

EFICACIA DE DOS HERBICIDAS PARA EL CONTROL  
DE LA ACACIA BLANCA [*ALBIZIA PROCERA* (ROXB).  
BENTH] EN PASTOS

Por

Luis E. Almodóvar Rodríguez

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

En

Protección de Cultivos

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ  
2010

Aprobado por:

\_\_\_\_\_  
Abreu Rodríguez Edwin, M.S.  
Miembro del Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Robles Vázquez Wilfredo, Ph.D.  
Miembro del Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Lugo Torres María de L., Ph.D.  
Presidente del Comité Graduado

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Pagán Morales Melvin, Ph.D.  
Representante de la Escuela Graduada

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
O’Farrill Nieves Hipólito, Ph.D.  
Director de Departamento

\_\_\_\_\_  
Fecha

## **ABSTRACT**

Two experiments were conducted in privately-own farms in Southwestern Puerto Rico to evaluate control methods for white siris [*Albizia procera* (Roxb). Benth]. The first experiment took place at the municipality of San German. In such experiment, two herbicides, picloram + 2,4-D and dicamba + 2,4-D, at three rates (0%, 25% and 50% dilution in diesel) were evaluated by using two application methods (injection hatchet and machete). The most effective method with 97% of control was picloram at 50% applied with the injection hatchet. Good control of the trees with 74% was also achieved by using dicamba + 2,4-D at 50% applied with the injection hatchet. The second experiment took place at the municipality of Lajas. In this one, variable amounts of picloram at 50% were applied to trees depending on their trunk diameter at breast height (dbh). Trees having an average of 10 cm of trunk diameter received 10 ml of herbicide; those averaging 15cm of trunk diameter received 15 ml of herbicide and trees with 20 cm in diameter received 20 ml of herbicide. For this experiment, the herbicide was diluted in water and the injection hatchet was used as the delivery system. Effective control of 96% for white siris trees was achieved within all treatments at 14, 32 and 48 weeks after the herbicide application.

## RESUMEN

Dos experimentos fueron realizados en dos fincas privadas en el suroeste de Puerto Rico para evaluar los métodos de control para la acacia blanca [*Albizia procera* (Roxb.) Benth]. El primer experimento tuvo lugar en el municipio de San Germán. Se evaluaron dos herbicidas: picloram + 2,4-D y dicamba + 2,4-D, con tres dosis (0%, 25% y 50% de dilución en diesel), utilizando dos métodos de aplicación (hacha inyectora y machete). El método más eficaz con 97% fue picloram al 50% aplicado con el hacha inyectora. Un buen control de 74% de los árboles también se logró mediante el uso de dicamba + 2,4-D en un 50% aplicado con el hacha inyectora. El segundo experimento se llevó a cabo en el municipio de Lajas. En este estudio varias dosis de picloram al 50% se aplicaron a los árboles dependiendo del diámetro del tronco a la altura del pecho (dbh). Los árboles con promedio de 10 cm de diámetro recibieron 10 ml de herbicida, aquellos con 15 cm de diámetro recibieron 15 ml de herbicidas y a los árboles con 20 cm de diámetro se le administró 20 ml de herbicida. Para este experimento el herbicida se diluyó en agua y el hacha inyectora se utilizó para la aplicación. Un control efectivo de 96% de los árboles de acacia blanca se logró con todos los tratamientos a las 14, 32 y 48 semanas después de la aplicación de herbicidas.

©Derechos de Autor Reservados por Luis E. Almodóvar Rodríguez, 2010

# DEDICATORIA

- Primero a Dios por brindarme fortaleza.
- A mi esposa Janice Parés Rosado y a mi hija Lydia J. Almodóvar Parés, por su apoyo en todos los momentos de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a todas aquellas personas que ayudaron y formaron parte de esta investigación.

Al Dr. Nelson Semidey Laracuate por brindarme la oportunidad de compartir sus conocimientos y dirigirme en los comienzos de mi trabajo de investigación. A la Dra. María de Lourdes Lugo Torres por aceptar ser mi consejera y formar parte de mi desarrollo profesional. Al Dr. Wilfredo Robles Vázquez por sus consejos y apoyo incondicional. Al Prof. Edwin Abreu Rodríguez por encender la llama de la curiosidad científica. Al Dr. Elvin Román Paoli por sus consejos, apoyo y sugerencias, al Dr. Raúl Macchiavelli por su ayuda en el análisis estadístico y al Dr. Carlos Ortíz por su confianza y apoyo brindado para la realización de este documento.

Quiero agradecer al Prof. Edwin Más y al Sr. Morales por dejarnos realizar los trabajos de esta investigación en sus respectivas fincas. Muchas Gracias a todos los que directa o indirectamente colaboraron con su ayuda y apoyo.

# Tabla de Contenido

ABSTRACT.....	ii
RESUMEN.....	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
TABLA DE CONTENIDO.....	vii
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1 MORFOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE <i>Albizia procera</i> .....	15
2.2 PRACTICAS DE MANEJO Y CONTROL.....	16
3. OBJETIVOS.....	20
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
4.1 SAN GERMÁN.....	21
4.2 LAJAS.....	25
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
5.1 SAN GERMÁN.....	28
5.2 LAJAS.....	34
6. CONCLUSIÓN.....	36
7. LITERATURA CITADA.....	37

## Lista de Cuadros

- Cuadro 1. Diferentes Métodos de aplicación de herbicidas para el control de árboles, adaptado de (Langeland 2001, Ferrell et al. 2009, Vallentine 2004, Langeland 2003, Everest y Patterson 1997, Howard y Parker 1995).....Página 17
- Cuadro 2. Métodos de aplicación de herbicidas y dosis correspondiente al experimento realizado en San Germán.....Página 22
- Cuadro 3. Instrumentos evaluados para la aplicación de los herbicidas.....Página 23
- Cuadro 4. Rango de daño visible de los árboles para evaluar la mortalidad por herbicidas adaptado de (Michael 1995).....Página 25
- Cuadro 5. Tratamientos utilizados en Lajas y diámetro de los árboles tratados.....Página 26

## Lista de Figuras

- Figura 1. Control de la acacia blanca con los tratamientos de picloram + 2,4-D vs dicamba + 2,4-D, en el experimento de San Germán. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). Los herbicidas se diluyeron, con el combustible diesel.....Página 31
- Figura 2. Efecto del método de aplicación en el control de la acacia blanca en el experimento de San Germán. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).....Página 32
- Figura 3. Mortalidad observada a 12, 32 y 48 semanas después de la aplicación de herbicida (SDH). Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).....Página 33
- Figura 4. Efecto del hacha inyectora y picloram al 50% en acacia blanca, correspondiente al experimento de Lajas. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).....Página 35

# EFICACIA DE DOS HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE LA ACACIA BLANCA [*ALBIZIA PROCERA* (ROXB). BENTH] EN PASTOS

## 1. INTRODUCCIÓN

*Albizia procera*, conocida como acacia blanca es un árbol nativo del continente Asiático, región que comprende desde la India hasta China, y el continente Australiano (Parrotta 1988, Venkataramany 1968). Este árbol en su lugar de origen se utiliza como ornamental y para dar sombra en las plantaciones de té. También se puede hacer papel de alta calidad con su pulpa y su alto contenido de proteína en las hojas lo hace una fuente nutritiva de forraje (Parrotta 2000).

La acacia blanca es un árbol caducifolio de tamaño grande y crecimiento rápido (Parrotta 2000), el mismo puede alcanzar 25 metros de altura y un diámetro a la altura del pecho (dbh por sus siglas en inglés) de 70 cm (China 1995, Little et al. 1977). Este fue introducido en Puerto Rico por el Servicio Forestal de los Estados Unidos en 1924 y desde entonces se ha plantado a lo largo de las carreteras (Little et al. 1977). Después de 1940 las plantaciones de esta especie de la familia Fabaceae aumentaron porque se consideraba una buena productora de combustible para leña y carbón (China-Rivera 1992, Little et al. 1977).

En el año 1957<sup>1</sup> esta especie fue catalogada por primera vez como una maleza de los pastos en Puerto Rico. Hoy día es considerada como una especie invasora (Bernier y Abreu 2000, China 1995, Liu 1990). Según la orden ejecutiva 13112 las especies invasoras son especies no nativas cuya introducción causa o puede causar daño ambiental, económico o daño a

---

<sup>1</sup> J. Marrero, memorando en el Institute of Tropical Forestry, P.R. citado por China 1992.

la salud humana (Clinton 1999). Además de la acacia blanca, en Puerto Rico se han identificado otras especies de plantas consideradas invasoras, estas plantas son comunes en lagos y ríos como por ejemplo, el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y la lechuga de agua (*Pistia stratiotes*). Mientras, que el cepillo de botella blanco (*Melaleuca quinquenervia*) se encuentra comúnmente en las zonas de humedales (Bernier y Abreu 2000).

