

APLICACIÓN DE HERBICIDAS PARA LIBERAR LA REGENERACIÓN DE PINOS EN ÁREAS INCENDIADAS.

Vázquez Collazo Ignacio *

Pérez Chávez Rogelio **

Pérez Chávez Ramón ***

RESUMEN.

En áreas incendiadas, la competencia entre los brinzales y las malezas por agua, nutrientes y luz, es crítica; por tal razón, se ensayó el tratamiento químico como una herramienta para liberar a la regeneración de pinos en áreas afectadas por el fuego. Se probaron cinco herbicidas bajo dos tipos de exposición del terreno, en dos épocas del año y en diferentes dosis. Los resultados indican que existe una amplia diferencia entre los productos utilizados, dependiendo de su origen, modo de acción y selectividad, sin existir diferencia en el comportamiento de los herbicidas, considerando la exposición del terreno y la dosis utilizada, pero sí se manifestó discrepancia al considerar la época de aplicación.

Palabras clave: Incendios, herbicidas, regeneración, *Pinus*.

ABSTRACT.

In areas burned by fire, competition between saplings and weeds for water, nutrients and light is critical. Hence, chemical treatment was tried as a tool to release pine regeneration in areas affected by fire. Five herbicides were tested under two kinds of land exposures, in two different seasons and at various doses. Findings show there is a difference between the products used depending on their origin, mode of action and selectivity with no difference in herbicide behavior, considering the land exposure and dose used. However, a discrepancy was found regarding the time of application.

Key words: Fires, herbicide, regeneration, *Pinus*.

* Ing. Agrónomo Parasitólogo. M.C. Investigador de la Sección de Protección Forestal del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente. INIFAP-SARH.

** Ing. Agrónomo Forestal. Investigador de la Sección de Protección Forestal del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente. INIFAP-SARH.

*** Ing. Agrónomo Forestal. Investigador de la Sección de Manejo de Bosques del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente. INIFAP-SARH.

INTRODUCCIÓN.

Las áreas deforestadas aumentan día con día, debido a varias razones; talas inmoderadas, presencia frecuente de plagas y enfermedades, incendios forestales e inadecuadas intervenciones silvícolas, que no permiten el establecimiento de la regeneración en forma natural.

Las causas de esta falta de restauración pueden ser diversas:

- El cambio total del uso del suelo.
- Rodales sobreexplotados.
- Existencia de un dosel arbustivo o herbáceo denso, con una capa de materia orgánica muy gruesa que impida el contacto de la semilla con el suelo mineral.
- La presencia de plagas y enfermedades de conos y semillas.
- El hecho de que los brinzales una vez establecidos, entren en competencia por la luz y nutrientes con el estrato herbáceo y dado su temperamento intolerante, mueran.

Se considera que en áreas donde se presentan incendios forestales superficiales, que provocan la desaparición de la gruesa capa de materia orgánica, el fenómeno de la competencia es uno de los más importantes para lograr el establecimiento de la regeneración natural; dicha competencia propicia también que las malas hierbas obtengan condiciones óptimas para su propagación y desarrollo dada la rapidez con que se efectúa su ciclo biológico, superando fácilmente el crecimiento de los brinzales al formar un dosel superior con una cobertura que hace que la luz requerida por las plántulas de pino para su desarrollo sea insuficiente, el crecimiento de las mismas sea raquítico, llegando incluso a perecer por la insatisfacción de esta necesidad.

Son tres los objetivos básicos de este trabajo:

- 1) Encontrar una práctica económica y eficiente que permita liberar la regeneración de la competencia con las malas hierbas en áreas incendiadas.
- 2) Definir la época adecuada de aplicación de los herbicidas.
- 3) Localizar para la región, la dosis económica del herbicida seleccionado.

ANTECEDENTES.

1. Del incendio.

Durante el periodo de estiaje 1982-1983, que fue particularmente seco, se presentaron dos incendios forestales internacionales en el campo experimental forestal Barranca de

Cupatitzio (CEFBC); en la zona de Malpais se produjo un incendio subterráneo muy difícil de controlar, mientras que en las áreas de Ojo de Agua y Semillera, el siniestro fue de tipo aéreo, debido a las fuertes pendientes y a las grandes cantidades de combustible existentes en la zona.

Una vez controlado el siniestro, se llevó a cabo una evaluación de la superficie afectada (179-34-00 ha.); posteriormente, se realizó un muestreo con una intensidad del 10%, para detectar el número de árboles muertos y la presencia de plagas y enfermedades. Al finalizar la época de lluvias (noviembre), se efectuó otro muestreo con la finalidad de evaluar la intensidad de la regeneración, obteniéndose un valor promedio de nueve brinzales por m², equivalente a una densidad de regeneración de 90 000 plantas/ha., que se consideró excelente, pues en áreas contiguas no incendiadas la regeneración fue nula. A los cuatro meses de haberse evaluado la regeneración (un año después del incendio), se llevó a cabo una cuantificación de la población de brinzales/ha., determinando que la regeneración había decrecido en un 45%, debido principalmente a la fuerte competencia por la luz y los nutrientes entre aquella y la población de malas hierbas.

Los estudios sobre supresión de especies maderables por pastos han sido amplios, no así los factores responsables del reducido crecimiento y pobre apariencia de las mismas. Todo indica que la competencia por humedad no es el factor directo responsable de la reducción en el crecimiento de las especies estudiadas, la competencia por el elemento nitrógeno sí tiene un efecto significativo en el desarrollo de las mismas, a través de un bioensayo, se demostró que la competencia natural y de los pastos incluye el mecanismo de la alelopatía, ya que al colocar lixiviados de las raíces de *Festuca rubra*, *Lolium perenne* y *Poa pratensis* en plantas de *F. intermedia*, se logró inhibir el crecimiento radical de esta última especie¹.

En una investigación realizada por Balneaves², en *Pinus radiata*, se determinó que grandes poblaciones de pastos pueden causar la muerte de los árboles debido a la fuerte competencia que existe por la luz y nutrientes; en un área donde se tenía una supervivencia del 95%, después de dos años se redujo al 54% básicamente por la competencia con las malas hierbas.

De la observación del fenómeno de competencia y sus efectos sobre la regeneración, surgió la idea de aplicar una labor silvícola con el objeto de obtener niveles óptimos de densidad de plántulas/ha.; cabe mencionar que la aplicación de herbicidas en áreas incendiadas para liberar la regeneración sólo se justifica cuando dichos niveles sean deficitarios.

¹ Fales S.L. y Wakefield R.C. 1981. "Effects of turfgrass on the establishment of woody plants". pp.605-610.

² Balneaves J.M. 1982. "Grass control for *Radiata Pine* establishment on droughty sites". pp.259-276.

2. Del tratamiento químico.

En silvicultura es muy importante la reacción que tienen las plantas a la sombra: si las especies que requieren luz son las más valiosas, empleando diferentes métodos silvícolas, entre los que se encuentra el tratamiento químico, se pueden eliminar las especies que no tienen valor comercial³.

