



0011901



Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile

CONTROL DE MALEZAS EN PLANTACIONES FORESTALES EN CHILE Y SUS CONSIDERACIONES AMBIENTALES

INFOR
500
c.2



INSTITUTO FORESTAL
2011



INFOR

FONDO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LA REGIÓN DEL BÍO BÍO

CORFO INNOVA BIO BIO

INFOR
500
C2
S. Metropolitana



CONTROL DE MALEZAS DE PLANTACIONES FORESTALES EN CHILE Y SUS CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Autores: Alberto Pedreros L².
Víctor Vargas R¹.

Coautores: Karina Luengo V.
Braulio Gutiérrez C.
Felipe Lobo Q.
Pierre Lenne

**INSTITUTO FORESTAL
2011**

¹Ingeniero Forestal. MSc. Instituto Forestal Sede Bío Bío. victor.vargas@infor.cl

²Ingeniero Agrónomo. PhD. Universidad Concepción. jpedrerosl@udec.cl



CONTROL DE MALEZAS EN PLANTACIONES FORESTALES EN CHILE Y SUS CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Edición: Santiago Barros A. Instituto Forestal

Instituto Forestal, Sede Bio Bio
Concepción, Chile 2011

Registro Propiedad Intelectual N° 213.392
ISBN N° 978-956-318-053-4

www.infor.cl

Impresión y Diagramación Trama Impresores S.A - Hualpén, CHILE.
Tiraje 300 unidades

PRÓLOGO

El país dispone de cerca 2,5 millones de hectáreas de plantaciones forestales y este recurso proporciona casi la totalidad de la madera que anualmente se corta en Chile para abastecer una desarrollada industria de aserrío, pulpa y papel, tableros y chapas, entre otros productos.

Las plantaciones forestales, principalmente de *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*, están bajo un régimen de silvicultura intensiva, desde la producción de plantas y las técnicas de establecimiento de plantaciones hasta los diversos esquemas de manejo que se aplican para los diferentes productos a obtener, razón por la que constituyen un recurso de alta productividad.

El Instituto Forestal, en sus ya 50 años realizando investigación forestal, ha contribuido desde su creación a consolidar el importante recurso plantaciones en el país, apostando por recuperar suelos degradados y generar riquezas para Chile. Inicialmente, fueron los programas de introducción de especies forestales y las investigaciones sobre manejo de pino; luego fueron los modelos de crecimiento y manejo para pino y eucalipto; posteriormente, las investigaciones sobre propagación de plantas, técnicas de establecimiento de plantaciones, manejo silvícola y otras, complementadas con los programas de mejoramiento genético.

En los aspectos de información sobre el recurso, la producción y los mercados, INFOR actualiza y publica periódicamente los inventarios de superficies y volúmenes de plantaciones, al igual que los consumos de materia prima, la producción industrial y los mercados domésticos y externos, con sus volúmenes, destinos y precios.

El recurso bosques plantados en Chile se ha estado ampliando progresivamente desde la mitad del siglo pasado y queda aún mucho por hacer. El país dispone todavía de extensas superficies de suelos forestales desarbolados donde establecer nuevas plantaciones, lo que permitiría incrementar este valioso recurso, generando trabajo, materia prima para expansiones industriales y una variedad de beneficios sociales y ambientales asociados a éste.

El desarrollo logrado con las plantaciones y su industria derivada, permanentemente requiere de investigación e innovación para continuar avanzando. Una muestra de esto es la presente publicación.

Las técnicas intensivas de establecimiento de plantaciones son parte muy importante de la silvicultura, permiten rápidos crecimientos, cortas rotaciones y alta productividad. En los distintos sitios del país se aplican combinaciones de tratamientos de preparación de suelos, control de competencia, fertilización inicial e, incluso, riegos iniciales en casos en que es necesario.

El control de competencia es crucial en el establecimiento de plantaciones y, muy especialmente para el caso de los eucaliptos. La competencia que diversas malezas ejercen sobre las plantas recién establecidas, ya sea por espacio, luz, agua o nutrientes, puede tornarse, en diferentes zonas del país, en una fuerte limitante para la supervivencia y desarrollo inicial de las plantas. Un adecuado control de esta competencia asegura el éxito de la plantación y sus resultados se reflejan durante todo su período de rotación.

Dependiendo de la especie a plantar, de la vegetación competidora presente en el lugar, de las condiciones climáticas, de la topografía y otros factores, diversos métodos pueden ser empleados para combatir las malezas, como la aplicación de métodos químicos, mecánicos, biológicos y combinaciones de estos. Los más empleados son los químicos mediante el uso de productos herbicidas, los que pueden tener en algunos casos externalidades ambientales negativas, más aún, algunos productos han sido prohibidos o su uso no es aceptado por los sellos de certificación forestal.

El presente libro, que INFOR pone a disposición del sector forestal, contiene abundante información sobre métodos, técnicas, productos, formas de aplicación y otros antecedentes que conducen a un eficaz control de la competencia de malezas en el establecimiento de plantaciones forestales, con especial énfasis en aquellas técnicas y productos amigables con el medio ambiente y aceptados por los sellos de certificación forestal nacionales e internacionales.

Dr. Hans Grosse Werner

Director Ejecutivo

Instituto Forestal

INDICE

INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES GENERALES	11
1.- PROYECTO ALTERNATIVAS DE CONTROL DE MALEZAS A HERBICIDAS CUESTIONADOS POR LOS SELLOS DE CERTIFICACIÓN	11
1.1.- Objetivos	11
Objetivo General	
Objetivos Específicos	
1.2.- Área de Estudio	12
1.3.- Diseño Experimental y Tratamientos	12
2.- MALEZAS EN PLANTACIONES FORESTALES	14
CONCLUSIONES	17
CAPÍTULO 2. CLASIFICACIÓN DE LAS MALEZAS	21
1.- CLASIFICACIÓN FISIOLÓGICA	21
2.- CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA	22
3.- CLASIFICACIÓN SEGÚN CICLO DE VIDA	24
3.1.- Malezas Anuales	24
3.2.- Malezas Bienales	25
3.3.- Malezas Perennes o Plurianuales	26
CONCLUSIONES	30
CAPÍTULO 3. PRINCIPALES MALEZAS ASOCIADAS A PLANTACIONES FORESTALES EN CHILE	33
CAPÍTULO 4. SISTEMAS DE CONTROL DE MALEZAS	41
1.- CONTROL CULTURAL	41
2.- CONTROL BIOLÓGICO	42
2.1.- Clásico o Inoculativo	42
2.2.- Aumentativo o Inundativo	42
2.3.- Conservativo	42
2.4.- Amplio Espectro	42
3.- CONTROL MECÁNICO	44
4.- CONTROL QUÍMICO	48
5.- CONTROL INTEGRADO	49
CONCLUSIONES	51
CAPÍTULO 5. USO DE HERBICIDAS	55
1.- CLASIFICACIÓN DE HERBICIDAS	55
2.- COMPORTAMIENTO DE LOS HERBICIDAS	58
2.1.- Comportamiento de los Herbicidas en el Suelo	58
2.2.- Comportamiento de los Herbicidas en el Follaje	60
3.- TÉCNICAS DE APLICACIÓN	64
3.1.- Variables de Control	64
3.2.- Recomendaciones Generales	67
3.3.- Uso de Elementos de Seguridad	68
3.4.- Almacenaje	69

3.5.- Transporte	70
3.6.- Eliminación de Envases	71
4.- EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE	71
5.- HUELLA DE CARBONO DE LOS HERBICIDAS	73
CONCLUSIONES	75
CAPÍTULO 6. RESTRICCIONES AL USO DE HERBICIDAS	79
1.- PLAGUICIDAS Y SU GRAVITACIÓN COMERCIAL	79
2.- NORMATIVA INTERNACIONAL AL USO DE PLAGUICIDAS	80
2.1.- Certificación Forestal	80
2.2.- Aspectos Normativos y Regulatorios Nacionales y Extranjeros	84
2.3.- Marco Regulatorio Nacional	84
REFERENCIAS	85
ANEXO N° 1. ASPECTOS NORMATIVOS Y REGULATORIOS NACIONALES Y EXTRANJEROS	89
ANEXO N° 2. PRINCIPALES DOCUMENTOS NORMATIVOS DE LOS SELLOS FSC Y PEFC RELACIONADO CON EL USO DE PLAGUICIDAS	97
ANEXO N° 3. MARCO REGULATORIO NACIONAL	103
ANEXO N° 4. HERBICIDAS REGISTRADOS PARA USO FORESTAL EN CHILE	109
AGRADECIMIENTOS	111

INTRODUCCIÓN

El presente documento busca constituirse en un apoyo técnico para profesionales del ámbito forestal relacionados con la silvicultura de plantaciones forestales en diversas temáticas relacionadas con el control de malezas.

A través de los diferentes capítulos de este libro, se incorporan los principales resultados obtenidos en el proyecto Alternativas de Control de Malezas a Herbicidas Cuestionados por los Sellos de Certificación, desarrollado por Instituto Forestal, con el financiamiento de Innova Bío-Bío, empresas forestales, empresas químicas y entidades del agro.

El documento aporta información técnica relativa al conocimiento de las malezas, con énfasis en aquellas relacionadas con el sector forestal, describiendo las distintas alternativas de control existentes. Además presenta información sobre los herbicidas, su clasificación, su comportamiento, sus riesgos ambientales y su uso, manejo y disposición final. Se incluye finalmente un resumen de la normativa nacional e internacional relevante y de las restricciones a plaguicidas contempladas por los principales sellos de certificación internacional.



UNIVERSIDAD DE CHILE



INNOVA BIO BIO



SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

PROYECTO

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITORIA Y EVALUACION DEL MANEJO DEL BOSQUE DE PINO

El presente proyecto tiene como objetivo principal evaluar el manejo del bosque de pino en la zona de estudio, a través de la implementación de un sistema de monitoreo y evaluación.

El proyecto se divide en tres etapas:

- 1. Diagnóstico del estado actual del bosque.
- 2. Diseño e implementación del sistema de monitoreo y evaluación.
- 3. Evaluación de los resultados y ajustes necesarios.

El proyecto cuenta con el apoyo de la Universidad de Chile y el Sistema Nacional de Innovación.



CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES GENERALES

1.- PROYECTO ALTERNATIVAS DE CONTROL DE MALEZAS A HERBICIDAS CUESTIONADOS POR LOS SELLOS DE CERTIFICACIÓN

Uno de los principales factores que limitan el establecimiento y desarrollo de las plantaciones forestales y, en consecuencia, la rentabilidad de los cultivos forestales, es el alto impacto de la competencia que ejerce la presencia de malezas.

Para superar este problema, las empresas forestales han diseñado estrategias de manejo de vegetación competidora, basadas en la aplicación de herbicidas como complemento a la preparación del suelo, limitando las alternativas de control mecánico que implican altos costos de operación y afectan negativamente la rentabilidad del negocio.

Los pequeños y medianos propietarios en tanto, no tienen como práctica normal aplicar herbicidas en sus plantaciones, fundamentalmente porque no perciben de manera cabal, el efecto negativo de las malezas sobre el rendimiento de sus plantaciones y la rentabilidad del negocio.

El proyecto Alternativas de Control de Malezas a Herbicidas Cuestionados por los Sellos de Certificación, que contó con el financiamiento de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), a través del Fondo de Innovación Tecnológica de la Región del Bío Bío, evaluó alternativas a los herbicidas actualmente cuestionados para el establecimiento de plantaciones de eucaliptos, buscando eficiencia en el control de malezas y menores efectos ambientales.

1.1.- Objetivos

Objetivo General

- Generar alternativas a los herbicidas no aceptados por los sistemas de certificación forestal para el control de malezas en el proceso de establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus* spp.