La acacia blanca es un árbol de propagación muy rápida, especialmente en los pastos, fincas abandonadas y áreas húmedas de la Isla (China 1995, Liu 1990). El crecimiento de los árboles adultos es muy agresivo (Parrotta y Roshetko 1997), y los mismos disminuyen la cantidad y calidad del forraje disponible para el ganado a la vez que interfieren con el pastoreo (Liu 1990).

Según el Censo Agrícola (USDA-NASS 2007) en Puerto Rico se cultivaron aproximadamente 154,000 hectáreas de forrajes en unas 14,074 fincas, aportando \$15.4 millones al ingreso bruto agrícola de Puerto Rico en el 2008-09 (Departamento Agricultura 2010). En ese mismo año se reportó un total de 2,076 vaquerías con 148,537 vacas. Mientras, la industria de ganado de carne reportó unas 2,283 fincas con 74,738 cabezas de ganado vacuno (USDA-NASS 2007). Ambas industrias aportaron \$251 millones al ingreso bruto agrícola. Dado que estas industrias dependen directamente de sus pastos es de suma importancia que los mismos estén libres de malezas leñosas, ya sea para el pastoreo de sus animales o para el corte.

Uno de los problemas principales que se encuentran en la restauración de los pastos es la invasión de especies de malezas leñosas. La acacia blanca es una de las especies más comunes en los pastos. En Puerto Rico, la siembra o restauración de los pastos ya sea para el pastoreo o para corte podrían aumentar si se llevan a cabo prácticas de manejo apropiadas. Estudios realizados por Smith y Martin (1995) indicaron que por cada kilogramo de maleza y/o arbusto crecida en

los pastos, se reduce la producción de forraje deseable por una cantidad equivalente. Las malezas leñosas representan una de las limitaciones principales para obtener una producción rentable de ganado de carne (Bovey y Meyer 1985). La acacia blanca también limita el establecimiento de nuevas semillas del forraje debido a la sombra que produce (Foy 1987).

En Puerto Rico los estudios para el control de especies de árboles y arbustos invasores en los pastos han sido muy limitados (Liu 1990). El control mecánico, sea manual o mecanizado, implica altos costos y su eficiencia a largo plazo no es efectiva (Foy 1987). Es por esto que se sugiere la utilización del control químico utilizando herbicidas. Comúnmente se utilizan el control mecánico y químico para el control de las malezas leñosas. El uso de otros métodos, como el control biológico utilizando agentes entomológicos u hongos, es limitado por su lento establecimiento y especificidad. De otra parte, el control químico es más aceptado ya que se puede obtener selectividad y rápido control. Por consiguiente, es necesario evaluar la efectividad de métodos costo efectivos que puedan controlar las especies de malezas leñosas que invaden los pastos como lo es la acacia blanca.

Los objetivos de este trabajo fueron determinar cuál de las mezclas de herbicidas y métodos de aplicación resultaron ser más eficaz en el control de la acacia blanca. Además se evaluaron tres dosis tomando como criterio el diámetro del tronco del árbol a la altura del pecho (dbh). El método más eficaz en el control de la acacia blanca también puede ser recomendado para el manejo de otras especies leñosas invasivas.

## 2. Revisión de Literatura

Las malezas leñosas representan una de las limitantes más serias para la producción de ganado de carne (Bovey et al. 1984; citado por Foy 1987). En Estados Unidos se estima que alrededor de 500 especies de plantas introducidas se han convertido en malezas en los pastos (Pimentel et al. 1989; citado por Pimentel et al. 2005) y anualmente las pérdidas y daños relacionados a estas especies invasoras alcanzan los \$6 billones (Pimentel et al. 2005).

Las malezas leñosas en la industria de la ganadería causan una baja en el rendimiento y la calidad del forraje (DiTomaso 2000). Estas plantas indeseables utilizan el espacio, humedad y nutrientes que serían mejor utilizados en la producción de forraje para el pastoreo de los animales (Prather 2009). Las malezas también limitan el establecimiento de nuevas semillas de forraje. Según Almodóvar (1989), el control de malezas para el establecimiento de los pastos es una práctica necesaria. Para esto la forma más económica y efectiva es el control químico (Lugo et al. 1995).

La acacia blanca [*Albizia procera* (Roxb.) Benth.] es una especie leñosa que invade los pastos y tierras de pastoreo en Puerto Rico, siendo el impacto económico mayormente en los pastos ya que esta especie se extiende rápidamente a razón de siete hectáreas por año (Lugo 2004; China-Rivera 1992).

En Puerto Rico la acacia blanca estaba localizada mayormente en la zona norte de la Isla (Francis y Liogier 1991; citado por China 1995), pero hoy día se encuentra en casi toda la Isla por lo cual se cataloga como una de las especies leñosas más problemáticas en Puerto Rico (Lugo 2004; China 1995; China-Rivera 1992; Francis y Liogier 1991; Liu 1990).

Liu (1990) evaluó varios herbicidas y métodos de aplicación para el control de la acacia blanca. Los mejores resultados fueron obtenidos en el método de la inyección y en la aplicación

a la corteza. Actualmente existen otros equipos, que no se han evaluado en Puerto Rico para el control de la acacia blanca. Por lo tanto, es necesario explorar esta tecnología para el control de esta especie en Puerto Rico.

Según investigadores que trabajaron en el control de árboles y malezas leñosas (Howard y Parker 1995; Everest y Patterson 1997; Langeland 2003; Ferrell et al. 2009; Langeland 2010), de los métodos principales para la aplicación de herbicidas en árboles o plantas leñosas se recomiendan los siguientes: la aplicación al follaje, a la base de la corteza, tratamiento al tocón, cortar y aplicar y la inyección. La aplicación al follaje puede ser efectiva en especies de menos de tres metros de altura, pero se ha estimado que menos del 3% de todas las aplicaciones al follaje alcanzan su objetivo (Bohannon y Jordan 1995). Esto sugiere un alto nivel de ineficiencia en las aplicaciones de herbicida que se pueden vincular a una poca receptividad en la aplicación por falta de absorción y translocación, o ambas. En la aplicación a la base de la corteza el efecto es observado varias semanas después de tratado. El tratamiento al tocón se utiliza luego de cortar el árbol para eliminar o reducir rebrotes en el tronco cortado. Cortar y aplicar se hace directamente luego de hacer unos cortes alrededor de la corteza del tronco con un hacha. Subsecuentemente se aplica una cantidad limitada del herbicida (generalmente un mililitro) directamente a cada herida. Esta técnica es muy ventajosa ya que elimina el acarreo de los herbicidas. En la agroforestería la inyección de herbicidas es un método utilizado para el control de especies leñosas (Ferrell 2009). Varios instrumentos de inyección en el mercado no han sido evaluados en Puerto Rico como lo es el hacha inyectora Hipo-Hatchet<sup>®</sup>. Desde mediados del 1930, se han utilizado diferentes técnicas en el control de malezas herbáceas y leñosas en los bosques, usando diferentes métodos de aplicación de herbicidas con heridas en la superficie de los tallos (Johansson 1988). Actualmente los herbicidas más utilizados en especies leñosas son la

mezcla de picloram + 2,4-D y la mezcla del dicamba + 2,4-D (Liu 1990), ambos herbicidas son sistémicos pues se translocan en el tejido vascular de la planta. En el mercado hay otros herbicidas que se utilizan para el control de especies leñosas como imazapyr, glifosato, triclopyr + 2,4-D, triclopyr + fluroxypyr, triclopyr y la hexaxinona (Ferrell et al. 2009).

### **2.1 Morfología y ecología de *Albizia procera***

La acacia blanca conocida también como siris blanco, dormilón o dañá finca, es una maleza arbórea de los pastos en Puerto Rico. Es un árbol grande, de crecimiento rápido y se puede establecer en muchos lugares diferentes (Parrotta y Roshetko 1997).

