

Investigación

INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO DE CHUFA (*Cyperus esculentus*) Y PASTO BERMUDA (*Cynodon dactylon*) CON MULCH VEGETAL PROVENIENTE DE CENTENO (*Secale cereale*) EN VIDES

Growth inhibition of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and bermuda grass (*Cynodon dactylon*) by a mulch derived from rye (*Secale cereale*) in grapevines

Juan Ormeño-Núñez¹ *, Gerardo Pino-Rojas² y Farouk Garfe-Vergara².

ABSTRACT

Two field trials (Los Andes 1998-1999 and Santiago 2004-2005) were carried out to determine growth inhibition of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) and bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) growing on the planted row produced by a mulch derived from a rye (*Secale cereale* L.) cover crop established between grapevine (*Vitis vinifera* L.) rows on overhead (cv. Flame Seedless) and vertical (cv. Cabernet Sauvignon) training. Spring mowing of the fall established rye allowed building a thick and long lasting mulch along the grape rows. Nutsedge and bermuda grass control was 81 and 82%, respectively, being more effective than conventional chemical (in the row) + mechanical (between rows) control. Glyphosate at 2% for nutsedge and 1% for bermuda grass control applied twice (October/December) was insufficient to control adequately both perennial weeds. Total broadleaved and grass/sedge weed control was 67.3 and 43.0% more effective with the rye mulch than with conventional treatments at Los Andes and Santiago, respectively. Perennial weed control levels could be explained as yellow nutsedge and bermuda grass new foliage was particularly susceptible to the shading provided by the rye mulch assembled prior to mid spring shoot emergence, and that remained active up until the beginning of autumn, and the sequential rye foliage mowing at the vegetative stage fully expressed the allelopathic effect produced by this local rye cultivar. The use of this rye cover crop management and mulch could also be applied as an effective weed control in conventional as well as organic deciduous tree orchards.

Key words: mulch, cover crop, rye, *Cynodon dactylon*, *Cyperus esculentus*, grapevines.

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Casilla de Correos 439/3, Santiago, Chile. E-mail: jormeno@inia.cl. *Autor para correspondencia.

² Actualmente en la actividad privada

Recibido: 17 abril 2007.

Aceptado: 31 julio 2007.

RESUMEN

En dos ensayos de campo (Los Andes 1998-1999 y Santiago 2004-2005) se determinó el efecto inhibitorio sobre chufa (*Cyperus esculentus* L.) y pasto bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) de residuos de centeno (*Secale cereale* L.) establecido en otoño entre las hileras de vides (*Vitis vinifera* L.) en parronal (cv. Flame Seedless) y espaldera (cv. Cabernet Sauvignon). Las siegas sucesivas del centeno formaron un mulch vegetal denso y duradero sobre las hileras de vides. El mulch orgánico fue un 81 y 82% más efectivo para controlar chufa y pasto bermuda, respectivamente, que el control químico (sobre la hilera) + mecánico (entre las hileras). Dos aplicaciones de glifosato (octubre/diciembre) al 2% para chufa y 1% para pasto bermuda no fueron suficientes para controlar efectivamente las dos malezas. El grado de control del total de malezas fue 67,3 y 43,0% más efectivo con el mulch vegetal que con los tratamientos químicos en Los Andes y Santiago, respectivamente. El alto control ejercido por el mulch de centeno se debió a que el crecimiento de los nuevos brotes de chufa y pasto bermuda fueron particularmente susceptibles al sombreado del mulch, formado antes de su emergencia primaveral y que permaneció hasta inicios del otoño, y a que la siega del centeno maximizó los efectos alelopáticos de esta variedad local de centeno. Se sugiere utilizar este tipo de manejo de las cubiertas vegetales y mulch para el control efectivo de malezas en otros frutales caducifolios tanto en huertos de agricultura convencional como orgánicos.

Palabras clave: mulch, cubierta vegetal, centeno, *Cynodon dactylon*, *Cyperus esculentus*, vides.

INTRODUCCIÓN

Las malezas que crecen en las plantaciones frutales constituyen una de las principales restricciones para el crecimiento y desarrollo de los árboles. Las especies perennes que poseen algún tipo de reproducción vegetativa son las que presentan mayor grado de dificultad para su control, ya sea de tipo mecánico y/o químico con herbicidas (FAO, 1986). Dentro de este grupo de malas hierbas invasoras, la chufa amarilla y el pasto bermuda han sido señaladas como las especies de malezas más nocivas a nivel mundial y especialmente problemáticas cuando crecen sobre las hileras de plantación en huertos frutales y vides (Johnson y Talbert, 1989; Ormeño, 2005).

Las cubiertas vegetales establecidas entre las hileras de los frutales son una alternativa eficaz y sustentable para manejar el suelo de estas plantaciones en climas templados. En efecto, el uso de

cubiertas vegetales entre las hileras de los frutales se ha extendido, especialmente en California, EE.UU., donde alcanza cerca del 20% de la superficie cultivada de viñedos (Ingels y Klonski, 1998). Una de las aplicaciones principales de las cubiertas está en el manejo y control de las malezas (Elmore *et al.*, 1998).

De la gran variedad de especies vegetales que pueden utilizarse como cubiertas vegetales, el centeno es uno de los más adecuados (Bottenberg *et al.*, 1997; Ormeño, 1999). Esta gramínea es un cereal invernal utilizado marginalmente como grano harinero y como forrajera suplementaria, y además es muy rústico, ya que no sólo es tolerante a bajas temperaturas y humedad del suelo, sino que además posee una alta sanidad foliar y subterránea (insectos y enfermedades), y es asimismo un cultivo alelopático sobre las malezas (Barnes y Putnam, 1983; Barnes *et al.*, 1987). Por estas características agroecológicas, el centeno ha probado ser una de las especies con mayor potencial ya sea como precultivo (Liebl *et al.*, 1992; Yenish *et al.*, 1995) o como cubierta vegetal sembrada entre las hileras de frutales de clima templado (Bordelon y Weller, 1997; Ormeño, 1999).