Los principales objetivos de los tratamientos químicos son: reducir temporalmente la dominancia potencial de la vegetación indeseable⁴, eliminar la competencia y liberar los árboles en crecimiento de la vegetación competitiva⁵.

Fryer⁶, llevó a cabo una investigación sobre el efecto de cuatro herbicidas en la fertilidad del suelo; los resultados obtenidos después de 16 años demostraron que no existe un efecto adverso en el desarrollo de las plantas causado por el uso de herbicidas, tampoco una predisposición de las plantas hacia ciertos patógenos del suelo: no se reduce el porcentaje de germinación de las semillas, ni el peso de las mismas y tampoco se ve afectada la fertilidad del suelo.

Muchos de los químicos utilizados en el bosque pueden tener efectos indeseables en el ecosistema; la mayoría de los herbicidas usados en silvicultura son tóxicos en grado variable y peligrosos si se ponen en contacto o son ingeridos por humanos y animales. El 2,4-D y el 2,4,5-T pueden persistir en el suelo, agua y plantas por semanas, meses y años dependiendo de los factores físicos y químicos que los rodean⁷.

Estudios recientes muestran que el 2,4,5-T contiene menos de 0.1 ppm de dioxina llamada TEDD, sustancia conocida como cancerígeno y teratogénico: cuando la concentración de la dioxina es mayor a 0.1 ppm, existe el peligro de que si los animales y humanos la consumen, se puede inducir la formación de fetos deformados o cáncer, Goor, *op.cit.* Sin embargo, la probabilidad de que los herbicidas produzcan daño directo a la fauna es muy bajo; la aplicación de 1 kg/ha. da niveles residuales iniciales de 100 ppm y menos de 0.05 ppm en corrientes de agua, Daniel, *op.cit.*; además los herbicidas son rápidamente degradados por la flora microbiana y muy rara vez se pueden detectar residuos del producto pasado un año de la aplicación, Fryer, *op.cit.*

De acuerdo con Hallett⁸, no existe problema de residuos de herbicidas cuando éstos se aplican en las dosis recomendadas; en estudios efectuados en viveros forestales, se

³ Daubenmire R.F. 1979. Ecología Vegetal, Tratado de autoecología de plantas

⁴ Daniel et al. 1982. Principios de Silvicultura.

⁵ Aguirre C.B. 1982. Labores silvícolas complementarias al suelo.

⁶ Fryer J.D. 1981. "Herbicides: ¿Do they affect soil fertility span?" pp. 5-10

⁷ Goor A.Y. y Barney C.W. 1976. Forest tree planting in arid zones.

⁸ Hallett R.D. 1982. Seedling. Injury by simazine and other triazine herbicides.

determinó que el 85% de la simazina y el 90% de la propazina (herbicidas derivados de las triazinas), se eliminaron seis meses después de la aplicación; estos herbicidas no afectan la germinación de las semillas, sin embargo, pueden causar graves daños a las plántulas en desarrollo.

En general, los herbicidas son productos no móviles en el suelo, ya que se fijan con fuerza a las partículas de arcilla y materia orgánica, de modo que rara vez se encuentran abajo de los primeros 15 cm. de profundidad⁹, Daniel, *op. cit.*

La utilización de herbicidas con el propósito de eliminar la vegetación indeseable ha aumentado desde 1950, Goor, *op. cit.*, ya que su uso además de reducir el costo del combate de las malezas, ayuda a conservar la humedad del suelo, mantiene su efecto por un tiempo considerablemente largo, no perjudica a la fauna silvestre y causa poco o nulo daño a las coníferas, Daniel, *op. cit.*; Goor, *ibid.* Los productos orgánico sintéticos más utilizados en la actualidad son los siguientes: simazina, amitrol, atrazina, 2,4-D; 2,4,5-T, dalapon, tardon, silvez, asulox, faena, gramoxone, ammate, picloran, asulan y bifenox¹⁰, Aguirre, *op. cit.*; Daniel, *ibid.*

La vegetación indeseable es más sensible a los fenoxi-herbicidas a principios del verano, época en la que se tiene una reducción substancial en la tasa de crecimiento de las malezas, sin que importe la sensibilidad de las coníferas, Daniel, *ibid.*; se recomienda que para obtener un buen resultado en el control de malas hierbas, se debe aplicar el herbicida cuando están en desarrollo vigoroso para que no se produzca el daño a las coníferas^{11,12}, Goor, *op. cit.* Cuando el objetivo es liberar los pinos de la competencia, la aplicación debe hacerse en otoño, una vez que las coníferas estén en latencia y cuando el crecimiento de las malezas es todavía activo, Daniel, *op. cit.*; Siren, *ibidem.*

3. De los herbicidas.

Auxinas sintéticas.

El 2,4-D fue descubierto como regulador del crecimiento en 1942 por Zimmerman y Hitchcock; el ingrediente activo es el ácido 2,4 dicloro fenoxiacético. El ácido es muy volátil y corrosivo, por lo que las formulaciones comerciales se preparan como sales, aminas o ésteres del producto; las formulaciones de sales y ésteres son las que se encuentran con mayor frecuencia en el mercado.

⁹ Klingman G.C. y Ashton F.M. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas.

¹⁰ Heidman L.J. 1984. Using herbicides for reforestation in the Southwest.

¹¹ Hawley R.C. y Smith D.W. 1972. Silvicultura Práctica.

¹² Siren G. 1979. Otros tratamientos culturales. Memorias del curso de Silvicultura.

Los ésteres pueden clasificarse en poco y muy volátiles, por lo que en caso de zonas con vientos moderados, es preferible hacer aplicaciones de ésteres poco volátiles; además las formulaciones de ésteres son más tóxicas que las sales, debido a que los primeros penetran con mayor eficacia en las hojas y otras superficies de la planta¹³.

Por lo común, el 2,4-D perdura de 2 a 4 semanas en el suelo, ya que es fácilmente degradado por la acción de los microorganismos y desaparece rápidamente en suelos orgánicos cálidos y húmedos; se ha observado que existe una correlación directa entre el número de bacterias en el suelo y el índice de desaparición del herbicida, las sales del 2,4-D se absorben en los suelos con alto contenido de materia orgánica, pero en suelos ligeros (arenosos), se lixivian con facilidad, Waver, *op.cit.*

Ureas.

El karmes fue desarrollado por Dupont en el año de 1952, se usó inicialmente como un herbicida total¹⁴; se conoce también como diuron, que es el nombre común del 3 - (3,4-diclorofenil) -1,1-dimetil urea. Los productos derivados de las ureas son herbicidas persistentes que se utilizan para controlar todo tipo de malezas de manera preemergente o para prevenir la emergencia de las mismas en suelos sin cultivos; el karmex por sí sólo tiene poca actividad foliar en la mayoría de las plantas, pero si se añade un adherente a la solución, se obtiene una considerable toxicidad aérea, Klingman, *op.cit.*

Los herbicidas del tipo urea son, relativamente, persistentes en el suelo; bajo condiciones de temperatura y humedad favorables pueden permanecer hasta 24 meses. Uno de los principales factores que intervienen en la descomposición del karmex es la población de microorganismos; en condiciones de humedad y temperatura moderadas, algunos géneros de bacterias (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Sarcina* y *Bacillus*) y hongos (*Penicillium* y *Aspergillus*) pueden utilizarlo como fuente de energía, Klingman, *op.cit.*

Bipiridílicos.