Comúnmente la acacia blanca suele tener un diámetro de 70 centímetros y una altura de 25 metros, aunque se han reportado árboles tan grandes como 95 centímetros de diámetro y 36 metros de altura (Troup 1921). Esta especie alcanza su madurez reproductiva a los tres años aproximadamente (Chinea 1995). La corteza de este árbol varía desde un color castaño claro a uno blancuzco o gris verdoso, con la parte interior blanda y rosada (Little et al. 1977). La acacia blanca tiene hojas bipinadas de 12 a 25 centímetros y su florecida varía dependiendo de su localización geográfica. En Puerto Rico esta maleza florece entre los meses de agosto a octubre (Parrotta 1987) y las flores aparecen en racimos de 8 a 25 centímetros de largo. Las frutas son vainas aplastadas de un color marrón rojizo de 10 a 20 centímetros de largo y de 1.8 a 2.5 centímetros de ancho, con unas 6 a 12 semillas por vaina (Little et al. 1977). En Puerto Rico las semillas de la acacia blanca maduran en el periodo que comprende los meses de enero a junio (Parrotta 1987). Las semillas tienen una dimensión de 4 a 6 mm de largo por 5 a 7 mm de ancho.

Esta especie se puede encontrar en lugares donde la precipitación anual fluctúe entre 1000 y 5000 mm. En su hábitat natural las temperaturas máximas varían entre 37°C (99°F) y

46°C (115°F), y las temperaturas mínimas entre 1°C (34°F) y 18°C (64°F). Aunque es susceptible a heladas, Troup (1921) reportó que es resistente a sequías. Esta especie se puede encontrar en diferentes tipos de suelos, ya sea salinos o alcalinos (Parrotta y Roshetko 1997).

Hoy día es una de las especies leñosas más problemáticas y distribuidas en la isla (Chinea-Rivera 1992; Francis y Liogier 1991; Liu 1990). La acacia blanca está incluida en la lista preliminar de plantas invasoras en Puerto Rico (Ferriter 2004).

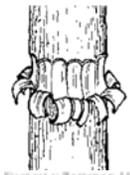
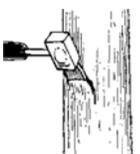
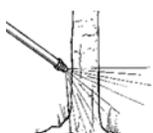
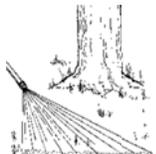
Este árbol en su lugar de origen, donde se cultiva y se propaga tiene varios usos, como el de proveer madera en la agroforestación y carbón. Su madera es utilizada para la producción de muebles, ruedas, implementos agrícolas, botes, para tallar y se usa como un árbol de sombra en las plantaciones de té. Además se pueden obtener productos secundarios de la corteza y el tallo, ya que al herir el tallo éste exuda grandes cantidades de una goma color marrón rojizo que es químicamente similar a la goma arábiga y se usa como un sustituto de ésta (Parrotta 1987). La acacia blanca se usa en la medicina tradicional de la India (Ali y Quraishi 1967; citado por Parrotta 1987), las hojas se usan en el tratamiento de úlceras y se reporta que la corteza es muy venenosa (Benthall 1933; citado por Parrotta 1987), También que las hojas tienen propiedades insecticidas y piscicidas (Chopra et al. 1941; citado por Parrotta 1987).

## **2.2 Prácticas de manejo y control**

Existen varios métodos de aplicación en el control de especies leñosas. Algunos tratamientos son tan específicos que consisten en aplicar el herbicida en áreas localizadas del árbol (Howard y Parker 1995). Aplicaciones directas pueden reducir el daño por acarreo de los herbicidas a especies adyacentes, es por eso que se recomiendan diferentes tratamientos directos al árbol para su control (Langeland 2010; Ferrell et al. 2009; Langeland 2003; Everest y

Patterson 1997; Howard y Parker 1995). En el cuadro 1 se enumeran los diferentes métodos de aplicación y una breve descripción de los mismos.

**Cuadro 1.** Diferentes métodos de aplicación de herbicidas para el control de árboles <sup>2</sup>

	Método	Descripción
 <p><small>Everest y Patterson 1997</small></p>	Cortar y Aplicar	El corte de la superficie (frill) o (Hack and Squirt), consiste en hacer unos cortes hacia abajo en el tronco del árbol dejando el cambium expuesto (dejando parte de la corteza del árbol adherida) e inmediatamente aplicar el herbicida.
 <p><small>Everest y Patterson 1997</small></p>	Inyección	El método de la inyección, es similar al tratamiento de corte de la superficie, pero se utiliza un equipo especializado para inyectar una cantidad específica de herbicida en el árbol cuando se hace el corte
 <p><small>Everest y Patterson 1997</small></p>	Tratamiento al tocón	El tratamiento al tocón, consiste en cortar el árbol y tratar la superficie recién cortada con herbicida
 <p><small>Everest y Patterson 1997</small></p>	A la base de la corteza	El tratamiento a la base de la corteza, consiste en aplicar el herbicida a 12” – 18” del tronco del árbol.
 <p><small>Everest y Patterson 1997</small></p>	Al follaje	Tratamiento al follaje, la aplicación foliar es el método más común de aplicación de herbicidas.
 <p><small>Everest y Patterson 1997</small></p>	Al suelo	Tratamiento al suelo, en este método de aplicación los herbicidas se dirigen uniformemente en la superficie del suelo moviéndose dentro de la zona de las raíces de las plantas a las que va dirigido con la lluvia o la humedad del suelo.

(Estos dibujos fueron tomados de Brush Control ANR-1058 por Everest y Patterson 1997 Universidad de Auburn)

<sup>2</sup> adaptado de Langeland 2010; Ferrell et al. 2009; Vallentine 2004; Langeland 2003; Everest y Patterson 1997; Howard y Parker 1995.

Los herbicidas son comúnmente utilizados para el control de las malezas leñosas en los pastos (Foy 1987). Comparado con las prácticas mecánicas, los herbicidas usualmente son más económicos y más efectivos (Young et. al 1982).

En Puerto Rico, los pioneros en trabajar en el control de la acacia blanca en pastos fueron Bovey y colaboradores a finales de los años 60 (Bovey et al. 1969). Estos investigadores utilizaron la mezcla de los herbicidas; 2,4,5-T y picloram, y los herbicidas ácido cacodílico y paraquat, con diferentes métodos de aplicación. Ellos concluyeron que la mezcla de 2,4,5-T y picloram fue más efectiva reduciendo el rebrote de varias especies de árboles en comparación con el ácido cacodílico y paraquat.

Liu (1990) evaluó varios métodos de aplicación para controlar la acacia blanca. Los herbicidas evaluados fueron picloram sin diluir e imazapyr a razón de 0.237L y 0.355L diluido en 3.8L de diesel. Este observó mayor control de la acacia blanca con imazapyr con aplicación a la base de la corteza a razón de 0.237L diluido en diesel.

El Banvel<sup>®3</sup> es la mezcla de dicamba + 2,4-D conteniendo 120 + 344g *ia*/L (Vencill 2002) y Tordon 101<sup>®4</sup> es el nombre comercial de la mezcla de picloram + 2,4-D conteniendo 65 + 240g *ae*/L (Vencill 2002). El modo de acción de estos herbicidas corresponde al de las auxinas sintéticas (Mallory y Retzinger 2003). Su sitio de acción aún no es del todo claro, pero funciona como la hormona vegetal natural conocida como ácido indolacético (AIA), esto incluye las familias químicas de los fenóxidos (2,4-D), benzóicos (dicamba) y carboxílicos (picloram), anteriormente picolínicos (Mallory y Retzinger 2003). Uno de los síntomas característicos

---

<sup>3y 4</sup> Las marcas registradas sólo se usan para proveer información específica y su uso no constituye garantía por parte de la Universidad de Puerto Rico o del autor, ni endoso sobre otros productos o equipos que no se mencionan.

asociado a la exposición a estos herbicidas es la epinastia. Estos compuestos son de acción selectiva y son muy útiles para el control de plantas de hoja ancha y arbustos establecidos en los pastos (Vencill 2002).

Los aceites como el combustible diesel y el kerosene son comúnmente usados para el control de árboles (Foy 1987). Los aceites solos no son herbicidas muy efectivos cuando se aplican al follaje. El combustible diesel es comúnmente utilizado como diluyente y portador de algunos herbicidas solubles en aceite, como picloram, 2,4-D, dicamba y otros herbicidas. El diesel reduce la evaporación del herbicida y ayuda en la penetración de los tallos de plantas leñosas (Foy 1987). La mezcla de herbicidas solubles en combustible diesel es un método muy efectivo ya que el diesel asegura una buena cobertura y absorción (Mc Ginty et al. 2005). Estas diluciones son más efectivas cuando se inyectan al árbol (Liu 1990, Reed y Yeiser 1990, Michael 1985, Buehring et al. 1971, Kirby et al. 1967). A pesar que los instrumentos como el hacha inyectora Hipo-hatchet son recomendadas para el control de malezas arbóreas (Everest y Patterson 1997) en Puerto Rico desde 1990 no se evalúan nuevos métodos para el control de malezas leñosas en los pastos.