Otra característica del centeno es su rápido y profundo arraigamiento, factor clave dentro de su alta rusticidad y capacidad para reciclar nutrientes minerales ubicados en profundidad a través de sus residuos superficiales (Sainju *et al.*, 1998). Masiunas (2006) acaba de revisar las ventajas y desventajas de usar cubiertas de centeno para controlar las malezas previo al establecimiento de hortalizas, concluyendo que este tipo de cubierta es una forma efectiva de manejo y control de malezas de manera sustentable; desafortunadamente en esta revisión no se incluyeron los huertos frutales ni vides.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto inhibitorio de un mulch vegetal proveniente de centeno establecido en otoño entre las hileras de plantación de vides, sobre el crecimiento de chufa en un parronal (cv. Flame Seedless) en Los Andes, y sobre pasto bermuda en un viñedo en espaldera (cv. Cabernet Sauvignon) en Santiago, ambas malezas perennes creciendo sobre las hileras de plantación de las vides.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de los ensayos

El primer ensayo de campo se realizó durante la temporada 1998-1999 en Los Andes (32°43' lat. Sur, 693 m.s.n.m.), localidad de Rinconada, Región de Valparaíso), en un parronal comercial cv. Flame Seedless de 15 años, plantado a 3,5 x 3,5 m y que estaba altamente infestado con chufa amarilla. El

suelo del ensayo correspondió a un suelo Mollisol profundo de textura franco arcillosa perteneciente a la serie Pocuro (2,4% de MO y pH 6,5).

El segundo ensayo se realizó en Santiago, durante la temporada 2004-2005, en el Centro Regional de Investigación La Platina (33°34' lat. Sur, 625 m.s.n.m.), perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Región Metropolitana. Este ensayo se estableció en un sector del jardín de variedades viníferas (37 años) entre las hileras de vides de la cepa Cabernet Sauvignon plantado a 3,0 x 2,0 m y conducidas en espaldera de doble cruceta californiano. El sector del ensayo se ha manejado tradicionalmente con rastrajes entre las hilera de plantación, lo que a través de los años ha favorecido una fuerte infestación de pasto bermuda. El suelo del ensayo correspondió a un suelo Inseptisol pedregoso de textura franca y perteneciente a la serie Mapocho con 2,2% de MO y pH 7,4

Tratamientos

La unidad experimental del ensayo en el parronal de Los Andes estuvo constituida por la platabanda o camellón de plantación de ocho parras y los tratamientos utilizados fueron:

1. Sin cubierta de centeno y control químico a toda la superficie con 2,4-D (DMA-6 668 g L⁻¹ ácido equivalente SL, Dow Agrosiences, Argentina) en mezcla de estanque con glifosato (Roundup 480 g L⁻¹ SC Monsanto, Argentina) en dosis 1,0 + 1,92 L ha⁻¹ de ingrediente activo, respectivamente. La mezcla se aplicó el 10 agosto y se repitió el 2 de octubre de 1998. Se realizaron otras dos aplicaciones de halosulfurón (Sempra 750 g kg⁻¹ WP, Monsanto, Argentina) en mezcla de estanque con glifosato (Roundup 480 g L⁻¹ SC) en dosis 0,075 y 0,050 + 1,92 L ha⁻¹ de ingrediente activo. La mezcla se aplicó el 4 de diciembre de 1998 y se repitió el 25 de enero de 1999. Estas dos últimas aplicaciones se realizaron para el control específico de chufa.
2. Sin cubierta de centeno y control químico sobre la hilera de plantación y rastrajes entre las hileras, corresponde al control realizado por el agricultor y considerado tratamiento convencional. Los herbicidas utilizados fueron glifosato (Roundup 480 g L⁻¹ SC) en dosis 1,92 L ha⁻¹ de ingrediente activo, se aplicó el 18 agosto y 2,4 L ha⁻¹ de ingrediente activo (2,5% v/v) el 29 de diciembre de 1998, y sulfosato (Touchdown 500 g L⁻¹ SC Syngenta, Suiza) en dosis de 2,0 L ha⁻¹ de ingrediente activo (2% v/v) aplicado el 20 de octubre. Los rastrajes se realizaron con rastra de discos el 25 de mayo de 1998 y 10 de enero de 1999.
3. Cubierta vegetal de centeno sembrada manualmente entre las hileras. El centeno se segó y los residuos vegetales se dejaron *in situ*.

4. Cubierta vegetal de centeno sembrada manualmente entre las hileras, posteriormente se segó y los residuos se trasladaron con rastrillo sobre las hileras de plantación formando un mulch de aproximadamente 1,0 m de ancho.

La unidad experimental del ensayo en Santiago, en el viñedo Cabernet Sauvignon, estuvo constituida por la platabanda o camellón de plantación de cinco parras y los tratamientos utilizados fueron:

1. Cubierta vegetal de centeno en la entrehilera; el follaje se segó y dejó *in situ*. No se realizaron labores de control sobre las hileras de plantación.
2. Cubierta vegetal de centeno en la entrehilera; el follaje se segó y dejó *in situ*. Se aplicó glifosato (Roundup 480 g L⁻¹ SC) en dosis 0,96 L ha⁻¹ de ingrediente activo (1% v/v) en el camellón o banda de plantación en las mismas fechas de siega del centeno (16 de septiembre y 27 de noviembre).
3. Cubierta vegetal de centeno en la entrehilera; los residuos vegetales de la siega se acumularon con rastrillo sobre la banda de plantación formando un mulch vegetal en toda la sobrehilera de la parcela.
4. Sin cubierta de centeno. Aplicación de herbicida en todo el tratamiento, tanto sobre como entre las hileras. El manejo de las entre hileras se realizó con rastrajes sucesivos con vibrocultivador (Kuhn, Minnessota, USA) y aplicación del herbicida glifosato (Roundup 480 g L⁻¹ SC) en dosis de 0,96 L ha⁻¹ de ingrediente activo en las mismas fechas de siega del centeno (16 de septiembre y 27 de noviembre). Los tratamientos de control mecánico entre las hileras consistieron en rastrajes con vibrocultivador y/o tiller, en tres oportunidades en la temporada.

