasileira de Herbicidas* 10: 219-231. Disponible en: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/125>. Ultimo acceso: Mayo de 2016.

Silva, G.O. da, F.F. Takizawa, R.A. Pedroso, C.M.L. Franco, M. Leonel, S.B.S. Sarmiento & I.M. Demiate. 2006. Características físico – químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26: 188-197. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci>

[_arttext&pid=S0101-20612006000100030](#). Ultimo acceso: Mayo de 2016.

Silveira, H.M., D.V. Silva, J.B. dos Santos, M.D. Castro Neto, E.A. Ferreira, F.P. de Carvalho, A.A. Silva & T. Sedyama. 2012. Sensibilidade de cultivares de mandioca ao herbicida mesotrione. *Revista Brasileira de Herbicidas* 11: 24-31. Disponible en: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/128>. Ultimo acceso: Mayo de 2016.

Vencill, W.K., R.L. Nichols, T.M. Webster, J.K. Soteris, C. Mallory-Smith, N.R. Burgos, W.G. Johnson & M.R. McClelland. 2012. Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicide-resistant crops. *Weed Science* 60: 2-30. Disponible en: <http://www.wssajournals.org/doi/pdf/10.1614/WS-D-11-00206.1>. Ultimo acceso: Mayo de 2016.

Zhang, J., A.S. Hamill & S.E. Weaver. 1995. Antagonism and synergism between herbicides: Trends from previous studies. *Weed Technology* 9: 86-90. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/3987827>. Ultimo acceso: Mayo de 2016.