

Mortalidad selectiva inducida para raleos en bosques nativos

Induced selective mortality for thinnings in native forests

Brassiolo, M. M.¹; C. Gomez²; M. G. Senilliani¹; C. López³

Recibido en agosto de 2006; aceptado en diciembre de 2008

RESUMEN

Se examinaron diferentes técnicas para realizar raleos selectivos sin aprovechamiento. Este tratamiento silvicultural persigue el objetivo de aumentar la producción de madera de alta calidad mediante la concentración del potencial de crecimiento del sitio en individuos deseables mediante la eliminación de sus competidores.

Las técnicas analizadas fueron: aplicación de herbicida glifosato; anillado y posterior aplicación de aceite negro y solamente anillado. La evaluación del efecto de los diferentes tratamientos se hizo en cinco fechas sucesivas durante tres años.

El análisis de los datos se realizó mediante un modelo de regresión logística, para determinar la influencia de los tratamientos efectuados, de las especies tratadas y del tiempo transcurrido desde la aplicación del tratamiento.

Los resultados indican que los tratamientos propuestos para la eliminación de árboles en pie son igualmente efectivos en el largo plazo y la probabilidad de muerte está directamente relacionada al tiempo transcurrido después de la aplicación de la técnica. Sin embargo, la técnica más económica y que responde rápidamente en el corto plazo, es la que emplea glifosato.

Palabras clave: Raleo selectivo; Bosque nativo; Anillado; Arborescencias.

ABSTRACT

Various techniques for “selective thinning without harvesting” were examined. The purpose of thinning is to increase quality wood production by concentrating site growth potential on desirable trees. Thus, the growth of desirable trees is favored by eliminating their competitors.

Three techniques for the elimination of standing trees were evaluated: (a) application of glyphosate to perforations made along the tree's circumference, (b) girdling followed by application of black oil, and (c) girdling only. Evaluation of the effect of the various treatments was carried out on five successive dates during three years.

Data analysis was performed by means of a logistic regression model to determine the influence of the applied treatments, the species treated, and the time elapsed since each treatment application.

Results indicate that the treatments proposed for the elimination of standing trees are equally effective in the long run, and that the probability of tree death is directly related to the time elapsed after the application of each technique. However, the more economic technique and that responds rapidly in the short time limit is the one that employs glyphosate.

Keywords: Selective thinning; Native forests; Girdling; Tree-killing chemicals.

¹ Cátedra de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912 (4200) Santiago del Estero. E-mail: mikyb@unse.edu.ar, senilliani@yahoo.com.ar,

² Ingeniero forestal. Técnico de INTA EEA Saenz Peña, Chaco.

³ Cátedra Mejoramiento Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912 (4200) Santiago del Estero. E-mail: carlos@unse.edu.ar

1. INTRODUCCION

La totalidad de la superficie boscosa del Chaco húmedo argentino fue explotada y queda remanente un mosaico de bosques secundarios y masas nativas en diferentes grados de alteración. En consecuencia es necesario buscar alternativas, para realizar la conversión de los bosques nativos remanentes en bosques manejados.

Bajo la conversión de bosques nativos en bosques manejados se entiende la manipulación de la estructura y/o la composición arbórea de un bosque (Lamprech, 1990). Se interviene el ecosistema con medidas extensivas respecto a los costos, para concentrar el potencial de crecimiento del sitio en los árboles deseables.

En este marco, se destaca la importancia de investigar las posibilidades de conversión de bosque nativos degradados en bosques nativos manejados mediante técnicas que reemplacen al apeo tradicional de pies, como es el uso de arboricidas o la realización de anillados para el raleo de los bosques nativos.

La decisión de comprobar la aptitud del anillado con o sin la aplicación de arboricidas para el raleo de bosques nativos se basa en los siguientes supuestos:

Que la comercialización de la madera proveniente de los raleos no es rentable en la situación actual del mercado maderero.

