

VINAGRE TRIPLE 12,5%: HERBICIDA NATURAL EN SIEMBRA DIRECTA DE MAÍZ (*Zea mays*) ORGÁNICO

12.5% TRIPLE VINEGAR: NATURAL HERBICIDE IN DIRECT ORGANIC MAIZE (*Zea mays*) PLANTATION

Silvia Lorena Montero Cedeño¹, João Carlos Cardoso Galvão², Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez³

¹Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Km 2.7 Vía Calceta-El Limón.

²Departamento de de Fitotecnia, Universidad Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

³Departamento de Entomología, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Contacto: smontero@espam.edu.ec

RESUMEN

La siembra directa se presenta como promisor en la producción de maíz orgánico, siendo común el uso de plantas de cobertura. Esto crea la necesidad de buscar sustancias alternativas como desecantes naturales. Una opción es el vinagre, que actúa como herbicida de contacto, destruyendo la membrana celular, provocando un desecamiento de los tejidos. Este trabajo tuvo como objetivo valorar el efecto desecante del vinagre (ácido acético) en varias dosis y su incidencia en el comportamiento agronómico del maíz, así como la riqueza y abundancia de malezas presentes en sistema de siembra directa. Se utilizó a la avena negra (*Avena strigosa*) como cultivo de cobertura. Fueron estudiados ocho tratamientos: 1) 1120 L.ha⁻¹; 2) 560 L.ha⁻¹ + 560 L.ha⁻¹ 24 horas después; 3) 840 L.ha⁻¹; 4) 560 L.ha⁻¹ + 280 L.ha⁻¹ 24 horas después; 5) 560 L.ha⁻¹ de vinagre triple con 12,5% de ácido acético; 6) glifosato 0,72 L.ha⁻¹; 7) corte de la avena-negra con rozadora y 8) avena-negra sin desecación (control). Los tratamientos fueron aplicados 30 días después de la siembra de la avena y una semana después fue sembrado el maíz. Los resultados indican que la dosis de 1120 L.ha⁻¹ de vinagre fue la más eficiente como desecante de la avena negra utilizada como cultivo de cobertura en el sistema de siembra directa, con el 99%, pudiendo ser una alternativa como herbicida en la producción orgánica de maíz. Además el vinagre no afectó el índice de velocidad de emergencia de la semilla del maíz, la altura y diámetro de planta, así como tampoco marcó mayores diferencias en la masa de materia seca de la raíz y parte aérea de la planta de maíz.

Palabras clave: Ácido acético, malezas, herbicida orgánico, riqueza y abundancia.

ABSTRACT

Direct sowing appears as promising in the production of organic corn, the use of cover plants is common. This creates the need to look for alternative substances as natural desiccants. One alternative option is vinegar, which acts as a contact herbicide, destroying the cell membrane, causing drying of the tissues. The objective of this work was to assess the desiccant effect of vinegar (acetic acid) in several doses and its incidence in the agronomic behavior of corn, as well as the richness and abundance of weeds present in the direct sowing system. Black oats (*Avena strigosa*) were used as a cover crop. Eight treatments were studied: 1) 1120 L.ha⁻¹; 2) 560 L.ha⁻¹ + 560 L.ha⁻¹ 24 hours later; 3) 840 L.ha⁻¹; 4) 560 L.ha⁻¹ + 280 L.ha⁻¹ 24 hours later; 5) 560 L.ha⁻¹ triple vinegar with 12.5% acetic acid; 6) glyphosate 0.72 L.ha⁻¹; 7) cutting of the oat-black with scraper and 8) oats-black without drying (control). The treatments were applied 30 days after sowing the oats and a week later the corn was planted. The results indicate that the dose of 1120 L.ha⁻¹ of vinegar was the most efficient as a desiccant of the black oats used as a cover crop in the direct sowing system, with 99%, being an alternative as a herbicide in the production of organic corn. In addition, the vinegar did not affect the emergence rate index of the corn seed, nor the height and diameter of the plant, it didn't did it show either greater differences in the mass of dry matter of the root nor aerial part of the corn.

Keywords: Acetic acid, weeds, organic herbicide, wealth and abundance.