Cubierta de centeno

En ambos ensayos se utilizaron semillas de un antiguo cultivar llamado Forrajero actualmente mantenido como selección masal en el Centro Regional de Investigación La Platina. La siembra en Los Andes se realizó el 11 de mayo de 1998 con una dosis de semilla de 150 kg ha⁻¹ aplicada al voleo a toda la superficie y luego se incorporó con rastrillo. En Santiago se efectuó el 17 de junio de 2004 sembrando 200 kg ha⁻¹ al voleo sobre un suelo con pequeños surcos (17 cm), luego las semillas se incorporaron usando vibrocultivador y rodillo tirado por tractor. Por falta de lluvias otoñales, en ambas localidades se realizó un riego por tendido previo al establecimiento del centeno.

En Los Andes el follaje de centeno se cortó en tres oportunidades: 3 de octubre, 4 de noviembre y 2 de diciembre de 1998, teniendo en cada ocasión una altura promedio de 70 cm. Se utilizó una motosegadora frontal (Stihl, modelo manual FS250, Mönchaltorf Switzerland) con una altura de corte de 10-15 cm. En el Tratamiento 3 el material segado se dejó sobre el piso sin removerlo, pero en el Tratamiento 4, el material segado de cada mitad de la entrehilera se rastrilló manualmente hacia el

centro de la sobrehilera, formando una especie de camellón de mulch vegetal de aproximadamente 1,0 m de ancho y de 10 cm de espesor a lo largo de las ocho parras de cada parcela experimental. Se retiró el resto de los residuos de la otra mitad a cada extremo fuera del ensayo.

Los muestreos de plantas de centeno se realizaron inmediatamente antes de cada corte de la cubierta vegetal, sacando un cuadrante de 1 m² (1,0 x 1,0 m) en forma aleatoria dentro de cada parcela experimental. Las plantas se cortaron a una altura 10 cm con una tijera simulando el corte de una segadora mecánica. Una vez cortadas, las plantas del cuadrante se pusieron en bolsas de papel y se llevaron al laboratorio en Santiago (INIA - CRI La Platina) donde se realizó la separación botánica. Una vez identificadas y contadas, las muestras se llevaron a un horno de secado de aire forzado operado a una temperatura de 60 °C aproximadamente durante 15 días, para luego determinar la materia seca (MS).

En Santiago, las determinaciones de MS de centeno se efectuaron de igual forma que en Los Andes, pero la primera evaluación de biomasa se realizó el 16 de septiembre y la segunda el 27 de diciembre de 2004. El centeno se segó en dos ocasiones, el 20 de septiembre y el 27 de noviembre 2004, cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 1,0 m, con una segadora frontal motorizada (Gravely 10, Brillion, Wisconsin, USA) operada manualmente. La altura de corte fue de aproximadamente 10 cm, y los residuos de ambos lados de la cubierta en donde se cortaron se dejaron *in situ* o bien se trasladaron con un rastrillo al camellón de la hilera de plantación, formando el mulch vegetal.

Muestreo de malezas

Los muestreos de malezas en Los Andes se realizaron el 9 de octubre, 10 de noviembre, y 10 de diciembre 1998, 8 de enero y 19 de febrero 1999, utilizando el mismo cuadrante de 1 m² (1,0 x 1,0 m) usado para determinar la MS de centeno. Cada muestreo se hizo en forma aleatoria dentro de la sobrehilera de la parcela experimental, sin repetir el lugar previamente muestreado. El procedimiento utilizado para la identificación, secado y determinación de MS de las muestras de malezas fue igual al usado con las muestras de centeno. En Santiago, se utilizaron cuadrantes de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m) que se colectaron aleatoriamente en cada oportunidad. El procedimiento utilizado para la identificación, secado y determinación de MS de las muestras de malezas fue igual al usado con las muestras de centeno. Al igual que en Los Andes, el corte de las plantas de malezas en el cuadrante se efectuó a ras de suelo. Las fechas de muestreo de malezas fueron de acuerdo al grado de crecimiento de las plantas y se realizaron el 12 de octubre 2004, 17 de febrero 2005 y 22 de marzo 2005.

Aplicación de herbicidas

Los herbicidas en Los Andes se aplicaron con una pulverizadora manual de espalda (Hardi, Modelo BP-20, Clifton upon Dunsmore, UK) de estanque plástico de 20 L de capacidad, equipada con una barra con cuatro boquillas plásticas de abanico plano, operada a presión constante (241 kPa) con un gasto promedio de 200 L ha⁻¹ y un ancho de trabajo de 1,5 m. En Santiago el tratamiento de control químico consistió en aplicaciones del herbicida sistémico no selectivo glifosato realizadas el 16 de septiembre y 27 de diciembre, en la misma fecha cuando se efectuaron las siegas del centeno. Para este efecto se empleó una pulverizadora manual Hardi de espalda de 20 L de capacidad, operada a presión constante (241 kPa), equipada con una boquilla plástica de abanico plano teniendo un ancho de trabajo efectivo de 0,5 m a una altura de 30 cm. Cada tratamiento herbicida se aplicó primero por un costado de la hilera y luego por el costado opuesto mojando el follaje de las malezas a una velocidad de 3,5 km h⁻¹.

En ambos ensayos los riegos de primavera y verano se efectuaron por tendido en el lote completo de parras y de acuerdo al programa de cada productor. El manejo nutricional y fitosanitario se realizó en forma convencional en cuanto a aplicaciones de fertilizantes, insecticidas y fungicidas foliares.

Diseño experimental y análisis estadístico

En Los Andes las parcelas experimentales se ubicaron en una hilera de plantación conteniendo ocho plantas de vides (28,0 m x 1,0 m de) dejando una hilera de parras a cada lado como borde entre parcelas. Los tratamientos se dispusieron en el terreno como bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones. Los tratamientos en Santiago también se dispusieron en un diseño BCA con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales en la hilera de plantación estuvieron constituidas por cinco parras de Cabernet Sauvignon (10,0 m x 1,0 m), las que tuvieron la cubierta vegetal de centeno (entre hileras de vides) a ambos lados, excepto la hilera sin cubierta que correspondió al testigo con control convencional químico y mecánico. Las hileras de vides viníferas se encontraban establecidas sobre un camellón de aproximadamente 30 cm de altura y 1,0 m de ancho. Entre cada unidad experimental se dejó una hilera borde.