El gramaxone o paraquat, que es un herbicida sintetizado a partir de la piridina, fue introducido en 1958 por la Imperial Chemical Industries de Inglaterra, Cremlyn, *op. cit.*; es el nombre común del ión 1,1-dimetil - 4,4 bipiridino. Los herbicidas bipiridílicos son de contacto, es decir matan rápidamente a toda planta verde donde caen, Cremlyn, *idem.* Se obtienen mejores resultados cuando se efectúa la aplicación por la tarde, deduciéndose que existe transportación interna durante la noche, antes de que se presente una fitotoxicidad aguda inducida por la luz.

¹³ Weaver R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura.

¹⁴ Cremlyn R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica.

Propiedad importante del paraquat es la rapidez con que es inactivo en el suelo; esto se debe a la reacción entre el catión de carga doble del herbicida y los sitios de carga negativa de los minerales arcillosos. De hecho, la molécula del herbicida es fuertemente presionada por la estructura de la arcilla y absorbida por los coloides del suelo, Klingman, *op.cit.*

Alifáticos.

Al herbicida faena o glifosato también se le conoce como roundup; se obtiene a partir de glicina y ácido clorometil fosfónico. El glifosato es un herbicida sistémico postemergente, no selectivo, que se recomienda para el control de pastos y malezas de hoja ancha, anuales y perennes, Cremlyn, *op.cit.*; Heidmann, *ibidem*, Klingman, *ibid.*

Los síntomas de toxicidad se desarrollan lentamente y durante 1 a 3 semanas pueden no ser observados, Klingman, *idem*.

Jaworski *cit.pos.* Kligmann, sugiere que el glifosato es degradado con rapidez en el suelo o en agua con materia orgánica en suspensión, y en las plantas superiores es más resistente a la descomposición.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Descripción del área.

El trabajo de campo se estableció en el CIFBC, en dos exposiciones de terreno (SE y NE) con una pendiente del 20%; en el estrato arbóreo se presentan tres especies de pino: *Pinus michoacana*, *P. douglasiana* y *P. lawsonii*. El estrato herbáceo está formado por las siguientes especies: *Piqueria trinerva* (Compositae), *Salvia lavanduloides* (Labiatae), *Phaseolus heterophyllus* (Papilionaceae), *Festuca amplissima* (Graminae), *Heterotheca inuloides* (Compositae), *Baccharis conferta* (Compositae), *Desmodium callilepis* (Papilionaceae), *Gnaphalim* sp. (Compositae), *Caenothus coeruleus* (Rhamnaceae) y *Pteridium* sp. (Polypodiaceae)¹⁵. El género *Pteridium* sp. cuenta con un mayor porcentaje de cobertura (40% como valor medio).

Experimentos de campo.

Los trabajos de campo se iniciaron durante el período de secas de 1984; se establecieron dos

¹⁵ Bello G.M.A. 1985. Comunicación personal.

experimentos en diferente exposición de terreno (SE y NE), con dosis en 4 lt/ha. en la exposición SE y de 6 lt/ha. en la exposición NE., el diseño utilizado consistió en bloques al azar con cuatro repeticiones, que se ubicaron en relación a la pendiente (posición en la pendiente) y cinco tratamientos. En el cuadro N° 1, se puede observar la dosis de ingrediente activo (aplicada por ha.) de cada uno de los productos seleccionados, de acuerdo con la exposición del terreno.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DISTRIBUIDOR	EXPOSICIÓN	
			SE	NE
1	KARMEX	DUPONT	3.2 KG	4.8 KG
2	ESTERON 47 M	DOW	1.6 LT	2.4 LT
3	GRAMOXONE	ICI	0.8 LT	1.2 LT
4	FITOAMINA 49	AGRICULTURA NACIONAL	1.640 LT	2.460 LT
5	TESTIGO		SÓLO AGUA	

Cuadro N° 1. Cantidad de ingrediente activo aplicado por hectárea de acuerdo con la exposición del terreno.

La parcela útil fue de 9m² y la aplicación de los herbicidas se llevó a cabo con aspersoras manuales de émbolo marca Expo, con una capacidad de 15 lt. En el caso de karmex se utilizó el adherente Super Coral ADH, en una dosis de 20cc/100 lt. de agua.

La evaluación de los herbicidas se efectuó mediante una escala elaborada en base a la superficie dañada del follaje en las malas hierbas; los valores de dicha escala se presentan a continuación:

VALOR	SUPERFICIE DE FOLLAJE DAÑADA (%)
0	Sin daño aparente
1	1 a 20
2	21 a 40
3	41 a 60
4	61 a 80
5	81 a 100

Para tener una idea más clara de los valores dados en la escala, la figura N°1 ilustra los diferentes porcentajes de daño en porciones de plantas de *Pteridium* sp., así como una fracción de planta sana.



Valor 0 = hoja sana (parte superior izquierda)

Valor 5 = hoja muerta (parte inferior derecha)

Figura N° 1. Diferentes porcentajes de follaje dañado

Los experimentos fueron observados durante un periodo de seis meses, se hicieron visitas periódicas cada 15 días, con el propósito de determinar el efecto secundario de los herbicidas en las malas hierbas, también se evaluó el efecto dañino producido por estos productos en los brinzales.

Para el cálculo del análisis de varianza (ANVA), se consideró el daño producido por el herbicida (escala) con una confiabilidad del 95%; la separación de medias se efectuó a través del método de comparaciones con contrastes ortogonales¹⁶, que consiste en fraccionar la suma de cuadrados de tratamientos en tantas veces como grados de libertad tenga la misma; esta participación está basada en hipótesis, de acuerdo con el problema que se quiera resolver. Para el cálculo de la suma de cuadrados del contraste, se utiliza la fórmula siguiente:

¹⁶ Santizo R.A. 1983. Notas del curso de Diseños Experimentales.

$$SC(\hat{C}_j) = \frac{n(\hat{C}_j)^2}{\sum (C_i)^2}$$

donde :

n = número de repeticiones

(\hat{C}_j) Producto de la media de los tratamientos por el contraste.

$\sum (C_i)^2$ = Suma de los cuadrados del contraste.