Recibido: 06 de julio de 2017

Aceptado: 18 de diciembre de 2017

ESPAMCIENCIA 8(2): 13-21/2017

INTRODUCCIÓN

La producción orgánica del *Zea mays* L. viene experimentando un significativo crecimiento en los últimos años, siendo una alternativa viable para zonas rurales que buscan mejorar su calidad de vida (Galvão *et al.*, 2010). Una opción de esta producción, es la adecuación de los cultivos al sistema de siembra directa (SSD), cuyos beneficios se ven reflejados no solo en el suelo, sino también en el rendimiento de los cultivos y la competitividad de los sistemas agropecuarios. Otro aspecto a considerar en la producción orgánica del maíz, es la falta de alternativas de herbicidas desecantes para el control de malezas, que ocasionan pérdidas en el rendimiento cercano al 38% (Cerrudo *et al.*, 2012), lo que se traduce en un problema, principalmente en SSD, especialmente en el periodo de transición de cultivo convencional al orgánico (Fontanetti, 2007).

En este sistema, el método químico es sustituido por métodos mecánicos y/o culturales, como la utilización de rozadora o el uso de plantas de cobertura del suelo. Esto implica que otras alternativas deben ser incorporadas a los quemantes químicos, que son empleados con bajo costo en el sistema convencional (Johnson *et al.*, 2004).

El uso de plantas de cobertura, es común en la producción orgánica de maíz, las cuales deben ser cortadas en un determinado tiempo y dejadas en forma de rastrojos sobre el suelo por algunos días secándose al sol, procediéndose posteriormente a la siembra del maíz. Lo que hace imprescindible la desecación de las plantas de cobertura, por lo que resulta sustancial, la búsqueda de alternativas desecantes, que sean eficientes en términos de tiempo y costo, contribuyendo así a una producción sostenible (Galvão *et al.*, 2010; Montero *et al.*, 2016).

El vinagre (ácido acético), es una alternativa como desecante para plantas de cobertura y herbicida natural, para el control de cierto grupo de malezas en la producción de cultivos orgánicos (Radhakrishnan *et al.*, 2003; Chandran *et al.*, 2004; Coffman *et al.*, 2004), que actúa por contacto, destruyendo la membrana celular, provocando un desecamiento de los tejidos (Webbeler y Shrefler, 2006).

En lo referente a su uso, estudios realizados por Webber *et al.* (2009); Evans *et al.* (2011), con vinagre en diferentes concentraciones de acidez acética, en cultivos como maíz, trigo, cebolla, brócoli, pimiento y ajo, entre otros, demostraron que esta sustancia fue efectiva para el control de las malezas de hojas anchas y gramíneas. Johnson *et al.* (2004), reportaron efectos positivos del vinagre (ácido acético 10%), en el control de las malezas *Thlapsi arvense*,

Portulaca oleraceae, *Amaranthus retroflexus* y *Malva rotundifolia*.

Adicionalmente, Evans *et al.* (2011), manifiestan que el vinagre en altas dosis y concentración (700 L.ha⁻¹ y 20% de acidez acética), causa efectos pre-emergentes sobre malezas, inhibiendo en un 75% la germinación de estas plantas dañinas. Al respecto, Kluthcouski *et al.* (2004), mencionan que en el sistema de siembra directa, hay una mayor concentración de semillas de malezas próximas a la superficie, mientras que en el método convencional de manejo de los suelos, estas semillas se distribuyen en el perfil del suelo. Con relación al cultivo, Pujiswanto *et al.* (2013), sostienen que cuando aplicaron el ácido acético en pre-siembra, éste no causó inhibición en la germinación del maíz, tampoco inhibió el crecimiento de las raíces ni la parte aérea de la planta.

No obstante la eficacia del vinagre, es importante considerar que éste, no es selectivo y dependiendo del método de aplicación, puede afectar al cultivo objetivo (Radhakrishnan *et al.*, 2003; Webber *et al.*, 2009; Pujiswanto *et al.*, 2013), o en altas dosis provocar un impacto ambiental, principalmente en el suelo, causando variaciones en sus componentes químicos y biológicos. Incluso su efecto sobre el hombre debe ser estudiado (Rizzon *et al.*, 2006). En este sentido, Montero *et al.* (2016), determinaron en su estudio con varias dosis de vinagre, que esta sustancia fue eficiente como desecante de la avena negra y su aplicación en el sistema de siembra directa de maíz, no alteró el pH, ni causó impacto negativo sobre la biomasa y actividad microbiana del suelo, así como tampoco se reportó ningún perjuicio sobre el aplicador.

Con estos antecedentes, es importante la búsqueda de alternativas viables para el control de malezas en la producción orgánica de cultivos, por lo que esta investigación tuvo como objetivo valorar el efecto desecante del vinagre (ácido acético) en varias dosis y su incidencia en el comportamiento agronómico del maíz, así como la riqueza y abundancia de malezas presentes en sistema de siembra directa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio, fue conducido en el Campo Experimental Prof. Diogo Alves de Melo (lat. 20°45'58"S, long. 42°52'06"O a una altitud de 676 msnm) de la Universidad Federal de Viçosa-Brasil, entre los meses de julio a noviembre de 2013. Se estudió la eficacia del vinagre triple

(ácido acético 12,5%), como desecante/herbicida en un sistema de siembra directa de maíz orgánico, empleando a la avena negra (*Avena strigosa*) como cultivo de cobertura.

