

CONTROL DE MALEZAS EN UNA PLANTACION DE *Eucalyptus*
camaldulensis Dehn EN NICARAGUA

RESULTADOS EN UN ENSAYO

Augusto Otárola T.
Luis Ugalde A.
Miguel Reyes

Estudio realizado por el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, IRENA/CATIE/ROCAP No.596-0089

Para la reproducción del presente documento se recibió apoyo financiero del Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo, DDA, por medio de INFORAT: Información y Documentación Forestal para América Tropical

CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica, 1983

OTAROLA, T.A*, UGALDE, A.L** y REYES, M.*** Control de malezas en una plantación de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. en Nicaragua, resultados de un ensayo. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 20 p.

RESUMEN

Se presentan los resultados del control de malezas en una plantación de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. hasta la edad de 16 meses. Los tratamientos fueron: aplicación de Goal (oxifluorfen) 4,0 l/ha, Roundup (glifosato) 3,0 l/ha, Gramoxone (paraquat) 2,0 l/ha, limpia alrededor del árbol en un círculo de 1,0 m de diámetro, limpia con machete y testigo. Los tratamientos se aplicaron cuatro veces, durante un período de casi seis meses, utilizándose un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones. Las parcelas útiles fueron de 49 árboles plantados a 2,0 x 2,0 m.

Para el crecimiento en altura de los árboles no se encontraron diferencias significativas a los seis meses de edad, pero sí para diámetro y altura a los 12 y 16 meses. El mejor crecimiento tanto en altura como en diámetro se obtuvo en orden decreciente para los tratamientos Roundup, Gramoxone, machete, limpia alrededor del árbol, Goal y testigo. La sobrevivencia de los árboles a los 16 meses de edad fue similar entre los tratamientos con un promedio de 98%.

La comparación entre costo y crecimiento en altura de los árboles permitió ubicar los tratamientos en orden de prioridad, al Gramoxone, limpia alrededor del árbol, machete, Roundup y Goal. De existir suficiente mano de obra disponible puede utilizarse limpia con machete, limpia alrededor del árbol o una combinación de ambos. En el caso de optar por un control químico, el Gramoxone resultó ser el mejor de los productos ensayados y se hace necesario investigar más sobre la dosis y época de aplicación de éste producto.

SUMMARY

Results are presented for the control of weeds in a plantation of *Eucalyptus camaldulensis* up to 16 months old. The treatments were: application of Goal (oxifluorfen) 4.0 l/ha, Roundup (glyphosate) 3.0 l/ha, Gramoxone (paraquat) 2.0 l/ha, cleaning a circle 1.0 m in diameter around the tree, cleaning with a machete and a control. Treatments were applied four times over a period of six months. The complete randomized block design had five repetitions. The measured plots had 49 trees planted at 2.0 x 2.0 m.

Differences in height growth were not significant at six months, but were significant for both height and diameter at 12 and 16 months. The best growth both in height and diameter was obtained, in decreasing order, with Roundup, Gramoxone, machete, cleaning around the tree, Goal and control. Survival of the trees at 16 months of age was similar between the treatments, with a mean of 98%.

The comparison between cost and growth in height of the trees gave the following order of preference: Gramoxone, cleaning around the tree, machete, Roundup and Goal. If sufficient hand labour is available one should use cleaning with machete, cleaning around the tree or a combination of the two. If chemical control is preferred; Gramoxone is the best of the products tested. Further trials should be conducted into the optimum dose and timing of application for this product.

* M.S. Silvicultor, IRENA-CATIE, Managua, Nicaragua
** M.S. Silvicultor, CATIE, Turrialba, Costa Rica
*** Ing. Agr. IRENA, Managua, Nicaragua

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN-SUMMARY	i
1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1
2. REVISION DE LITERATURA	2
2.1 Malezas	2
2.2 Control químico	3
3. MATERIALES Y METODOS	6
3.1 Localización y características de sitio del estudio	6
3.2 Diseño y tratamientos aplicados	7
3.3 Variables medidas y análisis realizados	8
4. DISCUSION DE LOS RESULTADOS	9
4.1 Crecimiento en altura y diámetro	9
4.2 Desarrollo de las malezas	
4.3 Costo del control de malezas	11
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	14
6. LITERATURA CITADA	16
7. ANEXO-Resumen del análisis de varianza para altura y diámetro	18
Fotografías	19-20

CONTROL DE MALEZAS EN UNA PLANTACION DE *Eucalyptus*
camaldulensis Dehn EN NICARAGUA

RESULTADOS DE UN ENSAYO

Augusto Otárola T.*
Luis Ugalde A.*
Miguel Reyes*

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Casi ninguna plantación forestal o cultivo en general prospera, si no se adoptan oportunas medidas de control de la vegetación competidora. En las regiones tropicales la experiencia es amplia sobre pérdida de áreas reforestadas, como consecuencia del efecto de las malezas sobre el cultivo principal.

