

CONTROL DE MALEZAS EN PLANTACIONES FORESTALES CON EL USO DE GLYPHOSATO Y SULFATO DE AMONIO¹

DA PONTE CANOVA, E.²
SALAS, P.³

ABSTRACT

In forest plantations or as in any other agricultural crops, weeds cause serious problems limiting their growth and making difficult to manage. In the aim to control weeds, the herbicide Glyphosat was used in combination with Ammonium Sulphate to diminish the costs of the herbicide and reduce the environmental impact. This research was made in a heterogeneous forest plantation in the company Oculito 13 km from the district of Ita, Central department, Paraguay. The Glyphosat dosage was 1,0%, 1,5% and 2,0%, and for the evaluation of the effect of the adjuvant it was used the same dosages of Glyphosat with the addition of 200 g of Ammonium Sulphate in each treatment. The experimental design used was the randomized completely block with four repetitions per treatment. The application of the treatments was made 15 days after the equalization pruning of the weeds, and was carried out by means of the Sprayer Back Bag with a capacity of 10 liters. The percentage of controlled weeds was analyzed after the application of the herbicide in four periods of time; 7, 15, 30 and 45 days. The application of Glyphosat without Ammonium Sulphate demonstrated that to a greater concentration better control of weeds, and the herbicide applied in addition with the Ammonium Sulphate 2% (w/v) increase the level of control in all the dosage of the Glyphosat as much that the low dosage and it was efficiently highest.

RESUMEN

En las plantaciones forestales o como en cualquier otro tipo de cultivo, las malezas causan serios problemas limitando el crecimiento y dificultando el manejo de estas plantaciones. Con el objetivo de controlar las malezas, fue utilizado el herbicida Glyphosato con el adjuvante Sulfato de Amonio, no solo para bajar los costos de la aplicación, sino también para disminuir el impacto en el ambiente. Este trabajo de investigación fue realizado en una plantación forestal heterogénea en la zona de Arrua'i, compañía Oculito distante a unos 13 km de la ciudad de Ita. Las dosis de Glyphosato utilizadas fueron 1,0%, 1,5% y 2,0%, y para evaluar el efecto del adjuvante se utilizaron las mismas dosis de Glyphosato con la adición de 200g de Sulfato de Amonio. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. La aplicación de los tratamientos fue realizado a los 15 días después de la poda de igualación, con pulverizador de mochila. Se evaluó el efecto de los tratamientos mediante el porcentaje de malezas controladas, en cuatro periodos de lectura, a los 7, 15, 30 y 45 días después de la aplicación. El Glyphosato sin adyuvantes demostró que a mayor concentración mejor control de las malezas, y el herbicida con adición del Sulfato de Amonio al 2% (p/v) aumentó el nivel de control en todas las dosis del Glyphosato tanto que la dosis mas baja resultó tan eficiente como la más alta.

KEY-WORDS: *Glyphosat*, adjuvant, weeds, ammonium sulfate.

PALABRAS-CLAVE: *Glyphosato*, adyuvantes, malezas, sulfato de amonio

1 Parte de la Tesis de Graduación presentada a la Carrera de Ingeniería Forestal FCA-UNA.

2 Ing. For., Egresado de la FCA-UNA E-mail: Emmanueldaponte@hotmail.com. Autor para correspondencia.

3 Ing. Agr. MSc., Docente Investigador tiempo completo Departamento de Protección Vegetal FCA-UNA.

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales como cualquier otro cultivo, son susceptibles a la competencia de las malezas por luz, agua y nutrientes, pudiendo llegar a comprometer seriamente su rendimiento. Las malezas causan serios perjuicios que limitan el crecimiento de los árboles, pues compiten directamente con ellos sobre todo en la etapa temprana de crecimiento. Además el control de las malezas representa costos, que exige mayor inversión para obtener una plantación o cultivo con el desarrollo deseado.

En las plantaciones forestales las malezas que predominan son las perennes simples y complejas. Las malezas simples toleran el corte ya que tienen la capacidad de rebrotar; además cumplen un ciclo anual produciendo y dispersando semillas. En los primeros años de las plantaciones las especies forestales la competencia de las malezas es un factor de alto riesgo por lo que estas deben ser controladas. Existen varios métodos de control de malezas en las plantaciones forestales, como el uso de herbicidas, desmalezadoras y rotativas. El herbicida Glyphosato es usado, para el control de malezas en plantaciones forestales, no solo Paraguay sino también en otros países.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la aplicación de dosis reducidas de Glyphosato en combinación con Sulfato de Amonio al 2% (p/v) en el control de las malezas en plantaciones forestales.