A. Instalación del experimento

El trabajo inició con la siembra de la avena negra, utilizada como cultivo de cobertura, en el área experimental, cuyo suelo es clasificado como Argisol Rojo Amarillo distrófico (EMBRAPA, 2013). Se utilizó una sembradora con 80 kg ha⁻¹ de semillas de avena. Se estudiaron cinco tratamientos con vinagre: 1) 1120 L.ha⁻¹; 2) 560 L.ha⁻¹ + 560 L.ha⁻¹ 24 horas después; 3) 840 L.ha⁻¹; 4) 560 L.ha⁻¹ + 280 L.ha⁻¹ 24 horas después; 5) 560 L.ha⁻¹ de vinagre triple con 12,5% de ácido acético; además de un tratamiento químico con glifosato 0,72 L.ha⁻¹; un tratamiento que consistió en el corte de la avena negra utilizando rozadora a los 30 días después de la siembra de esta y un testigo (control) sin desecación de la avena. En total fueron ocho tratamientos, aplicados 30 días después de la siembra (dds) de la avena, cerca de la etapa de floración, utilizando un equipo pulverizador costal de presión constante, presurizado con CO₂, con una presión de 2,5 wat, pico de XR 11005 y ancho operativo de 2 m, que da un volumen de aplicación de 280 L.ha⁻¹. La aplicación del vinagre se realizó en días soleados. Los tratamientos 1, 3 y 5, fueron realizados en un solo día, mientras que los tratamientos 2 y 4 se los realizó de manera fraccionada, coincidiendo la primera con el resto de tratamientos y la segunda 24 horas más tarde.

Una semana después de la aplicación de tratamientos, se sembró el maíz AL-34 Bandeirante, utilizando una sembradora para siembra directa, calibrada a espaciamiento de un metro entre hileras, depositando 7,3 semillas por metro lineal, inmediatamente después de la siembra fue proporcionado un riego. A los 8 dds fue raleado a cinco plantas por metro lineal, obteniéndose una población de 50000 plantas.ha⁻¹. A los 15 dds se abonó el maíz en una sola ocasión, utilizando estiércol bovino, en la dosis de 4 litros por metro, que representa 40 m³ de estiércol por ha⁻¹. A los 15 dds se rozó el cultivo de cobertura (avena), en todos los tratamientos, quedando así como cobertura vegetal (mulch). Para el control de malezas, se realizó una rozada a los 30 dds del maíz. Se utilizó el diseño de bloque completo al azar con ocho tratamientos y cinco repeticiones. Las parcelas experimentales fueron de 16 m² (4 x 4 m), siendo considerado para el registro de datos un área útil de 4 m² (2 x 2 m).

B. Levantamiento de la información

El efecto desecante de las dosis de vinagre sobre la avena

negra, fue evaluado a las 24, 48 y 72 horas después de la aplicación de los tratamientos. Por medio de observación visual utilizando la escala de notas propuesta por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Escala visual de notas de ALAM para evaluación el efecto desecante de sustancias en el control de malezas

Porcentaje	Grado de control	Abreviatura
0 - 40	Ninguno o pobre	N
41- 60	Regular	R
61- 70	Suficiente	S
71- 80	Bueno	B
81- 90	Muy bueno	M
91-100	Excelente	E

Las siguientes variables agronómicas fueron consideradas para determinar el efecto de la aplicación de vinagre como desecante, sobre el crecimiento de plantas de maíz, en un sistema de siembra directa. Fue evaluado el índice de velocidad de emergencia (IVE) de maíz, realizado diariamente a partir del día en que se verificó el inicio de la emergencia hasta que el número de plantas emergidas se mostró constante (7-15 dds), el conteo de las plantas se efectuó en dos metros lineales, de las dos hileras centrales, correspondientes al área útil de cada parcela. También se registró la altura (cm) de las plantas de maíz en el área útil de cada parcela, a la cuarta y octava hoja completamente extendida, considerándose la altura desde el nivel del suelo hasta el inicio de la inserción de la cuarta y octava hoja, utilizándose para el efecto una regla graduada en centímetros. Paralelamente, en el área útil de cada parcela, se midió también el diámetro del tallo a la altura de la cuarta y octava hoja completamente extendida, utilizándose un calibrador (pie de rey).