### **3. OBJETIVOS**

Los objetivos para este estudio fueron:

1. Evaluar la efectividad de las mezclas de dicamba + 2,4-D (Banvel<sup>®</sup>) y picloram + 2,4-D (Tordon<sup>®</sup>), en árboles adultos de acacia blanca
2. Evaluar el instrumento inyector Hipo hatchet<sup>®</sup>
3. Determinar la dosis del herbicida utilizando el diámetro del tallo como indicador

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos para evaluar la eficacia del control químico en acacia blanca. El primero se realizó en el municipio de San Germán en una finca privada en el cual se evaluaron dos mezclas de los herbicidas picloram + 2,4-D y dicamba + 2,4-D diluidos en diesel. Con el método de aplicación de cortar y aplicar se evaluó el hacha inyectora (HI) Hipo-hatchet vs machete y pistola calibrada (MP). El segundo estudio se realizó en el municipio de Lajas en una finca privada en el cual se evaluó la mezcla del herbicida picloram + 2,4-D diluido en agua, utilizando el hacha inyectora (HI) Hipo-hatchet. Aquí se consideró el diámetro del árbol para la dosis aplicada. Los predios utilizados para este estudio fueron de pastos naturalizados invadidos por árboles de acacia blanca.

### 4.1 Experimento realizado en San Germán

El primer experimento se realizó en San Germán desde agosto 2007 a 2008 en un predio localizado en el barrio Duey Alto. El predio de la finca estaba compuesto de una población aproximada de 200 árboles de acacia blanca. Los árboles estaban en un rodal natural de la finca de 3.5 hectáreas. La altura promedio de la población de acacia blanca fue 7.6 metros. Este predio se utilizaba para pastoreo y estaba compuesto principalmente de una asociación de yerba estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y de yerba guinea (*Urochloa máxima*). La precipitación promedio anual fue de 1090 mm, con una temperatura promedio de 25°C (77°F). El suelo era de la serie Múcara, (*Clayey-skeletal, mixed, superactive, isohyperthermic, shallow Typic Ustothents* Lugo-Camacho et al. 2008). Se seleccionaron 144 árboles de acacia blanca a los que se marcaron con una etiqueta redonda de aluminio, numerada para poder identificar cada árbol según el tratamiento aplicado. Se seleccionaron 12 árboles para cada tratamiento.

Los herbicidas que se aplicaron a los árboles, era la mezcla de dicamba + 2,4-D, la mezcla de picloram + 2,4-D y el combustible diesel como diluyente y además se incluyó un control con diesel. Cada herbicida se diluyó con diesel a razón de 0, 25 y 50% (Cuadro 2). Utilizando el método de cortar y aplicar se evaluaron dos equipos para la aplicación de la mezcla de los herbicidas. Éstos fueron el Hipo-Hatchet® (HI) y el machete + pistola calibrada (MP) (Cuadro 3).

**Cuadro 2.** Métodos de aplicación de herbicidas y dosis correspondiente al experimento realizado en San Germán.

<b>Método de Aplicación</b>	<b>Herbicida</b>	<b>Dosis</b>
		<b>Concentración</b> —— (%) <sup>a</sup> ——
<b>Hacha</b>	<b>Picloram + 2,4-D</b>	<b>0</b>
<b>Hacha</b>	<b>Picloram + 2,4-D</b>	<b>25</b>
<b>Hacha</b>	<b>Picloram + 2,4-D</b>	<b>50</b>
<b>Machete</b>	<b>Picloram + 2,4-D</b>	<b>0</b>
<b>Machete</b>	<b>Picloram + 2,4-D</b>	<b>25</b>
<b>Machete</b>	<b>Picloram + 2,4-D</b>	<b>50</b>
<b>Hacha</b>	<b>Dicamba + 2,4-D</b>	<b>0</b>
<b>Hacha</b>	<b>Dicamba + 2,4-D</b>	<b>25</b>
<b>Hacha</b>	<b>Dicamba + 2,4-D</b>	<b>50</b>
<b>Machete</b>	<b>Dicamba + 2,4-D</b>	<b>0</b>
<b>Machete</b>	<b>Dicamba + 2,4-D</b>	<b>25</b>
<b>Machete</b>	<b>Dicamba + 2,4-D</b>	<b>50</b>

<sup>a</sup> % = Porcentaje del herbicida diluido en combustible diesel.

**Cuadro 3.** Instrumentos evaluados para la aplicación de los herbicidas.

Método	Descripción
<p>Hipo-hatchet<sup>® a</sup></p>  A specialized axe with a black handle and a silver metal head. The head has a unique design with a small nozzle-like opening at the top, connected to a thin white tube.	<p>El hipo-hatchet es un hacha con un sistema interno de aplicación de herbicida conectado por una manguera a un recipiente externo que contiene la solución. Cuando el hacha golpea el árbol, el filo de la hoja penetra la corteza. El impacto del golpe dirige el pistón hacia adelante dejando 1 ml de herbicida en el corte.</p>
<p>Machete</p>  A long, curved blade with a black handle, typical of a machete.	<p>Cuchillo grande y fuerte de un solo filo que se utiliza para eliminar malezas y cortar pequeños troncos.</p>
<p>Pistola calibrada</p>  A long, thin black spray gun with a trigger and a nozzle.	<p>Pistola de sifón para asperjar. Está compuesta de un gatillo ajustable que le permite controlar el volumen y una boquilla Teejet TG 5 que mantiene el patrón de rociado.</p>

<sup>a</sup> Hipo-hatchet es un instrumento distribuido por Forestry Supply<sup>®</sup> (Boletín Técnico M6348 2005).

Utilizando un machete se realizaron diez cortes en un ángulo de 45° alrededor del árbol. La profundidad del corte atravesó la corteza del árbol hasta llegar al cambium vascular. Luego utilizando la pistola calibrada se aplicó a cada corte un mililitro de la mezcla del herbicida diluido con diesel. Con el inyector Hipo-Hatchet<sup>®</sup>, se hicieron diez cortes (de la misma manera que con el machete) alrededor del tronco de cada árbol a diferencia de que con cada corte, el hacha inyectaba un mililitro de la mezcla del herbicida diluido con diesel. Con el tratamiento de la mezcla de picloram + 2,4-D se le aplicó a cada árbol la dosis equivalente de 0.0007 kg de *ae* de picloram + 0.0024 kg de *ae* de 2,4-D, según etiqueta del producto. Con el tratamiento de la mezcla de dicamba + 2,4-D se le aplicó a cada árbol la dosis equivalente de 0.0012 kg de *ia* de dicamba + 0.0034 kg *ia* de 2,4-D según etiqueta del producto.

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron sin aleatorizar, siendo distribuidos por cada 12 árboles, según se encontraban éstos en el predio. Primero se aplicaron los tratamientos con la mezcla del herbicida, picloram + 2,4-D con MP a sus respectivas dosis.

Para determinar el efecto de las aplicaciones de los herbicidas se cuantificó la mortalidad de los árboles usando una escala de daño visible, vivo o muerto a los cuales se les asignó un rango según el cuadro 4. Los datos se registraron a las 12, 32 y 48 semanas después de la aplicación de herbicida (SDH) (Michael 1985). La información en cada rango en la escala describe síntomas visuales presentados por los árboles.

**Cuadro 4.** Rango de daño visible de los árboles para evaluar la mortalidad por herbicidas.

<b>Rango</b>	<b>Descripción</b>
0	No control o daño visible, el árbol está vivo.
1	Se observa defoliación, epinastia en los rebrotes, la corteza del árbol se despega, cambia a un color oscuro (necrótico) y aparecen las termitas, árbol muerto.

(Adaptado de Michael 1985).

Los datos se analizaron mediante un modelo mixto, más el efecto aleatorizado de los árboles y la prueba de separación de medias (LSD) al nivel de probabilidad  $P \leq 0.05$ . Utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute 2003).