En cuanto a la competencia existe un período crítico para el cultivo principal, variable y poco definido, de competencia por luz, nutrientes y humedad. En el caso de los árboles la competencia de las malas hierbas deja de ser importante cuando el dosel del bosque se cierra, o sea que la copa de los árboles casi no permite el paso de rayos solares directos a la superficie del suelo. El largo del período hasta el cierre depende de varios factores.

En las regiones tropicales, con una estación seca definida de hasta seis meses, las malezas no sólo son perjudiciales para el cultivo principal, por la competencia en el período de mayor crecimiento vegetativo (época de lluvias y en la época seca sino también por el peligro de propagación de incendios forestales en la vegetación herbácea. Estas son las condiciones que caracterizan gran parte del Pacífico Norte, Central y Sur de Nicaragua y en donde se han establecido varias plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* con diferentes fines de producción.

* Los autores agradecen a los Ings. John Palmer y Jan Bauer por la revisión y sugerencias al manuscrito. Al Dr. Rodolfo Salazar por el análisis de los datos, al Técnico Agr. José F. Morales y obreros de IRENA por colaborar en las mediciones de campo.

Un plan silvicultural que tienda a incrementar las probabilidades de éxito, de estas plantaciones debe considerar las prácticas de control de malezas como una actividad esencial. Al respecto hay toda una gama de sistemas para erradicar malezas, que van desde una simple eliminación manual, empleo de instrumentos mecánicos, hasta el empleo muy generalizado de productos químicos o una combinación de los mismos. Sin embargo, la selección del método más apropiado será aquel que cumpla el propósito antes señalado al menor costo posible.

En Nicaragua el control de malezas en las plantaciones forestales se realiza generalmente en forma manual y se tiene poca experiencia con el control químico así como la falta de cuantificación de los costos por unidad de superficie con ambos tipos de control. En base a esto se realizó el presente estudio que tuvo como objetivo principal comparar cinco métodos de control de malezas, medir su efecto sobre el crecimiento en altura, diámetro y sobrevivencia de los árboles; y como objetivo secundario determinar costos de aplicación por unidad de superficie, en una plantación de *Eucalyptus camaldulensis* en el Gurú, Nicaragua.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 MALEZAS

En general toda planta que crece donde no se le sembró y que no da un beneficio conocido, se le denomina maleza. Estas generalmente son dañinas, por que compiten por espacio, luz, agua y nutrientes con los cultivos, disminuyendo notablemente la producción.

Según Locatelli y Doll (11), las malezas afectan directamente o indirectamente el rendimiento de los cultivos y este fenómeno se conoce con el nombre de competencia, mientras que alelopatía es el efecto de algunas plantas sobre el desarrollo de otras. Así por ejemplo las raíces de nogal (*Juglans nigra*) producen 5 hidroxi-alfa-naftaquinone, que inhibe el desarrollo de muchas especies. Por otro lado, el abundante coyolito (*Cyperus rotundus*) es otra especie que se ha comprobado que produce sustancias inhibitoras en el desarrollo de cultivos y otras malezas. Agregan estos autores que es muy difícil separar los

efectos de competencia y alelopatía, especialmente cuando se refiere a malezas pérennes. Por lo tanto se ha reemplazado el concepto de competencia con la palabra "interferencia", que comprende los efectos tanto de competencia como de alelopatía.

En relación a la necesidad de controlar las malezas y métodos de control de estas, Hillis y Brown (9), Chapman y Allan (2) y FAO (5) mencionan que los eucaliptos en general, son plantas delicadas y sensibles a la influencia de las malas hierbas que crecen y compiten con ellas. Por lo tanto necesitan para su crecimiento normal limpiezas constantes durante las primeras etapas de crecimiento. En el mismo sentido agrega Mauro (12) que el control de la vegetación indeseable, en la fase de crecimiento, puede significar un equivalente de hasta un 50% del costo total de la plantación.

Las fuentes bibliográficas coinciden en agrupar los métodos de control de malezas en tres grandes grupos: control cultural, control mecánico y control químico. La combinación de estos origina el control integrado, muy promocionado últimamente.

2.2 CONTROL QUIMICO

De acuerdo a Doll (4), el control químico está referido al empleo de sustancias químicas naturales o sintéticas, que aplicadas sobre las malezas las intoxica, ocasionando trastornos en su función normal. Estas sustancias son conocidas como herbicidas o fitocidas.

Shenk (16), al referirse a los herbicidas aplicados al follaje considera que el herbicida debe tener las siguientes características: hacer contacto con la planta, retenerse sobre la hoja, moverse al sitio de acción y permanecer en su forma tóxica por un tiempo suficientemente largo para ejercer su efecto fitotóxico.

Uso de Gramoxone (paraquat)

Gramoxone (Dicloruro de 1,1-dimetil 4,4 bupiridilo), conocido comercialmente como paraquat (18) mata toda planta donde se aplica (no selectivo), y ha sido usado para eliminar pastos y malezas diversas.