Para la determinación de la materia seca (MS) de la raíz y parte aérea de la planta de maíz en la cuarta y octava hoja, se seleccionaron aleatoriamente en el área útil de cada parcela cuatro plantas, que fueron retiradas del campo. Las raíces de estas plantas fueron lavadas y separadas de la parte aérea, posteriormente el material aéreo y raíces colectadas, fue acondicionado en fundas de papel plenamente identificadas y llevados a estufa de circulación forzada de aire a 65°C, donde fueron dejadas hasta alcanzar la masa constante. Finalmente, se obtuvo la MS en gramos, de la parte aérea y raíces, siendo calculada la correspondiente masa de materia seca de la parte aérea y masa materia seca de raíces, además de la masa de materia seca total.

Adicionalmente, a los 30 dds del maíz, se determinó la riqueza (número de especies herbáceas) y abundancia

(cantidad de individuos/especie herbácea), de las malezas presentes en el área experimental. Se utilizó el método del cuadrado invertido (0,25 x 0,25 cm), sugerido por Braun-Blanquet y Bolos (1979) y Erasmo *et al.* (2004). Se realizaron cinco lanzamientos aleatorios dentro del área útil de cada parcela. Las plantas que quedaron en el interior del cuadrado, fueron contabilizadas e identificadas, utilizando para el efecto documentos del herbario de la Universidad Federal de Viçosa-Brasil.

C. Análisis estadístico

Para la interpretación de los resultados, los datos fueron sometidos a un análisis de variancia por la prueba de F a 5% de probabilidad, siendo las medias sometidas a prueba de Tukey ($p < 0,05$). El análisis estadístico fue realizado con el software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar el efecto del vinagre como desecante sobre la avena negra, se aprecia que hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,01$). La dosis de 560 L.ha⁻¹ presentó el menor efecto con 71%, mientras que el mayor efecto se alcanzó con 1120 L.ha⁻¹ de vinagre, que presentó el 99% de desecación de la cobertura vegetal (avena negra), (Gráfico 1). Los diferentes valores de efecto en la desecación de la avena negra, son coincidente con aquellos estudios realizados por Jonhson *et al.* (2004), que también determinaron que al usar diversas dosis de ácido acético (vinagre), se presentan controles diferentes, pudiéndose considerar a esta sustancia una alternativa como herbicida natural en maíz orgánico, resultados coherentes también con aquellos de Webber *et al.* (2009), quienes mencionan que el ácido acético, puede ser utilizado en la producción orgánica, como un herbicida natural de contacto, siendo la acción sobre las plantas semejante al paraquat.

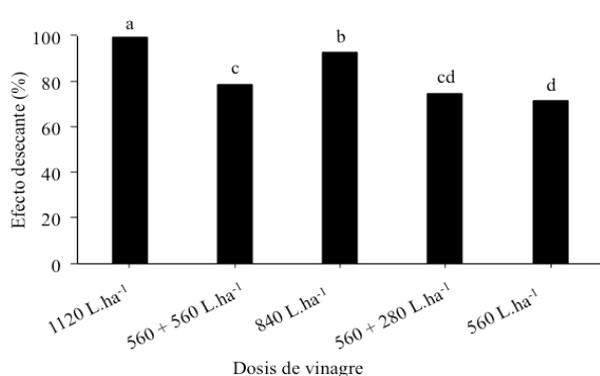


Gráfico 1. Efecto (%) del vinagre como desecante de cultivo de cobertura, en siembra directa de maíz orgánico. Valores seguidos de la misma letra no difieren entre si según Tukey (5%). $F_{4,56} = 77,29$

Cuando se analizó los valores promedios del efecto del vinagre como desecante entre las tres fechas de evaluación, también hubo diferencias significativas ($p < 0,01$), observándose un efecto progresivo, siendo menor estadísticamente a las 24 horas después de la aplicación (80%), incrementándose a 84 y 85% a las 48 y 72 horas, respectivamente (Gráfico 2). La dosis de 1120 L.ha⁻¹ de vinagre, fue la única que provocó una desecación permanente de las plantas de cobertura, su efecto fue tal en nuestra investigación, al punto que se presentó como el único tratamiento, donde el cultivo de cobertura, no mostró ninguna recuperación posterior a la aplicación, posiblemente, debido a la destrucción de la membrana celular, que termina desecando por completo el tejido vegetal (Webbber y Shreffler, 2006), a diferencia de las dosis menores de vinagre, donde se presentó una recuperación del cultivo de cobertura a partir del quinto día de su aplicación, coincidiendo con los estudios realizados por Webber *et al.* (2009), quienes manifiestan que el efecto del vinagre sobre las malezas disminuye con el tiempo, especialmente en dosis menores.