En el otoño se repitieron los experimentos, ya que en la aplicación de primavera se observó fitotoxicidad en los brinzales causada por algunos herbicidas. Los trabajos fueron similares a los establecidos en la primera ocasión, sustituyendo el herbicida karmex por el faena, pues los resultados mostraron nulo efecto del primero sobre las malezas; la cantidad aplicada del herbicida faena fue de 1.436 kg/ha. en la exposición SE y de 2.154 kg/ha. en la exposición NE.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante las aplicaciones de primavera y otoño, se estableció un último experimento en la exposición NE durante el invierno de 1985, con el propósito de determinar la dosis adecuada del herbicida faena para el control de malas hierbas. El diseño utilizado consistió en bloques al azar con cuatro repeticiones (posición en la pendiente) y cinco tratamientos que se desglosan en el cuadro N° 2; el experimento tuvo las mismas características y forma de evaluación de los anteriores, sólo que en este caso, la separación de medias se llevó a efecto mediante la prueba de Tukey *cit. pos.* Santizo.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	EQUIVALENTE ÁCIDO/HA	DOSIS LT/HA
1	TESTIGO	SÓLO AGUA	—
2	FAENA	0.718 KG.	2.0
3	FAENA	1.077 KG.	3.0
4	FAENA	1.436 KG.	4.0
5	FAENA	1.795 KG.	5.0

Cuadro N° 2. Cantidad de ingrediente activo aplicada por hectárea en los diferentes tratamientos.

Pruebas de laboratorio.

Los resultados de las aplicaciones de primavera y otoño mostraron que el herbicida gramoxone es altamente tóxico para los brinzales en las dosis aplicadas (4 y 6 lt/ha); por ello, se llevó a cabo una prueba de laboratorio para determinar si con dosis más bajas se presentaba el fenómeno. Se utilizaron brinzales de *Pinus michoacana* y *P. douglasiana* de un año de edad, aplicando las siguientes dosis: 2 ml/lt (0.4 ml de ingrediente activo), 4 ml/lt (0,8 ml de ingrediente activo) y 6 ml/lt (1.2 ml de ingrediente activo). La aplicación se efectuó con una bomba manual Expo y los brinzales se colocaron bajo condiciones ambientales.

La evaluación de la prueba se hizo en forma diaria para determinar el tiempo en que se presentaron los daños y observar si hay relación directa entre la dosis aplicada y la aparición de los síntomas fitotóxicos; por otro lado, se hicieron cortes de las hojas para determinar el daño que sufren las mismas a causa del herbicida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Aplicación de primavera.

Los resultados obtenidos en los experimentos establecidos durante el periodo de secas indican que no hay diferencia entre el comportamiento de los productos aplicados, considerando la exposición del terreno y las especies de coníferas. ya que en las dos exposiciones los resultados fueron similares (cuadro N° 3 y N° 4).

FACTOR DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SC	CM	F. CALCULADA	F. TABULADA
TRATAMIENTOS	4	29.7	7.425	33.0**	5.41
BLOQUE	3	1.8	0.0600	2.66 NS	
ERROR	12	2.7	0.225		
TOTAL	19	34.2			
** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO				NS: NO SIGNIFICATIVO	

Cuadro N° 3. Análisis de varianza del experimento establecido en la exposición SE (primavera).

FACTOR DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SC	CM	F. CALCULADA	F. TABULADA
TRATAMIENTOS	4	39.2	9.8	42.6**	5.41
BLOQUE	3	0.2	0.07	0.3 NS	
ERROR	12	2.8	0.23		
TOTAL	19	42.2			
** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO				NS: NO SIGNIFICATIVO	

Cuadro N° 4. Análisis de varianza del experimento establecido en la exposición NE durante el período de secas.

Para los dos experimentos la conclusión estadística es similar; observemos que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, pero no hay diferencia entre bloques, lo que nos indica que no hay influencia de la posición de la parcela en la pendiente al utilizar herbicidas como tratamiento silvícola para liberar la regeneración.

Las hipótesis planteadas para las dos exposiciones son las siguientes:

H_0 : El efecto de los cuatro tratamientos es igual al del testigo.

$$T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 4T_5$$

H_1 : El comportamiento de los herbicidas bipiridílicos y derivados de la urea es igual al de los herbicidas derivados del diclorofenoxiacético(2,4 -D).

$$T_1 + T_3 = T_2 + T_4$$

H_2 : La aplicación de karmex produce los mismos resultados que la aplicación de gramoxone.

$$T_1 = T_3$$

H_3 : La aplicación del esteron causa los mismos efectos que la aplicación de fitoamina.

$$T_2 = T_4$$

El grupo de contrastes ortogonales para los dos experimentos es el mismo y se conforma como sigue:

Contraste a: $1 + 1 + 1 + 1 - 4 = 0$

Contraste b: $1 - 1 + 1 - 1 + 0 = 0$

Contraste c: $1 + 0 - 1 + 0 + 0 = 0$

Contraste d: $0 + 1 + 0 - 1 + 0 = 0$

En el cuadro N° 5 se muestra la descomposición de la suma de cuadrados de tratamientos en cuatro sumas de cuadrados de contrastes ortogonales para la exposición SE, mientras que en el cuadro N° 6 se muestran los resultados correspondientes a la exposición NE.

FV	GL	SC	CM	F. CALCULADA 0.05
TRATAMIENTOS	4	29.7	7.428	33.0**
C ₀	1	7.2	7.2	32.0**
C ₁	1	4.0	4.0	17.73**
C ₂	1	18.0	18.0	80.0**
C ₃	1	0.5	0.5	2.22 NS
ERROR	12	2.7	0.225	
**ALTAMENTE SIGNIFICATIVO			NS: NO SIGNIFICATIVO	

Cuadro N° 5. Descomposición de la suma de cuadrados y grados libres de tratamientos en contrastes ortogonales (exposición SE).

De los resultados obtenidos en el cuadro N° 5 se infiere la siguiente conclusión estadística: las hipótesis H₀, H₁ y H₂ se rechazan, mientras que la H₃ no.

Esta conclusión nos dice lo siguiente:

1) Que con la aplicación de cualquier herbicida se obtienen mejores resultados que si no se aplica nada.

2) Que la aplicación de herbicidas bipiridílicos y derivados de la urea ocasiona efectos distintos a la de herbicidas derivados del ácido fenoxiacético (2,4-D).

3) Que con la aplicación del producto gramoxone se tiene diferente resultado que con la aplicación de karmex.

4) Que el efecto de los herbicidas esteron 47 M y fitoamina 40 en las malas hierbas es el mismo.

FV	GL	SC	CM	F. CALCULADA
TRATAMIENTOS	4	39.2	9.8	42.6**
C ₀	1	5.41	5.41	23.52**
C ₁	1	5.06	5.06	22.0**
C ₂	1	28.12	28.12	122.26**
C ₃	1	0.5	0.5	2.17 NS
ERROR	12	2.8	0.23	
** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO			NS: NO SIGNIFICATIVO	

Cuadro N° 6. Descomposición de la suma de cuadrados y grados libres de tratamientos en contrastes ortogonales (exposición NE).