Pérez y Palecano (15) afirman que el Gramoxone es el prototipo de los herbicidas de contacto, con acción quemante sobre la parte tratada. Pero como el herbicida no tiene contacto con las raíces, las malezas regeneran rápidamente, por lo que se considera igual al efecto que se logra con una limpia manual con machete.

La época de aplicación más recomendable es cuando las malezas están en crecimiento. Es importante que transcurra por lo menos seis horas sin llover después de la aplicación y que este haya sido aplicado cuando las plantas no están mojadas, en una dosis de 1 l por estación de agua o 80 cc por bomba de 16 l (4).

Algunas casas comerciales, sugieren una dosis de Gramoxone del orden de 2 l/ha para combatir un complejo normal de malezas. Una dosis de 3 l/ha, sirve en cambio para áreas con predominancia de gramíneas. Doll (4) recomienda una dosis de 2 l/ha de Gramoxone, para controlar malezas en yuca (*Manihot utilisima*), en una aplicación postemergente.

Uso de Goal (oxifluorfen)

En los últimos años, el control de malezas en cafetales ha experimentado un gran avance con el uso del Goal 2-cloro-1-(3-etoxy-4 nitrofenoxi)-4- (trifluorometil benzeno) conocido comercialmente como oxyfluorfen (18), herbicida selectivo de acción preemergente y en menor grado postemergente, debido a que el producto permanece en el suelo y actúa directamente sobre las semillas de las malezas y no sobre las raicillas de las semillas germinadas, como lo hacen otros herbicidas preemergentes.

El Goal es considerado como herbicida de contacto en posemergencia temprana sin efecto **sistémico**, forma una barrera química-residual en la superficie del suelo con acción sobre los tejidos meristemáticos foliares pero no sobre los tejidos radiculares. Debido a su baja solubilidad, este producto es inactivado por los coloides del suelo, resistiendo así la lixiviación y el lavado superficial. Su residualidad intóxica y mata las hierbas en el momento de germinar (14). Es recomendable que la superficie del suelo este húmeda para que el producto se active y ejerza su acción (15).

La dosis como producto granulado para almácigos de café (*Coffea arabica*) puede ser 7 g/m^2 , mientras que el Goal 2-EC líquido se aplica a razón de 300 a 1000 cc por 200 l de agua. La dosis comercial de 4 l/ha de Goal, es recomendable para combatir un complejo normal de malezas con predominancia de gramíneas u hojas anchas, siempre que estas no tengan un crecimiento muy vigoroso (8).

Mauro (12) en un experimento realizado en Minas Gerais, Brasil, para evaluar la tolerancia de 10 especies de eucaliptos a una dosis de nueve diferentes herbicidas, encontró que: los mejores resultados de sobrevivencia fueron proporcionados por los herbicidas, Enide (difenamida), Goal (oxifluorfen), Kerb (pronamida) y Surflan (orizalina); en contraste con Velpar (hexazinona) e Hyvar (bromacil) que provocaron muerte total de las plantas de todas las especies. *Eucalyptus tereticornis* Smith, *E. citriodora* Hooker y *E. maculata* Hooker, fueron las especies más tolerantes de Gesatop (*simazina*). A pesar de los altos índices de sobrevivencia, síntomas de toxicidad fueron observados en todas las especies debido a Herban (norea).

La Corporación Nacional de Reforestación de Venezuela, CONARE (17), ha utilizado con buenos resultados Goal para el control de malezas en viveros. La dosis utilizada empleada oscila entre 2,5 l/ha a 5,0 l/ha en especies como *Pinus caribaea* y *Eucalyptus camaldulensis*. En Honduras también se han tenido buenos resultados con el Goal para controlar malezas en viveros para la producción de plantas de *Pinus caribaea* (14).

Uso de Roundup (glifosato)

El Roundup N-(fosfometil) glicina, conocido comercialmente como glifosato (18) es el herbicida sistémico de más amplio espectro en el control postemergente de casi todas las malezas anuales, bianuales y perennes, tanto monocotiledoneas (gramíneas y ciperáceas) como dicotiledonas (malezas de hojas anchas) (15).

El Roundup, no tiene actividad en el suelo, por lo tanto no causa daños a los cultivos sembrados en superficies tratadas, ni adyacentes. Para el control de la mayor parte de las malezas anuales se recomiendan 59 cc del producto químico en 3,8 l de agua para cada 92 m² de superficie a tratar; mientras que para las malezas perennes es preferible mezclar 89 cc, en 3,8 l para la misma superficie (6).

Según Pérez y Palacano (15), la dosificación mínima efectiva de Roundup demostrada por investigación es de 1,4 l por 200 l de agua. Posteriormente se determinó que con la adición de 1,5 l de urea o sulfato de amonio es posible disminuir a la mitad la dosis de este producto.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE SITIO DEL ESTUDIO

El experimento está ubicado en la localidad del Gurú, Municipio de León, en el kilómetro 76 desde Managua.