Los análisis de varianza (ANDEVA) y las pruebas de separación de medias por medio de las comparaciones múltiples de Duncan ($P < 0,05$) de ambos ensayos se realizaron utilizando el programa Statgraphics Plus 5.1 Professional (Statgraphics, 2006). En el caso de las muestras de MS de malezas donde había muchos valores iguales a cero o los datos eran muy variables por la dispersión natural de

las diferentes especies de malezas, los valores originales se transformaron a $\sqrt{x} + 1$, previa prueba de homogeneidad de varianzas.

En el ensayo de Los Andes, que estaba bajo un diseño de BCA, los análisis donde se incluyeron las diferentes fechas de muestreo de centeno y malezas, se realizaron como arreglo factorial en BCA. Para el caso de las muestras de centeno se analizó como arreglo factorial 2 x 3 (dos cubiertas y tres fechas de muestreo), y para las malezas se analizó como un arreglo factorial 4 x 5, donde el primer factor fueron los cuatro tratamientos y el segundo factor cada una de las fechas de muestreo (9 octubre, 10 noviembre, 10 diciembre, 8 enero y 19 febrero). El análisis estadístico del ensayo de Santiago se realizó de la misma forma que el anterior, pero las fechas de muestreo del centeno (16 de septiembre y 27 de noviembre) y de las malezas (12 de octubre, 17 de febrero y 22 de marzo) se incorporaron para el análisis como un segundo factor dentro del factorial.

RESULTADOS

El criterio de corte del primer ensayo en Los Andes, que fue hacerlo en forma mensual a partir de cierto estado de crecimiento del centeno, resultó inadecuado ya que hubo una alta producción en el primer corte y muy baja en el segundo y tercero. En Santiago se corrigió este criterio y se utilizó la altura de la planta, y efectivamente no se observaron diferencias en las dos fechas de corte (**Cuadro 1**).

Hubo mayor producción total de MS de centeno en Los Andes que en Santiago, probablemente debido a la siembra más temprana así como a la mejor calidad del suelo utilizado. En efecto, las vides en Santiago están en un suelo de la Serie Mapocho, con muchos bolsones de piedra, en cambio en Los Andes era un suelo de la Serie Pocuro profundo y de alta fertilidad. Sin embargo, en ambas localidades la cantidad de centeno al momento del primer corte a inicio de primavera (16 de septiembre en Santiago y 6 de octubre en Los Andes) fue suficiente para formar un mulch consistente y firme en las hileras de plantación de las vides. Es importante indicar la rusticidad de este cereal, que crece abundantemente en condiciones de bajas temperaturas invernales, fenómeno que ha sido ampliamente descrito en la literatura.

Las cantidades de MS de chufa amarilla obtenida en cada fecha de muestreo de las hileras de plantación del cv. Flame Seedless se presentan en el **Cuadro 2**. En las dos primeras fechas de muestreo (9 octubre y 10 noviembre) hubo una cantidad significativamente inferior de chufa que en las siguientes, indicando con esto los altos requerimientos de temperatura para iniciar crecimiento por ser

una especie de origen tropical. Los dos tratamientos químicos no fueron diferentes en los niveles de control promedio alcanzados; sin embargo, la interacción significativa fecha x tratamiento se reflejó en que precisamente el tratamiento químico que incluyó un herbicida específico para chufa fue mejor que el tratamiento del agricultor (glifosato aplicado el 20 octubre y 29 diciembre), en el sentido que la producción de MS de chufa fue significativamente menor en las dos últimas fechas (8 de enero y 19 de febrero). Esto se debió a la aplicación de la mezcla halosulfuron + glifosato, que es específica para el control de chufa, realizada el 4 de diciembre 1998 y especialmente la del 25 de enero de 1999 (**Cuadro 2**).

Por otro lado, hubo un efecto importante de los residuos de centeno, ya que donde se acumularon se alcanzó una reducción significativa de la MS de chufa en relación a los mejores controles químicos usados (**Cuadro 2**). Aún más, cuando estos residuos se acumularon sobre la banda de plantación formando una capa más densa de mulch (T3 Centeno y mulch), la inhibición de crecimiento de la chufa fue aún mayor, ya que fue el tratamiento con la menor cantidad de MS de esta agresiva maleza perenne. En efecto, el mulch de centeno permitió reducir la MS de chufa en comparación con el tratamiento convencional realizado por el productor en un 84; 78; y 77% en los muestreos de diciembre, enero y febrero, respectivamente, alcanzando una reducción promedio de 81% en la temporada (84,9 vs. 15,9 g m⁻²). Esto es interesante desde el punto de vista del control, ya que indicaría que esta maleza perenne es muy sensible al sombreado resultante de la presencia del mulch vegetal y/o que, además, es altamente sensible al efecto inhibitorio que ejercen los ácidos hidroxámicos (HX) del centeno, concentrados en los residuos tanto aéreos como subterráneos, ya que la cubierta se estableció en toda la superficie incluidos los camellones donde luego se formó el mulch vegetal..

La población de malezas en el ensayo de Los Andes (**Figura 1A**) estuvo constituida por 16 especies en total, de las cuales las principales en orden decreciente de importancia fueron gallito (*Lamium amplexicaule*), chufa amarilla, bolsita del pastor (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), quingüilla (*Chenopodium album* L.), sanguinaria (*Polygonum aviculare* L.), pasto bermuda, maicillo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) y pacoyuyo (*Galinsoga parviflora* Cav.).

El uso de herbicidas en ambos tratamientos químicos, si bien sirvió para reducir parcialmente la MS de las malezas, no fue lo suficientemente eficaz para reducir la población completa (**Figura 1A**). Especies latifoliadas invernales (gallito, bolsita del pastor) y estivales (quingüilla, pacoyuyo), tendieron a escapar a glifosato, contribuyendo en gran medida a aumentar la cantidad de MS total acumulada en el tiempo. Asimismo, a este volumen de MS del total de malezas también contribuyó el pasto bermuda,

ya que es una de las especies perennes difíciles de controlar a las dosis de glifosato utilizadas en este ensayo. Es interesante destacar que el centeno redujo significativamente la MS total de malezas, incluso a niveles que fueron menos de la mitad de los alcanzados con ambos controles químicos. En efecto, el mulch de centeno no sólo permitió reducir en forma significativa el crecimiento de la chufa, sino que además inhibió el crecimiento del total de las malezas (incluidas latifoliadas) en un 67,3% en comparación con el tratamiento químico-mecánico convencional realizado por el productor (211,4 versus 69,2 g m⁻² en **Figura 1A**).