Objetivos Específicos

- Identificar alternativas para el control de malezas, mediante métodos químicos, mecánicos y/o la combinación de ellos, que reemplacen el uso de herbicidas cuestionados en el establecimiento de plantaciones de eucalipto, y desarrollar las evaluaciones técnico-económicas correspondientes.
- Implementar un Programa de Transferencia para capacitar al personal de empresas forestales, trabajadores independientes y pequeños propietarios, sobre la aplicación de las alternativas de control de malezas mejor evaluadas en el marco del proyecto.
- Generar una Unidad de Servicio que preste asesoría técnica en certificación y realice capacitación a la empresa privada, operadores forestales y pequeños y medianos propietarios en el control de malezas en el establecimiento de plantaciones forestales.

1.2.- Área de Estudio

El estudio se desarrolló en la zona centro y sur de Chile, en las Regiones del Bío-Bío y de los Lagos. (Figura N° 1). Se instalaron unidades experimentales en siete diferentes series de suelos, donde se concentran las mayores superficies de plantaciones de *Eucalyptus globulus* de las regiones señaladas, de acuerdo a la disponibilidad de terrenos de las empresas participantes en el estudio. Las series fueron Santa Bárbara, Collipulli, San Esteban, Curanilahue, Curanipe y Nahuelbuta, en la Región del Bío-Bío, y Purranque, en la Región de Los Lagos.

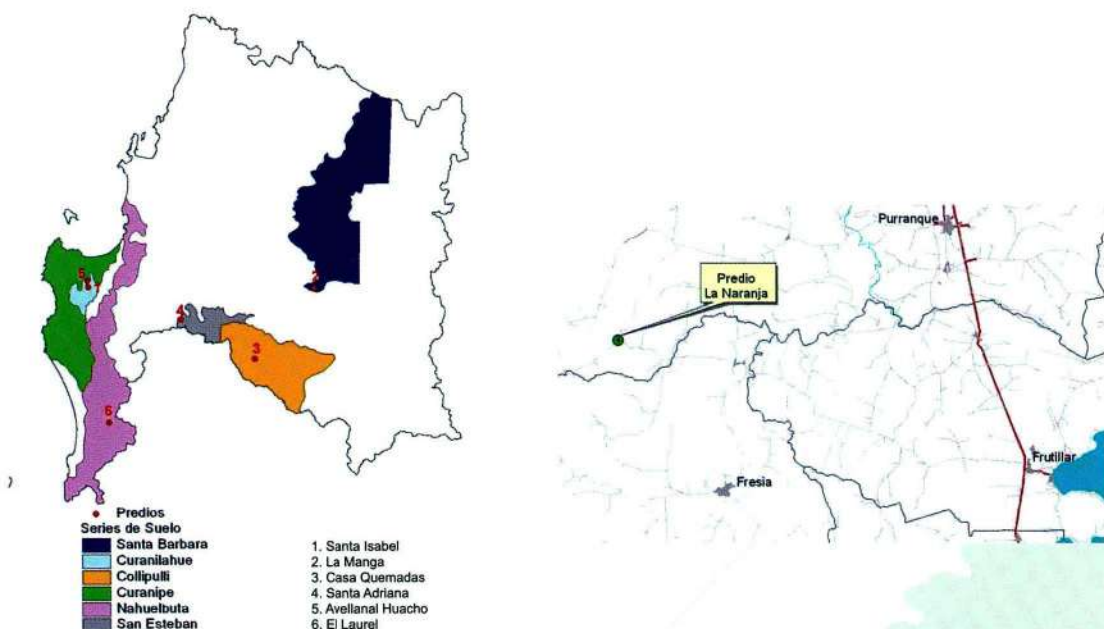


Figura N° 1
UBICACIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES
EN REGIONES DEL BÍO-BÍO Y DE LOS LAGOS

1.3.- Diseño Experimental y Tratamientos

En este estudio se evaluó el uso de métodos químicos y no químicos para el control de malezas en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus*. Estos métodos buscan alternativas al uso de herbicidas prohibidos por el Estándar de Certificación Forestal FSC (Forest Stewardship Council).

Fueron evaluadas 14 alternativas de control de malezas (12 químicas y 2 no químicas) y 2 tratamientos testigos; uno sin control y otro con aplicación de simazina, ingrediente activo prohibido por el sello de certificación FSC (Cuadro N°1).

Cuadro N° 1
TRATAMIENTOS APLICADOS EN EL PROYECTO INNOVA
EN REGIONES DEL BIO-BIO Y LOS LAGOS

PRE PLANTACIÓN	PRIMER POST PLANTACIÓN	SEGUNDO POST PLANTACIÓN
1. Testigo sin control	Sin post	Sin post
2. Simazina	Simazina+ glifosato + Aceite ultra spray	Simazina+ glifosato+ Aceite ultra spray
3. Control mecánico	Control mecánico	Control mecánico
4. Residuos	Residuos	Residuos
5. Glifosato + metsulfuron metil (50%) + adyuvante	Glifosato + metsulfuron metil (50%) + adyuvante	Glifosato + metsulfuron metil (50%) + adyuvante
6. Glifosato + metsulfuron metil (100%) + adyuvante	Glifosato + metsulfuron metil (100%) + adyuvante	Glifosato + metsulfuron metil (100%) + adyuvante
7. Glifosato + metsulfuron metil (200%) + adyuvante	Glifosato + metsulfuron metil (200%) + adyuvante	Glifosato + metsulfuron metil (200%) + adyuvante
8. Diclosulam (50%) + glifosato + fluroxypir	Diclosulam (50%) + glifosato + fluroxypir	Diclosulam (50%) + glifosato + fluroxypir
9. Diclosulam (100%) + glifosato + fluroxypir	Diclosulam (100%) + glifosato + fluroxypir	Diclosulam (100%) + glifosato + fluroxypir
10. Diclosulam (200%) + glifosato + fluroxypir	Diclosulam (200%) + glifosato + fluroxypir	Diclosulam (200%) + glifosato + fluroxypir
11. Glifosato + acethoclor (100%) + adyuvante	Sin post	Sin post
12. Glifosato + acethoclor (100%) + adyuvante	Glifosato + acethoclor (50%) + adyuvante	Glifosato + acethoclor (50%) + adyuvante
13. Glifosato + acethoclor (100%) + adyuvante	Glifosato + acethoclor (100%) + adyuvante	Glifosato + acethoclor (100%) + adyuvante
14. Sin pre plantación	Glifosato + acethoclor (100%) + adyuvante	Glifosato + acethoclor (100%) + adyuvante
15. Glifosato + acethoclor (100%) + Silwet	Clethodim (50%) + acethoclor (100%) + clopyralid	Clethodim (50%) + acethoclor (100%) + clopyralid
16. Glifosato + acethoclor (100%) + Silwet	Clethodim (100%) + acethoclor (100%) + clopyralid	Clethodim (100%) + acethoclor (100%) + clopyralid

(*) 50% indica dosis media; 100% indica dosis recomendada y 200% indica el doble de la dosis recomendada.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por localidad. La unidad experimental tuvo 35 plantas, distribuidas en siete hileras de cinco plantas cada una, donde fueron medidas las 15 centrales para evitar el efecto borde. Como variable de evaluación de eficiencia de los métodos se utilizó el incremento de biomasa de plantas de eucalipto y el porcentaje de cobertura de malezas en el suelo.

Los ingredientes activos probados fueron acetochlor, diclosulam y metsulfuron, en combinación con glifosato, fluroxypir, clethodim y clopyralid. Se concluyó que las alternativas no químicas (*mulch* y control mecánico) tuvieron una menor eficiencia que simazina, no obstante estos métodos resultaron ser más eficientes que el testigo sin control. Herbicidas con componentes activos alternativos presentaron mejor resultado que la cuestionada simazina. Sin embargo, los resultados no fueron uniformes en todas los tipos de suelos, demostrando que algunos componentes activos obtienen mejores resultados en unos tipos de suelo que en otros.

2.- MALEZAS EN PLANTACIONES FORESTALES

El término maleza tiene muchas definiciones, que incluyen tanto el punto de vista agronómico como ecológico, donde la más aceptada es que maleza se refiere a aquellas plantas presentes en lugares perturbados por el hombre, que resultan molestas o indeseables en un momento o lugar determinado (Zimdahl, 1999). Desde el punto de vista agronómico, son indeseables porque compiten con los cultivos por factores de producción como agua, nutrientes, luz y espacio físico, y ante escasez de alguno de estos factores productivos, las malezas tienen mayor habilidad competitiva que los cultivos, por lo que resultan beneficiadas. Existen más de 250.000 especies vegetales, pero alrededor de 8.000 son consideradas con capacidad de ser maleza, y de estas alrededor de 250 especies son reconocidas como especies problema en el sector silvoagropecuario, llegando a ser sólo unas 25 especies las causantes de los mayores problemas.

Muchas malezas cumplen roles favorables en la naturaleza, como proteger el suelo contra la erosión en épocas lluviosas, reducir la amplitud de variaciones térmicas del suelo, constituir alimentación de fauna nativa y otras, sin embargo por lo general son consideradas desde su aspecto negativo porque interfieren con el crecimiento y desarrollo de especies cultivadas, entre ellas las especies forestales. La interferencia considera el efecto de dos factores que son la competencia y la alelopatía. La competencia corresponde a una interacción negativa entre plantas, o poblaciones, que tienen iguales requerimientos productivos y alguno de ellos comienza a ser escaso. La alelopatía por su parte es el efecto negativo que tiene una planta sobre otra por liberación de sustancias tóxicas al medio ambiente. En la práctica, es escasa la información que hay de la interacción competencia-alelopatía a nivel de campo, por lo que por lo general ambos factores se consideran en conjunto.

También se considera que las malezas interfieren con los cultivos de manera indirecta, por ser hospederas de plagas y enfermedades que se pueden transmitir a especies nobles, por crear condiciones apropiadas para la multiplicación de enemigos naturales y por generar un ambiente más propicio para la propagación de incendios.

A nivel de campo, las malezas interfieren con el desarrollo de las especies forestales valiosas para el hombre. Asumiendo que en la interferencia, la mayor parte del efecto negativo se debe a la competencia, los recursos productivos más importantes por los que se ejerce esta competencia corresponden a agua, luz, nutrientes y espacio físico. En el caso de los eucaliptos, tanto el espacio como la luz, no son limitantes como para disminuir su crecimiento, sin embargo, los nutrientes y el agua son los factores por los que hay mayor interferencia con otras especies.

Numerosos investigadores citan la importancia del control de malezas en plantaciones forestales (DallaTea y Larocca, 1998; Toledo *et al.*, 1999; George and Brennan, 2002; Garau *et al.*, 2008; Aparicio *et al.*, 2005). En Chile Kogan y Figueroa (1999), demostraron en la precordillera y el secano interior de la Región del Bío Bío, que no controlar malezas al segundo año de crecimiento del pino (*Pinus radiata*), redujo en 65% el aumento de la biomasa (estimador D^2H), y encontraron que era necesario controlar sólo la faja de plantación de 2 m y que la aplicación *spotgun* no significó ventaja sobre no controlar malezas al segundo año, ni disminución sobre el control a toda la superficie.

Toro (2004) encontró que la respuesta del pino al control de malezas depende de la textura del suelo. Así, señala que el control químico de las malezas en texturas areno-limosas y francas significa una mayor respuesta en el diámetro de tronco, mientras que en las texturas arcillosas,

en especial aquellas muy densas, afecta negativamente el diámetro del pino radiata.

En relación al eucalipto, algunos estudios han demostrado que esta especie es sensible a la competencia con malezas. Algunos autores opinan que uno de los principales factores que determina el establecimiento del eucalipto es el control de cualquier competidor, como por ejemplo, las malezas (Prado y Rojas, 1987; Wrann e Infante, 1988).