Climatológicamente el sitio está caracterizado por una temperatura media anual de 27,9°C, precipitación media anual de 1625 mm, las lluvias ocurren de mayo a octubre (6 meses), y la altitud es de 40 msnm (7). Según el diagrama de zonas de vida de Holdridge (10) el sitio corresponde al bosque seco tropical.

Los suelos son clasificados como vertisoles, imperfecto o pobremente drenados con arcillas negras pesadas (sonsocuite), generalmente profundos o moderadamente profundos, casi planos o ligeramente inclinados, con contenido moderado de materia orgánica, bajos en fósforo y de bajo a medio en potasio (1).

Las especies arbóreas nativas más comunes en el sitio del estudio son: *Enterolobium cyclocarpum* (guanacaste), *Samanea saman* (genízaro), *Albizia caribaea* (guanacaste blanco), *Simaruba glauca* (aceituno) y *Crescentia alata* (jícaro sabanero), por citar los más relevantes. En el caso de las hierbas, *Panicum trichoides* (zacate conchita), *Cyperus rotundus* (coyolito), *Portulaca oleracea* (verdolaga), entre otros.

3.2 DISEÑO Y TRATAMIENTOS APLICADOS

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con seis tratamientos, cinco repeticiones y 49 árboles por parcela (foto 1 del anexo). Las parcelas útiles fueron de 7 x 7 árboles plantados a 2,0 x 2,0 m con una área de 196 m².

Los tratamientos se indican a continuación:

Testigo (sin limpia)

Limpieza con machete, a ras del suelo

Limpieza con azadón alrededor del árbol* ("caseo") en un círculo de 1,0 m de diámetro

Paraquat 0,4 kg/ha, (Gramoxone, 2,0 l/ha)

Glifosato 1,5 kg/ha, Roundup 3,0 l/ha

Oxifluorfen 1,0 kg/ha, (Goal 4,0 l/ha)

La plantación forestal se estableció en junio de 1981, tres días después de una limpieza total con machete. Se utilizó planta entera producida en bolsa con semilla recolectada en plantaciones en León, Nicaragua, que a su vez estas fueron establecidas con semilla de procedencia Petford, Australia. La aplicación de los tratamientos se inició a los 60 días posteriores a la plantación. A este tiempo las hierbas alcanzaron una altura promedio de 50 cm. Todos los tratamientos fueron aplicados al inicio al mismo tiempo y se repitieron cuatro veces, cada vez que se consideró oportuno de acuerdo al desarrollo alcanzado por

* Descrito por Chapman y Allan (2) como control en manchas.

las malezas. La limpieza con machete se realizó en toda el área de la parcela a ras de la superficie del suelo y el caseo con azadón en un círculo de 1,0 m de diámetro. Las aplicaciones de Goal, Gramoxone y Roundup se hicieron en toda el área de la parcela experimental con bomba de mochila y con boquilla del tipo abanico. En todos los casos fue necesario el deshierbe a mano para eliminar plantas trepadoras que afectaban seriamente al árbol. A los cuatro meses aproximadamente de haberse plantado se hizo la segunda aplicación. A los cinco meses, se hizo la tercera aplicación, variando al 60% de la dosis original de Roundup debido a la poca cantidad de malezas que existía. La última aplicación se realizó casi a los seis meses desde la plantación, que coincidió con el final de la época lluviosa y la concentración de Roundup se redujo al 10% por la misma razón indicada anteriormente.

Los productos químicos se adquirieron localmente, a un costo variable por galón; Goal a C\$909, Gramoxone a C\$209 y Roundup a C\$722*.

3.3 VARIABLES MEDIDAS Y ANALISIS REALIZADOS

- Supervivencia a los 30 días y a los 16 meses de edad de la plantación
- Altura a los 6, 12 y 16 meses de edad, en dm
- Diámetro a la altura del pecho (DAP), a los 16 meses de edad en mm.

La evaluación de los resultados se hizo por medio del análisis de varian-za, conforme el modelo propuesto y la prueba de rango múltiple de Tukey.

La expresión matemática del modelo fue la siguiente:

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + (TB)_{ij} + E_{ijk}$$

donde: Y_{ijk} = una observación cualquiera
 U = media poblacional
 T_i = efecto del tratamiento
 B_j = efecto del bloque
 $(TB)_{ij}$ = efecto de la interacción
 E_{ijk} = error

* Existen dos cambios oficiales por un dólar de Estados Unidos de América; tales cambios son 10 y 27,50 córdobas (setiembre 1983).

4. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

4.1 CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIAMETRO

Los datos sobre altura y diámetro a los 6, 12 y 16 meses de edad, se presentan en el Cuadro 1. Se observa que el mejor crecimiento tanto en altura como en diámetro se obtuvo en orden decreciente para los tratamientos Roundup, Gramoxone, machete, caseo con azadón, Goal y testigo.