Que los raleos iniciales por los métodos tradicionales eliminan individuos de grandes dimensiones de calidad limitada cuyo apeo provoca importantes daños al rodal remanente.

El anillado o el uso de arboricidas pueden disminuir los costos de intervención silvicultural y reducir los daños al rodal remanente.

La práctica forestal europea utiliza arboricidas sólo para tratamientos de liberación, esto es, para la eliminación de árboles de clases diamétricas inferiores (Huss, 1996). Sin embargo dentro de la silvicultura tropical esta es una herramienta recomendada por numerosos autores a fin de lograr la conversión de bosques no manejados en bosques manejados. (Lamprecht, 1990; Grulke *et al.* 1998; Ohlson-Kiehn *et al.*, 2003).

Hasta el momento, en el Chaco no existen experiencias sobre la utilización de anillado y arboricidas, para realizar tareas de raleo que no incluyan el apeo de los individuos indeseables. El objetivo de este trabajo es determinar la eficiencia de tres tratamientos de eliminación de árboles en pié.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Características generales del área

La zona de estudio se ubica en la Estación Forestal Plaza, campo Anexo de la Estación Experimental Agropecuaria INTA, Sáenz Peña. Está situada en el extremo oeste de la Subregión del Chaco Oriental, a 59° 48' Longitud O y 26° 56' de Latitud S y a 75 m.snm.

El lugar corresponde al área geomorfológico de Cañadas y Cauces. El clima es subtropical subhúmedo seco, con precipitaciones superiores en verano-otoño. El promedio anual oscila alrededor de 1.100mm (Olivares 2007). Según el índice de Thornthwaite, el área se encuentra con menos de 50mm de déficit hídrico. La temperatura media anual es de 21,4° C, el valor medio de invierno es de 15° C y la media de verano oscila entre los 27 y 28° C. La frecuencia de

heladas meteorológicas es de 8 días/año, siendo el periodo libre de heladas de 300 a 320 días anuales.

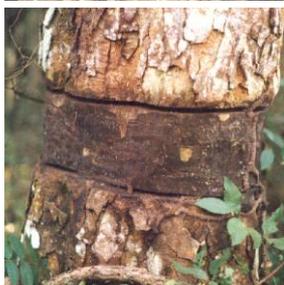
En la Estación Forestal el suelo es un natrustalf molico que se encuentra en albardones semifósiles con forma de loma tendida, evolucionada, de relieve normal. Tiene un horizonte superficial color parduzco, con su base lixiviada por procesos de pseudopodsolización y un subsuelo pardo rojizo claro, que descansa sobre un material rosado. El contenido de materia orgánica es moderadamente alto, y tiene buena capacidad de retención hídrica hasta los 120 cm de profundidad. Es moderadamente salino y fuertemente sódico.

El ensayo incluyó 65 individuos arbóreos sobre los cuales se aplicaron los tres tratamientos, que se detallan a continuación:



Tratamiento 1: Aplicación del herbicida Glyphosato

En total se trataron 18 árboles, el producto se aplicó con un pulverizador en perforaciones de 2 cm de profundidad, practicadas cada 10 cm. en la circunferencia del fuste a 50 cm. de altura del suelo. La dosis de herbicida por perforación fue de 1mm.



Tratamiento 2: Aplicación de aceite negro

Como “tratamiento tradicional” se realizaron 2 aplicaciones de aceite quemado, comúnmente denominado aceite negro sobre un anillo sin corteza de 20 cm. de espesor. En este caso fueron tratados 25 individuos.



Tratamiento 3: Anillado

Se anillaron 22 árboles. El tratamiento en realidad consiste de un anillado múltiple realizado con motosierra y constituido por 3 hendiduras de 5 cm. de profundidad distanciadas a 20 cm. entre sí. Luego se amplió la entalladura de los anillos con machete

Las especies y las notaciones empleadas en este trabajo son:

EC: espina corona (*Gleditsia amorphoides*), Gto: garabato (*Acacia praecox*), Gbi: guayaibi (*Patagonula americana*), IP: ibirá puitá (*Ruprechtia laxiflora*), T: tembetarí (*Fagara rhoifolia*).