De manera similar, Calderón (1991) plantea que el control de malezas en este tipo de especies, aumenta tanto su supervivencia como su crecimiento en altura y diámetro de las plantas, siendo incluso más importante que la fertilización, por lo que las malezas no deben competir hasta cerrado el dosel. Así para aumentar la supervivencia y el crecimiento inicial, se debe realizar un control de las malezas durante al menos los primeros dos años del establecimiento (Adams *et al.*, 2003). Esto se produce porque al dejar las plantas sin competencia hay mayor disponibilidad de recursos, lo que se traduce en una mayor supervivencia y crecimiento inicial, logrando un mejor establecimiento (Lowery *et al.*, 1993).

En relación a la fertilización, Calderón (1991) es categórico al señalar que en el establecimiento, es fundamental un eficiente control de malezas durante los primeros tres años para permitir que los nutrientes sean aprovechados exclusivamente por las plantas, de lo contrario puede haber un efecto negativo en la supervivencia, dado que las malezas harán un mejor uso de los fertilizantes. Respecto del recurso agua, Dye (2000) reporta valores de eficiencia de uso de agua en *Eucalyptus nitens*, en el rango de 1 a 5 g producidos por kilogramo de agua transpirada. Esto es coincidente con los resultados de Jiménez *et al.* (2007), quienes encontraron una producción de 3,27 g de materia seca por kilogramo de agua transpirada. De acuerdo a esto, el eucalipto es considerado una planta eficiente en presencia de agua, si se compara a otras especies, que requerirían casi el doble de consumo por unidad de materia viva. Sin embargo, un estrés hídrico produce un marcado efecto negativo, que es mucho más pronunciado en las primeras etapas de crecimiento de toda especie vegetal, incluida las leñosas. Garau *et al.* (2008) indican que el estrés hídrico es la principal limitante abiótica en la supervivencia durante el establecimiento de eucaliptos y que las malezas son capaces de producirlo. Así, para el eucalipto y la mayoría de las especies forestales, el agua es considerada el primer factor de competencia, en especial en los períodos críticos de balance hídrico.

El nivel de control de malezas parece depender de la humedad. En Australia, se recomienda realizar un control total durante tres temporadas si la precipitación es menor a 700 mm por año, en cambio si la precipitación es mayor, puede controlarse una faja de 1,5 m de ancho por dos o tres años, y a más de 2.000 mm por año basta la faja por la primera temporada. Esto indicaría que a mayor precipitación se requiere menor intensidad de control (Fundación Chile y Universidad de Concepción, 2004). En esto, Toledo (2002) demostró, en una condición diferente, la necesidad de controlar una franja de 100 cm a cada lado de la hilera de plantación de eucalipto. La susceptibilidad al estrés hídrico es mayor en los primeros meses de la plantación, es decir cuando las plantas de eucalipto son más pequeñas, y esto fue confirmado por Garau *et al.*, (2008), quienes demostraron que puede haber diferencias en el umbral de respuesta al estrés dependiendo del origen de las plantas, lo que puede ser una ventaja para plantas más tolerantes, ya que son capaces de mantener un mayor tasa de crecimiento en presencia de malezas. En otro reporte, Adams *et al.* (2003) demostraron que si el eucalipto era regado, la competencia con las malezas disminuía en importancia y aumentaba la competencia por nitrógeno.

Un estudio reciente concluye que, después del tercer año de establecida las plantaciones de

Eucalyptus globulus, que controlar malezas incrementó significativamente la altura de plantas y el diámetro a la altura del cuello (DAC), en las cinco series de suelos evaluadas (INFOR, 2010). Esta diferencia se observó al comparar los tratamientos químicos con el testigo sin control. El promedio de aumento de altura por control mecánico o control con cubierta de residuos fue del 9,9% y 1,3%, respectivamente (Figura N°2). Por otra parte, el DAC aumentó en un 13% y 5,2% con respecto al testigo sin control, al realizar control mecánico y mantener los residuos, respectivamente (Figura N°3). Al comparar con herbicidas alternativos, el aumento en ambos casos fue de un 47%, mientras que con simazina el aumento fue menor, pero mayor que el control mecánico y los residuos.

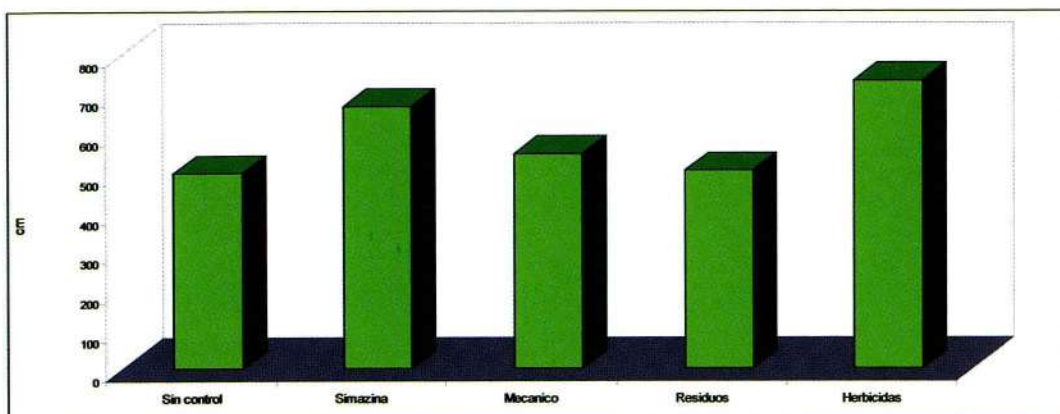


Figura N°2
EFECTO DE ALTERNATIVAS DE CONTROL DE MALEZAS EN EUCALIPTO EN ALTURA DE PLANTAS
PROMEDIO DE CINCO LOCALIDADES A LOS TRES AÑOS DE LA PLANTACIÓN.

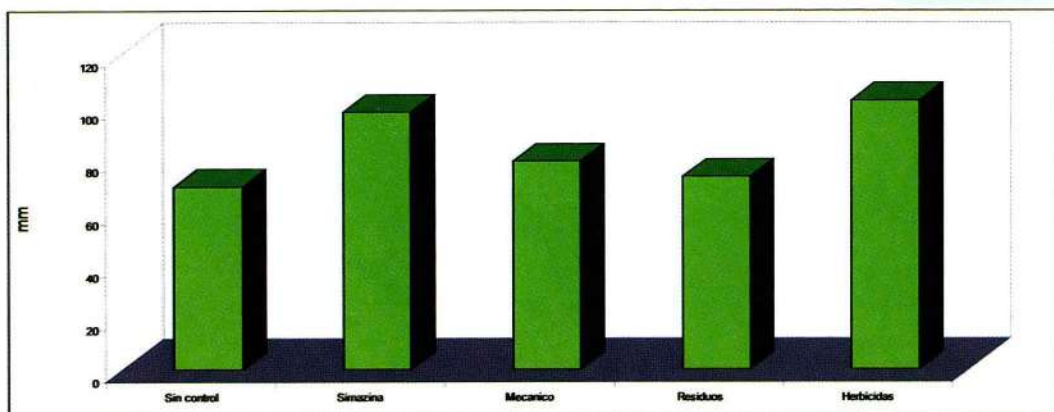


Figura N°3
EFECTO DE ALTERNATIVAS DE CONTROL DE MALEZAS EN EUCALIPTO EN DAC
PROMEDIO DE CINCO LOCALIDADES A LOS TRES AÑOS DE LA PLANTACIÓN.

A pesar del importante efecto de los herbicidas, no siempre el comportamiento fue igual, ya que los resultados dependieron de las condiciones agroclimáticas de cada localidad y de las principales malezas presentes.



a) Área izquierda sin control de malezas



b) Área centro derecha sin control de malezas

Figura N°4
DESARROLLO DE EUCALIPTOS A DOS AÑOS DE LA PLANTACIÓN

CONCLUSIONES

Las malezas corresponden a plantas presentes en lugares perturbados por el hombre y que resultan indeseables en un momento y lugar determinado. A pesar de ser importantes en sectores de alta precipitación por disminuir la erosión y por ser alimento de especies silvestres, los aspectos negativos como competencia por factores de producción, como agua, nutrientes, luz y espacio físico, son más importantes. Esto, debido a que ante escasez de los factores mencionados, las malezas son fuertes competidoras lo que incide en el crecimiento y desarrollo de los cultivos forestales. Así la estrategia de control que se aplique en los primeros años será determinante en el desarrollo de los años siguientes y, a la vez, lo que no se realice en los primeros años no se solucionará con un eficiente control tardío.

En Chile, estudios indican, que no controlar malezas al segundo año en pinos, puede reducir el 65% del aumento de la biomasa (D^2H), mientras que en *Eucalyptus globulus*, los resultados del ensayo del Instituto Forestal, indican aumentos del 47% de altura y DAC al controlar malezas los dos primeros años.

Pareciera ser concluyente que la humedad disponible es el principal factor que determinará la intensidad de control de malezas, esto indicaría la necesidad generar estudios en las diferentes situaciones de producción en Chile debido a la heterogeneidad de precipitaciones y su distribución.





CAPÍTULO 2. CLASIFICACIÓN DE LAS MALEZAS

Existen diferentes formas de clasificar las malezas, siendo los criterios más utilizados su hábitat, fisiología, morfología y ciclo de vida. A pesar de las ventajas que tiene clasificar las malezas por el hábitat (malezas agrícolas, forestales, acuáticas y otras), por lo general las malezas terrestres, a diferencia de las acuáticas, pueden estar presentes en una gran diversidad de hábitats, sin ser exclusivas de sectores agrícolas, forestales o habitacionales. Así, es común que cierta cantidad de malezas herbáceas forestales sean las mismas que las agrícolas, y se diferencian sólo algunas de ellas debido a los distintos sistemas de manejo y movimiento del suelo característico de cada sistema de producción.

1.- CLASIFICACIÓN FISIOLÓGICA

Desde el punto de vista fisiológico las malezas se agrupan en tipo C3 y C4, ya que las de tipo CAM son poco importantes en situaciones forestales de la zona central y centro-sur. Los nombres señalados se derivan del primer compuesto orgánico fabricado en la fotosíntesis, que en las C3 tiene 3 átomos de carbono y en las C4 tienen 4. El tercer grupo denominado CAM, a la cual pertenecen algunos cactus y plantas suculentas, es muy minoritario y es una combinación de los tipos anteriores.

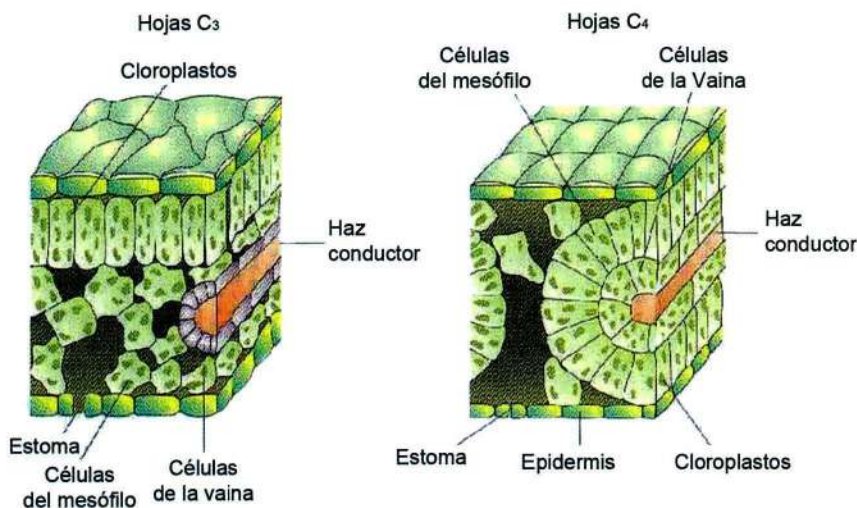
En esta clasificación, las plantas C4 se caracterizan por ser más eficientes en el uso de agua, es decir requieren menos agua para producir una unidad de materia seca, responden mejor a la alta luminosidad y alta temperatura, entre otras diferencias. En el Cuadro N° 2 se indican las principales diferencias entre plantas C3 y C4.