Cuadro 1. Prueba de Tukey* para altura y diámetro según tratamientos y a tres edades de crecimiento de *Eucalyptus camaldulensis*, en el Gurú, Nicaragua.

Tratamientos	6	12	16 meses		
	meses	meses	Altura promedio (dm)	DAP** promedio (mm)	Sobrevivencia en %
Roundup	21,6	45,9	61,5	54,8	94
Paraquat	18,8	36,9	50,1	43,5	98
Machete	18,8	33,2	44,9	39,0	100
Caseo con azadón	17,3	28,2	37,4	33,8	99
Goal	15,7	26,7	35,5	32,8	97
Testigo	14,9	22,5	30,1	29,3	98

* Con una probabilidad $P < 0,05$

** Promedio en base a árboles con DAP mayor a 20 mm

El análisis de **varianza** (Cuadro A del anexo) mostró que no hubo diferencia significativas en altura a los 6 meses, lo que significa que a esta edad a pesar de haber diferencias en altura entre los tratamientos (Cuadro 1) estas no fueron grandes. Sin embargo el crecimiento en diámetro se vió fuertemente afectado, esencialmente en los tratamientos de Goal y el testigo donde las malezas **ejercieron mayor interferencia**. A la edad de 12 y 16 meses las diferencias en el crecimiento en altura y diámetro fueron mayores, alcanzando diferencias **significativas entre** tratamientos y no entre repeticiones, ni para la interacción **repetición por tratamiento**.

La prueba de Tukey (Cuadro 1) para altura y diámetro ayudó a detectar diferencias y agrupar tratamientos a los 12 y 16 meses de edad. A los 16 meses cuando se detectaron las mayores diferencias, fue posible distinguir tres grupos de tratamientos en orden de importancia. El primer grupo está representado por el Roundup y Gramoxone; un segundo grupo formado por machete y caseo con azadón; y el tercer grupo donde se obtuvo el menor crecimiento formado por los tratamientos Goal y testigo.

El Roundup alcanzó a los 16 meses una altura y diámetro de 62 dm y 55 mm en relación al testigo con 30 dm y 29 mm en altura y diámetro respectivamente. Esta diferencia es en promedio un 97% más de crecimiento del Roundup sobre el testigo para estas dos variables. Esta misma comparación de Roundup en relación al control con machete considerado el método tradicional representó una diferencia promedio de 39% a favor del primero. En relación a la sobrevivencia de los árboles a pesar de la fuerte interferencia que ejercieron las malezas principalmente en el tratamiento con Goal y el testigo, los promedios de sobrevivencia entre tratamientos fueron altos y similares con un rango entre 94% - 100% y un promedio de 98%. Esto muestra que la especie subsiste a la fuerte competencia, aunque los árboles se ven perjudicados fuertemente en su desarrollo.

Estos resultados muestran claramente el efecto de la interferencia que las malezas llegan a ejercer sobre los árboles tanto en altura como en diámetro sino se proporciona un adecuado mantenimiento de la plantación. El crecimiento en altura tuvo un comportamiento similar al crecimiento en diámetro, lo que muestra alta relación entre estas variables determinantes del crecimiento de los árboles.

4.2 DESARROLLO DE LAS MALEZAS

El comportamiento de las malezas fue muy diferente entre los tratamientos. En las parcelas donde se aplicó Roundup hubo una eliminación completa de las malezas durante toda la fase del experimento (foto 2), lo cual se atribuye a las buenas cualidades del herbicida sistémico de amplio espectro que tiene este producto químico. El desarrollo de las malezas fue similar en los tratamientos con Gramoxone, machete y caseo con azadón, ejerciendo un control adecuado de las malezas. El tratamiento con Goal no permitió un control

adecuado de las malezas, lo que produjo una interferencia fuerte de las malezas.

La ineficiente acción del Goal se atribuye principalmente a que el uso más apropiado de este producto químico es como preemergente con acción sobre las semillas selectivo sin efecto sistémico y en menor grado como post-emergente, como fue utilizado en este estudio. En el control de caseo con azadón a partir de los cuatro meses de haberse iniciado el experimento, las malezas que crecían alrededor del círculo limpiado comenzaron a ejercer una fuerte competencia con los árboles, aunque un poco menor que la competencia del tratamiento con Goal.

La interferencia ejercida por las malezas en el tratamiento testigo fue alta desde un inicio del experimento y a los tres y cuatro meses de iniciado el experimento las malezas alcanzaron alrededor de 1,70 m de altura. Observaciones en el campo (foto 3) muestran que los árboles se desarrollaron fuertes con mejor forma, más rectos, en los tratamientos con Roundup, machete y Gramoxone donde hubo un mejor control de las malezas, en comparación con el testigo (foto 4), en el que se observó una fuerte interferencia de la maleza sobre el árbol, produciendo la pérdida en vigor, clorosis generalizada y principalmente crecimiento muy pobre, en donde un alto porcentaje de los árboles no superaron los 20 mm de diámetro a los 16 meses de edad. Esto reafirma lo mencionado por varios autores (2, 5, 9, 12) sobre la sensibilidad de muchas especies de *Eucalyptus* a la interferencia entre maleza-árbol y la importancia del control de malezas.