La población de malezas del ensayo en Santiago estuvo constituida por especies de hoja ancha y gramíneas. Las malezas gramíneas representaron casi el 60% en base MS, y correspondieron a seis especies tanto de invierno como verano, pero de las cuales el pasto bermuda representó cerca del 70% de las observaciones del ensayo. Por otro lado, el grupo de latifoliadas representó el 40,4% de la MS y estuvo compuesto por 18 especies invernales y de verano, donde las más importantes fueron: lechuguilla (*Lactuca serriola* L.), yuyo (*Brassica* spp.), buglosa (*Picris echioides* L.) y correhuela (*Convolvulus arvensis* L.), las que en conjunto constituyeron el 61,2% de las especies latifoliadas.

En el **Cuadro 3** se presenta la MS de pasto bermuda determinada en el ensayo de Santiago. Esta maleza apareció en cantidades importantes durante la primera fecha de recolección (12 de octubre), indicando que, a pesar de su origen tropical, se ha adaptado perfectamente a los inviernos temperados de la zona central de Chile. Los controles químicos basados en dos aplicaciones de glifosato al 1% en primavera redujeron significativamente la MS de *Cynodon* sobre las hileras de plantación de las vides y no hubo diferencias entre ambos tratamientos químicos utilizados, a pesar que la entrehilera de uno de ellos tuvo una cubierta de centeno. El tratamiento de mulch de centeno depositado y acumulado sobre el camellón de plantación de las vides redujo mejor y más efectivamente el crecimiento de pasto bermuda (**Cuadro 3**). De esta forma, en comparación con el tratamiento químico mecánico convencional realizado por el productor, el mulch de centeno sobre la hilera permitió reducir el crecimiento de la maleza en la temporada en un 82% en base a MS (77,0 vs. 13,8 g m⁻², **Cuadro 3**).

Para entender las condiciones de competencia en que se encontraban las parras en el viñedo, en la **Figura 1B** se presenta el volumen de MS acumulada del total de malezas que emergieron en el camellón de las vides en Santiago. El control químico con glifosato redujo significativamente las malezas en relación al testigo sin control; sin embargo, los niveles de reducción en la temporada fueron sólo 28 y 54% en los tratamientos con herbicida solamente y herbicidas más control mecánico en la entrehilera, respectivamente. Estos niveles de control resultan insuficientes desde el punto de vista

productivo, indicando que el glifosato debió haber sido complementado con otro herbicida de acción más latifolicida y/o haber aumentado la dosis y frecuencia de las aplicaciones (Ormeño, 2005). Por otro lado, aunque menor que en el caso de pasto bermuda, la presencia de mulch de centeno también redujo en un 59,3% la MS total de malezas en relación al testigo sin control (426,8 vs. 173,8 g m⁻²) y en 43,3% respecto del tratamiento químico con glifosato (306,5 vs. 173,8 g m⁻²) (**Figura 1B**).

DISCUSIÓN

Si bien es ampliamente admitido que los residuos de centeno reducen el crecimiento de las malezas, ya sea como cubierta vegetal viva así como sus residuos aplicados como mulch vegetal (Masiunas, 2006), son pocos los estudios realizados en vides y menos con centeno actuando sobre malezas perennes específicas. Uno de las excepciones la constituye el trabajo de Bordelon y Weller (1997), donde se estudió el efecto de las cubiertas sobre el primer año de establecimiento de viñedos en Indiana, EE.UU. Las mayores reducciones de malezas alcanzadas con centeno ‘Wheeler’ fueron de 82%, pero produjo efectos negativos sobre las vides (*Vitis labrusca* L.) recién establecidas, concluyendo que esta supresión de malezas debiera actuar mejor en viñedos maduros. Efectivamente, en ninguno de estos dos ensayos se observaron efectos adversos sobre el crecimiento de las vides, ya sea en evaluaciones visuales como en peso de poda al final del ciclo productivo en otoño (Garfe, 2001; Pino, 2006).

El alto grado de control alcanzado en los dos ensayos difiere de otros trabajos, ya que se indica que el uso de cubiertas vegetales no tiene un efecto totalmente satisfactorio durante el primer año (Ingels y Klonski, 1998), y además se ha señalado que el control óptimo del mulch vegetal no incluye malezas perennes agresivas, ya que pueden emerger a través de los residuos e incluso prosperar aún más debido a la ausencia de competencia con otras especies anuales (Robinson, 1988; Elmore *et al.*, 1998). Sin embargo, todos estos trabajos son revisiones generales del tema y en ninguno de ellos se estudió ni citó específicamente al centeno como fuente de residuos, ni tampoco al pasto bermuda y chufa como especies a controlar por medio del mulch.

El efecto supresor (50 a 70% de control) de los residuos puede ser de tipo físico, al impedir la germinación inicial y posteriormente el desarrollo de las malezas, y/o bioquímico, producido por los aleloquímicos específicos en el suelo. Sin embargo, sin desconocer el efecto alelopático, el efecto físico de la paja de centeno juega un papel clave en la supresión de la maleza (Liebl *et al.*, 1992; Ormeño, 1999), impidiendo la captación de luz, factor que resulta clave para especies sensibles a la falta de luz, como son el pasto bermuda (Ott, 1983) y la chufa amarilla (Doll, 1983). En efecto, en

ensayos de campo con polietileno transparente, la emergencia y el crecimiento de la chufa se redujo hasta 85% (Majek y Neary, 1991; Patterson, 1998). Guglielmini y Satore (2004) demostraron que una reducción de la intensidad luminosa entre 41-50%, disminuyó la biomasa de *Cynodon* reduciendo el largo de los rizomas entre 74-85%. Por lo tanto, no es sorpresa haber obtenido estos resultados de control, ya que ambas malezas fueron efectivamente sombreadas por el denso mulch de centeno.