Cuadro N° 2
CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES IMPORTANTES DE PLANTAS C3 Y C4.

CARACTERÍSTICA	C3	C4
Ciclo	Calvin y Benson	Inicial Hatch y Slack, luego Calvin y Benson
Anatomía de la hoja	Parénquima de empalizada y esponjoso	Mesófilo sin diferenciación; vaina con células cilíndricas sin espacios
Punto saturación lumínico	6.000 pie-c	8.000-10.000 pie-c
Punto compensación CO ₂	55 ppm	5 ppm
Temperatura óptima	20-30°C	30-45°C
Tasa de transpiración (H ₂ O/aumento peso seco)	450-950	250-350
Máxima tasa FS (mg/dm ² h)	30	60
Máxima tasa FS (mg/g h)	55	100
Máxima tasa crecimiento (g/dm ² día)	1	4
Eficiencia del uso de agua (g CO ₂ /g H ₂ O)	300	600
Materia seca producida (t/ha/año)	22 ± 0.3	39 ± 1.7
Fotorespiración	Alta	No (o baja)

(Adaptado de Salisbury and Ross, 1991; Radosevich *et al.*, 1997)

La importancia de distinguir las plantas C₃ de las C₄ y entender sus diferencias, es destacar la alta eficiencia que tienen las C₄ en condiciones de alta humedad y alta temperatura, viéndose fuertemente beneficiadas en su habilidad competitiva.



(www.agro.uba.ar/users/batista/EE/figuras.htm)

Figura N° 5
ESTRUCTURA DE LAS HOJAS C₃ Y C₄

2.- CLASIFICACIÓN MORFOLÓGICA

La clasificación morfológica de las malezas es una de las más básicas e importantes, debido a su relación con la respuesta a los herbicidas. Se distinguen dos grupos; monocotiledóneas y dicotiledóneas, ambos en la División *Spermatophyta*, es decir, plantas con flores y semillas. Escasas malezas no pertenecen a esta división y pertenecen a las *Pteridiophytas*, plantas que se reproducen por esporas, y en las que no hay flores ni semillas. En estas últimas está el género *Equisetum*, donde se destaca la hierba de la plata (*E. bogotense*), que es más bien una maleza agrícola. Las dicotiledóneas, conocidas como malezas de hoja ancha o latifoliadas, se caracterizan por tener plántulas con dos cotiledones, tener una nervadura reticulada y flores o sus partes en grupos de cuatro, cinco ó múltiplos de estos. Como ejemplos, se pueden mencionar el rábano, la correhuela y siete venas. Por otra parte, las monocotiledóneas o plantas de hoja angosta, se caracterizan por tener sólo un cotiledón en su semilla, hojas con nervadura paralela y flores o sus partes en grupos de tres o múltiplos de tres. Como ejemplo se pueden mencionar la ballica, la avenilla y la chufa (*Cyperus* spp). En el Cuadro N°3 se presenta las principales diferencias por clasificación morfológica.

Cuadro N° 3
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES
ENTRE MONOCOTILEDÓNEAS Y DICOTILEDÓNEAS

MONOCOTILEDONEAS	DICOTILEDONEAS
Un cotiledón	Dos cotiledones
Hoja poco diferenciada, base envainadora	Hoja diferenciada en pecíolo y limbo
Hojas con nervadura paralela	Hojas con nervadura reticulada
Una hoja por nudo	Una , dos o varias hojas por nudo
Sistema radicular fasciculado, homorrizia	Sistema radicular axonomorfo, alorrizia
Sin crecimiento secundario	Generalmente con crecimiento secundario
Flores con 3 o múltiplos de 3 piezas por verticilo	Flores con 4 ó 5 piezas por verticilo
Haces vasculares dispersos	Haces vasculares concéntricos
Polen uniaperturado	Polen generalmente triaperturado

Adaptado de Gonzalez (1999) y Recasens y Conesa (2009)

Dentro de las monocotiledóneas, existen dos familias principales de malezas, siendo la más importante la *Poaceae* o gramíneas, cuyas hojas tienen lígula y a veces aurículas, son de tallo circular u ovalado, sus nudos y sus entrenudos son huecos. La segunda familia importante, en número de especies, es la *Cyperaceae*, cuyas hojas carecen de lígula y aurícula y la mayoría, en Chile, son de tallos triangulares y sus entrenudos son sólidos. Familias menos importantes de las monocotiledóneas son *Juncaceae*, *Liliaceae* y *Alismataceae*.

La importancia de distinguir estas malezas es por su respuesta a los herbicidas, ya que existe una serie de ellos que, aplicados de post emergencia, controlan exclusivamente malezas gramíneas sin dañar a las plantas de eucalipto, cuando se aplican en sus dosis comerciales. Por otra parte, la mayoría de los herbicidas que controlan sólo malezas de hoja ancha o ambos tipos a la vez, no son selectivos al eucalipto, por lo que su aplicación debe ser dirigida evitando que el producto derive hacia las plantas de eucalipto.



(www.appalachia-adventures.com/images/)



Figura N° 6
VINAGRILLO, UNA DE LAS MÁS IMPORTANTES MALEZAS, FORESTAL Y AGRÍCOLA



Figura N° 7

MIL EN RAMA, MALEZA DICOTILEDÓNEA DE PLANTACIONES FORESTALES (izq) PASTO QUILA Ó CHÉPICA, UNA DE LAS MÁS IMPORTANTES MALEZAS MONOCOTILEDÓNEAS EN BOSQUES (der)

3.- CLASIFICACIÓN SEGÚN CICLO DE VIDA

Cuando se habla de malezas herbáceas, se alude a especies cuyos tallos no desarrollan tejidos leñosos, por lo que estos quedan tiernos, flexibles o succulentos. Existen las clasificaciones basadas en características botánicas, pero desde el punto de vista productivo es más importante separar las malezas herbáceas por su ciclo de vida, donde se distinguen tres tipos generales para las zonas templadas; anuales, bienales y perennes.

3.1.- Malezas Anuales

Las malezas anuales corresponden a aquellas que completan su ciclo de vida, semilla a semilla, en sólo una estación o temporada de crecimiento. Son muy numerosas en ambientes perturbados por el hombre y se reproducen sólo por semillas, que son producidas en altas cantidades. Son consideradas las malezas más numerosas en los suelos agrícolas.

Pueden dividirse en dos grupos:

- **Anuales de Invierno:** Generalmente germinan en otoño o invierno, crecen durante el invierno y producen semilla y mueren en primavera y temprano en verano. Ejemplos de este tipo son ballica, avenilla y rábano.
- **Anuales de Verano:** Germinan en la primavera, crecen a través de primavera - verano y producen semilla y mueren en otoño o inicios de invierno, dependiendo de las temperaturas. Ejemplos de ellas son pata de gallina, hualcacho, duraznillo.



Figura N° 8

CARDO, MALEZA ANUAL IMPORTANTE EN ZONA DE ARAUCO (izq) CARDO MARIANO, MALEZA ANUAL IMPORTANTE EN PLANTACIONES ZONA DE BÍO BÍO (der)

En zonas de climas más benignos, es usual que algunas malezas anuales de invierno germinen tarde en verano u otoño, así como algunas de verano germinen y vivan en invierno, sin embargo este último caso no se da en zonas templadas donde las estaciones están claramente diferenciadas, ya que muchas malezas de verano no toleran bajas temperaturas. De la misma manera, en zonas con fríos extremos, es usual que muchas anuales de invierno germinen en primavera. Algunas especies, como sanguinaria (*Polygonum aviculare*), a pesar de ser anuales de verano, en las condiciones de Chile central pueden germinar durante todo el año.

Desde el punto de vista de control, las anuales son malezas fácilmente controladas en sus primeros estados de desarrollo, ya que sus puntos de crecimiento están expuestos en la superficie, en especial en las dicotiledóneas. Las gramíneas, o *Poaceae*, en tanto tiene su punto de crecimiento algo protegido a ras de suelo por lo que pueden rebrotar en sus primeros estados, pero una vez alcanzado cierto desarrollo, su punto de crecimiento se traslada y son más fáciles de controlar con cortes.

3.2.- Malezas Bienales

Las bienales, a veces llamadas bianuales, son malezas que requieren de dos temporadas para terminar su ciclo de semilla a semilla. Durante la primera etapa, se desarrollan sólo vegetativamente y llegan hasta el estado de roseta y sólo después de una segunda temporada, en la cual se completa el requerimiento de bajas temperaturas, pueden emitir su tallo floral y completar su ciclo hasta morir. En ciertas áreas de bajas temperaturas, es posible que algunas bienales se comporten como anuales, al completar sus horas de frío en la primera temporada. Una vez iniciado su crecimiento reproductivo, el tallo floral rebrota si es cortado, pero dependiendo de las condiciones será de menor altura y menor producción de semillas. Ejemplos son zanahoria silvestre, hierba azul, cicuta (*Conium maculatum*) (Figura N° 9).

En faenas de control, se debe considerar que este tipo de maleza es capaz de rebrotar si se corta el tallo reproductivo, por lo que es necesario cortarlas bajo las hojas antes que emitan el tallo del segundo año. En control con herbicidas, lo recomendable en post emergentes es aplicarlos antes que emitan el tallo reproductivo.



(Foto: Bulletin.ipm.illinois.edu/article.php)

Figura N° 9

HIERBA AZUL, MALEZA DICOTILEDÓNEA DE BOSQUES (izq) ZANAHORIA SILVESTRE (der)

3.3.- Malezas Perennes o Plurianuales

Las malezas perennes pueden o no completar su ciclo, de semilla a semilla, en una temporada, pero después pueden seguir completando el ciclo de manera indefinida, desde estructuras o propágulos vegetativos. Dentro de este grupo, hay dos tipos:

- **Perennes Simples:** Se reproducen casi exclusivamente por semillas, sin embargo son capaces de rebrotar desde la raíz (corona) y si el sistema radicular, pivotante y muy largo, es dañado o cortado, cada trozo es capaz de generar otra planta. Ejemplos son diente de león, siete venas, galega (*Galega officinalis*).
- **Perennes Complejas o Vivaces:** Corresponden a malezas que además de propagarse por semillas, son capaces de pasar el invierno y reproducirse asexualmente por estructuras o propágulos vegetativos que originan plantas independientes. Entre estas estructuras, las más comunes son:

Estolones: Tallo modificado superficial que sirve para reproducción asexual. Ej: Pasto bermuda, chépica.

Rizomas: Tallo modificado subterráneo que sirve para reproducción asexual. Ej: pasto bermuda, chépica, vinagrillo.

Tubérculos: Tallo subterráneo engrosado que se desarrolla en los rizomas. Ej: Chufa.

Bulbos: Tallo subterráneo muy corto, con los catafilos o las bases foliares convertidos en órganos de reserva. Ej: Pasto ajo (*Allium vineale*).

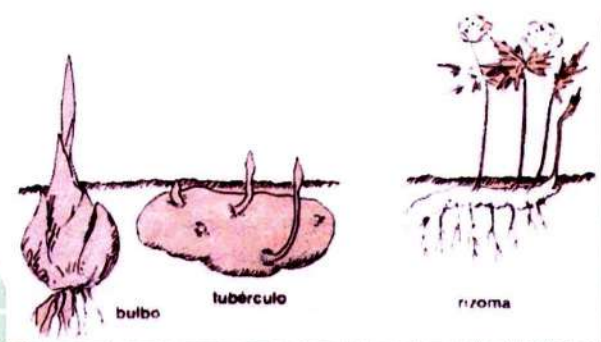
Cormos: Tallo subterráneo corto y grueso, como un bulbo compacto que acumula reservas. Ej: Pasto cebolla

Fragmentos: Trozos de una planta pueden originar una planta nueva. Ej: Pata de laucha (*Rorippa sylvestris*).