Los tratamientos fueron aplicados al inicio de la primavera de 2001. La evaluación del efecto de los diferentes tratamientos se hizo en diciembre de 2001, julio de 2002, noviembre de 2002, mayo de 2003 y agosto de 2004.

La variable evaluada fue al número de casos positivos de árboles muertos sobre el total de árboles tratados modelando la influencia de la especie y el tiempo transcurrido desde la aplicación de los tratamientos como variables independientes. El efecto sobre la mortandad de los individuos se evaluó aplicando un modelo de regresión logística, visto el carácter categórico de la variable respuesta (Afifi and Clark, 1999), según la ecuación:

$$(1) \text{Logit}(p) = a + bxi$$

Donde: p es la probabilidad que la variable respuesta “mortandad” sea exitosa (=1); α es la ordenada al origen; β es la pendiente; y x_i son las variables independientes.

Esta función predice la probabilidad de muerte en los árboles tratados con los distintos tratamientos aplicados. La incidencia de las variables independientes sobre la mortandad se analizó en términos de probabilidades (logit). Las variables explicatorias analizadas en el modelo fueron el tratamiento, la especie y el tiempo.

Los parámetros de la ecuación de regresión se calcularon por el método de máxima verosimilitud (Everitt & Der, 1996). La adecuación del modelo se definió empleando los criterios de información de Akaike y Schwarz, criterios de bondad de ajuste (Hosmer & Lemeshow, Pearson y Deviance).

La importancia de los efectos principales del modelo se probó mediante la prueba de Wald. La incidencia de los efectos principales sobre la variable respuesta se evaluó con los coeficientes de los parámetros de la ecuación de regresión lograda y los “Odds ratio” correspondientes. Los cálculos estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS vs 6.03.

Con el fin de determinar el costo de aplicación de las técnicas empleadas, se midió el tiempo necesario para cada una de las alternativas. El costo horario de la motosierra corresponde a una motosierra Stihl 035 y en el costo del jornal del motosierrista no se ha considerado las cargas sociales. Finalmente para poder realizar comparaciones con otros trabajos se transformaron los valores obtenidos a dólares (\$US).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis del modelo de regresión de la Tabla 1 muestra que sólo la variable explicatoria “Fecha” mostró ser importante ($p = 0.0001$) sobre la mortandad. Sin embargo, no denota evidencias de la influencia de las especies tratadas y tampoco diferencias significativas en la respuesta de los individuos entre los tratamientos empleados. Estos resultados no coinciden con lo observado por Grulke *et al.* (1998) trabajando con especies de la región oriental del Paraguay. Este autor encontró mejores respuestas con los tratamientos de anillado y aplicación de aceite negro que con la aplicación de Glifosato.

Tabla 1. Importancia de las fuentes de variación del modelo de regresión

Fuentes de Variación	Estimate	Error Estándar	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Fecha	3.4468	0.7922	18.9310	<.0001
Especie	-0.1694	0.2112	0.6435	0.4225
Tratamiento	-0.4085	0.2956	1.9098	0.1670

La ecuación lograda por pasos con eliminación sucesiva de variables, muestra la relación entre la probabilidad de muerte del individuo tratado y el tiempo transcurrido desde la aplicación según la siguiente función:

$$\text{logit}(P_{\text{mortandad}}) = -3.4249 + 2.9549 \text{ fecha.}$$

El tiempo transcurrido desde la aplicación de los tratamientos promueve aproximadamente 30 veces más probabilidades (Odds Ratio) que los restantes efectos (Tabla 2).

Tabla 2. Estimación de las probabilidades (Odds Ratio) de los efectos estudiados

Effect	Point Estimate	95% Wald Confidence Limits	
Fecha	31.398	6.647	148.323
Especie	0.844	0.558	1.277
Tratamiento	0.665	0.372	1.186

Las Figuras 1, 2 y 3 muestran los resultados de la primera evaluación, posterior a la aplicación de los tratamientos, y la última evaluación a los 3 años, en las especies que se presentan con mayor frecuencia.