La biomasa total de centeno en Los Andes fue de 659 g m⁻², en cambio la de Santiago fue inferior alcanzando sólo 428 g m⁻² (Cuadro 1). Sin embargo, en ambos lugares los valores totales de residuos son similares a las biomásas promedio de 500 g m⁻² usadas para inhibir efectivamente las malezas en el campo (Ormeño, 1999). Se debe considerar que en ambas localidades el residuo de centeno se concentró sobre los camellones como mulch, aumentando el efecto inhibitorio sobre las malezas que emergen en este sector de la plantación de árboles. Si a esto se agrega que el corte fresco del follaje de centeno contiene potentes agentes alelopáticos como son los ácidos hidroxámicos (Hx) (Pérez y Ormeño, 1993; Collantes *et al.*, 1997) la alta cantidad de material físico junto con los aleloquímicos podrían explicar el elevado efecto supresor observado. En efecto, las principales formas de Hx del centeno son DIBOA (2,4-dihidroxi-1,4-(2H)benzoxazin-3-ona) y su producto de degradación BOA (benzoxazin-2-ona), siendo DIBOA la principal forma exudada (Pérez y Ormeño-Nuñez, 1991). Estos Hx tienden a acumularse en sus tejidos, por lo que su rastrojo es altamente alelopático (Schilling *et al.*, 1986); sin embargo, tanto DIBOA como BOA persisten más allá de la duración del residuo de centeno en la superficie del suelo, estimándose entre 120 y 160 días (Yenish *et al.*, 1995). Las cantidades de DIBOA en el follaje de centeno son variables, dependiendo de la variedad analizada y de la fecha de muestreo, pero tienden a decrecer a medida que la planta envejece, y son estimulados por el estrés producido por las siegas o cortes del material vegetal (Collantes *et al.*, 1997).

Si bien no hay estudios en Chile sobre la variación de los Hx en centeno, los valores puntuales que se han reportado para 'Forrajero' (Pérez y Ormeño-Nuñez, 1991; 1993) lo ubican como un cultivar de alto contenido de DIBOA, de acuerdo a los valores de un reciente estudio comparativo de 10 variedades de centeno en Norte América (Reberg-Horton *et al.*, 2005). Es posible que el uso de cortes (no picado) sucesivos del follaje, tal como se manejaron los residuos frescos de centeno en estos dos ensayos, permitiera, por un lado, aprovechar al máximo los mayores contenidos de DIBOA en las plantas, y por otro, la concentración de estos residuos en las hileras de plantación como mulch vegetal formado con trozos grandes de degradación más lenta, hayan sido los factores que, en conjunto, expliquen el alto efecto supresor sobre pasto bermuda y chufa. Esto concuerda con otros autores en el

sentido que el efecto combinado de la acción física y alelopática es una de las mayores ventajas del uso de residuos provenientes de centeno. (Doll y Bauer, 1991; Liebl *et al.*, 1992; Ormeño, 1999)

CONCLUSIONES

Las cubiertas de centeno establecidas en otoño entre las hileras de las vides, y que a través de siegas sucesivas realizadas en primavera permitieron acumular suficientes residuos (promedio de 500 g m⁻²) para formar un mulch denso sobre las hileras de plantación, inhibieron efectivamente el crecimiento de chufa y pasto bermuda en un parronal en Los Andes y en una viña en espaldera en Santiago.

El alto grado de inhibición del crecimiento de pasto bermuda y chufa sobre las hileras de vides fue posible debido al efecto conjunto de alelopatía y sombreadamiento producido por el mulch de centeno. En efecto, el corte sucesivo en trozos del follaje del centeno al estado vegetativo, permitió aprovechar los mayores efectos alelopáticos provenientes de la acción de los Hx (DIBOA) al concentrar estos residuos frescos sobre las hileras de plantación formando un mulch denso y más durable, factores que contribuyeron conjuntamente para reducir drásticamente el crecimiento de ambas malezas perennes.

Este sistema de control de malezas basado en el uso de centeno como mulch sobre las hileras de los árboles es altamente versátil, ya que podría aplicarse a todo tipo de frutales de hoja caduca y/o con receso invernal. Se sugiere realizar ensayos para evaluar el grado de control de malezas tanto en huertos de producción frutal convencional como en aquellos de tipo orgánico.

LITERATURA CITADA

Barnes, J.P., and A.R. Putnam. 1983. Rye residues contribute weed suppression in no tillage cropping systems, *J. Chem. Ecol.* 9:1045-1057.

Barnes, J.P., A.R. Putnam, B.A. Burke, and A.J. Aasen. 1987. Isolation and characterization of allelochemicals in rye herbage. *Phytochemistry* 26:1385-1390.

Bordelon, B.P., and S.C. Weller. 1997. Preplant cover crops affect weed and vine growth in first-year vineyards. *HortScience* 32:1040-1043.

Bottenberg, H., J. Masiunas, C. Eastman, and D.M. Eastburn. 1997. The impact of rye cover crops on weeds, insects, and diseases in snap bean cropping systems. *J. Sustain. Agric.* 9(2/3):131-155.

Collantes, H.G., E. Gianoli, and H.M. Niemeyer. 1997. Effect of defoliation on the patterns of allocation of a hydroxamic acid rye (*Secale cereale*). *Environ. Exp. Botany* 38:231-235

Doll, J.D. 1983. Control de *Cyperus esculentus* L. y *Cyperus rotundus* L. p. 100-112. Panel de Expertos en Ecología y Control de Malezas Perennes, Santiago, Chile. 28 de noviembre-2 de diciembre. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.

Doll, J., and T. Bauer. 1991. Rye: more than a mulch for weed control. p. 146-149. Proceedings of the 1991 Illinois Agricultural Pesticides Conference. (Abstract) Wisconsin Crop Improvement Association, Madison, Wisconsin, USA.

Elmore, C., D. Donaldson, and J. Smith. 1998. Weed management. p. 107-112. *In* Ingels, C., R. Bugg, G. McGourty, and P. Christensen (eds.) Cover cropping in vineyards: A growers handbook. Publication 3338. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Davis, California, USA.

FAO. 1986. Ecology and control of perennial weeds in Latin America. 381 p. FAO, Rome, Italy.

Garfe, V.F. 2001. Utilización del centeno (*Secale cereale* L.) como cubierta vegetal invernal y mulch en parronales para el control de chufa (*Cyperus esculentus* L.) y otras malezas comunes en el Valle de

Aconcagua, V Región. 68 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Corporación Universidad de Aconcagua, Facultad de Agronomía, San Felipe, Chile.