Este tipo de malezas es el más complicado de controlar, ya que puede rebrotar innumerables veces, dependiendo de las estructuras vegetativas que tenga y su cantidad. Por lo general, sistemas mecánicos aumentan la diseminación de estas malezas debido a que trozos de propágulos pueden originar nuevas plantas, por lo que lo más recomendable es la utilización de herbicidas sistémicos. Figuras N° 10 y N° 11 muestran estructuras típicas de malezas perennes o vivaces.



Figura N° 10
TÍPICO CRECIMIENTO DE ESTOLONES DE CHÉPICA (izq) CORMOS DE PASTO CEBOLLA, (der), AMBAS MONOCOTILEDONEAS.

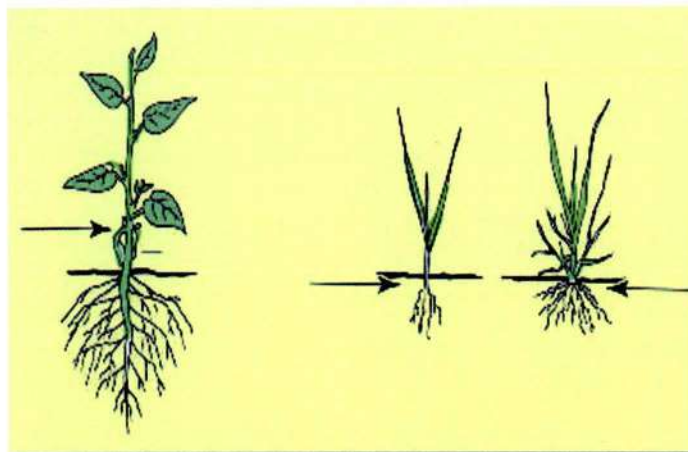


(Diccionarioplantasnet.es/recolección/anatomia1v1)

Figura N° 11
RIZOMAS DE FALSO TÉ QUE SON DISEMINADOS CON LA PREPARACIÓN DE SUELOS (izq) ESQUEMA DE BULBO, TUBÉRCULO Y RIZOMA (der).

Entre las malezas perennes, además de las herbáceas, están las que presentan crecimiento aéreo leñoso o semileñoso, donde hay importantes especies como zarzamora, espinillo, retamo y retamillo.

En las Figuras N° 12, N° 13 y N° 14 se muestra el lugar más bajo del que pueden rebrotar los tallos de las malezas. Se puede observar que las anuales de hoja ancha tienen este lugar expuesto, mientras que las gramíneas anuales lo tienen casi a ras de suelo en un inicio, por lo que pueden rebrotar (Figura N° 12).

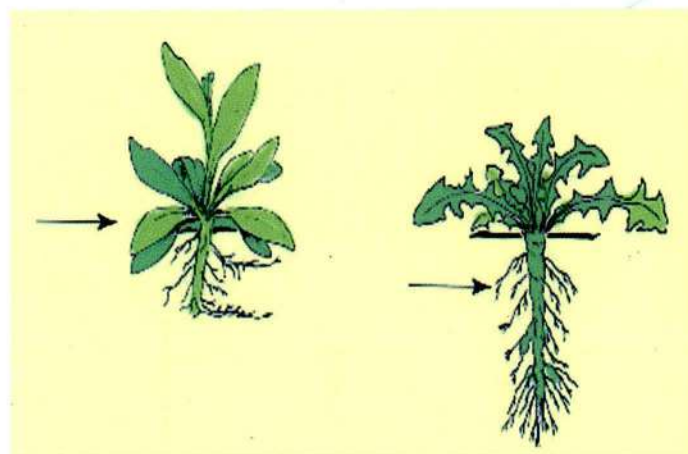


(Ross, A., y C. Lembi. 1999)

Figura N° 12

REGENERACIÓN DE NUEVOS TALLOS DE MALEZAS ANUALES, LATIFOLIADAS (izq) GRAMÍNEAS (der)

Las malezas bienales (Figura N° 13 izquierda) tienen su punto de rebrote casi a ras de suelo por lo que pueden rebrotar si se cortan sobre este, en tanto las perennes simples (Figura N° 13, derecha) tienen su punto bajo el suelo, en sus poderosas raíces, que al ser trozadas pueden originar varias plantas.

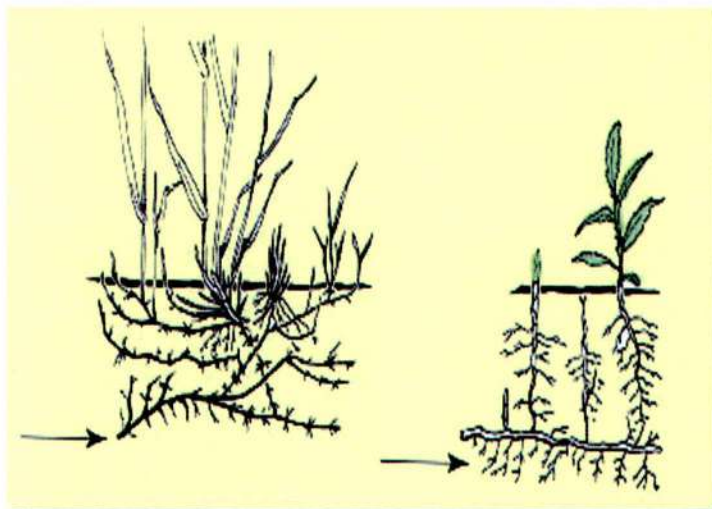


(Ross, A., y C. Lembi. 1999)

Figura N° 13

REGENERACIÓN DE TALLOS DE PLANTAS BIENALES (izq) Y PERENNES SIMPLES (der)

Las malezas perennes complejas o vivaces, tiene sus puntos de rebrote más bajo, a varios centímetros bajo el suelo (Figura N° 14), por lo que difícilmente son alcanzados por la preparación de suelo. El uso de maquinaria generalmente ayuda a diseminar estas malezas ya que pequeños trozos de estas estructuras, originan nuevas plantas.



(Ross, A., y C. Lembi. 1999)

Figura N° 14
MALEZAS PERENNES COMPLEJAS, REGENERACIÓN DE NUEVOS TALLOS.

En el Cuadro N° 4 se resumen algunas características de las malezas según ciclo de vida, pero a modo general, ya que puede haber situaciones en que una maleza anual sea más competitiva que una perenne, siendo varios los factores que influyen. De igual manera, una maleza bienal, como hierba azul, puede ser más competitiva que una anual o una perenne, porque existe una gran dependencia de la época en que aparecen y de las poblaciones. Es decir, si emergen en épocas de mayor escasez de recursos y en alta población serán muy competitivas, mientras que si emergen en pleno otoño o invierno, cuando hay poco crecimiento del bosque y los recursos son suficientes, la competencia será escasa.

Cuadro N° 4
RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES DE MALEZAS HERBÁCEAS SEGÚN CICLO DE VIDA EN ZONAS TEMPLADAS.

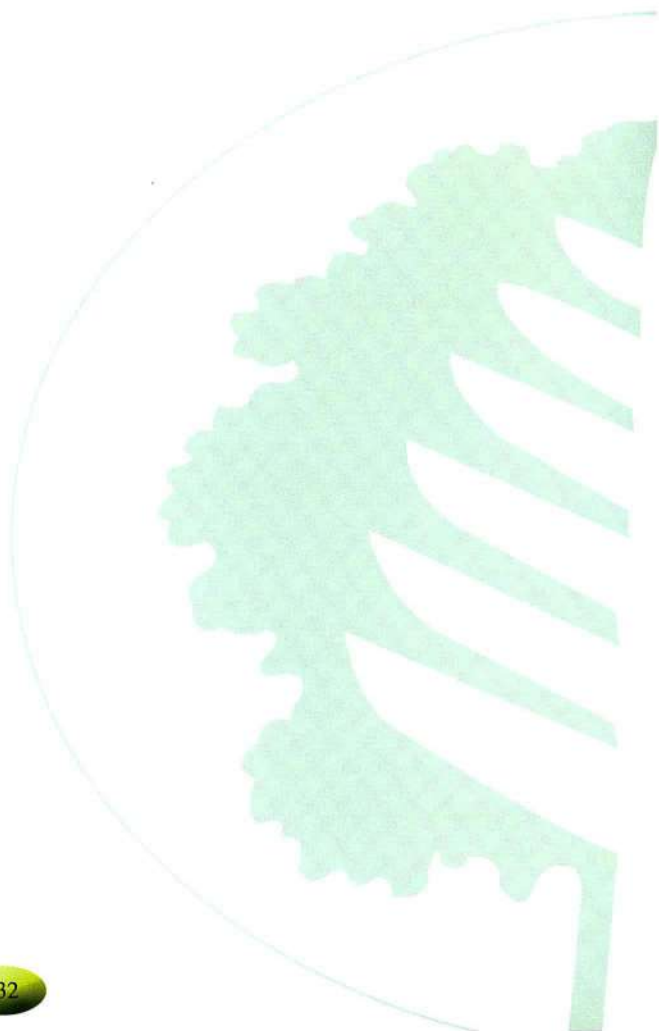
Características	Anuales	Bienales	Perennes
Rebrote	Raro	Si	Si
Semilla a semilla	Una temporada	Dos temporadas	Una o dos temporadas
Puntos de rebrote	Superficiales	Superficiales	Superficiales y subterráneos
Propágulos vegetativos	No	No	Si
Floración y producción de semillas	Una vez	Una vez	Más de una vez
Habilidad competitiva	Baja a alta	Baja a alta	Alta a muy alta

CONCLUSIONES

Las malezas pueden clasificarse de diferentes formas, pero desde un punto de vista práctico, los criterios más utilizados son según clase, donde se diferencia las monocotiledóneas u hoja angosta y dicotiledóneas u hoja ancha o latifoliadas; y según ciclo de vida en zonas templadas, se distinguen las anuales, las bienales y las perennes.

Desde el punto de vista de control, las más fáciles de controlar corresponden a las anuales, ya que sus puntos de crecimiento se encuentran expuestos y no rebrotan después del corte. En las bienales puede rebrotar su tallo de crecimiento reproductivo, aunque en inferiores condiciones, mientras que las perennes pueden rebrotar desde sus propágulos vegetativos tantas veces como reservas tengan, por lo que un sistema de control basado en corte mecánico o preparación de suelos sólo facilitará su diseminación. Si estas malezas provienen de semillas, su control puede ser fácil si se realiza en los primeros estados de desarrollo, es decir antes que se inicie la formación de los propágulos que le permitan rebrotar.





CAPÍTULO 3. PRINCIPALES MALEZAS ASOCIADAS A PLANTACIONES FORESTALES EN CHILE

Prospecciones realizadas en las Provincias de Arauco, Biobío y Osorno (INFOR, 2010) permitieron identificar 74 especies de malezas asociadas a plantaciones forestales de eucalipto. Esta prospección se realizó mediante inspección visual en tres oportunidades; al inicio de la plantación, seis meses y 10 meses después de esta, con el fin de abarcar diferentes períodos. Además, se realizaron muestreos para separación botánica 5 y 12 meses después de la plantación.

Informaciones de empresas particulares señalan malezas adicionales, como retamo (*Citissus scoparius*), quilo (*Muehlenbeckia asperifolia*); galega (*Galega officinalis*), cardilla (*Carthamus lanatus*), y chamico (*Datura stramonium*). En estudios de prospección de predios forestales realizada por empresas asociadas al proyecto, se mencionan 9 especies arbustivas y sólo 15 especies herbáceas para la provincia de Bío-Bío, en suelos de precordillera y arenales.