#### **4.2 Experimento realizado en Lajas**

El segundo experimento se realizó en Lajas desde mayo 2009 hasta abril 2010 en un predio localizado en la carretera 394 del Barrio Cerro Alto, al lado de la finca Mataró de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. Era un predio de 2.5 ha de pastos naturalizados que el agricultor deseaba desarrollar para el pastoreo y estaba compuesto principalmente de yerba guinea (*Urochloa máxima*). Los árboles estaban en un rodal natural de la finca que comprendía una población de 70 árboles. Los mismos tenían una altura promedio de 7.6 metros. La precipitación promedio anual fue de 1000 mm, con una temperatura promedio de 26°C (79°F), el suelo principal era de la serie Descalabrado, (*Clayey, mixed, superactive, isohyperthermic, shallow Typic Haplustolls* Lugo-Camacho et al. 2008). El herbicida que se aplicó fue una mezcla de picloram + 2,4-D. La concentración de herbicida que se utilizó fue 50% picloram + 2,4-D con agua como diluyente. De todos los tratamientos, la mezcla de picloram +

2,4-D fue el herbicida de mayor efectividad en el control de la acacia blanca utilizando el hacha inyectora. Para este estudio se seleccionaron 48 árboles de acacia blanca a los que se marcaron con una etiqueta redonda de aluminio numerada para poder identificar cada árbol según el tratamiento aplicado. Para cada tratamiento por rango se seleccionaron 12 árboles, según estos se encontraban en el predio. Para determinar la dosis del herbicida que se aplicó por tratamiento, se tomó en consideración el diámetro de tallo a la altura del pecho (dbh) de cada árbol. Se obtuvo un rango donde el árbol con el diámetro más pequeño fue el de 8 cm y el árbol con el diámetro más grande fue el de 26 cm. Ver descripción de tratamientos en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Tratamientos utilizados en Lajas y diámetro de los árboles tratados.

Tamaño del árbol dbh cm	Cantidad de Hachazos <sup>c</sup>	Rango	Herbicida
			Picloram 50%
8 - 11	10	Pequeño	+ <sup>a</sup>
12 - 14	15	Mediano	+
16 - 26	20	Grande	+
8 - 11	10	Pequeño	- <sup>b</sup>
12 - 14	15	Mediano	-
16 - 26	20	Grande	-

<sup>a</sup> tratamientos con picloram 50% diluido en agua

<sup>b</sup> tratamientos solo con agua

<sup>c</sup> cada hachazo inyectó 1ml de solución herbicida

Para la aplicación de los herbicidas, se utilizó el método de cortar y aplicar, con el hacha inyectora Hipo-hatchet<sup>®</sup>. Según se hicieron los cortes alrededor del tronco del árbol se inyectaba 1 ml del herbicida. A diferencia del experimento realizado en San Germán, los cortes se hicieron

formando un anillado alrededor del árbol a 6 pulgadas del suelo. Los tratamientos se distribuyeron en 3 rangos (pequeño, mediano y grande), en árboles tratados a los que se le aplicó la dosis equivalente de 0.0007 kg de *ae* de picloram + 0.0024 kg de *ae* de 2,4-D según la etiqueta del producto. El control fueron los árboles no tratados con herbicida, pero a los que se le hizo el anillado con el hacha inyectora solo con agua y se les aplicó la misma cantidad de hachazos correspondiente a su dbh según el rango.

Para determinar el efecto de las aplicaciones de los herbicidas a los árboles tratados se cuantificó la mortalidad usando una escala de daño visible vivo o muerto, a los cuales se le asignó un rango según el cuadro 4, para las 14, 32 y 48 semanas después de la aplicación de herbicida (SDH) (Michael 1985). La información en cada rango en la escala describe síntomas visuales presentados por los árboles.

Los datos se analizaron con un modelo mixto, más el efecto aleatorizado de los árboles. La diferencia entre medias se determinó con un LSD al nivel de  $P \leq 0.05$ . Utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute 2003).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 San Germán

El uso del diesel como diluyente, resultó adecuado y no se observaron problemas de dilución durante esta investigación. Esta afinidad la reportaron Buehring y colaboradores (1971) y Kirby y colaboradores (1967).

No hubo interacción entre el método de aplicación ni entre la mezcla de los herbicidas a través del tiempo. Por lo tanto, se compararon las medias para los efectos principales de la mortalidad, métodos, herbicidas y tiempo, observándose diferencias significativas en cada uno ( $P < 0.05$ ).

Cuando se evaluó la mezcla de los herbicidas, se observó diferencia significativa cuando se utilizó picloram al 50%, el cual resultó con un control mayor de 97% comparado con dicamba al 50% y al 25%. Esta última mezcla solo controló 74% y 27% respectivamente (Figura 1). No hubo diferencias significativa entre picloram al 25%, picloram y dicamba al 50%, pero fue significativamente superior a dicamba al 25% y el control (Figura 1). La mezcla de dicamba al 50% resultó en un control superior a dicamba al 25% y al control (Figura 1). El tratamiento de dicamba al 25% produjo mayor mortalidad que el control (Figura 1). Todos los tratamientos superan al control en mortalidad ( $P \leq 0.05$ ).

Liu (1990) informó un 90% de mortalidad con la aplicación de picloram al 100% en los árboles de acacia blanca. Reed y Yeiser (1990) reportaron un control de 90% en los árboles tratados con la mezcla de picloram en diferentes especies tales como el roble (*Quercus spp.*), olmo (*Ulmus alata*), “maple” (*Hacer rubrum*), y “hickory”. (*Carya spp.*). Más aun Kirby y colaboradores (1967), utilizando la mezcla de picloram controlaron el 100% de los árboles de

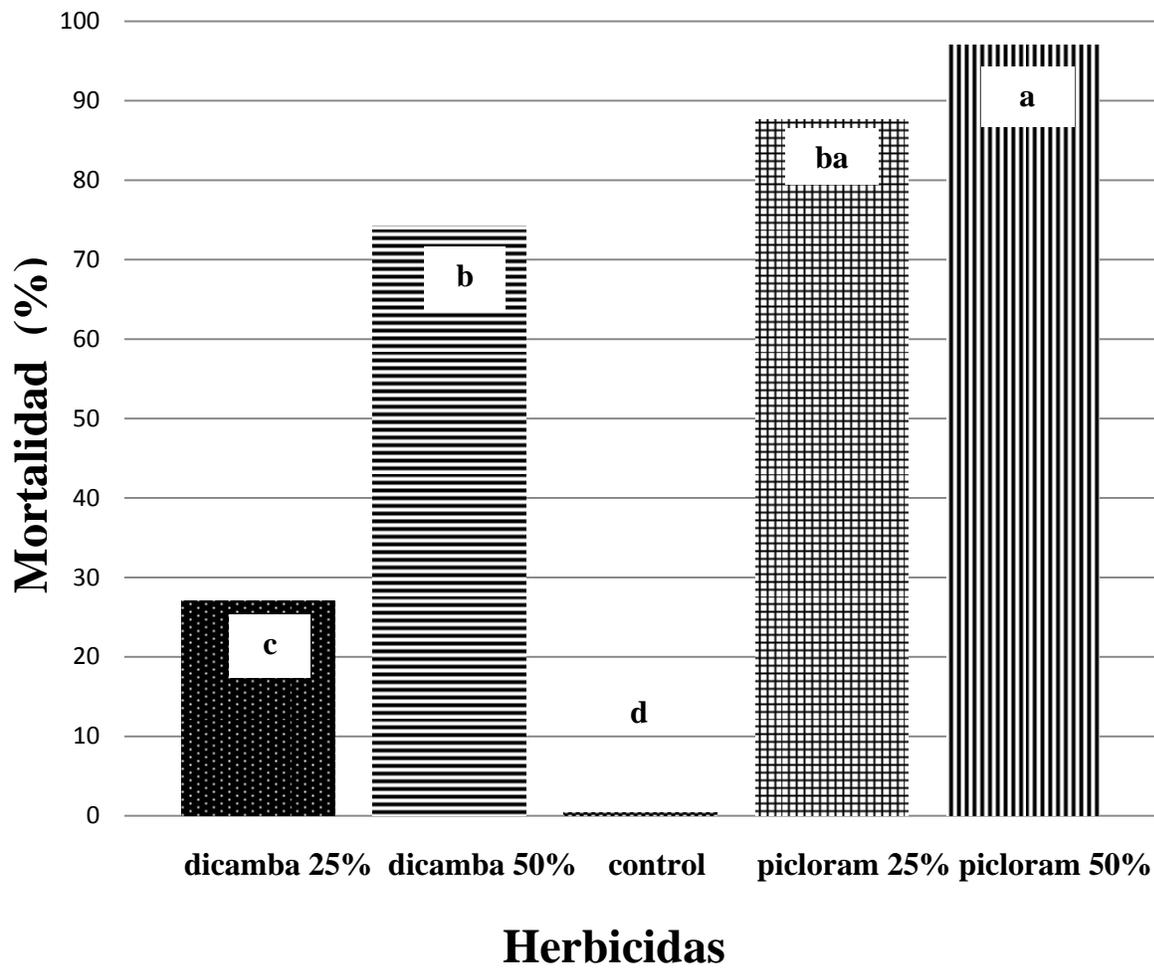
olmo. Al igual que estos estudios, en San Germán con la mezcla de picloram se registró una mortalidad de un 100% de los árboles de acacia blanca.