Guglielmini, A., and E. Satore. 2004. The effect of non-inversion tillage and light availability on dispersal and spatial growth of *Cynodon dactylon*. *Weed Res.* 44:366-374.

Ingels, C., and K. Klonski. 1998. Historical and current uses. p. 3-8. *In* Ingels, C., R. Bugg, G. McGourty, and P. Christensen (eds.) *Cover cropping in vineyards: a grower's handbook*. Publication 3338. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Davis, California, USA.

Johnson, D.H., and R.E. Talbert. 1989. Chemicals control bermudagrass and johnsongrass without injury to 'Concord' grapes. *HortScience* 24:971-973

Liebl, R., W. Simmons, W.L. Max, and E.W. Stoller. 1992. Effect of rye (*Secale cereale* L.) mulch on weed control and soil moisture in soybean (*Glycine max* L.). *Weed Technol.* 6:838-846.

Majek, B.A., and P.E. Neary. 1991. Selective wavelength transmitting mulch for yellow nutsedge control. p. 263-268. (Abstract). Brighton Crop Prot. Conf. Weeds, SurreyBrighton, Surrey, UK.

Masiunas, J.B. 2006. Rye as a weed management tool in vegetable cropping systems. p. 127-158. *In* Singh, H.P., D.R. Batish, R.K. Kohli (eds.) *Handbook of sustainable weed management*. Food Products Press, Binghamton, New York, USA.

Ormeño, J. 1999. Manejo y control de malezas con plantas alelopáticas: centeno. p. 121-137. *In* Céspedes, C., y M. Carvajal (eds.) *Agricultura orgánica*. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.

Ormeño, J. 2005. Malezas de huertos frutales y vides: biología y control. Colección Libros INIA N° 17. 113 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Santiago, Chile.

Ott, P. 1983. Biología y ecología de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. 176 p. Panel de Expertos en Ecología y Control de Malezas Perennes, Santiago, Chile. 28 de noviembre-2 de diciembre. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, Santiago, Chile.

Patterson, D. 1998. Suppression of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) with polyethylene film mulch. *Weed Technol.* 12:275-280.

Perez, F.J., and J. Ormeño-Nuñez. 1991. Difference in hydroxamic acid contents in roots and root exudates of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.): possible role in allelopathy. *J. Chem. Ecol.* 17:1037-1043.

Perez, F.J., and J. Ormeño-Nuñez. 1993. Weed growth interference from temperate cereals: the effect of an hydroxamic acids exuding rye (*Secale cereale* L.) cultivar. *Weed Res.* 33:115-119.

Pino, G. 2006. Efecto de residuos de centeno (*Secale cereale* L.) sobre el crecimiento de pasto bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) en vides viníferas (*Vitis vinifera* L.). 96 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Santo Tomás, Escuela de Agronomía, Santiago, Chile.

Reberg-Horton, S.C., J.D. Burton, D.A. Danehower, G. Ma, D.W. Monks, J.P. Murphy *et al.* 2005. Changes over time in the allelochemical content of ten cultivars of rye (*Secale cereale* L.). *J. Chem. Ecol.* 31:179-193.

Robinson, D. 1988. Mulches and herbicides in ornamental plantings. *HortScience* 23:547-552.

Sainju, U.M., B.P. Singh, and W.F. Whitehead. 1998. Cover crop root distribution and its effects on soil nitrogen cycling. *Agron. J.* 90:511-518.

Schilling, D.G., L.A. Jones, A.D. Worsham, C.E. Parker, and R.F. Wilson. 1986. Isolation and identification of some phytotoxic compounds from aqueous extracts of rye (*Secale cereale* L.). *J. Agric. Food Chem.* 34:633-638.

Statgraphics. 2006. Available at <http://statgraphics.softonic.com> (Accessed August 2006).

Yenish, J.P., A.D. Worsham, and W.S. Chilton. 1995. Disappearance of DIBOA-glucoside, DIBOA, and BOA from rye (*Secale cereale* L.) cover crop residue. *Weed Sci.* 43:18-20.

Cuadro 1. Materia seca aérea de centeno producida en cada fecha de corte, depositada como mulch vegetal sobre las hileras de plantación de vides cv. Flame Seedless, Los Andes, 1998-1999, y cv. Cabernet Sauvignon, Santiago, , 2004-2005.

Table 1. Rye dry matter production on each cutting date, subsequently used as vegetal mulch on the grapevine row cv. Flame Seedless, Los Andes, Región de Valparaíso, 1998-1999, and cv. Cabernet Sauvignon, Santiago, Región Metropolitana, 2004-2005.

Fecha de corte	Materia seca centeno		Fecha de corte	Santiago
	Los Andes	(g m ⁻²)		
03/10/1998	384,5a		16/10/2004	229,8
04/11/1998	80,4b		27/11/2004	203,8 NS
02/12/1998	196,5b			
Total acumulado	661,4		Total acumulado	433,6
	CV = 31,0%			CV = 24,9%

NS = ANDEVA indicó que no hubo efectos significativos debido a las fechas de corte de acuerdo a la prueba F (5%).

Promedios con letras iguales dentro de una misma columna no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba Duncan (5%)

Cuadro 2. Materia seca de chufa amarilla producida sobre las hileras de plantación de las vides cv. Flame Seedless. Los Andes, , 1998-1999.

Table 2. Yellow nutsedge dry matter production on the grapevine tree line cv. Flame Seedless. Los Andes, , 1998-1999.

Fecha de muestreo	Tratamiento de control de malezas				Promedio fechas
	Control químico	Centeno <i>in situ</i>	Centeno y mulch	Químico y mecánico	
			g m ⁻²		
09/10/1998	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0
10/11/1998	6,0a	1,4a	0,0a	6,5a	3,6
10/12/1998	40,3c	6,3a	4,8a	30,0c	23,0
08/01/1999	16,5b	10,5ab	5,8a	26,0bc	14,9
19/02/1999	11,8b	13,8b	5,3a	23,3bc	12,7
Promedio tratamientos	18,6	8,0	3,9	21,4	

Efecto tratamientos (T) **

Efecto fecha muestreo (F) **

T x F **

CV= 16,0 %

ANDEVA y prueba Duncan (5%) fueron realizados con los datos transformados a $\sqrt{x+1}$, los valores presentados son los originales.