En el cuadro N° 6 se observa que los resultados obtenidos en la exposición NE son similares a los de la SE, por lo que las hipótesis H₀, H₁ y H₂ son rechazadas, mientras que la H₃ no se rechaza; esto indica que para el caso de los herbicidas empleados karmex, esteron 47M, gramoxone y fitoamina, no hay diferencia en los resultados considerando la exposición del terreno, ya que las especies existentes en el estrato herbáceo son las mismas; por ello, el comportamiento de los herbicidas es similar, aún cuando varíen las condiciones de humedad relativa, insolación y temperatura¹⁷.

Por lo que respecta a las dosis de herbicida utilizadas, no se notó incremento en el daño a las malas hierbas al aumentarse la cantidad de producto; esto fue notable en el caso del

¹⁷ Spurr S.H. y Barnes V.B. 1973. *Forest Ecology*.

gramoxone, donde el valor de la media para las dos exposiciones fue de 4.0 lo que se puede explicar por la acción disecante del herbicida¹⁸, Klingman, *op. cit.*; por otro lado, aún cuando la aplicación se llevó a cabo en la mañana, el efecto del producto fue excelente (fig. N° 2), contradiciendo lo expresado por Klingman y Ashton *ibid.*, en el sentido de que se tienen mejores resultados en el campo cuando se realiza por la mañana o al mediodía.



a). Exposición SE



b). Exposición NE

Figura N° 2. Parcelas tratadas con gramoxone durante la aplicación de primavera.

En el caso de los productos karmes, esterón 47 M y fitoamina, se pudo observar un ligero incremento en el daño a las malas hierbas al aumentar la dosis por ha.; sin embargo, los resultados indican que el efecto de dichos productos es muy inferior al del gramoxone. En el caso de karmes, es probable que el poco efecto (0.25 en dosis de 4 lt/ha. y 1.0 en dosis de 6 lt/ha.), del producto en el control de malas hierbas se deba a que la dosis de surfactante empleada fue tan baja que no permitió el buen funcionamiento del producto, Klingman, *op.cit.*; en el caso de los herbicidas derivados del ácido dicloro fenoxiacético, la toxicidad fue baja: el esterón tuvo un valor medio de 1.2 en la dosis de 4 lt/ha. y de 1.75 en la dosis de 6 lt/ha., mientras que los valores dados por la fitoamina fueron de 0.75 y 1.25 respectivamente.

Este reducido efecto de los herbicidas se debió a que la aplicación se efectuó cuando el

¹⁸ Rojas G. M. 1980. Manual teórico práctico de herbicidas y fitoreguladores.

crecimiento de las malas hierbas era lento, puesto que el producto se concentra en los tejidos jóvenes, ya sea embrionario o meristemático; las yemas que sufren una rápida diferenciación y las que se encuentran en un estado de gran actividad fisiológica durante la aplicación, son las que muestran los mayores efectos, Klingman, *idem*.

Además, las plantas prevalentes en la época de secas son plantas anuales o perennes que están en la última etapa de su desarrollo, por lo que es más difícil la absorción y translocación del producto, ya que la superficie cerosa es más gruesa, Klingman, *op.cit.*; Weaver, *ibid*. Para su control, se sugiere la aplicación de 2, 4, 5-T, Waver, *ib*.

Otro fenómeno que se apreció fue que el herbicida esteron 47M presentó mayor toxicidad que la fitoamina; esto concuerda con lo observado por Kligman, *ibidem*., quien señala que las formulaciones ésteres del 2, 4-D son consideradas las más tóxicas para las plantas.

Por lo menos existen tres explicaciones posibles para este proceso:

1. La volatilidad del producto permite la absorción de los gases a través de los estomas.
2. La acción humectante del éster, parecido al aceite, puede realmente ayudar a la penetración de los estomas.
3. Las formas ésteres, con su baja polaridad, son compatibles con la cutícula ayudando a la penetración directa a través de la misma.

También se registró un daño mínimo en los testigos (0.25 en la dosis de 4 lt/ha. y 0.50 en la dosis de 6 lt/ha.), debido al arrastre de los productos por el viento al momento de la aplicación; posiblemente la velocidad del viento en ese punto fue superior a los 16 km por hora, Heidmann, *op.cit*.

Por último, se observó fitotoxicidad en los brinzales de las tres especies de pino causada por los herbicidas gramoxone y esteron 47M (cuadro N° 7); en el primer caso, se presentó inicialmente la formación de lesiones en forma de banda circular, de color amarillo; más tarde las plántulas tomaron un color café bronceado y posteriormente perecieron (fig. N° 3). Este daño se puede confundir con síntomas producidos por deficiencia de magnesio o potasio, pudrición radical, efecto de calor y ácaros, Hallett, *op.cit*.

En el caso del esteron 47M se observó, en algunos brinzales, un amarillamiento y distorsión del meristenio apical (fig. N° 3), pero sin causar la muerte de las plántulas. El promedio de brinzales dañados por gramoxone en la exposición SE (4 lt/ha.), fue de 62.3%, mientras que en la exposición NE (6 lt/ha.), fue de 65%, no existiendo diferencia estadística de acuerdo con la dosis empleada; con el herbicida esteron 47M se obtuvo, en la exposición SE (4 lt/ha.), un 21% de plántulas dañadas, mientras que en la exposición NE (6 lt/ha.),

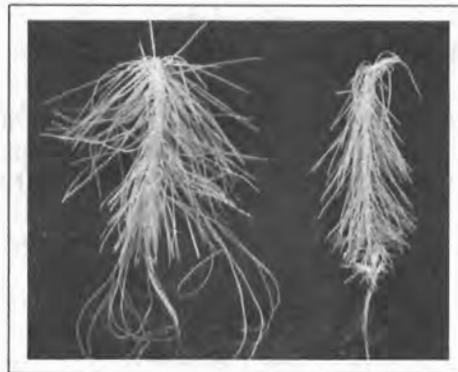
el valor fue de 26.6 %, lo cual indica que el comportamiento en las dos exposiciones fue similar.



a



b



c

Figura N° 3. Brinzales con síntomas de fitotoxicidad producida por gramoxone (a, b,) y esteron (c).

En ningún tratamiento hubo muerte total del estrato herbáceo, siendo el género *Pteridium* el que presentó mayor resistencia en esta época del año (primavera); esto concuerda con lo reportado por Heidmann, *op.cit.*, en el sentido de que para obtener mejores resultados en la utilización de los herbicidas, se deben aplicar en verano u otoño, cuando la vegetación se encuentra en estado de desarrollo vigoroso.

EXPOSICIÓN HERBICIDA	SE				NE			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
GRAMOXONE	55.6	64.3	58.8	70.6	55.6	71.4	63.0	70.0
ESTERON	19.2	0.0	80.0	16.7	50.0	9.5	4.3	42.8

Cuadro N° 7. Porcentaje de brinzales afectados por los herbicidas gramoxone y esterón 47M durante la aplicación de primavera.

Aplicación de otoño.