Otros herbicidas utilizados exitosamente para el control de malezas leñosas lo son glifosato, triclopyr y hexazinona los cuales controlan con éxito el cepillo de botella blanco (Scoles et al. 2006). Sin embargo no han sido reportado estudios que documenten la eficacia de los herbicidas antes mencionados para el control de la acacia blanca.

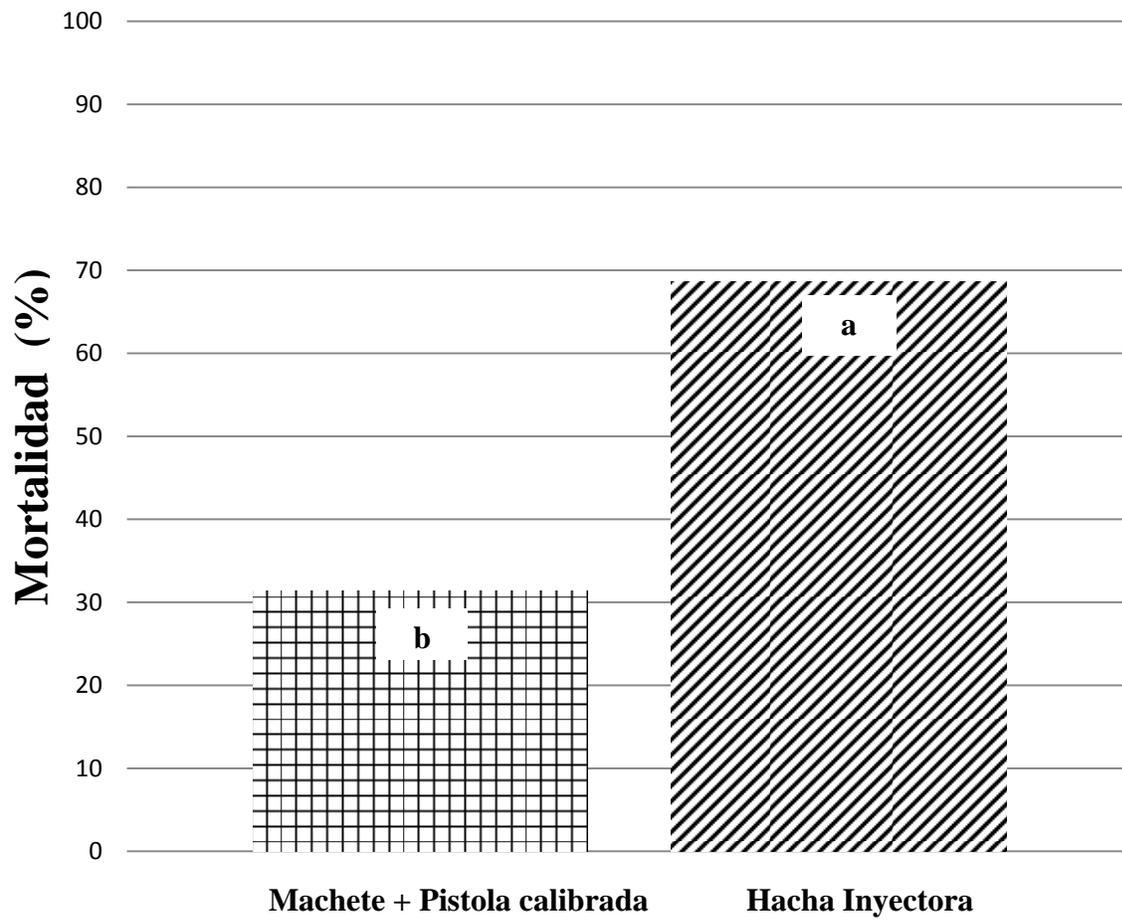
Los métodos de aplicación en este estudio HI y MP demostraron diferencias significativa ( $P \leq 0.05$ ) en el porcentaje de la mortalidad, demostrando que el HI obtuvo un mejor desempeño en el control de la acacia blanca resultando más del doble de efectiva con un 68% de mortalidad, cuando lo comparamos con el método del MP el cual controló un 31% (Figura 2). En el estudio realizado por Liu (1990) se reportó un 20% de mortalidad de árboles de acacia blanca cuando se utilizó el método del machete. Cuando comparamos el método de la inyección con otros métodos tradicionales de aplicación de herbicidas como la aplicación foliar, la inyección tiene un impacto mínimo en el ambiente y proporciona un método eficaz en el control de las malezas arbóreas (Michael 1985, Reed y Yeiser 1990). A diferencia de las aplicaciones foliares con helicóptero que pueden causar daño en árboles nativos (Langeland 2010), el método de la inyección es una alternativa para minimizar estos efectos. Otros métodos como lo son el tronco cortado y corte anular en la corteza son métodos de impacto mínimo al ambiente y a su vez exitosos en el control del cepillo de botella blanco en la Florida (Scoles et al. 2006).

Los resultados de este estudio demostraron, que los porcentajes de mortalidad a las 48 SDH fueron significativamente superiores a los de las 32 SDH. También la mortalidad a las 32 SDH fue superior que a las 12 SDH (Figura 3). Este efecto es acumulativo a través del tiempo.

A medida que transcurre el tiempo usualmente los porcentajes de mortalidad de los árboles aumenta (Reed y Yeiser 1990, Michael 1985, Kirby et al. 1967). Este patrón de mortalidad ha sido reportado por Liu (1990), Reed y Yeiser (1990), Michael (1985) y Bovey y colaboradores (1969).