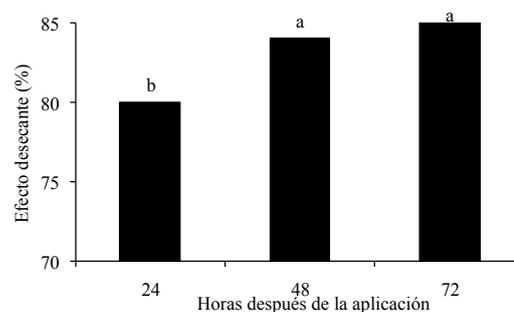


Gráfico 2. Efecto promedio (%) del vinagre como desecante de cultivo de cobertura en siembra directa de maíz orgánico. Valores seguidos de la misma letra no difieren entre si según Tukey (5%). $F_{2,56} = 5,84$

El análisis de variancia del Índice de Velocidad de Emergencia (IVE), de las plantas de maíz, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos en estudio ($p > 0,05$) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Respuesta del Índice de Velocidad de Emergencia (IVE) del maíz sometido a varias concentraciones de vinagre para el manejo de plantas de cobertura

Tratamientos	IVE
1120 L.ha ⁻¹	3,27
560 L L.ha ⁻¹ + 560 L.ha ⁻¹	3,74
840 L.ha ⁻¹	3,32
560 L.ha ⁻¹ + 280 L.ha ⁻¹	3,67
560 L.ha ⁻¹	3,65
glifosato 0,72 L.ha ⁻¹	3,61
Rozada	3,93
Testigo (sin control)	3,18
CV (%)	19,51
	$F_{7,39} = 0,71$

En lo referente a la altura de las plantas de maíz, evaluada en la presencia de la cuarta y octava hoja extendida, el análisis de variancia no determinó diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0,05$) (Cuadro 3). El vinagre no influyó en la altura de la planta de maíz, ya que como sucedió en la germinación, cuando esta sustancia se aplica en presiembra, no causa alteraciones, muy posiblemente, debido al periodo de tiempo, por lo que en los ocho días transcurridos entre la aplicación del vinagre y la siembra

del maíz, la concentración de éste en el suelo se ve reducida, no interfiriendo por tanto en el crecimiento de las plantas de maíz. Esto concuerda con resultados encontrados por Pujiswanto *et al.* (2013), los que demostraron que cuando el maíz se sembró entre ocho y doce días posterior a la aplicación de vinagre, este no se afectó, diferente a cuando se sembró con apenas cuatro días de diferencia, donde se observó una reducción en la altura de planta.

Cuadro 3. Efecto de dosis de vinagre y su aplicación en plantas de cobertura, previa a la siembra del maíz sobre su altura de planta y diámetro de tallo

Tratamientos	Altura (cm)		Diámetro de tallo (cm)	
	4ta hoja	8va hoja	4ta hoja	8va hoja
1120 L.ha ⁻¹	7,15	35,15	0,74 a	2,53 ab
560 L.ha ⁻¹ + 560 L.ha ⁻¹	7,68	37,70	0,76 a	2,68 ab
840 L.ha ⁻¹	8,23	33,25	0,81 a	2,75 ab
560 L.ha ⁻¹ + 280 L.ha ⁻¹	8,08	35,45	0,74 a	2,69 ab
560 L.ha ⁻¹	7,60	34,90	0,78 a	2,90 a
glifosato 0,72 L.ha ⁻¹	7,00	39,05	0,78 a	2,80 ab
Rozada	8,40	38,25	0,90 a	2,79 ab
Testigo (sin control)	9,55	29,90	0,50 b	2,42 b
CV (%)	14,05	14,75	14,21	8,32
	F _{7,60} = 1,13		F _{7,60} = 2,56	

Valores seguidos de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según la prueba de Tukey (5%)

Con relación al diámetro del tallo, se estableció que en las dos fechas de evaluación se registró diferencias significativas entre tratamientos ($p<0,01$), observándose que en la evaluación de la cuarta hoja, fue el testigo sin control, aquel que presentó el menor diámetro de tallo, separándose estadísticamente de los demás. En la octava hoja, el tratamiento 560 L.ha⁻¹ de vinagre alcanzó un mayor diámetro, diferenciándose estadísticamente del tratamiento testigo que obtuvo el menor valor (Cuadro 3). Estas diferencias encontradas en el diámetro del tallo de las plantas de maíz del tratamiento testigo (sin control) en comparación con el resto de tratamientos, pudo deberse a un efecto de competición del maíz, con el cultivo de

cobertura (avena negra), no controlado en la parcela testigo, lo cual no permitió que el cultivo creciera con normalidad.