4.3 COSTO DEL CONTROL DE MALEZAS

En el cuadro 2, se presentan los costos convertidos a un hectárea para cada tratamiento hasta los 16 meses de edad. De los tratamientos utilizados, el más económico fue Gramoxone cuyo costo fue de C\$226/ha, seguido en orden ascendente por el tratamiento caseo con azadón con un costo de C\$313, machete con C\$470, Roundup con C\$670 y el más alto Goal con C\$1058/ha.

Cuadro 2. Costo por hectárea en Córdoba* de los métodos de control de malezas en plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis*, a 16 meses de edad en el Gurú, Nicaragua.

Tratamientos	Unidades por ha	No. de aplicaciones	Mano de obra en córdobas	Producto químico l/ha	Total por hectárea en córdobas
Testigo	--	--	--	--	--
Machete	--	4	70	--	470
Caseo con azadón	2500 platos	4	313	--	313
Goal	4,0 l/ha	4	119	939	1058
Roundup	3,0 l/ha	4**	80	590	670
Gramoxome	2,0 l/ha	4	120	106	226

* Dos cambios oficiales por dólar de Estados Unidos de América, 10 y 27,50, Setiembre 1983

** Dos aplicaciones del 100% de la dosis, una del 60% y otra del 10%

En la figura 1 se presenta la comparación entre los costos totales por hectárea y el crecimiento en altura a los 16 meses de edad para cada uno de los tratamientos. La diferencia en costo del Goal sobre el Gramoxome fue casi cuatro veces más alto. El Gramoxome resultó ser el producto químico con menor costo y con una altura promedio de los árboles mayor que la alcanzada en el tratamiento con Goal que fue el más alto en costo.

El Roundup que fue el tratamiento donde se obtuvo el mayor crecimiento en altura resultó casi dos veces más alto en costo que el Gramoxome. En el tratamiento caseo con azadón se obtuvo menor costo en comparación con el machete sin embargo la altura fue ligeramente mayor en el tratamiento con machete.

Estos resultados permiten tomar decisiones del control de malezas dependiendo de las posibilidades de que se pueda contar con suficiente mano de obra disponible y el deseo de tener un mejor crecimiento de los árboles, en tal caso se podría emplear limpia con machete, caseo con azadón o una combinación de ambos. Por el contrario, en el caso de que la mano de obra sea escasa y se