De los resultados del análisis de varianza, se infiere que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, pero no entre bloques; los resultados fueron similares para las dos exposiciones del terreno (SE y NE), (cuadros N° 8 y N° 10).

FACTOR DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SC	CM	F. CALCULADA	F. TABULADA 0.05
TRATAMIENTOS	4	38.3	9.58	46.05**	5.41
BLOQUE	3	1.0	0.33	1.58 NS	
ERROR	12	2.5	0.208		
TOTAL	19	41.8			
** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO				NS: NO SIGNIFICATIVO	

Cuadro N° 8. Análisis de varianza correspondiente a la aplicación de otoño en la exposición SE.

Se denota que el comportamiento entre bloques es similar a la aplicación de primavera, es decir, que no hay influencia de la posición de la parcela dentro de la pendiente en el efecto de los herbicidas sobre las malas hierbas y en la regeneración, en los dos tipos de exposición.

Las hipótesis y los contrastes ortogonales de estos experimentos fueron iguales a los de la aplicación de primavera, recordando que en esta estación (otoño), se sustituyó el herbicida faena por el herbicida karmex. La descomposición de la suma de cuadrados de tratamientos, en las dos exposiciones, en cuatro sumas de cuadrados de los contrastes, se pueden observar en los cuadros N° 9 y N° II.

FV	GL	SC	CM	F. CALCULADA
TRATAMIENTOS	4	38.30	9.58	46.05
C_0	1	18.05	18.05	86.77**
C_1	1	20.25	20.25	97.35**
C_2	1	0.0	0.0	0.0 NS
C_3	1	0.0	0.0	0.0 NS
ERROR	12	2.5	0.208	
** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO		NS: NO SIGNIFICATIVO		

Cuadro N° 9. Descomposición de la suma de cuadrados y grados libres de tratamientos en contrastes ortogonales (exposición SE).

La conclusión estadística nos indica que se rechazan las hipótesis H_0 y H_1 , mientras que las hipótesis H_2 y H_3 no. Trasladada esta conclusión estadística a la práctica, podemos decir que:

- 1) Es mejor aplicar cualquier herbicida que no aplicar nada.
- 2) La suma de los efectos de los herbicidas gramoxone y faena es diferente a la suma de los efectos de los herbicidas esterón 47M y fitoamina.
- 3) El efecto del herbicida gramoxone es igual al efecto del faena.
- 4) El efecto del herbicida esterón 47M es igual al efecto del herbicida fitoamina.

FACTOR DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SC	CM	F. CALCULADA	F. TABULADA 0.05
TRATAMIENTOS	4	81.7	20.43	127.67**	5.41
BLOQUE	3	0.6	0.2	1.1 NS	
ERROR	12	1.9	0.16		
TOTAL	19	84.2			
** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO				NS: NO SIGNIFICATIVO	

Cuadro N° 10. Análisis de varianza de la aplicación de otoño en la exposición NE.

De los resultados obtenidos en el cuadro N° 10 podemos inferir que existe una alta diferencia estadística entre tratamientos, pero no hay diferencia significativa entre bloques.

FV	GL	SC	CM	F. CALCULADA
TRATAMIENTOS	4	81.7	20.43	127.67**
C ₀	1	21.01	21.01	131.31**
C ₁	1	60.06	60.06	375.37**
C ₂	1	0.5	0.5	3.125 NS
C ₃	1	0.125	0.125	0.78 NS
ERROR	12	1.9	0.16	
** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO				NS: NO SIGNIFICATIVO

Cuadro N° 11. Descomposición de la suma de cuadrados y grados libres en tratamientos en contrastes ortogonales (exposición NE).

La conclusión estadística del tratamiento químico en la exposición NE es la siguiente: se rechazan las hipótesis H_0 y H_1 y no se rechazan las hipótesis H_2 y H_3 ; esta conclusión nos indica que:

- 1) El efecto de cualquier herbicida, para el control de malas hierbas, es mejor que si no se aplican.
- 2) El efecto de los herbicidas faena y gramoxone es diferente y mayor que el de los herbicidas derivados del ácido fenoxiacético.
- 3) El efecto del herbicida gramoxone es igual al efecto del herbicida faena.
- 4) El efecto del herbicida esteron 47M es igual al de la fitoamina.

Aunque los resultados en las dos exposiciones son similares, se puede observar que hay un efecto directamente proporcional al aumentar la dosis del producto, fenómeno que no se pudo apreciar en la aplicación de primavera, y sí se presentó en esta época del año, pues las plantas están en su máxima actividad fisiológica, Heidmann, *op.cit.* El fenómeno fue más notable con faena y gramoxone, ya que en la exposición SE (4 lt/ha.), se registraron medias de 3.5 para ambos productos, mientras que en la exposición NE (6 lt/ha.), se presentaron medias de 4.5 y 5.0 respectivamente; sin embargo, para estos herbicidas no existe diferencia significativa, aunque la acción de faena es mucho más lenta que la acción de gramoxone.

Esto se debe a que faena es un producto sistémico que debe ser absorbido por la planta, translocado a todas las partes de la misma, para posteriormente iniciar su acción herbicida al interferir con la biosíntesis de la fenilalanina, mientras que gramoxone es un producto desecante que actúa en corto tiempo, Cremlyn, *op.cit.*; klingman, *ibid*; Rojas, *idem*.

El efecto del herbicida faena se observó por vez primera a los 15 días de haberse aplicado el producto; se inició con una clorosis, marchitamiento en los márgenes de las láminas foliares, que con el tiempo se hizo extensivo a toda la hoja y por último, ocasionó la muerte de la planta; todo el proceso se llevó a cabo en un período no mayor a los dos meses.

En el caso de los herbicidas derivados del ácido diclorofenoxiacético (esteron 47M y fitoamina), no se presentó un efecto proporcional al aumentar la dosis del ingrediente activo. Se esperaba que este tipo de herbicidas sistémicos efectuara buen control de las malas hierbas en esta época del año (otoño); sin embargo, el efecto fue bastante leve en las dos exposiciones para los dos productos, si se compara con los herbicidas anteriores; esto posiblemente se deba, en el caso del esteron 47M, a que es un compuesto no polar (hidrofóbico), que atraviesa sin dificultad la cera cuticular, pero se le dificulta penetrar en los tejidos siguientes: a la fitoamina, que es un compuesto polar (hidrofilico), se le dificulta considerablemente atravesar la cera cuticular, pero una vez hecho esto, penetra rápidamente los estratos subsiguientes.

Además, sólo se efectuó una aplicación de dosis alta (6 lt/ha.), notándose que se puede lograr un mejor control de las malezas aplicando repetidamente dosis bajas, Klingmann, *op.cit.*; esta recomendación puede utilizarse en cultivos anuales de alto rendimiento, pero en el

caso del bosque, la sugerencia no es factible, porque los costos por tratamiento se verían incrementados considerablemente.