Debido a que la mayoría de las malezas estaban en estado de plántula o emergiendo, se dificultó distinguir algunas especies, por lo que podrían sumarse otras del mismo género, como *Briza maxima* y *B. minor*, *Lolium multiflorum* y *L. rigidum*, *Sonchus asper* y *S. oleraceus*, *Raphanus sativus* y *R. raphanistrum*, entre otras. En otras especies, el escaso desarrollo impidió su identificación, por lo que fueron enviadas al Instituto de Botánica de la Universidad de Concepción, para su correcta identificación. Por este motivo, la lista del Cuadro N° 5 puede ser mejorada una vez que sea posible identificar otras especies de un mismo género, que aquí se presentan como una sola, y algunas no identificadas. No fueron consideradas las especies nativas ni leñosas identificadas y sólo lo fueron las semileñosas más importantes. Tampoco se incluyó la propia especie en la lista, pese a que técnicamente el mismo eucalipto, de rebrote, es maleza en una plantación nueva, así como el pino adulto puede ser maleza en una plantación nueva, situaciones comunes en plantaciones forestales.

Cuadro N° 5
PROSPECCIÓN DE MALEZAS ASOCIADAS A *Eucalyptus globulus*
EN LAS PROVINCIAS DE ARAUCO Y BÍO BÍO

Nombre Común	Especie	Ciclo de vida
DICOTILEDONEAS		
APIACEAE		
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	Bienal
ASTERACEAE		
Achicoria	<i>Cichorium intybus</i>	Anual Bienal Perenne
Cardo blanco	<i>Silybum marianum</i>	Anual
Cardo	<i>Cirsium vulgare</i>	Anual
Cardo negro	<i>Carduus pycnocephalus</i>	Anual
Crepis	<i>Crepis capillaris</i>	Anual
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	Perenne
Hierba del chanco	<i>Hypochaeris radicata</i>	Perenne
Lechuguilla	<i>Lactuca serriola</i>	Anual-Bienal
Leontodon	<i>Leontodon taraxacoides</i>	Perenne
Manzanillon	<i>Anthemis cotula</i>	Anual
Margarita	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Perenne
Mil en rama	<i>Achillea millefolium</i>	Perenne

Nafalium	<i>Gamochaeta spicata</i>	Anual-Bienal
Senecio	<i>Senecio</i> sp	Anual
Soncho	<i>Sonchus</i> sp	Anual-Bienal
BORAGINACEAE		
Hierba azul, viborera	<i>Echium vulgare</i>	Bienal
Hierba azul, lengua de gato	<i>Echium plantagineum</i>	Bienal
BRASSICACEAE		
Bolsita del pastor	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Anual
Rábano	<i>Raphanus</i> spp	Bienal
Yuyo	<i>Brassica rapa</i>	Anual
CARYOPHYLLACEAE		
Oreja de ratón	<i>Cerastium</i> spp	Perenne
Pasto pinito	<i>Spergula arvensis</i>	Anual
Quilloi-quilloi	<i>Stellaria media</i>	Anual
Tiqui-tiqui	<i>Spergularia rubra</i>	Anual o Perenne
CONVOLVULACEAE		
Correhuela	<i>Convolvulus arvensis</i>	Perenne
Dichondra	<i>Dichondra serica</i>	Perenne
EUPHORBIACEAE		
Mata ratones	<i>Euphorbia lathyris</i>	Anual
FABACEAE		
Arvejilla	<i>Vicia</i> spp	Anual
Aromo	<i>Acacia dealbata</i>	Perenne
Espinillo	<i>Ulex europaeus</i>	Perenne
Retamo	<i>Cytissus scoparius</i>	Perenne
Retamo	<i>Cytissus striatus</i>	Perenne
Retamilla	<i>Teline monspessulana</i>	Perenne
Trébol	<i>Trifolium</i> spp	Perenne
GERANIACEAE		
Alfilerillo	<i>Erodium moschatum</i>	Anual
Alfilerillo	<i>Erodium cicutarium</i>	Anual
Core-core	<i>Geranium core-core</i>	Perenne
HYPERICACEAE		
Hierba de San Juan	<i>Hypericum perforatum</i>	Perenne
LAMIACEAE		
Hierba mora	<i>Prunella vulgaris</i>	Perenne
MALVACEAE		
Pila pila	<i>Modiola caroliniana</i>	Perenne
LINACEAE		
Lino linaza	<i>Linum usitatissimum</i>	Anual
OXALIDACEAE		
Oxalis	<i>Oxalis</i> spp.	Anual y perenne
PLANTAGINACEAE		
Siete venas	<i>Plantago lanceolata</i>	Perenne
POLYGONACEAE		
Romaza	<i>Rumex crispus</i>	Perenne
Romaza	<i>Rumex pulcher</i>	Perenne
Vinagrillo	<i>Rumex acetosella</i>	Perenne
Voqui	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Perenne

PORTULACACEAE		
Lengua de serpiente	<i>Calandrinia compressa</i>	Anual
ROSACEAE		
Hierba negra, pimpinela	<i>Sanguisorba minor</i>	Perenne
Mosqueta	<i>Rosa rubiginosa</i>	Perenne
Frutilla	<i>Fragaria chiloensis</i>	Bienal
Trun, cadillo	<i>Acaena ovalifolia</i>	Perenne
Zarzamora, murra	<i>Rubus constrictus</i>	Perenne
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>	Perenne
RUBIACEAE		
Azulillo	<i>Sherardia arvensis</i>	Anual
SCROPHULARIACEAE		
Hierba del paño	<i>Verbascum thapsus</i>	Bienal
Mitrún	<i>Verbascum virgatum</i>	Bienal
Veronica	<i>Veronica sp</i>	Anual
VERBENACEAE		
Verbena	<i>Verbena litorales</i>	Perenne
VIOLACEAE		
Viola	<i>Viola arvensis</i>	Anual
MONOCOTILEDONEAS		
JUNCACEAE		
Junquillo	<i>Juncus bufonis</i>	Anual
POACEAE		
Avenilla	<i>Avena spp</i>	Anual
Ballica	<i>Lolium multiflorum</i>	Anual
Chépica	<i>Agrostis capillaris</i>	Perenne
Cola de zorro	<i>Cynosurus echinatus</i>	Anual
Colihue	<i>Chusquea culeou</i>	Perenne
Gastridium	<i>Gastridium ventricosum</i>	Anual
Pasto cebolla	<i>Arrhenatherum elatius ssp bulbosum</i>	Perenne
Nasela	<i>Nassella philippini</i>	Perenne
Pasto miel	<i>Holcus lanatus</i>	Anual
Piojillo	<i>Poa annua</i>	Anual
Tembladera	<i>Briza máxima</i>	Anual
Vulpia	<i>Vulpia spp</i>	Anual

De las 74 especies del Cuadro N° 5, 61 corresponden a dicotiledóneas y 13 a monocotiledóneas; 41 son especies anuales o bienales y 33 son perennes (Cuadro N° 6). Las especies *Spergularia rubra* y *Cichorium intybus* fueron consideradas anuales, pero puede comportarse también como perenne dependiendo de las condiciones climáticas, mientras que *Oxalis* es un género que abarca anuales y perennes.

Cuadro N° 6
NÚMERO DE MALEZAS PROSPECTADAS EN LAS PROVINCIAS DE ARAUCO Y BÍO BÍO
SEGÚN CLASE Y CICLO DE VIDA.

	Anuales o Bienales	Perennes	Total
Monocotiledoneas	9	4	13
Dicotiledoneas	32	29	61
Total	41	33	74

La identificación de las especies, particularmente su clasificación como anuales o perennes, ayuda en la elección correcta del sistema de control. En el caso de las malezas perennes, estas suelen exhibir un intenso rebrote después del control mecánico, por lo que en este caso es más recomendable el control químico. Por lo mismo, el reconocer a las especies perennes permite seleccionar adecuadamente los herbicidas sistémicos y las dosis que sean más recomendables para su control. Por otra parte, identificar las especies anuales permite saber que el control mecánico tiene un importante efecto sobre ellas.

Cabe destacar que la presencia de las principales malezas detectadas responde a las condiciones de clima, ya que hay malezas que siempre están presentes, sin importar el tipo de suelo. De cualquier manera, en la mayoría de los casos, la mayor presencia de algunas especies, tanto en población como biomasa, está representada por un reducido número. Esto indica que la predominancia de especies es clara. Así, en la localidad de Canteras, Provincia de Biobío, la principal especie correspondió a hierba azul, que en este caso significó el 82,5% y 93% de la población y la biomasa, respectivamente, del total de malezas (Cuadro N° 7), indicando claramente la predominancia de esta especie y la importancia de elegir un herbicida que controle esta maleza.

Cuadro N° 7
NÚMERO TOTAL Y PRINCIPALES ESPECIES DE MALEZA PRESENTES EN PLANTACIÓN DE EUCALIPTOS
CANTERAS, PROVINCIA BÍO BÍO. 2006-2008.

N° Especies	N° Especies Latifoliadas	N° Especies Gramíneas	
29	22	7	
Nombre Común	Especie	Población (%)	Materia Seca (%)
Hierba azul	<i>Echium spp</i>	82,5	93,0
Correhuela	<i>Convolvulus arvensis</i>	1,6	0,3
Pata de laucha	<i>Rorippa sylvestris</i>	1,7	0,3
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	1,6	0,7
Culle	<i>Oxalis spp</i>	1,3	0,3
Chépica	<i>Agrostis capillaris</i>	1,7	1,1
P. cebolla	<i>Arrhenatherum elatius spp bulbosum</i>	1,2	1,3

En el caso de otras dos localidades de la Provincia de BioBio (Nacimiento y Mulchén), hubo coincidencia en que la especie más importante fue vinagrillo, que significó el 60,3% de la población y casi el 50% de la biomasa, en una localidad, y 37,2% y 30,5% de la población y biomasa, respectivamente, en la segunda localidad. Sin embargo, las especies que le siguieron en importancia fueron la gramínea anual tembladera que correspondió al 21,4% y 30,9% de la población y biomasa, respectivamente, mientras que en Nacimiento fue también

una gramínea, aunque en este caso el coirón (*Nasella philippini*), con un 22,6% y 28,5% en población y biomasa, respectivamente.

En la Provincia de Arauco, específicamente en Contulmo, las malezas gramíneas fueron más importantes, destacando la especie chépica o pasto quila, con 36,1 % y 49,6% en población y biomasa, respectivamente. También aparecen especies como pega-pega y pasto miel como importantes entre las gramíneas, mientras que vinagrillo significó un 14,6% de la población, pero sólo un 5,6% de la biomasa, indicando una emergencia más tardía. De igual manera, las *Asteraceas* como familia pasan a tener mayor importancia (Cuadro N° 8).

Cuadro N° 8
NÚMERO TOTAL Y PRINCIPALES ESPECIES DE MALEZA PRESENTES EN PLANTACIÓN EUCALIPTOS.
CONTULMO, PROVINCIA ARAUCO. 2006-2008.

N° Especies	N° Especies Latifoliadas	N° Especies Gramíneas	
29	22	7	
Nombre Común	Especies	Población (%)	Materia Seca (%)
Vinagrillo	<i>Rumex acetosella</i>	14,6	5,6
<i>Asteraceas</i>	<i>Leontodon</i> , <i>Hypochaeris</i> , <i>Lactuca</i> , <i>Crepis</i> ,	12,1	9,5
Siete venas	<i>Plantago lanceolata</i>	8,9	8,5
Chépica, pasto quila	<i>Agrostis capillaris</i>	36,1	49,6
Pega-pega	<i>Setaria</i> spp	10,2	12,8
Pasto miel	<i>Holcus lanatus</i>	2,7	7,1

Respecto de las otras dos localidades de la provincia de Arauco (Curanilahue y Arauco), en ambas fue el vinagrillo la especie más numerosa, en poblaciones que significaron más del 23% del total, y participaciones en biomasa de más del 33% en una localidad y de alrededor de 4% en la otra, mostrando una alta población, pero emergencia más tardía. Malezas secundarias fueron las *Asteraceas* como familia, con los generos *Crepis*, *Hypochaeris*, *Sonchus* y *Lactuca* con alrededor del 15% biomasa y población, mientras que entre las gramíneas fueron el coirón (*Nasella philippini*) y la chépica o pasto quila (*Agrostis capillaris*), las más importantes. En la otra localidad de la provincia, fue vinagrillo y la misma especie de coirón, las más importantes, aunque en este caso apareció cardo (*Cirsium vulgare*) con un 19% y 36% de la población y biomasa, respectivamente.