La hipótesis planteada fue que la adición de sulfato de amonio al 2% (p/v) a la solución incrementa la eficiencia del Glyphosato en el control de las malezas en plantaciones forestales.

METODOLOGÍA

Localización

El estudio fue llevado a cabo en la zona de Arrua`i, en la Compañía Oculto distante a 13 Km de la ciudad de Ita.

Esta zona se caracteriza por tener una temperatura media anual de 22,5 °C, La zona esta compuesta en su mayoría de una gran cantidad de serranías boscosas cercanas a la propiedad. El tipo de suelo predominante en el lugar es el franco arenoso.

Antecedentes de la plantación forestal

El experimento fue realizado en una plantación heterogénea de especies forestales de 3 años de edad, con espaciamiento de 2 x 3 m, con una altura promedio de las especies de 1,50 a 2,0 m, compuesta por *Peltophorum dubium* (yvyrá pyta) *Andenantha colubrina*, (kurupa`y kuru), *Nectandra angustifolia*, (laurel hu), *Genipa americana* (ñandypa guasu) y *Tabebuia impetiginosa*

(tajy).

Las malezas existentes en las parcelas experimentales fueron: *Ageratum conyzoides*, *Commelina erecta* (Santa Lucía), *Stachytarpheta cayennensis* (Tatu ruguai), *Mimosa debilis* (yuqueri poñy), *Hyptis brevipes poit*, *Vernonia cinerea* y la *Sida cordifolia* (malva blanca).

Diseño del experimento

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento, totalizando 28 unidades experimentales.

Las unidades experimentales fueron delimitadas en las entrelineas de la plantación ocupando una superficie de 6 metros cuadrados cada una (3 x 2 m).

Tratamientos utilizados

Luego de identificadas las malezas se procedió a realizar una poda de igualación de las mismas mediante el uso de una rotativa para poder obtener una población en crecimiento para que la altura no influya en la recepción del producto.

Los tratamientos consistieron en tres dosis crecientes del herbicida Glyphosato mezclado con Sulfato de Amonio al 2% (p/v). Además, se consideró un testigo para comparar los efectos del herbicida en las distintas dosis. Los tratamientos en detalle se presentan en la Tabla 1.

La aplicación de las dosis se realizó 15 días después de la poda de igualación de las malezas en el mes de noviembre, mediante una pulverizadora de mochila, con capacidad de 10 litros ,provista de una boquilla Tec NET 110.02, cuyo gasto de agua equivalente a 200 l/ha. La misma se llevó a cabo durante las primeras horas de la mañana, en forma dirigida. La temperatura del ambiente en el momento de la aplicación fue de 28 °C y la humedad relativa del aire 65%.

Evaluación

La tomas de datos se llevó a cabo a los 7, 15, 30, y 45 días después de la aplicación siempre en el mismo lugar de cada unidad experimental.

La evaluación del efecto de los tratamientos consistentes de las diferentes dosis de Glyphosato solo y con Sulfato de Amonio al 2% (p/v), se realizó contando el número de plantas muertas en cada unidad experimental mediante el uso de un cuadrado de madera de 1,0 m².

Luego estos resultados fueron expresados en porcentaje con relación al número de plantas por m² registrado antes de la aplicación y utilizándose la tabla de ALAM para establecer el grado de control obtenido.

Con los datos obtenidos se realizaron los análisis de

varianza para cada periodo de observación y se realizaron también los respectivos análisis de regresión por tratarse de dosis crecientes.

TABLA 1 - Tratamientos, dosis y concentración de Glyphosato utilizados en el experimento. FCA/UNA, San Lorenzo, 2008.