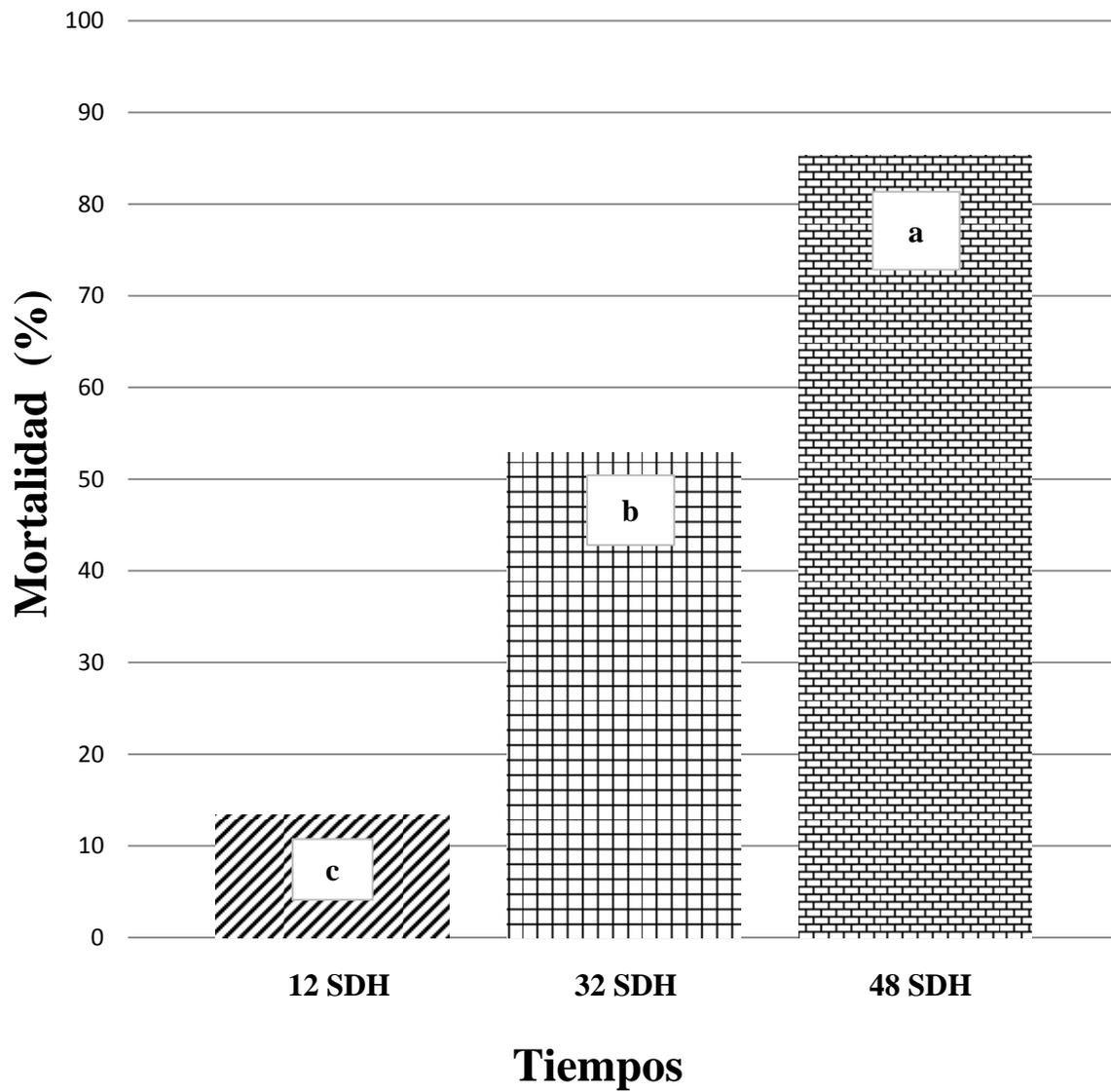


**Figura 1.** Control de la acacia blanca con los tratamientos de picloram + 2,4-D vs dicamba + 2,4-D, en el experimento de San Germán. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). Los herbicidas se diluyeron, con el combustible diesel.



### Métodos de Aplicación

**Figura 2.** Efecto del método de aplicación en el control de la acacia blanca en el experimento de San Germán. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

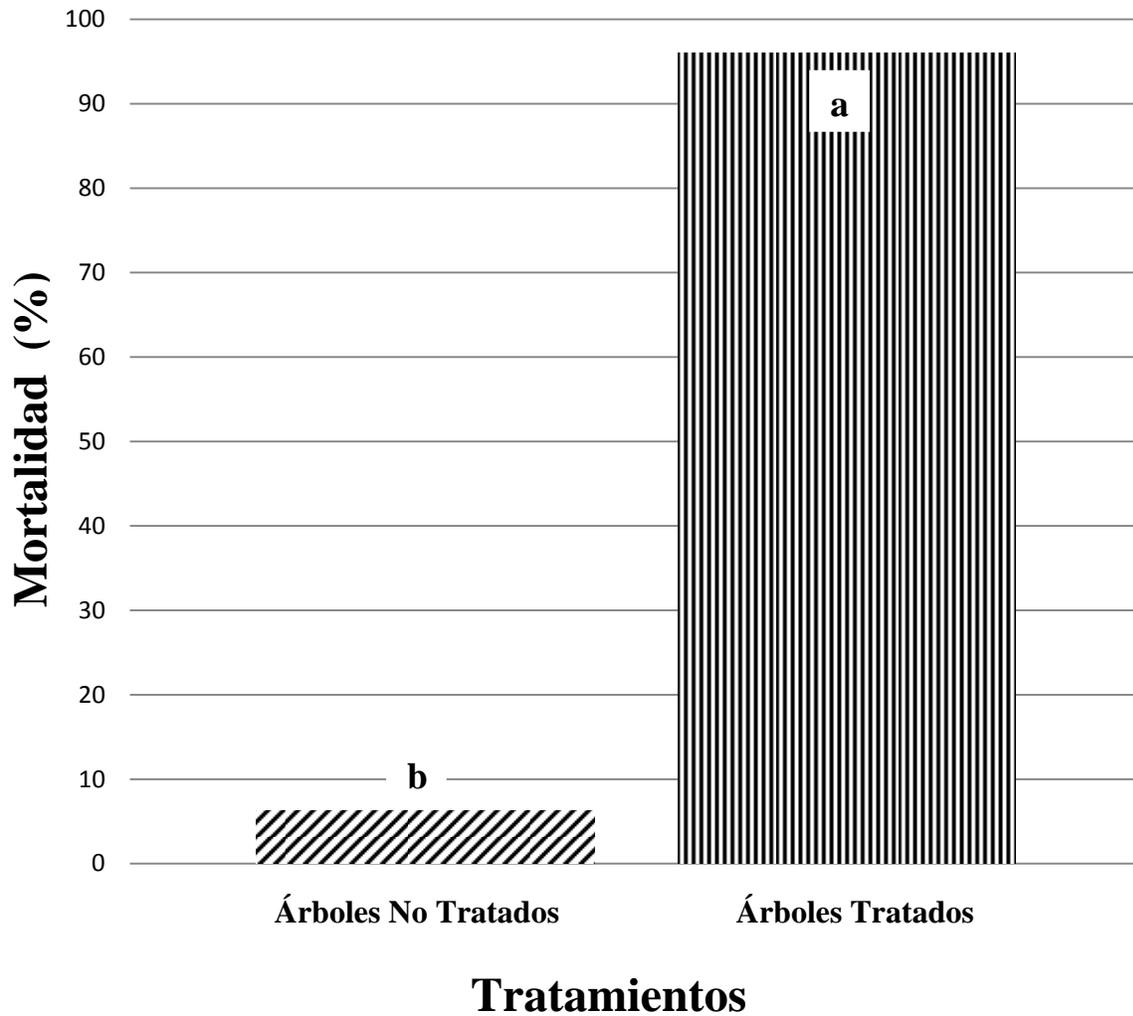


**Figura 3.** Mortalidad observada a 12, 32 y 48 semanas después de la aplicación de herbicida (SDH). Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

## 5.2 Lajas

El propósito de este estudio fue evaluar la eficacia del herbicida picloram + 2,4-D en árboles de acacia blanca, aplicado con el Hacha inyectora a diferentes dosis según el diámetro del tallo. No hubo interacción entre los árboles tratados, el tiempo, ni el diámetro, solo los árboles que se trataron resultaron con una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) en comparación con los que no se trataron (Figura 4). Michael (1985) obtuvo resultados similares utilizando el método de inyección a diferentes diámetros.

Los tratamientos de picloram + 2,4-D, con el HI al 50%, diluido con agua aplicados a los árboles de acacia blanca controlaron sobre un 90% de los árboles tratados. No hubo diferencia significativa entre los tratamientos según el diámetro de los árboles. Michael (1985) no encontró diferencia significativa entre los diámetros de los árboles tratados con tres herbicidas y comparados con picloram como control



**Figura 4.** Efecto del hacha inyectora y picloram al 50% en acacia blanca, correspondiente al experimento de Lajas. Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

## 6. CONCLUSIÓN

La utilización del hacha inyectora HI, resultó un método de aplicación eficaz cuando se utiliza con picloram + 2,4-D (Tordon), se puede obtener un control del 90% de los árboles en menos tiempo que con el MP. La utilización de este equipo sería una forma más económica de controlar malezas arbóreas que con el control mecánico.

A su vez picloram + 2,4-D demostró ser el herbicida más eficaz en el control de la mayor cantidad de árboles en menos tiempo. Se puede recomendar para el control de malezas arbóreas en los pastos y para la restauración de fincas abandonadas, para la siembra de forrajes mejorados.

La recomendación es utilizar el HI con picloram + 2,4-D a la dosis de un 25% diluido en agua, en vez de utilizar el producto al 100%, así resultaría en una reducción de costo. Es necesario asegurarse que el corte cubra toda la circunferencia del árbol para obtener el control deseado. Se deben realizar otros estudios que permitan hacer pruebas con éste método de aplicación a otras especies de árboles invasores a nivel local, como por ejemplo, Brazilian pepper-tree (*Schinus terebinthifolius*), tulipán africano (*Spahtodea campanulata*), entre otras, para evaluar este método de aplicación.