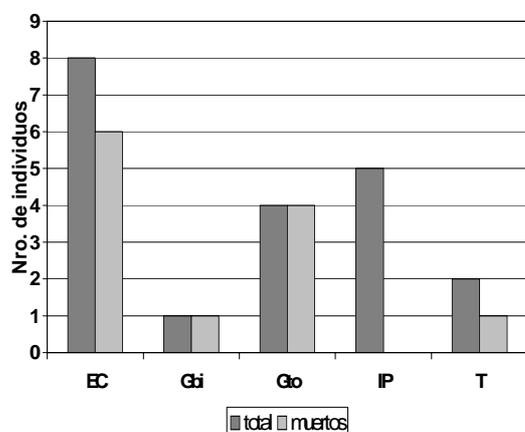


Figura 1.A) Evaluación realizada al final del primer periodo vegetativo (jul 2002) posterior a la aplicación del tratamiento con glifosato

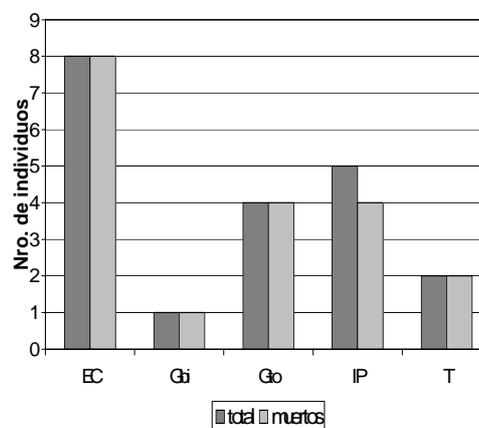


Figura 1.B) Evaluación realizada a los tres años de la aplicación del tratamiento.

La Figura 1.A) muestra, que el tratamiento que emplea glifosato es efectivo ya en el. Corto plazo, generando porcentajes de mortandad del 50% al 100% para la mayoría de las especies, al final del primer período vegetativo. Sólo en el caso de ibirá pitá no se registra mortandad de ninguno de los individuos tratados. A largo plazo, según la Figura 1.B) se registra un 100% de mortandad en todas las especies, a excepción de ibirá pitá, que sigue demostrando no ser tan susceptible al tratamiento.

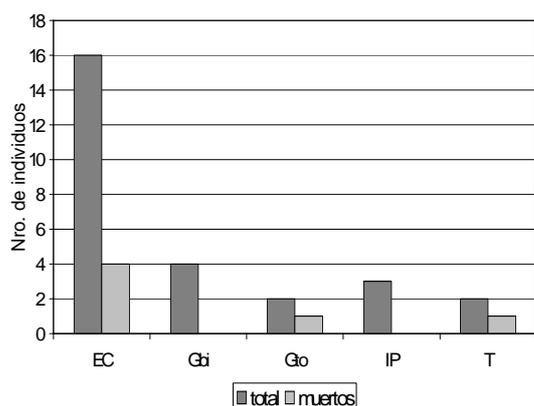


Figura 2.A) Evaluación realizada al final del primer periodo vegetativo (jul 2002) posterior a la aplicación del tratamiento con Aceite negro.

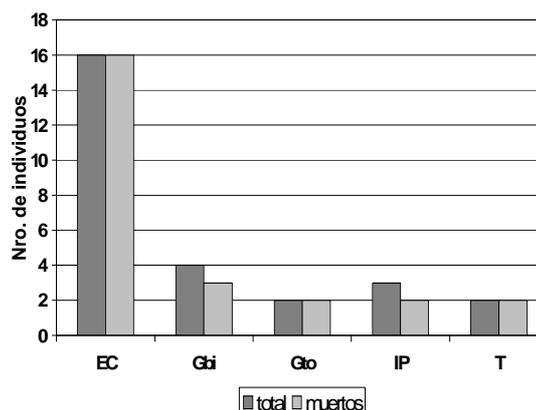


Figura 2.B) Evaluación realizada a los tres años de la aplicación del tratamiento.