Tratamientos	Dosis (L/ha)	Porcentaje de Glyphosato en la solución
T1 : Glyphosato	2,0	1,0
T2 : Glyphosato	3,0	1,5
T3 : Glyphosato	4,0	2,0
T4: Glyphosato mas Sulfato de Amonio al 2% (p/v)	2,0	1,0
T5: Glyphosato mas Sulfato de Amonio al 2% (p/v)	3,0	1,5
T6: Glyphosato mas Sulfato de Amonio al 2% (p/v)	4,0	2,0
T7 Testigo	0,0	0,0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primera evaluación del control de malezas 7 DDA

Los resultados del porcentaje de control de malezas en cada uno de los tratamientos en el primer periodo de lectura siete días después de la aplicación de los tratamientos se presentan en la Figura 1. Las dosis de Glyphosato al 1,0% y 1,5%, en esta primera evaluación, no ocasionaron daños visibles sobre las malezas. La mayoría de estas presentaron síntomas de marchitez leve.

La dosis mayor de Glyphosato (2,0%) tuvo un efecto más visible, ya que se pudo observar que las malezas habían empezado a tener una reacción al herbicida. En todos los bloques aparecieron malezas afectadas.

La gran mayoría de las malezas presentaban síntomas de amarillamiento y contracción de sus hojas, signos que preceden a la muerte de éstas. En el tratamiento de Glyphosato al 1,0% en combinación con el Sulfato de Amonio al 2%, pudo notarse un marchitamiento mucho más intenso o acentuado que en los tratamientos con Glyphosato solo. La velocidad de actuación del Glyphosato sobre las malezas fue mayor, parece ser que la mezcla con Sulfato de Amonio ayudó a la penetración más rápida del herbicida en las mismas, haciéndose notar el efecto del producto.

Algo muy importante fue que esto se pudo constatar a los siete días de haber sido aplicado el producto, si bien en las instrucciones del herbicida aducen un mayor tiempo para observarse los resultados.

En los bloques 3 y 4 pudo observarse una leve muerte de las malezas *Vernonia cinerea*, que posiblemente al crecer con poca incidencia de luz, las condiciones de tem-

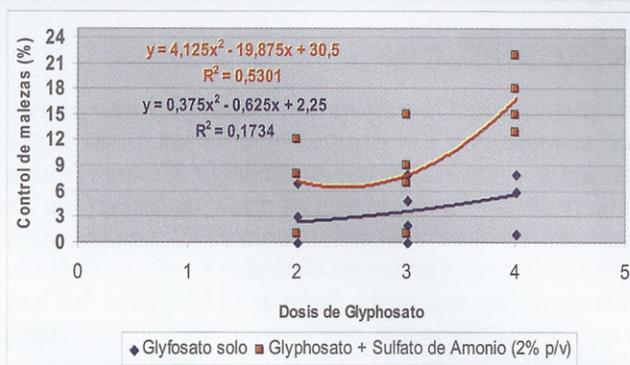


FIGURA 1 - Porcentaje de malezas controladas con Glyphosato y Glyphosato más Sulfato de Amonio al 2 %, 7 días después de la aplicación. FCA/UNA, San Lorenzo, 2008.

peratura y humedad fueron más propicias para la absorción del herbicida, ya que la cutícula en estas condiciones suele ser más delgada (Anderson, 1983).

En lo que concierne a la dosis intermedia de Glyphosato (1,5%) más Sulfato de Amonio al 2%, se obtuvo un porcentaje mayor de control de malezas que con el Glyphosato solo. Con la dosis más elevada de Glyphosato (2,0%) más Sulfato de Amonio al 2%, se obtuvo una fitotoxicidad mayor sobre las malezas, presentaron síntomas de haber sido afectadas gravemente por el herbicida.

No obstante, los porcentajes de control fueron muy pobres según la escala de ALAM indicando un nivel de control bajo debido a que es un herbicida sistémico que bloquea la síntesis de aminoácidos aromáticos en los meristemas demorando más de una semana para causar la muerte en las plantas.

Cabe mencionar que en los datos analizados estadísticamente se encontraron diferencias significativas en cuanto a los distintos tratamientos utilizados y las repeticiones, efectuadas a un nivel de confianza de un 95 %, en el primer control.

Segunda evaluación de control de malezas 15 DDA

Los porcentajes de control de malezas de los tratamientos, en el segundo periodo de lectura 15 DDA, se presentan en la Fig 2.

El Glyphosato al 1,0% presentó un promedio de 77 % de malezas muertas de especies tales como *Hyptis brevipes poit*, *Vernonia*, y *Sida cordifolia*. Sin embargo en los bloques 3 y 4 donde la incidencia de sombra fue mayor, su efectividad ha sido hasta un 80% pues hay que destacar que tanto la altura de las malezas como su mayor o menor exposición al sol juegan un rol importante en su desarrollo. Las especies de *Ageratum conyzoides* y *Commelina* sp. que se encontraban en todos los bloques de este tratamiento solo sufrieron amarillamiento, señal

de haber sido afectadas por el herbicida.