Promedios con letras iguales dentro de una misma columna o fila no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba Duncan (5%)

** ANDEVA indicó que hubo efectos significativos debido a los tratamientos de acuerdo a la prueba F (1%).

Cuadro 3. Materia seca de pasto bermuda producida sobre las hileras de plantación de las vides cv. Cabernet Sauvignon. Santiago, , 2004-2005.

Table 3. Bermuda grass dry matter production on the grapevine tree line cv. Cabernet Sauvignon. Santiago , 2004-2005.

Fecha de muestreo	Tratamiento de control de malezas				Promedio fechas
	Centeno y sin control	Centeno y herbicida	Centeno y mulch	Químico y mecánico	
			(g m ⁻²)		
12 octubre	70,6d	23,5b	5,4a	3,9a	25,8
17 febrero	39,4bc	30,8bc	8,4a	47,1c	31,4
22 marzo	51,8c	40,4bc	0,0a	26,0b	29,5
Promedio tratamientos	53,9	31,6	4,6	25,7	
Efecto tratamientos (T) **					
Efecto fecha muestreo (F) NS					
T x F **					
CV = 30,5%					

ANDEVA y la prueba Duncan (5%) fueron realizados con los datos transformados a $\sqrt{x+1}$, los valores presentados son los originales.

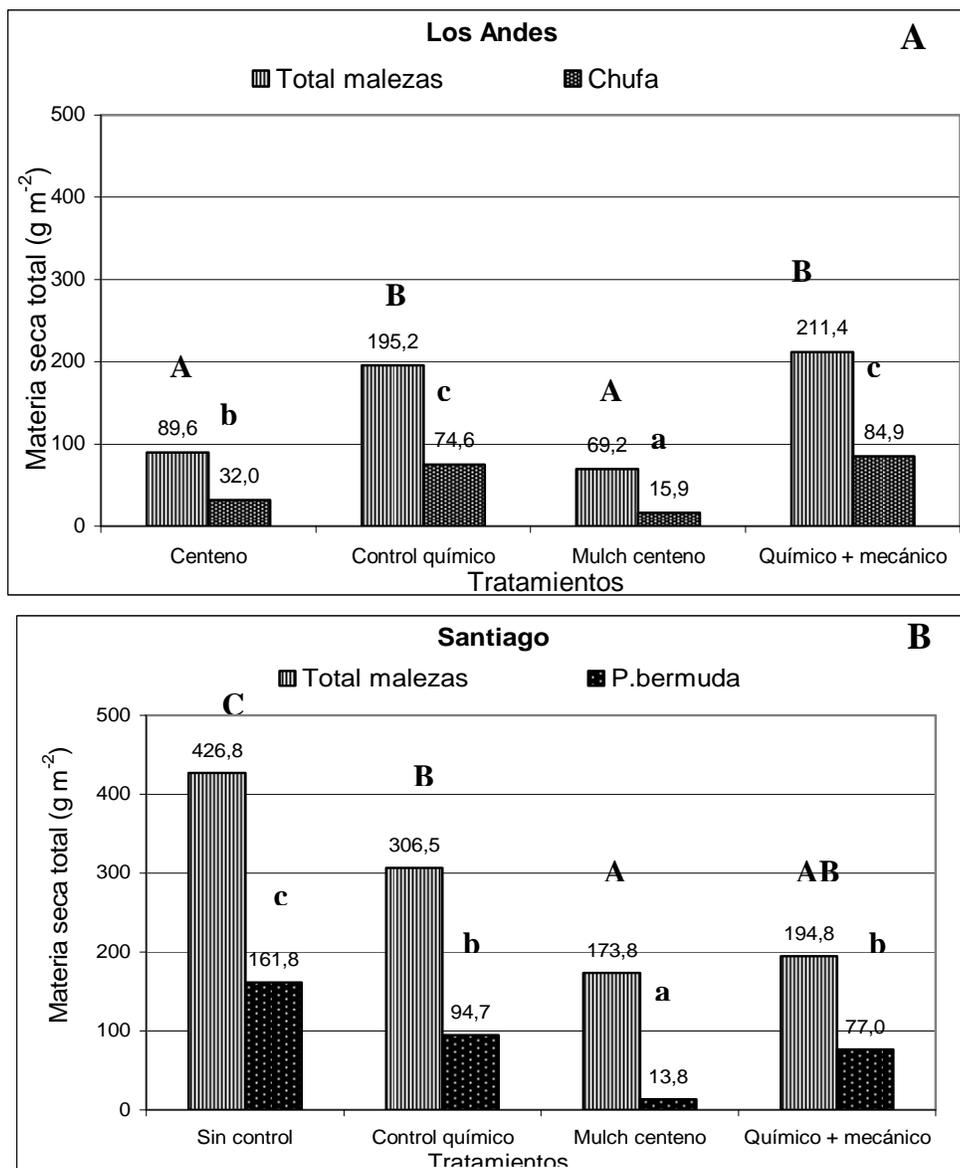
Promedios con letras iguales dentro de una misma columna o fila no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba Duncan (5%)

NS = ANDEVA indicó que no hubo efectos significativos debido a los tratamientos de acuerdo a la prueba F (5%).

** ANDEVA indicó que hubo efectos significativos debido a los tratamientos de acuerdo a la prueba F (1%).

Figura 1. Materia seca del total de malezas acumulada al final de la temporada sobre las hileras de plantación de vides. (A) Chufa en cv. Flame Seedless, Los Andes, 1998-1999; (B) Pasto bermuda en cv. Cabernet Sauvignon, Santiago, 2004-2005.

Figure 1. Total weed dry matter production at the end of the season on the grapevine row. (A) Yellow nutsedge in cv. Flame Seedless, Los Andes, 1998-1999; (B) Bermuda grass in cv. Cabernet Sauvignon, Santiago, , 2004-2005.



Valores de materia seca con letras mayúsculas o minúsculas iguales no son estadísticamente diferentes según prueba de Duncan (5%).