En el análisis de variancia realizado en la masa de materia seca de raíz, se determinó que no hubo diferencias significativas entre tratamientos en la evaluación realizada a la cuarta hoja de las plantas de maíz ($p>0,05$), no sucedió lo mismo a la octava hoja, donde sí se registró diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, presentando la dosis de 840 L.ha⁻¹ de vinagre el mayor valor de masa materia seca de raíz, diferenciándose estadísticamente del testigo (sin control), que registró el menor valor (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de dosis de vinagre y su aplicación en plantas de cobertura, previa a la siembra del maíz sobre su altura de planta y diámetro de tallo

Tratamientos	Altura (cm)		Diámetro de tallo (cm)	
	4ta hoja	8va hoja	4ta hoja	8va hoja
1120 L.ha ⁻¹	0,15	16,52 bc	0,66ab	92,21
560 L.ha ⁻¹ + 560 L.ha ⁻¹	0,15	20,26 abc	0,61ab	92,49
840 L.ha ⁻¹	0,20	26,81 a	0,78a	89,85
560 L.ha ⁻¹ + 280 L.ha ⁻¹	0,19	17,76 abc	0,67ab	89,90
560 L.ha ⁻¹	0,14	15,85 bc	0,69ab	97,18
glifosato 0,72 L.ha ⁻¹	0,17	21,51 ab	0,66ab	98,13
Rozada	0,68	20,50 abc	0,87a	101,36
Testigo (sin control)	0,09	11,66 c	0,38b	69,29
CV (%)	53,12	36,59	25,38	18,33
	F _{7,60} = 2,03		F _{7,60} = 3,53	
	F _{7,60} = 2,14		F _{7,60} = 1,72	

Valores seguidos de la misma letra en la columna, no difieren entre sí según Tukey (5%)

Con relación a la masa de materia seca de la parte aérea de las plantas de maíz, en la cuarta hoja, el análisis de variancia estableció diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) (Cuadro 4). Sin embargo, cuando la planta tenía la octava hoja, la materia seca fue igual para todos los tratamientos.

Cuando se analizó la masa de materia seca total (MST raíz + parte aérea), en la octava hoja se observó que hubo

diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$), diferenciándose el testigo de los demás tratamientos con el menor valor 80,95 (Gráfico 3). Se pudo determinar en este estudio, que el hecho de no encontrar diferencia en la raíz cuando la planta tuvo la cuarta hoja formada, no fue determinante en la masa de materia seca de la parte aérea, así como encontrar diferencia en la raíz cuando el maíz tenía la octava hoja formada, no influyó tampoco en el peso de la masa de materia seca de la parte aérea.

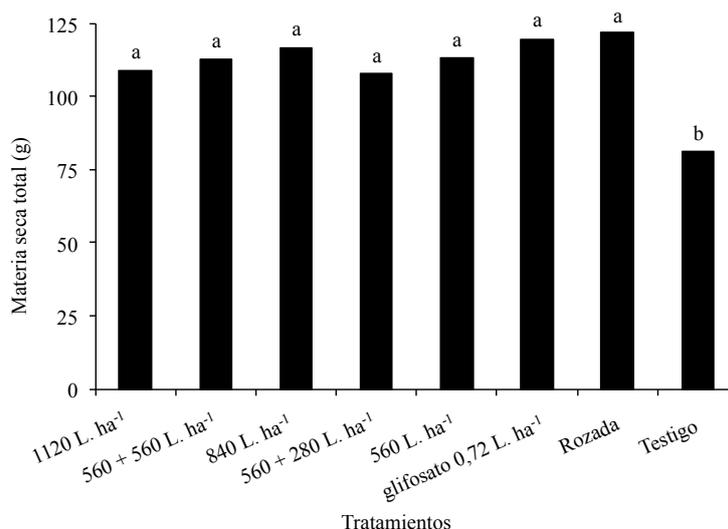


Gráfico 3. Promedios de MST de maíz sometido a aplicaciones de vinagre en plantas de cobertura. Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí según la prueba de Tukey (5%). $F_{7,60} = 1,88$

Es posible que la dosis de 840 L.ha⁻¹ de vinagre, haya provocado más bien un efecto negativo sobre las malezas presentes en estas parcelas, disminuyendo su interferencia en el maíz, permitiendo así un mayor crecimiento de sus raíces, que se tradujo en el mayor valor de masa de materia seca, contrastando con la parcela testigo, donde al no controlarse las malezas, se produjo una alta interferencia con el crecimiento del maíz, que presentó el menor valor de masa de materia seca. Sin embargo, esta interferencia no se vio reflejada en masa de materia seca en la parte aérea del maíz. No obstante, estos resultados no permiten determinar con claridad, si estas diferencias pueden ser atribuidas o no, al efecto del vinagre residual en el suelo, sobre el crecimiento de las raíces del maíz.