Con la dosis de Glyphosato al 1,5% alrededor de un 83% de las malezas fueron afectadas, sobre todo en las especies *Hyptis brevipes* poit, *Vernonia cienera*, y *Mimosa debilis*.

Con la dosis de Glyphosato al 2,0% el control fue de 95% siendo el mayor porcentaje de control alcanzado. Por lo tanto, se puede afirmar que incrementando la dosis del herbicida se puede obtener un mejor control. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el costo del producto aumentará a medida que se incremente la dosis del herbicida en la solución.

Las especies de *Ageratum* y *Commelina* no mostraron síntomas de haber sido afectadas gravemente por el herbicida. Con el tratamiento de Glyphosato al 1,0% más Sulfato de Amonio al 2,0% se encontró, un altísimo grado de marchitamiento en casi el total de las malezas de todos los bloques. Sin embargo, se observó que un 5% de ellas no murieron pero mostraban un amarillamiento gradual muy cercano al secado total, sobre todo en las especies de *Ageratum* y *Commelina* que como es mencionado en la literatura (Mondragón 2007), suelen presentar un alto grado de tolerancia al producto, no así en las demás especies donde se obtuvo un control total de las mismas.

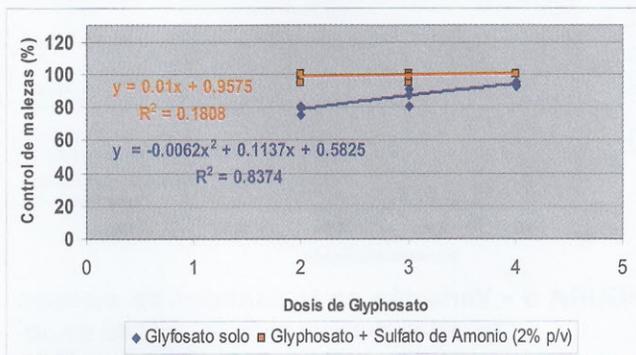


FIGURA 2 - Porcentaje de malezas controladas con Glyphosato y Glyphosato más Sulfato de Amonio al 2 %, 7 días después de la aplicación. FCA/UNA, San Lorenzo, 2008.

Con la dosis de Glyphosato al 1,5% más Sulfato de Amonio al 2,0%, se obtuvo un control excelente, llegando al 100% de malezas controladas en casi todos los bloques, a excepción del bloque 2 donde las malezas de la especie *Vernonia* en un 5%, se encontraban con una coloración amarillenta.

Con la dosis de Glyphosato al 2,0% más Sulfato de Amonio al 2,0%, se obtuvo un control total de las malezas en todos los bloques, incluyendo las especies consideradas tolerantes al Glyphosato.

Cabe mencionar que esto pudo observarse a los 15 días luego de haber aplicado el producto, a diferencia de los

demás tratamientos en los cuales sólo se utilizó el Glyphosato.

La diversidad de malezas eliminadas es muy importante pues ello indica que la mezcla de Glyphosato con Sulfato de Amonio no discrimina entre malezas de hojas anchas u hojas finas, o especie ya que esta solución tuvo gran efectividad para controlarlas. El mayor porcentaje de malezas muertas se puede atribuir a la mayor concentración de herbicida en los puntos de acción, condición básica para la eficacia de un herbicida, tal como lo afirman Anderson (1983) y Victoria Filho (1985).

En esta segunda evaluación cabe destacar que los resultados analizados estadísticamente mostraron una diferencia significativa en los tratamientos y en las repeticiones a un nivel de confianza del 95%.

Tercera evaluación del control de malezas 30 DDA

En la Figura 3 se presentan los resultados del porcentaje de malezas controladas para cada uno de los tratamientos en el tercer periodo de lectura.

El Glyphosato al 1% tuvo un control muy bueno de las malezas en relación a la escala de ALAM alcanzando un 85%. En lo referido al Glyphosato al 1,5% obtuvo un 91% de control, siendo excelente el mismo según la escala de ALAM.