El predio La Naranja, de la Provincia de Osorno, presentó una mayor diversidad de especies entre las dominantes, al compararse con las otras localidades, aunque apareció nuevamente el vinagrillo como la latifoliada más importante en población y biomasa, seguido de dos especies que eran menos importantes en otras localidades, como son siete venas y hierba mora. Entre las gramíneas, a pesar de ser sólo tres especies presentes, dos de ellas aparecen entre las más importantes: Chépica o pasto quila y pasto miel (Cuadro N° 9).

Cuadro N° 9
NÚMERO TOTAL Y PRINCIPALES ESPECIES DE MALEZA PRESENTES EN PLANTACIÓN DE EUCALIPTO. LA
NARANJA, PROVINCIA OSORNO. 2006-2008.

N° Especies	N° Especies Latifoliadas	N° Especies Gramíneas	
20	17	3	
Nombre Común	Especies	Población (%)	Materia Seca (%)
Vinagrillo	<i>Rumex acetosella</i>	23,0	21,5
Sieta venas	<i>Plantago lanceolata</i>	13,3	13,3
Hierba mora	<i>Prunella vulgaris</i>	10,4	3,9
Asteraceas	<i>Lactuca, Hypochaeris</i>	9,5	11,1
Lotería	<i>Lotus spp</i>	3,9	2,6
Chépica	<i>Agrostis capillaris</i>	13,1	14,9
Pasto miel	<i>Holcus lanatus</i>	11,8	24,4

CONCLUSIONES

De las principales especies identificadas se puede señalar que algunas están presentes en la mayoría de las localidades, como vinagrillo y chépica o pasto quila, mientras que otras son importantes en sólo una localidad, como hierba azul y cardo. Lo mismo sucede con la diversidad de malezas, ya que en algunas localidades se identificaron 16 especies, en otras 20 y en otras 29 especies. Esto indica una diversidad de situaciones que impide pensar en una forma única de control o en que uno o dos herbicidas sería la solución, y obliga a considerar medios específicos para cada situación.





CAPÍTULO 4. SISTEMAS DE CONTROL DE MALEZAS

Las pérdidas de productividad que ocasionan las malezas en los cultivos forestales obligan a controlarlas. Así, controlar malezas es una parte importante del manejo de plantaciones forestales, existiendo cuatro formas principales de control: cultural, mecánico, biológico y químico. Bajo las exigencias de sustentabilidad de la silvicultura moderna, la tendencia es a integrar los diferentes sistemas de control disponibles de manera de realizar un control eficiente desde el punto de vista económico, ambiental y social, bajo un concepto de control integrado.

1.- CONTROL CULTURAL

El control cultural se efectúa a través de medidas o acciones que favorecerán el crecimiento de las especies deseadas y así competirán de mejor forma con las malezas; es decir, cualquier práctica que favorezca un desarrollo sano y vigoroso de los cultivos, se traducirá en un rápido crecimiento que suprimirá muchas malezas. Por ejemplo, el empleo de plantas sanas (Figura N° 15), vigorosas y uniformes, la plantación en la época adecuada, una buena preparación del suelo y una fertilización inicial, son medidas que facilitarán el prendimiento y crecimiento inicial haciendo las plantas vulnerables por menor tiempo a la competencia con malezas.



(Plantas vigorosas reinician su crecimiento rápido, plantas menos vigorosas son malas competidoras)

Figura N° 15
DIFERENTES CALIDADES DE PLANTAS DE EUCALIPTO Y DE PINO

No existen antecedentes que cuantifiquen el efecto de estas labores sobre las malezas, pero está claro que al favorecer el crecimiento del árbol, se desfavorece el desarrollo de las especies que compiten con él. Algunas prácticas de manejo, que indirectamente tienen efecto y que han sido reportadas en Nueva Zelanda, indican que la permanencia de los desechos de cosecha distribuidos en todo el rodal, aumentó la productividad en un 24% en comparación a quemarlos y en un 54% en comparación a ordenarlos en fajas (Alvarez, 2002). No obstante, si las malezas son abundantes, la fertilización de las plantas podría provocar un efecto contrario debido a que las primeras harán un uso más rápido de esta.

El control cultural presenta ventajas por no representar un costo mayor, ya que son labores propias del cultivo, y no requiere de aplicación de tecnologías adicionales.

Como desventaja se puede mencionar que su efecto sobre las malezas es difícil de cuantificar y su importancia puede pasar inadvertida para el forestador.

2.- CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico es definido como la utilización de organismos vivos, para mantener la densidad de las malezas, en un nivel que no provoque daño económico. En este caso, se puede utilizar todo tipo de agentes biocontroladores, desde animales hasta organismos inferiores o microorganismos, pasando por insectos, bacterias, hongos, nemátodos y virus. Básicamente, existen cuatro tipos de control biológico: clásico, aumentativo ó inundativo, conservativo y de amplio espectro.

2.1.- Clásico o Inoculativo

Consiste en la introducción de enemigos naturales exóticos y altamente específicos, por lo general desde el lugar de origen de la maleza, el que se cría y se libera en grandes poblaciones. Una vez liberado, el biocontrolador será capaz de adaptarse a su nuevo hábitat y persistirá en el tiempo sin necesidad de nuevas liberaciones.

2.2.- Aumentativo o Inundativo

Consiste en la liberación de organismos que están afectando a la maleza en el mismo lugar que se quiere controlar. Este organismo, una vez colectado y criado, es liberado en altas poblaciones en el lugar que se desea controlar, de tal manera que afectará a la maleza debido a su gran población. En este caso el efecto no se mantiene en el tiempo y por lo general deben aplicarse en cada temporada, de manera similar a los herbicidas. El nombre general para estos controladores es bioherbicidas, pero cuando el organismo es un hongo, se habla de micoherbicidas.

2.3.- Conservativo

Más teórico que práctico, consiste en controlar los controladores biológicos del agente biocontrolador, de tal manera de permitir un aumento de su población y afectar así a la maleza en cuestión.

2.4.- Amplio Espectro

Consiste en la manipulación de herbívoros de gran tamaño que utilizan la maleza como alimento. En este caso, los más utilizados han sido chivos, ovejas, gansos, e incluso peces en el caso de malezas acuáticas.

En términos generales, el control biológico es lento y nunca erradicará a la maleza. Su aplicación a sistemas productivos no puede ser comparada con el efecto de otros sistemas de control, ya que cuando una maleza desaparece, deja un espacio disponible para que otra especie lo invada. Así, difícilmente el control de una especie será exitoso sobre una comunidad de malezas, si otras proliferan sin control. Esto indica que, hasta el momento, el control biológico es más exitoso en malezas que han escapado del ámbito agrícola, particularmente en aquellas perennes que se asocian preferentemente a praderas y situaciones forestales. En el Cuadro N° 10 se indican las principales introducciones de agentes biocontroladores realizadas en Chile, así como las malezas sobre las que actúan.

Cuadro N° 10

PRINCIPALES MALEZAS Y AGENTES INTRODUCIDOS EN CHILE PARA CONTROL BIOLÓGICO

Maleza	Agente Biocontrolador	Organismo	Año
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>Chrysolina quadrigemina</i>	Insecto	1952
	<i>Chrysolina hyperici</i>	Insecto	1952
<i>Rubus spp</i>	<i>Phragmidium violaceum</i>	Hongo	1972
<i>Galega officinalis</i>	<i>Uromyces galegae</i>	Hongo	1975
<i>Ulex europaeus</i>	<i>Apion ulicis</i>	Insecto	1976
	<i>Agonopterix ulicetella</i>	Insecto	1997
	<i>Tetranychus lintearius</i>	Acaro	1996

(Fuente: Norambuena y Ormeño, 1991; Norambuena *et al.*, 2001)

A pesar de lo interesante que es este sistema como alternativa al uso de productos químicos, su masificación no ha sido tan exitosa, debido principalmente a:

- La gran especificidad de los agentes biocontroladores, que controlan por lo general sólo una especie.
- Que las comunidades de malezas estén compuestas por varias especies.
- La facilidad con que una nueva especie maleza invade el espacio dejado por la que desaparece.

La Figura N° 16 muestra ejemplos de control biológico introducido a Chile.



Figura N° 16

ZARZAMORA CON FUERTE ATAQUE DE ROYA EN SUS HOJAS (izq) ESPINILLO CON ATAQUE DE ACARO *TETRANYCHUS* EN SUS RAMAS (der)

A pesar de no solucionar problemas en cultivo o especie forestal determinada, el uso de control biológico es una herramienta que sigue expandiéndose, por cuanto se percibe como una solución para aquellas malezas que escapan a los sistemas de control o que han invadido suelos no destinados a la producción y que por lo mismo presentan una gran diseminación.

Una de las malezas más importante en el sector forestal y para la cual se han efectuado numerosas introducciones de agentes biocontroladores es el espinillo o aliaga (*Ulex europaeus*). Esta se introdujo al país a fines del siglo XIX como cerco vivo, pero se diseminó por la zona centro-sur. Sus características biológicas (capacidad reproductiva, larga latencia de la semilla, rápido crecimiento vegetativo y falta de enemigos naturales), sumadas a su facilidad de combustión al estar seca, la transformaron en la maleza arbustiva más importante entre las Regiones del Bío Bío y de Los Lagos. Aún cuando se han efectuado esfuerzos por controlarla biológicamente, ninguno de los agentes de control por sí solo ha logrado disminuir su presencia, recomendándose por lo mismo, el uso de control integrado.

El espinillo no sólo es un problema en Chile, sino que en la mayoría de los países donde está presente, siendo numerosos los intentos realizados para disminuir sus efectos. En Canadá, Thompson y Douglas (2003), revisando el manejo de la vegetación en los bosques, indican que hay una evolución hacia sistemas más integrados y ecológicos, destacando la necesidad de una mayor colaboración entre la investigación, la industria y el gobierno. Los autores mencionan el uso del hongo *Chondrostereum purpureum* como el primer agente biocontrolador de malezas, señalando que las tendencias actuales van hacia un mejor manejo, dentro del que incluyen avanzadas tecnologías, como la aplicación aérea de herbicidas con dirección electrónica.

Cuadro N° 11

PRINCIPALES VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONTROL BIOLÓGICO

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Razonablemente permanente	Lento
Se autopropaga	No garantiza resultados
No requiere nuevas introducciones una vez establecido	Establecimiento puede fallar
Sin efectos colaterales	Efectos ecológicos desconocidos
Riesgos conocidos y evaluados antes de liberación	Algunos riesgos pueden ser desconocidos y/o no pueden ser evaluados
Nivel de Control depende de la densidad del huésped	No es muy efectivo en sistemas de corta rotación, mejor en ambientes estables
Se autodisemina	Imposible restringir la diseminación a ciertas áreas.
Costos no renovables	Alta inversión inicial de recursos
Alto beneficio en relación costo éxito	No hay erradicación

(Adaptado de Wapshere et al., 1989)

3.- CONTROL MECÁNICO

El control mecánico consiste en la interrupción del contacto suelo-maleza, ya sea por métodos que producen destrucción física de las plantas o por la utilización de algún implemento de tracción manual, animal o motorizado. Este grupo abarca desde control manual hasta la utilización del fuego o de implementos como desbrozadoras, cultivadores, flameadores e incluso el uso de *mulching* o cubiertas de residuos.