Durante la aplicación de otoño, también se presentó fitotoxidad en los brinzales causada por los herbicidas gramoxone y esteron 47M (cuadro N° 12); en el caso del herbicida gramoxone se alcanzó un porcentaje promedio de 75.8 plántulas afectadas en la exposición SE, mientras que en la exposición NE, el valor alcanzado fue de 100%, existiendo una relación directa entre la dosis y el porcentaje de brinzales dañados por el herbicida.

EXPOSICIÓN HERBICIDA	SE				NE			
	BLOQUE I	II	III	IV	I	II	III	IV
GRAMOXONE	70.5	83.4	85.5	64.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ESTERON	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	55.6

Cuadro N° 12. Porcentaje de brinzales afectados por los herbicidas gramoxone y esteron 47M durante la aplicación de otoño.

Lo anterior nos indica que para tal producto no hay influencia en el desarrollo de la planta¹⁹, ni de la época de aplicación, Daniel, *op.cit.*, ya que inclusive los valores medios obtenidos en otoño son mayores que los conseguidos en primavera; esto contradice lo observado por Daniel, *ibid*, quien señala que cuando el objetivo de la aplicación es liberar a los pinos de la competencia, la aspersión debe hacerse en otoño, una vez que las coníferas están en período de latencia y cuando el crecimiento de las malezas es todavía activo. Sin embargo, gramoxone es un producto que se puede aplicar en aquellos terrenos donde se va a reforestar y existe una alta cobertura por parte de las malas hierbas; es decir, como una labor de limpieza Balneaves, *op. cit.*

En el caso del esteron 47M, el porcentaje de plántulas dañadas fue bajo (0.0% en la exposición SE y de 22.2% en la NE), en comparación con la aplicación de primavera, lo que nos muestra que para este producto sí es importante la época y dosis de aplicación

¹⁹ Bello G.M.A. 1983. Estudio fenológico de cinco especies de *Pinus* en la región de Uruapán, Michoacán.

Daniel, *op.cit.*; su acción se debió a la persistencia del producto, mientras que con el herbicida fitoamina, que es una sal del 2,4-D, no se presentó el fenómeno, Klingman, *ibid.*

De acuerdo a Heidmann, *op.cit.*, el herbicida faena (glifosato), no debe aplicarse si existe regeneración en el área a tratar, a menos que la aplicación sea dirigida evitando rociar las coníferas; sin embargo, en este ensayo el producto no presentó señales de fitotoxicidad en los brinzales, aún cuando la aplicación se llevó a cabo en forma total, concordando con lo reportado por Daniel, *op.cit.*, quien menciona que el glifosato es efectivo contra malezas, pero inocuo para las coníferas cuando se aplica durante el otoño, invierno e inicio de primavera.

Durante esta época del año también se pudo observar, que no hay plantas resistentes a los productos gramoxone y faena, siendo adecuada la estación para aplicar este tipo de tratamientos a las malas hierbas; por otro lado, se determinó que el herbicida faena protege la regeneración por un lapso mínimo de seis meses (noviembre a abril), lo que constituye un excelente plazo que permite a los brinzales desarrollar sin competencia hasta la siguiente temporada de lluvias, dando como resultado plantas más vigorosas que pueden resistir el embate de los agentes destructivos del bosque.

Un aspecto que no se debe olvidar al efectuar tratamientos químicos al bosque, con el propósito de favorecer el establecimiento de la regeneración, es que las especies del género *Pinus* son intolerantes, por lo que se deben utilizar los herbicidas cuando la cobertura del sustrato herbáceo sea mayor del 40%; coberturas menores no causan daño significativo a los brinzales, ya que en tal caso, la población no es tan grande como para competir por los factores agua, luz y nutrientes, Hawley y Smith, *op.cit.*

Dosis de faena.

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro N° 13), del experimento establecido para lograr la dosis económica del herbicida faena, podemos inferir que no hay diferencia estadística entre bloques, pero sí una alta significancia entre tratamientos. Esto en términos reales nos dice que no hay influencia de la posición de la parcela en la pendiente en el comportamiento del herbicida y que existe una gran diferencia en el control de malas hierbas al aplicar diferentes dosis del producto.

FACTOR DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SC	CM	F. CALCULADA	F. TABULADA 0.05
TRATAMIENTOS	4	39.2	9.8	36.704**	5.41
BLOQUE	3	0.55	0.183	0.685	NS
ERROR	12	3.2	0.267		
TOTAL	19	42.95			

** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO NS: NO SIGNIFICATIVO

Cuadro N° 13. Análisis de varianza del experimento establecido para obtener la dosis de faena.

El valor mínimo para aplicar la prueba de Tukey fue el siguiente:

$$Q = 4.5. (0.258) = 1.163$$

La agrupación de los tratamientos quedó como se expresa a continuación:

Tratamiento	\bar{X}
faena 5 l/ha.	3.75 a
faena 4 l/ha.	3.50 a
faena 3 l/ha.	1.50 b
faena 2 l/ha.	1.50 b
testigo	0.00 c

La prueba de separación de medias nos da como resultado la formación de tres grupos, donde el tratamiento 5 (5 l/ha.) y 4 (4 l/ha.), no son significativamente diferentes entre sí, pero son significativamente mayores que los tratamientos 1(testigo),2,3; los tratamientos 3 (3 l/ha.) y 2 (2 l/ha.), no son significativamente diferentes entre sí, pero son significativamente menores que los tratamientos 5 y 4 y significativamente mayores que el testigo; este último es significativamente menor a los demás tratamientos (fig. N° 4).

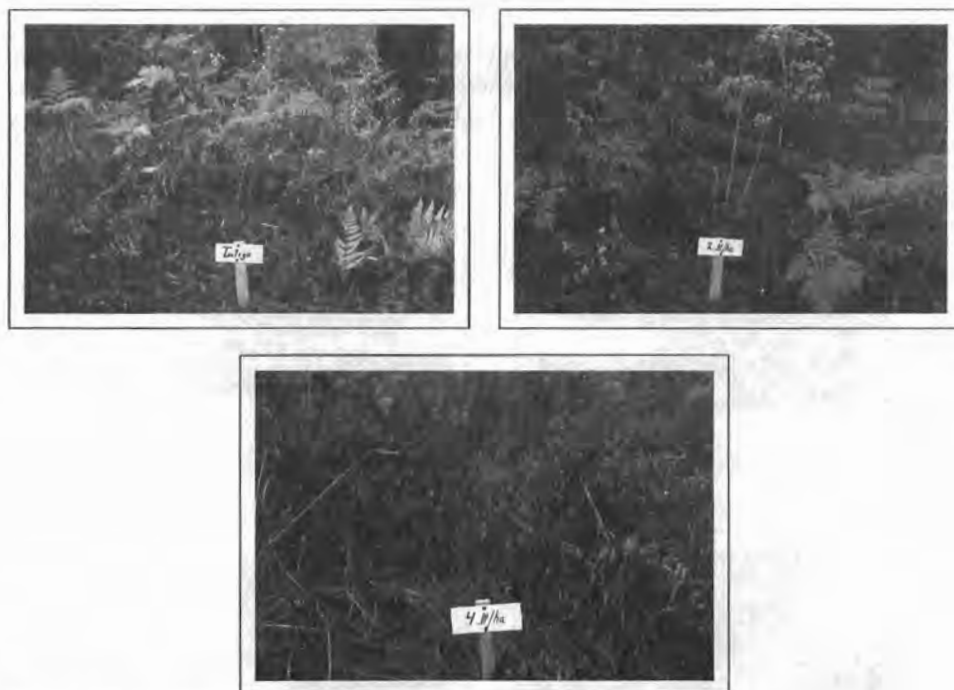


Figura N° 4. Diferentes dosis de faena y su efecto en las malas hierbas.