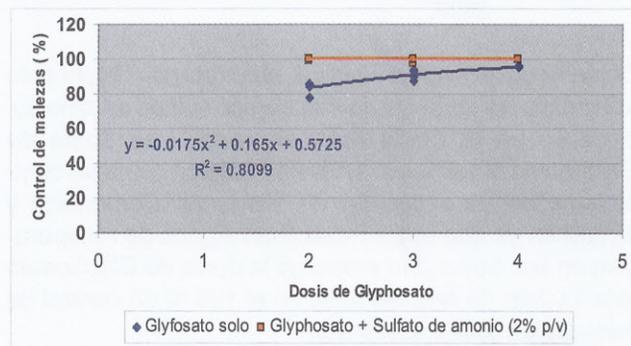


FIGURA 3 - Porcentaje de malezas controladas con Glyphosato y Glyphosato más Sulfato de Amonio al 2 %, 7 días después de la aplicación. FCA/UNA, San Lorenzo, 2008.

El Glyphosato al 2% mantuvo el nivel excelente de control alcanzado a los 15 DDA. La *Commelina* sp. y *Ageratum conyzoides*, no fueron controladas en su totalidad ya que solo presentaron un amarillamiento de sus hojas.

Los tratamientos en los cuales fueron utilizados Glyphosato más Sulfato de Amonio al 2%, alcanzaron un control excelente en todas sus dosis, obteniendo casi un 100% en de malezas controladas en todas sus concentraciones, inclusive aquellas que se mostraban tolerantes al Glyphosato (Figura 3).

Por medio del análisis estadístico de los resultados en

este periodo de evaluación se pudo concluir que existieron diferencias significativas en cuanto a los diferentes tratamientos utilizados y las repeticiones efectuadas en un nivel de confianza de un 95 %, en el tercer control.

Cuarta evaluación del control de malezas 45 DDA

Durante el último periodo de evaluación se observó un 100% de control de las malezas en todos los tratamientos en que se adicionó Sulfato de Amonio, no así en aquellos con Glyphosato solamente, ya que en la dosis más baja (1,0%) solo se obtuvo un control de un 85% de las malezas (muy bueno en la escala de ALAM)

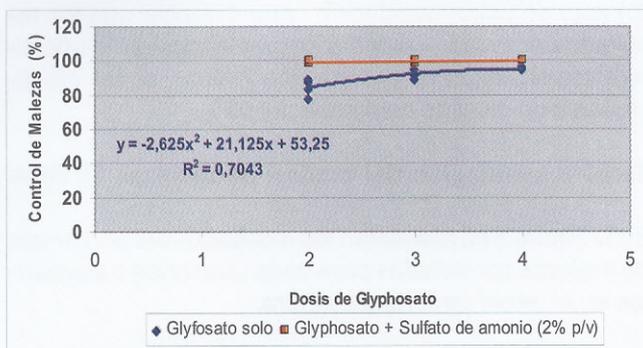


Figura 4 - Porcentaje de malezas controladas con Glyphosato y Glyphosato más Sulfato de Amonio al 2 %, 7 días después de la aplicación. FCA/UNA, San Lorenzo, 2008.

Como se observa en la Figura 4, el control con Glyphosato fue menos eficiente que la mezcla con sulfato de amonio, excepto en la dosis más elevada. Las dosis de Glyphosato al 1,0%, y al 1,5% no pudieron controlar completamente las especies de *Vernonia*, *Commelina* y *Ageratum* ya que estas mostraban signos de recuperación en sus hojas. Sin embargo la dosis de Glyphosato más Sulfato de Amonio alcanza el 100 % de control de malezas en todas sus dosis.

Con los resultados obtenidos en este último control se pudo observar que existieron diferencias significativas en cuanto a los diferentes tratamientos utilizados y efectuados en un nivel de confianza de 95 %, en el cuarto periodo de evaluación. Asimismo el análisis indicó que no hubo diferencias significativas entre las repeticiones estudiadas.

Evolución del control de las malezas

La variación del porcentaje de malezas controladas durante todo el periodo de evaluación se presentan en la Figura 5. Puede apreciarse que para el Glyphosato sin Sulfato de Amonio el porcentaje de control de malezas en todos los periodos de evaluación varia según la dosis aplicada, a mayor dosis de herbicida resulta un mayor porcentaje de malezas controladas. Excepto para la dosis mas elevada (2,0%) que no tiene variación y mantuvo niveles excelentes de control desde los 15 hasta los 45

DDA. Con la adición de sulfato de amonio al 2,0% (p/v) en el caldo de aplicación se aumentó la eficacia del herbicida siendo más notable con las dosis más bajas 1,0% y 1,5% , las que fueron tan eficientes como la dosis más alta. Este aumento se manifestó desde el primer periodo de evaluación a los siete días, y haciéndose más evidente a los 15 DDA, esta tendencia se mantuvo hasta el último periodo de evaluación.