Fueron contabilizadas un total de 998 plantas de malezas en el área experimental, pertenecientes a 19 especies, agrupadas en 10 familias. Las familias Asteraceae y Gramineae se destacaron por la mayor diversidad presente, con seis y cuatro especies de malezas, respectivamente. Sobresalieron por su abundancia las especies *Cyperus rotundus* (Cyperaceae) y *Gallinsoga parviflora* (Asteraceae), con 262 y 253 individuos, respectivamente. Se observó

que en los tratamientos donde se aplicó el vinagre en dos días (560 L.ha⁻¹ + 560 L.ha⁻¹ y 560 L.ha⁻¹ + 280 L.ha⁻¹), se presentó el menor número de especies de malezas, así como también una menor abundancia (Cuadro 5). Es probable que la aplicación fraccionada haya provocado una mayor residualidad en el área experimental, que influyó en la menor riqueza y abundancia de malezas presentada en los tratamientos 2 y 4 de vinagre. Al respecto, Pereira *et al.* (2013), estudiaron el efecto del vinagre para el control de malezas y obtuvieron un efecto de hasta el 85% en *Panicum (Megathyrus) maximum* con la concentración de 4,2% de ácido acético. Webber *et al.* (2009), utilizando ácido acético al 20% en dosis de 200 y 400 L.ha⁻¹ reportaron un efecto en el control de malezas de 95%. Es posible también considerar que en estas dosis se presente algún nivel de residualidad del vinagre en el suelo, que pudieran causar un efecto pre-emergente sobre las malezas, inhibiendo su crecimiento, lo cual sería concordante con aquello reportado por Kluthcouski *et al.* (2004), quienes mencionan que altas dosis de vinagre, puede inhibir hasta en 75% la germinación de nuevas malezas, abriendo una nueva expectativa sobre las bondades del vinagre como herbicida.

Cuadro 5. Riqueza y abundancia de especies de malezas presentes entre diferentes tratamientos aplicados en avena negra utilizada como cultivo de cobertura

Especie/Familia	Tratamientos									
	Dosis de vinagre						glifosato 0,72 L.ha ⁻¹	Rozada	Testigo	Total
	1120 L.ha ⁻¹	560 L.ha ⁻¹ + 560 L.ha ⁻¹	840 L.ha ⁻¹	560 L.ha ⁻¹ + 280 L.ha ⁻¹	560 L.ha ⁻¹					
Amarantaceae										
<i>Alternanthera tenella</i>	4	0	0	0	0	7	0	0	11	
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0	1	1	3	4	1	0	0	10	
Apiaceae										
<i>Apium leptophyllum</i>	1	0	2	4	2	0	0	4	13	
Asteraceae										
<i>Bidens pilosa</i>	2	7	0	0	1	0	2	5	17	
<i>Crepis japónica</i>	2	1	0	2	1	3	6	1	16	
<i>Emilia sonchifolia</i>	1	3	1	1	3	1	1	0	11	
<i>Gallinsoga parviflora</i>	25	43	37	19	16	43	41	29	253	
<i>Segesbeckia orientalis</i>	1	0	3	0	1	3	0	3	11	
<i>Sonchus oleraceus</i>	5	0	6	2	3	10	3	2	31	
Brassicaceae										
<i>Coronopus didymus</i>	17	4	6	2	1	10	5	0	45	
Commelinaceae										
<i>Commelina difussa</i>	0	0	0	0	3	2	0	2	7	
Cyperaceae										
<i>Cyperus rotundus</i>	29	28	49	25	40	32	35	24	262	
Euphorbaceae										
<i>Phyllanthus tenellus</i>	3	0	2	0	2	4	0	0	11	
Gramineae										
<i>Braquearia decumbes</i>	5	6	3	0	0	0	4	0	18	
<i>Digitaria horizontalis</i>	6	8	7	0	1	20	6	5	53	
<i>Eleusine indica</i>	6	4	18	20	10	13	16	4	91	
<i>Rottboelia exaltata</i>	9	0	0	2	0	1	0	3	15	
Labiatae										
<i>Stachis arvensis</i>	1	0	1	0	0	6	6	14	28	
Oxilidaceae										
<i>Oxalis latifolia</i>	4	7	12	10	24	2	19	17	95	
No total de plantas	121	112	148	90	112	158	144	113	998	
Total especies	17	12	15	12	16	17	13	14	19	

CONCLUSIONES

La dosis de 1120 L.ha⁻¹ de vinagre representó con el 99% el mejor efecto desecante de la avena negra, utilizada como cultivo de cobertura en el sistema de siembra directa de maíz.