La efectividad a corto plazo del tratamiento 2 es menor que el tratamiento anterior (Figura 2.A), registrándose porcentajes de mortandad de 25% a 50%, en espina corona, garabato y tembetarí respectivamente, no habiendo individuos muertos en las demás especies. A largo plazo, según la Figura 2.B), se llega a 100% de efectividad en todas las especies, a excepción de guayaibi e ibirá pitá, con las que se logra un 60 a 75% de mortandad respectivamente.

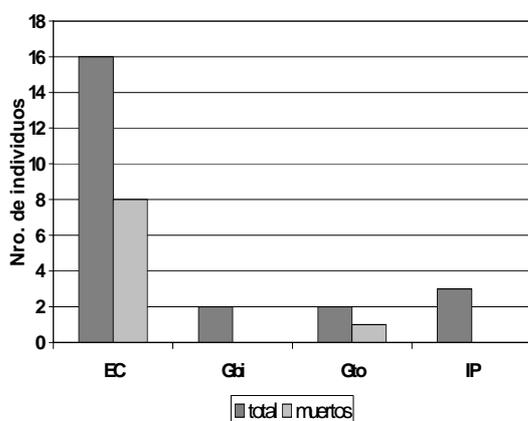


Figura 3.A) Evaluación realizada al final del primer periodo vegetativo (jul 2002) posterior a la aplicación del tratamiento de anillado.

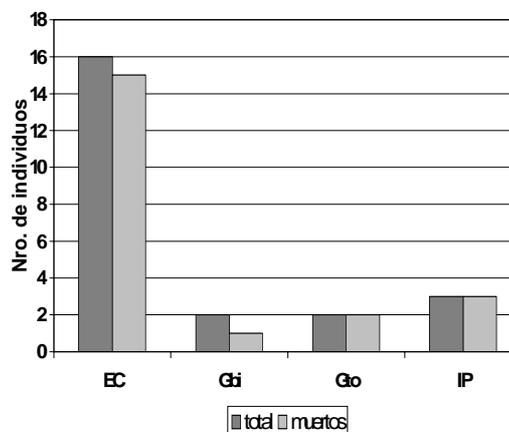


Figura 3.B) Evaluación realizada a los tres años de la aplicación del tratamiento.

El tratamiento de anillado, según la Figura 3A) presenta un nivel medio de efectividad en el corto plazo con relación a los demás tratamientos. Se registra un 50 % de mortandad en espina corona y garabato. Las demás especies no presentan al final del primer ciclo vegetativo, síntomas de daño ante los tratamientos. Sin embargo al final del periodo de observación (Figura 3B) se comprueba la eficiencia del método, salvo para la especie guayaibi, donde se alcanza solo 50% de efectividad.

Observaciones semejantes son comentadas por Lamprech, 1990 quien menciona que si bien el anillado puede ser un tratamiento simple de aplicar, en algunas especies es muy difícil la interrupción total de los conductos. Esta dificultad para lograr una correcta interrupción de la conducción podría explicar el hecho de que *ibirá puitá* presenta una mortalidad del 100 % con anillado y del 75 % con anillado y aplicación de aceite negro.

Además de la eficiencia de los tratamientos, para que estas técnicas puedan ser utilizadas en la conversión de bosques nativos, es necesario conocer los costos de aplicación de las mismas. En la Tabla 3 se presentan los resultados relacionados a los costos de aplicación de cada tratamiento.

Tabla 3. Determinación del costo que genera cada una de las técnicas.