La mezcla de Glyphosato con Sulfato de Amonio presentó un nivel de control excelente sobre las malezas presentes en las unidades experimentales.

La mayor eficiencia del Glyphosato se puede atribuir a una mayor absorción de las moléculas del herbicida así como también a una mayor translocación a los sitios de acción, es decir, a los meristemas donde actúa el Glyphosato tal como lo exponen Nalewaja (1993) y Thelem et.al (1995) citados por Salas (1996).

Con la mayor absorción y translocación a los puntos de acción llega mayor concentración del herbicida alcanzando una dosis letal, elevando el porcentaje de malezas controladas desde el comienzo (Anderson, 1983; Victoria Filho 1989).

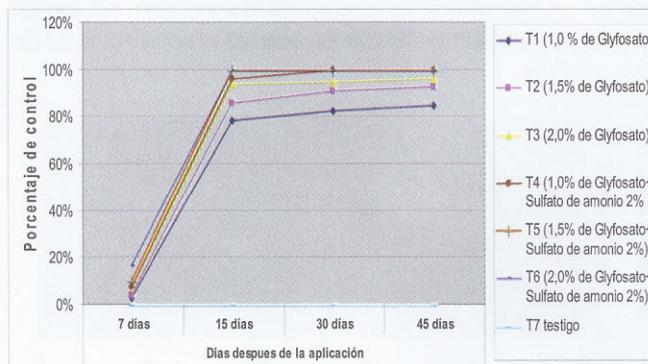


FIGURA 5 - Variación en la cantidad de malezas muertas durante todo el periodo de observación. FCA/UNA, San Lorenzo, 2008.

CONCLUSIÓN

- La eficiencia del Glyphosato varía en función a la dosis aplicada, a mayor dosis, mayor eficiencia.
- El Glyphosato a las dosis de 3,0 y 4,0 L/ha tuvieron un control excelente de las especies *Stachytarpheta cayennensis* (Taturuguai), *Mimosa debilis* (yuqueri poñi), *Hyptis brevipes* poit , *Vernonia* sp. y *Sida cordifolia*. La dosis de 2,0 l/ha tan solo alcanzó 85% considerado como un control muy bueno de las malezas.
- Las especies *Commelina erecta* l. y *Ageratum conyzoides* no fueron controladas eficientemente por el Glyphosato a las dosis de 2 ,3 y 4 l/ha.
- La adición de Sulfato de Amonio al 2,0% aumento la eficacia del Glyphosato.

- Con la adición de Sulfato de Amonio, la dosis de Glyphosato se puede reducir manteniendo la misma efectividad de control.

- Debido a las diferencias significativas encontradas entre los tratamientos y repeticiones se acepta la hipótesis planteada.

RECOMENDACIONES

Algunas recomendaciones para posteriores trabajos de investigación son las siguientes:

- Los intervalos de tiempo entre diferentes periodos de lectura se pueden extender y completar el ciclo de seis meses para estudiar la dinámica poblacional de las malezas en la plantación forestal.

- Realizar el mismo trabajo en otras plantaciones forestales de diferentes zonas del país.

- Realizar trabajos para estudiar el comportamiento del Glyphosato, y de este en combinación con el sulfato de amonio en condiciones ambientales controlables (vivero).

LITERATURA CITADA

ANDERSON W.P. 1983. *Weed Science Principles*. 2nd. edition West Publishing Company, St-Paul. 655 pp.

MONDRAGON, J. 2007. Malezas de México (en línea). Consultado 2 enero 2008. Disponiblen <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/commelinaceae/commelina-erecta/fichas/ficha.htm>

SALAS, P.A.G. 1996. Efeitos de adyuvantes, volume de caida e qualidade da agua na eficiencia do herbicida glyfosato. Piracicaba. Br. 79 p.

VICTORIA FILHO, R. 1985. Factores que influenciam a absorcao foliar dos herbicidas. Informe Agropecuario, v. 11, n.129, p.31-7.