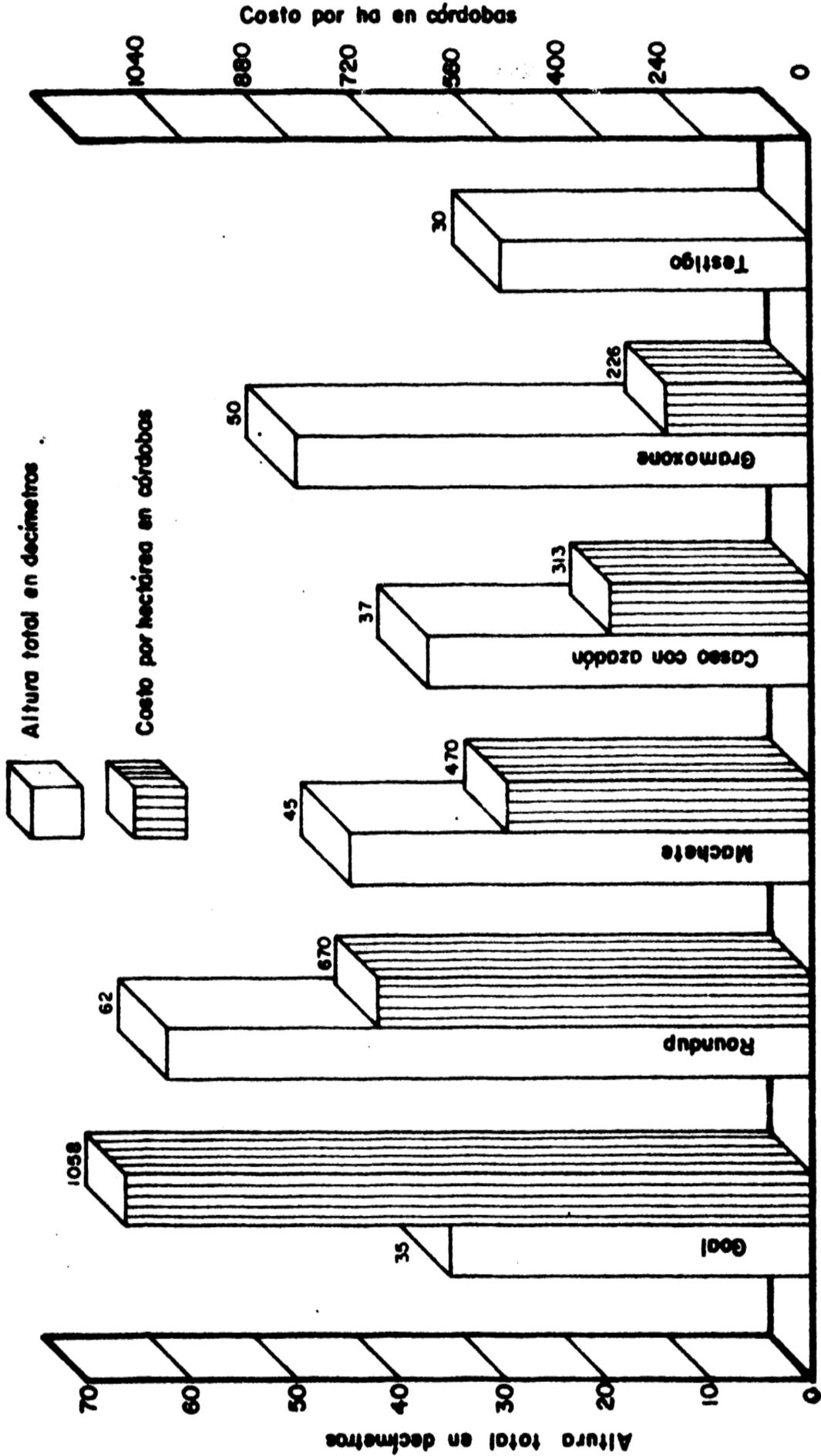


Fig. 1 Altura total y costo del control de malezas por hectárea hasta los 16 meses de edad para Eucalyptus camaldulensis en el Gurú, Nicaragua

decida optar por un control químico, el Gramoxone sería la mejor alternativa entre los productos químicos estudiados.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A los seis meses de edad no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento en altura entre los diferentes métodos de control de malezas estudiadas. Sin embargo a los 12 y 16 meses se encontraron diferencias significativas tanto en altura como en diámetro, lo que muestra que durante los primeros seis meses, a pesar de que las malezas se desarrollaron en forma diferente entre los tratamientos estudiados, la interferencia ejercida por éstas sobre los árboles no fue significativamente diferente.

El aumento de la interferencia de las malezas en las parcelas donde hubo un menor control de estas, a los 12 y 16 meses de edad de la plantación causó un desarrollo más heterogéneo de los árboles, menor crecimiento tanto en diámetro como en altura, árboles menos vigorosos y más torcidos especialmente los árboles que quedaron oprimidos.

La sobrevivencia de los árboles a los 16 meses de plantados en los diferentes tratamientos fue alta y muy similar con un promedio de 98%, no encontrándose diferencias significativas para los diferentes tratamientos estudiados.

El mejor control de las malezas en relación al crecimiento de los árboles se alcanzó en orden decreciente con los tratamientos Roundup, Gramoxone, machete, caseo con azadón, Goal y testigo. El tratamiento con Roundup casi duplicó el crecimiento en promedio de diámetro y altura en relación al testigo.

Los resultados obtenidos con Goal corroboran la poca eficiencia de éste producto para controlar malezas-aplicado como postemergente y además se dificulta su uso por los precios altos en el mercado.

El Gramoxone que fue entre los productos químicos el de menor costo, controló adecuadamente las malezas, además los árboles alcanzaron un crecimiento en altura ligeramente menor y no significativo al obtenido con Roundup que fue el tratamiento donde se obtuvo el mayor crecimiento aunque con un costo de 66% superior al Gramoxone. En base a esto se recomienda investigar más sobre la dosis y época de aplicación del Gramoxone con el fin de aumentar la eficiencia de éste producto y la posibilidad de disminuir los costos de control.

La comparación de la relación costo y crecimiento en altura permite ubicar los tratamientos en orden de prioridad al Gramoxone, caseo con azadón, machete, Roundup y en último lugar el Goal. Con el Gramoxone se logró una ganancia de un 66% en crecimiento en altura de los árboles en comparación con el testigo.

En relación al control manual los tratamientos de caseo con azadón y machete no presentaron diferencias significativas en el crecimiento en altura de los árboles. Sin embargo el costo fue ligeramente superior con machete.

Se recomienda que de haber suficiente mano de obra disponible y el objetivo de alcanzar mayor crecimiento de los árboles puede utilizarse en orden de prioridad el control con machete y en segundo lugar el caseo con azadón, aunque una combinación de los dos podría también ser una buena alternativa. En el caso de optar por un control químico eficiente y de bajo costo, la aplicación de Gramoxone resultó ser la mejor alternativa de los productos ensayados.