De acuerdo con los resultados, se encontró que existe un mejor control de las malas hierbas al aplicar el herbicida faena en dosis de 4 y 5 lt/ha.; le siguen, en efectividad de control, las dosis de 3 y 2 lt/ha. y por último, el testigo. Desde el punto de vista económico, la dosis de 4 lt/ha. es la mejor, ya que una aplicación tendría un costo aproximado de \$18,397.00 (considerando tres peones con un costo de \$879.00 diarios y \$15,760.00 de cuatro litros del herbicida), mientras que aplicando la dosis de 5 lt/ha., el costo se incrementaría en \$3,940.00 (precios de marzo de 1985), que corresponde a un 17.63% del costo total.

Estos resultados concuerdan con lo recomendado por la compañía Monsanto²⁰, que sugiere para el control de malas hierbas perennes de hoja ancha y gramíneas, dosis que varían de 4 a 7 lt/ha.; por otro lado, se hace notar que con el herbicida faena se obtiene una reducción en costos, se permite un eficiente uso de la mano de obra y se mantiene limpio el terreno por un lapso aproximado de 90 a 120 días.

Pruebas de laboratorio.

Los brinzales de *Pinus michoacana* y *P. douglasiana* mostraron los efectos de fitotoxicidad (fig. N° 5), aún con dosis de 2 ml. del herbicida gramoxone por litro de agua; sin embargo,

²⁰ Monsanto Comercial, S. A. de C. V., 1984. Herbicida Faena.

existe una relación directa entre la dosis aplicada y la muerte de las plántulas, ya que con dosis de 2 ml los daños aparecieron al segundo día de la aplicación y la planta murió hasta los siete días, mientras que con la dosis de 6 ml. los síntomas aparecieron el primer día y los brinzales perecieron a los cuatro días.



Figura N° 5. Efecto del herbicida gramoxone en plántulas de pino de un año de edad.

En cortes a las acículas, efectuados bajo la luz del microscopio, se pudo detectar un fuerte daño en la epidermis, el cual propició la fuga excesiva de agua y la muerte del tejido; este fenómeno se debió a la acción desecante del producto, Rojas, *op.cit.*

CONCLUSIONES

1. En áreas incendiadas, la utilización del tratamiento químico para la regeneración da excelentes resultados para el control de malas hierbas.

2. Con los herbicidas derivados del ácido diclorofenoxiacético, (2, 4-D y esteron 47M), no se obtiene un buen control de las malas hierbas y se pueden presentar efectos fitotóxicos en los brinzales.

3. La aplicación de herbicidas derivados de la urea (karmex), tienen un nulo efecto sobre el estrato herbáceo y no impiden la competencia, por luz y nutrientes, entre las malas hierbas y la regeneración.

4. Con el uso de los herbicidas bipiridílicos (gramaxone), se obtiene un excelente control de la población de las malas hierbas en cualquier época del año; su aplicación se debe efectuar en áreas donde no exista regeneración (como una labor de limpia), ya que causa graves daños a los brinzales debido a su alta fitotoxicidad.

5. La utilización de herbicidas alifáticos (faena), da un excelente resultado para el control de malezas, en áreas incendiadas; además no tienen efectos fitotóxicos sobre la regeneración y protegen a la misma, por un período de seis meses.

6. Los productos químicos de acción herbicida, con el propósito de liberar a la regeneración de la competencia por las malas hierbas, se deben aplicar cuando las malezas están en crecimiento activo y los brinzales en latencia (otoño y principios de invierno).

7. La dosis económica del herbicida faena, en la zona estudiada, es de 4 lt/ha.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, B.C. 1982. Labores silvícolas complementarias al suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. Boletín Técnico N° 93. 44 p.
- Balneaves, J. M. 1982. "Grass control for Radiata Pine Establishment on Droughty Sites". *New Zealand Jor. of Forestry* 27(2): pp. 259-276
- Bello, G.M.A. 1983. Estudio fenológico de cinco especies de Pinus en la región de Uruapan, Mich. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico No.96. México.
- Cremlyn, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Ed. Limusa. México. 356 p.
- Daniel, P.W. ; Helms, V.E. y Baker, F.S. 1982. Principios de Silvicultura. Ed. McGraw-Hill. México. 492 p.
- Daubemire, R.F. 1979. Ecología Vegetal. Tratado de autoecología de plantas. Ed. Limusa. 3a. ed. México. 496 p.

- Fales, S.L. y Wakefield R.C. 1981. "Effects of turfgrass on the establishment of woody plants". *Agronomy Journal* 73. pp. 605-610.
- Fryer, J.D. 1981. "Herbicides: Do they Affect Soil Fertility Span?" 24 (1) pp. 5-10.
- Goor, A.Y. y Barney, C.W. 1976. Forest tree planting in arid zones. Ronald Press Co. New York. 504 p.
- Hallett, R.D. 1982. Seedling Injury by simazine and other triazine Herbicides. Canadian Forestry Ser. Inf. Rep. M-X-145.
- Hawley, R.C y Smith, D.W. 1972. Silvicultura Práctica. Ed. Omega, S.A. Barcelona, Esp. 545 p.
- Heidmann, L.J. 1984. Using herbicides for reforestation in the Southwest. Forest Service USD. RM - 103.
- Klingman, G.C. y Ashton, F.M. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas. Ed. Limusa. México. 449 p.
- Monsanto Comercial, S.A. de C.V. 1984. Herbicida Faena. División Agrícola. Mexico.
- Rojas, G.M. 1980. Manual teórico práctico de herbicidas y fitoreguladores. Ed. Limusa. México. 116 p.
- Samek, V. 1979. Elementos de silvicultura de los bosques latifolios. Ediciones de Ciencia y Técnica. La Habana, Cuba. 291 p.
- Santizo, R.A. 1983. Notas del curso de Diseños Experimentales. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Siren, G. 1979. Otros tratamientos culturales. Memorias del curso de Silvicultura en la UIEF Atenquique. México.
- Spurr, S.H. y Barnes V.B. 1973. Forest Ecology. Ed. Ronald Press Co. New York. 2ª ed. 57. p.
- Waver, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas. México 622 p.