## 7. LITERATURA CITADA

- Ali, S. I. y S. Quraishi. 1967. A taxonomic study of the genus *Albizia* Durazz from West Pakistan. *Pakistan Journal of Forestry*. 17: 365-370.
- Almodóvar, L. 1989. Control de malezas en pastos cultivados y pastizales. *Memorias: 3<sup>era</sup> Conferencia sobre Pastos y Ganadería de Extensión Agrícola, Recinto Universitario de Mayagüez*, 2-3 marzo 1989. 123-130.
- Benthall, A. P. 1933. *The trees of Calcutta and its neighborhood*. Calcutta, India: Thacker Spink and Co. 513 pp.
- Bernier, L. S. y E. Abreu, 2000. *Plantas Invasoras en Puerto Rico. Informe cooperativo DRNA y UPR. No.1-6*. 4pp.
- Bohanan, D. R. y T. N. Jordan. 1995. Effects of Ultra-low Volume Application on Herbicide Efficacy using Oil Diluents as Carriers. *Weed Technology*. 9: 682-688.
- Bovey, R. W. y R. E. Meyer. 1985. Herbicide mixture for control of honey mesquite (*Prosopis glandulosa var. juliflora*). *Weed Science*. 33: 349-352.
- Bovey, R. W., A. F. Wiese, R. A. Evans, H. P. Morton y H. P. Alley. 1984. Control of weeds and woody plants on rangelands. *USDA and Univ. Minn. AB-BU-2344*. 16pp.
- Bovey, R. W., C. C. Dowler y J. P. Díaz-Colón. 1969. Response of tropical vegetation to herbicides. *Weed Science*. 17: 285-290.
- Buehring, N., P. W. Santelmann y H. M. Elwell. 1971. Responses of Eastern red Cedar to Control Procedures. *Journal of Range Management*. No. 5, 378-382.
- China-Rivera, J. D. 1992. *Invasion Dynamics of the Exotic Legume Tree Albizia procera (Roxb.) Benth. In Puerto Rico. A Dissertation Presented to the Faculty of the Graduate School of Cornell University*. 113pp.
- China, J. D. 1995. Production, dispersal and dormancy of seeds of *Albizia procera* (Roxb.) Benth., a woody weed of pastures in Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 74: 163-171.
- Chopra, R. N. R. L. Badhwar, S. L. Nayar. 1941. Insecticidal and piscicidal plants of India. *Journal of the Bombay Natural History Society*. 42: 854-902.
- Clinton, W. J. 1999. Executive Order 13112 of February 3, 1999; Invasive Species. Monday, February 8, 1999 / Presidential Documents. *Federal Register* 64: 6183-6186.

- Departamento de Agricultura, Oficina de Estadísticas Agrícolas. 2010. Ingreso Bruto Agrícola. p: 1-22. Cifras revisadas 2008/2009 y Preliminar 2009-10. Santurce, Puerto Rico.
- DiTomaso, J. M. 2000. Invasive weeds in rangelands: Species, impacts, and management. *Weed Sci.* 48: 255-265.
- Everest, J. W. y M. Patterson. 1997. Brush Control. Extension Weed Science Professor in Agronomy and Soils Auburn University. ANR-1058. Disponible en: <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1058>. Activo en Noviembre 2010.
- Ferrell, J., K. Langeland y B. Sellers. 2009. Herbicide Application Techniques for Woody Plant Control. University of Florida, IFAS Extension. SS-AGR-260. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu>. 6pp. Activo en Noviembre 2010.
- Ferriter, A. 2004. TAME Melaleuca. *Wildland Weeds Gainesville FL, USA.* 2: 5-7.
- Foy, C. L. editor. 1987. *Reviews of Weed Science, volume 3.* Weed Science Society of America, Champaign, IL, USA. 203 pp.
- Francis, J. K. y H. A. Liogier. 1991. Naturalized exotic tree species in Puerto Rico. USDA Forest Service, Southern Forest Experimental Station, General Technical Report SO-82. 15pp.
- Howard, S. W. y R. Parker. 1995. *Chemical Control for Woody Plants, Stumps and Trees.* Cooperative Extension College of Agriculture & Home Economics. Washington State University, Pullman Washington. EB1551. 13pp.
- Johansson, T. 1988. Preventing stump regrowth with herbicide-applying tree cutter. *Weed Research.* 28: 353-358.
- Kirby, B., P. Stryker y P. Santelmann. 1967. Ground Treatments for Control of Winged Elm on Rangeland. *Journal of Range Management.* 3, 158-160.
- Langeland, K. A. 2010. Herbicidas para exterminar árboles invasivos en la jardinería doméstica. University of Florida, IFAS Extension. SS-AGR-127-S. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu>. 6pp. Activo en Noviembre 2010.
- Langeland, K. A. 2003. Herbicide Advice for Homeowners. *Wildland Weeds Gainesville FL, USA.* 4: 11-12.
- Little, E. L. (Jr.), F. H. Wadsworth y J. Marrero. 1977. *Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes.* Editorial Universitaria, Univ. de P.R. 731 pp.
- Liu, L. C. 1990. Chemical control of Albizia and mesquite in two selected pastures in Southwestern Puerto Rico. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico.* 74: 433-439.

- Lugo, A. E. 2004. The outcome of alien tree invasions in Puerto Rico. *Frontiers of Ecology Environ.* 2: 265-273 pp.
- Lugo, M. de L., R. Ramos y L. C. Liu. 1995. Weed control in pasture establishment. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico.* 79: 181-182.
- Lugo-Camacho, J. L., S. Ríos-Tirado y M. Cortés-Colón. 2008. Soil Survey of San Germán Area, Puerto Rico. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Disponible en: [http://soils.usda.gov/survey/printed\\_surveys/](http://soils.usda.gov/survey/printed_surveys/). Activo en Noviembre 2010.
- Mallory-Smith, C. A. y E. J. jr. Retzinger. 2003. Revised classification of herbicides by site of action for weed resistance management strategies. *Weed Technology.* 17: 605-615.
- McGinty, A. y D. Ueckert. 2005. Brush Busters How to Beat Mesquite. Agri Life Extension Texas A&M System, L-5144. 2pp. Disponible en: <http://AgriLifebookstore.org> Activo en Noviembre 2010.
- Michael, J. L. 1985. Hardwood control by injection with two new chemicals. *Proceedings. South Weed Science Society.* 38: 164-167.
- Parrotta, J. A. 1987. *Albizia procera* (Roxb.) Benth. Silvics Manual of tropical trees. USDA Forest Service, Institute of Tropical Forestry, SO-ITF-SM-6. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Station. 4pp.
- Parrotta, J. A. 1988. *Albizia procera* (Roxb.) Benth. *white siris tall albizia*. Leguminosae (Mimosaceae) Legume Family; *SO-ITF-SM-7*. New Orleans, LA: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry: 4. 20.
- Parrotta, J.A., J. M. Roshetko. 1997. FACT Sheet. *Albizia procera*: white siris for Reforestation and Agroforestry. Forest, Farm, and Community Tree Network (FACT Net). FACT 97-01: 39-40.
- Parrotta, J. A. 2000. *Albizia procera* (Roxb.) Benth. White siris, Tall albizia. SO-ITF-SM-6. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Station. 4pp.
- Pimentel, D., R. Zuñiga, D. Morrison. 2005. Update on environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the Unites States. *Ecological Economics* 52: 273-288.
- Pimentel, D., M. S. Hunter, J. A. LaGro, R. A. Efronyson, J. C. Landers, F. T. Mervis, C. A. McCarthy and A. E. Boyd. 1989. Benefits and risks of genetic engineering in agriculture. *Bioscience* 39: 606-614.

- Prather, T. 2009. Weed Control in Pasture and Rangeland. Pacific Northwest Weed Management Handbook. 2010, edition. 460-465.
- Reed, D. J. y L. Yeiser. 1990. Injecting imazapyr (chopper) with wide spacings. Proceedings. South Weed Science Society. 43: 196-200.
- Scoles J.C., P.D. Pratt, C.S. Silvers, K.A. Langeland, M.J. Meisenburg, A.P. Ferriter, K.T. Gioeli, y C.J. Gray. 2006. The land manager's handbook on integrated pest management of *Melaleuca quinquenervia*. 56 pp.
- Smith, A. E. y L. D. Martin. 1995. Weed management systems for pastures and hay crops. p: 477- 517 in: Handbook of Weed Management System. Ed. Albert E. Smith. Marcel Dekker Inc. New York, N.Y.
- SAS. 2003. SAS v. 9.1. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.USDA-NASS. 2007. Census data. Disponible en: [http://www.nass.usda.gov/Data\\_and\\_Statistics/index.asp](http://www.nass.usda.gov/Data_and_Statistics/index.asp) Activo en Noviembre 2010.
- Troup, R. S. 1921. The silviculture of Indian trees. Clarendon Press, Oxford, UK:1195 pp.
- Vallentine, J. F. 2004. Herbicides for plant control. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-136. Chapter 10. 89-100.
- Vencill, W. K. editor. 2002. Herbicide handbook, 8<sup>th</sup> edition. Weed Science Society of America, Lawrence, KS, USA. 493 pp.
- Venkataramany, P. 1968. Silviculture of genus Albizia and species. Silviculture of Indian trees, No.22 Delhi: Government of India.
- Young, A. R., R. A. Evans, J.D. Budy y A. Torell. 1982. Cost of controlling maturing western juniper trees. Journal of Range Management. 35: 437-442.