Los resultados permiten reafirmar que el *Eucalyptus camaldulensis* es una especie muy sensible a la competencia con las malezas y requiere de un control eficiente y oportuno de las mismas para obtener buenos resultados en el crecimiento, desarrollo y forma de los árboles, especialmente en los primeros meses del establecimiento de la plantación.

6. LITERATURA CITADA

1. CATASTRO DE INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES DE NICARAGUA. Levantamiento de suelos de la región Pacífica de Nicaragua, parte 2; descripción de suelos. Managua, Nicaragua, 1971. 591 p.
2. CHAPMAN, G. W., and ALLAN, T.G. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales. Roma, FAO, 1978. pp. 74-79.
3. DOLL, J. Control de malezas en cultivos de clima cálido. Cali, Colombia, CIAT, S.F. 10 p.
4. DOLL, J. ed. Manejo y control de malezas en el trópico. Cali, Colombia, CIAT, 1979. 114 p.
5. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. El eucalipto en el repoblación forestal. Roma, 1981. pp. 181-182.
6. GUIA DEL herbicida Roundup; jamás ha existido un herbicida como este. St. Louis, Missouri, Monsanto Agricultural Products Company, s. f. 7 p.
7. HARGREAVES, G.H. and HANCOCK, J. Monthly precipitation probabilities, climate and agricultural potential for Managua, Nicaragua. Managua, AID, 1978. 120 p.
8. HERBICIDA GOAL en café. Philadelphia, Rohm and Hass Company, 1979. s. p.
9. HILLIS, W.E. and BROWN, A.G. Eucalyptus for wood production. Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1978. 123 p.
10. HOLDRIDGE, L.R. Life zone ecology. San José, Costa Rica, Tropical Science Center, 1964. 124 p.
- ✓ 11. LOCATELLI, E. y DOLL, D.J. Competencia y alelopatía. s.n.t. 14 p. (Presentado en el curso corto sobre producción de cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981).
- / 12. MAURO, B.R. et. al. Tolerancia de diversas especies de eucalypto a algunos herbicidas. Revista Arvore 1(2):148-153, 1977.
13. MOLINA, U.J. Control de malezas en plantaciones jóvenes de pinos y eucalyptus mediante la aplicación de un herbicida a base de Paraquat-di (metilsulfato) de 1-1' dimetil 4-4' dipiridilo. Revista Forestal Argentina 13(1):9-13, 1969.

14. MUNGIA, O.E. Uso de herbicida en la producción de plántulas de *Pinus caribaea* a raíz desnuda. In Jornadas de Reforestación, 3 as., Tegucigalpa, Honduras, 1981. Actas. Tegucigalpa, 1981. pp. 108-115.
15. PEREZ, M.V. y PELECANO M.J. Guía práctica del cultivo del café. Cuarta parte. Control de malas hierbas. San José, Costa Rica, Compañía Costarricense del Café. Circular Técnica No.75, 1980. 51 p.
16. SHENK, M. Factores que afectan los herbicidas aplicados al follaje. s.n.t. 13 p.
(Presentado en el curso sobre producción de cacao, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981).
17. VENEZUELA.CORPORACION NACIONAL DE REFORESTACION. Herbicida a ser utilizados en control de malezas en viveros forestales (Resultados preliminares obtenidos por Víctor Fernández en su tesis de maestría para la Universidad de Los Andes, Mérida). s.n.t.
18. WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Herbicide handbook. Fourth Edition. Wssa, Illinois, 1979. 479 p.

Cuadro A. Resumen del análisis de *varianza* para altura a los 6, 12 y 16 meses de edad, y DAP a los 16 meses, para *Eucalyptus camaldulensis* en El Gurú, Nicaragua.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	6 meses		12 meses		16 meses			
		Altura		Altura		Altura		DAP	
		CM	F	CM	F	CM	F	CM	F
Repeticiones (R)	4	9,28	0,53	32,81	0,38	64,09	0,43	38,97	0,46
Tratamiento (T)	5	29,38	1,68	353,70	4,10*	653,10	4,35**	428,30	5,05**
(R) x (T)	20	17,52	-	86,21	-	150,10	-	84,87	-

CM = Cuadrado medio

F = Valor de F calculado

* = Diferencia significativa, $P < 0,05$

** = $P < 0,01$

Fig. 1. Aspecto general del ensayo de *Eucalyptus camaldulensis* a los 16 meses de edad con un bloque a cada lado de la calle de separación.

Fig. 2. Parcela de *Eucalyptus camaldulensis* a los 16 meses de edad, correspondiente al tratamiento de roundup: ausencia casi total de las malezas.

Fig. 3. Tratamiento con Roundup: obsérvese el buen desarrollo de los árboles en diámetro a los 16 meses de edad.

Fig. 4. Parcela testigo, se observa un menor desarrollo de los árboles en altura y diámetro y la forma del fuste más afectada (foto tomada después de una limpieza al finalizar el experimento).