Tratamiento	variables	cantidad	Precio (US\$/unid)	Costo (US\$)
1	tiempo promedio (min)	5.04	0.05	0.29
	cantidad de glifosato (ml)	0,1 ml/perforacion	0.02	0.06
	Jornal de operario	1	28.00	
	costo total de tratamiento			0.35
2	tiempo promedio(min)	5.17	0.07	0.38
	cantidad de aceite negro (lts)	0.05	2.93	0.15
	jornal de motosierrista	1	35.00	
	costo horario de motosierra(\$/hora)	4min	7.39	0.49
costo total de tratamiento			1.01	
3	tiempo promedio (min)	4.11	0.07	0.30
	jornal de motosierrista	1	35.00	
	costo horario de motosierra	4min	7.39	0.49
	costo total de tratamiento			0.79

Como se observa en la Tabla 3 los costos de los diferentes tratamientos oscilan entre US\$ 0,35 y 1,01. Estos valores están comprendidos en el rango de costos de tratamientos obtenidos por Ohlson-Kiehn *et al* (2003) en bosques de Bolivia. También se observa que de las tres alternativas, el tratamiento que emplea Glifosato, genera el costo mas bajo por árbol tratado, con un costo medio, inferiores al valor (US\$ 0,48) obtenidos por el autor anteriormente citado utilizando un tratamiento semejante (anillado simple y aplicación de 2,4-D).

Los bajos costos de aplicación por árbol demuestra la importancia de este tipo de técnicas cuando se quiere manejar bosques tropicales o subtropicales que no tuvieron manejo previo, donde es necesario la eliminación de importante cantidad de árboles de mala calidad o estado sanitario.

4. CONCLUSIONES

La eliminación de los individuos mediante las técnicas de anillado o aplicación de glifosato son eficientes para una apertura gradual de las copas.

En un esquema de manejo silvicultural, se confirma que cualquiera de los tratamientos propuestos para la eliminación de árboles en pie, son igualmente efectivos en el largo plazo, la probabilidad de muerte está directamente relacionada al tiempo transcurrido, posterior a la aplicación de la técnica.

La técnica más económica y que responde rápidamente, es la que emplea glifosato. Esta respuesta en el corto plazo se da en la mayoría de las especies a excepción de ibirá puitá.

La técnica más económica fue la aplicación de glifosato. Con un costo de 0,35 \$ US por árbol tratado.

AGRADECIMIENTOS:

Al Dr. Carlos Turc por su aporte en la elaboración del abstract.

5. REFERENCIAS

- Afifi, A. A. and Clark V. 1999 "Computer-aided multivariate analysis". Chapman and Hall/CRC. USA. Third edition: 281-305
- Everitt, B. S. and G. Der. 1996 "A Handbook of Statistical Analyses using SAS". Ed. Chapman & Hall/CRC. 158 pp.
- Gulke, M.; R. Ortiz; M. Vera. 1998 "Uso de arboricidas para el raleo en Bosques Nativos de la Región Occidental del Paraguay". Informe interno del trabajo realizado por técnicos de la Universidad de Freiburg, Alemania y del departamento de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Agrarias de Asunción. Paraguay.
- Hampel, H.; C. A. Gómez. 1997 "Dinámica de Bosque del Chaco húmedo; Propuestas de Manejo - un Ejemplo de Intervención Silvícola"; Taller Red Agroforestal Chaco, 15.-17.5.1997, Santiago del Estero
- Huss, J. 1996 "Chemische Lauterung bei Nadelbaumen, 1. Teil: Die Anwendung von Arboriziden bei Kiefer". In: Forstarchiv Nr. 40, Pag.. 213-220.
- Lamprech, H. 1990 "Silvicultura en los Trópicos". Paul Parey. Hamburg un Berlin, 318 Pag.
- Ohlson-Kiehn, C.; T. S. Fredericksen; W. Pariona. 2003 "Tratamientos alternativos de anillamiento y aplicación de herbicidas para la liberación y mejora de rodales en bosques tropicales de Bolivia".
- Olivares, R. 2007 "Precipitación anual en Presidencia de la Plaza, Chaco. Periodo 1956-2007". Dirección de Suelo y Agua Rural, provincia de Chaco.