El vinagre no afectó el índice de velocidad de emergencia (IVE) de la semilla del maíz, la altura

y diámetro de planta, así como tampoco marcó mayores diferencias en la masa de materia seca de raíz, parte aérea y MST de la planta de maíz.

La aplicación fraccionada de vinagre en los tratamientos 2 y 4, provocó posiblemente una mayor residualidad en el área experimental, que influyó en la menor riqueza y abundancia de malezas.

LITERATURA CITADA

- ALAM (Asociación Latinoamericana de Malezas). 1974. Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. p 6-38.
- Braun, J., Bolos, O. 1979. Fitosociología: bases para el estudio de comunidades vegetales. España.
- Cerrudo, D., Page, E., Tollenaar M., Stewart G., Swanton C. 2012. Mechanisms of Yield Loss in Maize Caused by Weed Competition. Weed Science. 60: 225-232.
- Coffman, C., Radhakrishnan, J., Teasdale, J. 2004. Vinagre de ervas daninhas gestão em milho e soja. Anais da Ciência Weed Nordeste Societ.
- Chandran, R., Stenger, M., Mandal, M. 2004. Efeito do vinagre no controle de plantas daninhas de batata. Em Anais da Reunião-Nordeste Anual Weed Science Sociedade. 82-82.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2013. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro.
- Erasmo, E., Pinheiro D., Costa N. 2004. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes e áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. Planta Daninha 22: 195-201.
- Evans, G., Bellinder, R., y Hahn, R. 2011. Integration of Vinegar for In-Row Weed Control in Transplanted Bell Pepper and Broccoli. Weed Technology 25: 459-465.
- Ferreira, D. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia (UFPA). 35(6): 1039-1042.
- Fontanetti, A. 2007. Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho. Tese. Doctor Scientae. UFV Viçosa - MG, Br. p 96.
- Galvão, J., Corrêa, M., Lemos, J., Miranda, G., Da Conceição, P., y Fontanetti, A. 2010. Componentes de Produtividade de Milho em Sistema Plantio Direto Orgânico e Convencional. Em: (Magalhães, P), XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo e IV Simpósio Brasileiro sobre a Lagarta do Cartucho. Associação Brasileira de Milho e Sorgo. Goiânia.
- Johnson, E.N.; Wolf, T. y Caldwell, B. 2004. Vinegar for pre-seed and post-emergence control of broadleaf weeds in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Proc. Nat. Meet., Canadian Weed Sci. Soc. 57th Annual Meeting. Halifax, Nova Scotia, Canada. 87.
- Kluthcouski, J., Aidar, H., Stone, L., y Cobucci, T. 2004. Integração lavoura pecuária e o manejo de plantas daninhas. (En línea). Consultado, 27 February 2013. Formato PDF. Disponible en <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>.

- Montero, S., Galvao, J., Melo, C. y Cañarte, E. 2016. Vinagre como desecante de plantas de cobertura y su efecto en la actividad microbiana del suelo en sistema de siembra directa. (En línea). Consultado, 16 dic. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://revistas.utm.edu.ec>.
- Pereira, P., Maia, A., Gomes, R., y Gomes, E. 2013. Eficácia do ácido acético no controle de algumas especies de plantas daninhas Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia. 9: 2512.
- Pujisiswanto H., Yudono P., Sulistyowati E. and Bambang H. 2013. Pre-emergence Application of acetic acid on Maize.
- Radhakrishnan, J., Teasdale, J., Coffman, C. 2003. Vinagre como um herbicida potencial para a agricultura orgânica. Proceedings of Weed Science Society do Nordeste.
- Rizzon, L., Meneguzzo, J., Manfroi, L. 2006. Sistema de Produção de Vinagre. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Webber III, C., y Shrefler, J. 2006. Vinegar as a burn-down herbicide: Acetic acid concentrations, application volumes, and adjuvants. 2005 Vegetable Weed Control Studies, Oklahoma State University, Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Department of Horticulture and Landscape Architecture. Stillwater, OK. 162: 29-30.
- Webber III, C., Shrefler, J., Brandenberger, L., Taylor, M., Boydston, R. 2009. Organic herbicide update. In: Horticultural Industries Show, January 16-17. Ft. Smith, Arkansas. 237-239.