El control manual se ha utilizado tradicionalmente en la agricultura, no obstante tiene la desventaja de ser lento, requerir gran cantidad de mano de obra y permitir el rebrote de las malezas perennes. Por este motivo es un sistema aconsejable sólo en superficies pequeñas, donde se tiene que repasar el control sobre especies que rebrotan hasta que el dosel de los árboles cubra el suelo. Es un importante método de control cuando se usa como complemento

a otro, muy útil en un sistema de control integrado como repaso sobre especies aisladas que no han sido eficientemente controladas por ejemplo, por herbicidas.

El fuego es una importante herramienta que se utiliza en algunas zonas, en especial para despejar terrenos con gran cantidad de material, sin embargo es un método que tiene efectos adversos importantes como el riesgo de producir incendios, por el efecto negativo en la fertilidad del suelo a largo plazo, por favorecer la germinación de otras semillas de malezas y por contribuir al efecto invernadero liberando carbono a la atmosfera.



Figura N° 17
CONTROL MECÁNICO DE MALEZAS PREPARACIÓN DE SUELOS EN FAJAS

La utilización de herramientas más avanzadas, como cortadoras o desbrozadoras, tiene la ventaja de ser un sistema más rápido, pero aún así, todos los sistemas mecánicos tienen el inconveniente del rebrote de las malezas perennes, la lentitud de aplicaciones en superficies grandes, los elevados requerimientos en mano de obra y las dificultades para utilizarlos en terrenos con topografía irregular.

Pocos reportes explican la ventaja de alguno de estos métodos de control. En la zona de Corrientes, Argentina, se menciona un mejor resultado al usar cultivadores entre las hileras de

plantación para favorecer el desarrollo de eucalipto, sin embargo se indica que el movimiento de suelo produjo daño en las raíces y un menor crecimiento en comparación al uso de herbicidas.

El uso de cubiertas o *mulching* es importante en el establecimiento de algunas especies de madera dura en Australia, ya que favorece la conservación de la humedad por un mayor período, lo que ayuda en épocas en que el agua es escasa. También se le atribuye el mejorar el control al inhibir la germinación de algunas malezas, o actuar como barrera física para el crecimiento de ellas.

En Australia, George and Brennan (2002), compararon el efecto de control mecánico (manual y corte), uso de *mulching* (aserrín sobre papel, astillas y yute) y herbicidas, sobre el crecimiento de *Eucalyptus dunnii* y *E. saligna*. Concluyeron que el *mulch* con astillas de yute aumentó en un 269% y los herbicidas en un 216% el desarrollo de las plantas en comparación a no controlar, y que ninguno de los otros sistemas mecánicos controló malezas de manera eficiente, ni mejoró la supervivencia o incrementó el desarrollo de las plantas de eucalipto, hasta los dos años de plantadas. Agregan que una vez degradado el yute después de dos años, hubo un aumento de las malezas y señalan que la aplicación de este *mulch* resultó 15 veces más costosa que el uso de herbicida.



(www.semana.com/photos/1401/lmgArticulo)



(www.hondarioja.com)

Figura N° 18
LIMPIA CON AZADÓN (izq) LIMPIA CON DESBROZADORA (der)

Por su parte Huang *et al.* (2008), indican que los tratamientos con *mulch* en plantaciones de eucaliptos no tuvieron efecto en el crecimiento de los árboles ni en aumentar la disponibilidad de agua. Sin embargo, disminuyó la disponibilidad de carbono foliar y aumentó el índice de área foliar de otra especie arbórea. Concluyen que la respuesta al *mulching* no siempre mejora la disponibilidad de agua, sino que más bien depende de las características ecofisiológicas de los árboles y de factores ambientales.

Gonçalves *et al.* (2004), indican que el control de malezas puede ser realizado por cultivadores, pero que no será tan efectivo como el uso de herbicidas, debido al disturbio del suelo alrededor de las raíces. Agregan que los herbicidas, en lugar de rastras, durante las primeras etapas del desarrollo de las plantas, evitan el daño sobre las raicillas finas, lo que puede ser la causa del efecto positivo.

En términos generales, la decisión de utilizar este sistema, dependerá de cada situación y del balance que puedan tener las ventajas y desventajas de su uso.

Entre las principales ventajas del control mecánico se cuentan:

- No contamina el ambiente
- Es rápido y barato para superficies pequeñas
- Es más adaptable para pequeños productores

Entre las desventajas se tiene:

- Estimula la germinación de nuevas especies
- Ayuda en la diseminación de especies perennes
- Las especies perennes no son controladas si no que se estimula el rebrote
- Incrementa la pérdida de humedad del suelo

La mayoría de los estudios en control mecánico se han realizado en agricultura, siendo escasa la información en el área forestal. En un estudio reciente realizado por el Instituto Forestal (INFOR, 2010), en las Provincias de Bío-Bío, Arauco y Osorno, sólo en una localidad, cercana a Mulchén, se observó un incremento en la altura de plantas y el DAC, a los tres años de edad de la plantación, al comparar control mecánico y uso de *mulch* versus testigo sin control. En el resto de las localidades, el uso de sistemas alternativos a los herbicidas no produjo diferencias con el testigo sin control (Cuadro N° 12).

Cuadro N° 12
EFFECTO DEL CONTROL MECÁNICO Y USO DE MULCH EN EL DESARROLLO DE
EUCALIPTO HASTA EL TERCER AÑO EN CINCO LOCALIDADES. 2006-2009

Localidad	Tratamiento	Altura (cm)	DAC (mm)
Arauco	Testigo	743,6 a	82,5 a
	Mecánico	834,3 a	93,5 a
	Mulch	839,6 a	90,2 a
Mulchén	Testigo	477,3 b	70,5 c
	Mecánico	555,9 a	86,5 a
	Mulch	530,3 a	79,4 b
Contulmo	Testigo	260,2 a	32,9 a
	Mecánico	308,0 a	45,2 a
	Mulch	291,2 a	38,0 a
Purranque	Testigo	720,5 a	80,5 a
	Mecánico	515,9 a	84,8 a
	Mulch	501,5 a	78,8 a
Nacimiento	Testigo	452,6 a	60,3 a
	Mecánico	511,3 a	84,9 a
	Mulch	352,1 a	78,8 a

Letras iguales en cada columna para cada localidad, indican que no hay diferencias significativas (DMS $P < 0.05$)

4.- CONTROL QUÍMICO

El control químico consiste en la utilización de productos químico-sintéticos que destruyen o limitan el crecimiento de especies que no son deseadas por el hombre en un momento y lugar determinado. A pesar del aumento sostenido de su uso, como cualquier plaguicida, su aplicación presenta ventajas y desventajas (Zimdahl, 1999; Radosevich *et al.*, 1997; Michael *et al.*, 2002)

Entre las principales ventajas de su uso se tiene:

- Alta relación beneficio/costo
- Controla malezas donde otros sistemas no pueden (entre y sobre hileras).
- No hay daño radicular como con cultivadores
- Controla malezas desde emergencia
- Mantiene estructura del suelo al evitar labranzas
- Reduce mano de obra y uso directo de energía
- Disminuye plagas y enfermedades al reducir hospederos
- Se usa para controlar amplias superficies

Entre las principales desventajas se tiene:

- Toxicidad a mamíferos
- Persistencia en el medio
- Puede incrementar erosión al destruir cubierta vegetal
- Presión de selección sobre algunas especies
- Cambio en la flora del suelo
- Resistencia potencial



(www.interempresas.net/Agricola/Articulos/3708)



(www.almagan.com.co/Sistema/Productos/Cateogri)

Figura N° 19
APLICACIÓN DE HERBICIDAS CON TRACTOR EN PLANTACIÓN MODERNA DE FRUTALES (izq)
EQUIPO DE APLICACIÓN DE ESPALDA CLÁSICO CON UNA BOQUILLA (der)

De todas las ventajas, la que más ha influido en la rápida expansión del uso de herbicidas es la relación costo beneficio, ya que la inversión del usuario es reducida en comparación al buen resultado que tiene en eficiencia de control y el corto lapso de tiempo requerido para lograrlo. Esta percepción de éxito fácil, en controlar las malezas en el corto plazo, ha sido determinante en la actual sobre dependencia que hay de estos productos, sin que exista por el momento una alternativa real que sea tan exitosa y comparable para grandes superficies. Así,

el uso, a veces indiscriminado y poco técnico, de muchos productos químicos ha producido una serie de impactos negativos en el medio ambiente.

Por estas razones y por la percepción social de posibles riesgos asociados a la toxicidad que producen y a la posibilidad de lixiviación y contaminación de aguas subterráneas, actualmente existen restricciones al uso de herbicidas en el sector forestal.



Figura N° 20

CONTROL QUÍMICO ENTRE HILERAS CON MUY MAL CONTROL SOBRE LA HILERA (izq)
CONTROL QUÍMICO ENTRE HILERAS CON BUEN CONTROL SOBRE LA HILERA (der)

5.- CONTROL INTEGRADO

El control integrado, también conocido como manejo integrado, es una estrategia que usa una gran variedad de métodos complementarios; físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales para el control de plagas. Estos métodos se aplican en tres etapas: prevención, observación y aplicación. Es un método ecológico que aspira a reducir o eliminar el uso de plaguicidas y de minimizar el impacto en el medio ambiente. En el caso de las malezas, se ha llegado a recomendar como una estrategia que usa la mayor variedad de métodos complementarios posibles en una situación en particular; mecánicos, químicos, biológicos y culturales. Es decir, se busca disminuir la dependencia de los herbicidas para minimizar el impacto ambiental y para esto debe haber un claro aumento de la prevención de las malezas, situación que se hace más difícil en el área forestal, debido al largo período de la rotación y al hecho del uso de monocultivos. Por otra parte, el manejo integrado es la estrategia de recomendada por los sellos de certificación forestal internacionales como Consejo de Administración Forestal (FSC por sus sigla en inglés) y Programa de Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal (PEFC por sus sigla en inglés) y por las normativas de países, especialmente de la Unión Europea (INFOR, 2010).

Es posible que en la moderación del uso de herbicidas, haya ventajas en comparación al uso excesivo de herbicidas, ya que esto último no ha solucionado problemas en el largo plazo y los desequilibrios que se producen en la flora tienden a provocar cambios en la comunidad de malezas hacia especies tolerantes o hacia poblaciones resistentes que terminan siendo un problema mayor. A pesar de esto, incluso en países que han probado el éxito del manejo integrado de malezas, donde ha resultado ser tan efectivo como el control químico, pero menos variable que los herbicidas, los agricultores siguen utilizando medidas cortoplacistas, como herbicidas, a diferencia del control integrado, que tiene una visión de largo plazo, y sólo recurren a este sistema cuando no tienen otra solución frente a la resistencia a herbicidas.

Por lo general, los agricultores no adoptan el manejo integrado hasta tener la certeza que hay un beneficio económico y la estrategia de largo plazo del manejo no compite con las máximas ganancias que se buscan en el corto plazo. Es posible que una limitante importante para este método sea la falta de información de las pérdidas que ocasionan las malezas y los métodos existentes para su control, que se agrega a una falta de investigación en manejo de malezas.

De cualquier manera, para que exista un aumento del manejo integrado como estrategia, se debe buscar que los métodos sean complementarios a los que se usan y que se integren fácilmente dentro de las prácticas existentes para el manejo de la especie empleada.

Una de las áreas que es necesario mejorar para aumentar el manejo integrado es el conocimiento de aspectos básicos a nivel de campo, como características biológicas y ecológicas de las malezas y su interacción con los cultivos forestales. Sólo así se puede entender la interacción de los factores bióticos y abióticos que regulan el comportamiento de las malezas y facilitar el cambio de las estrategias de control basadas en predicciones que apunten a explicar cómo evolucionan las especies, poblaciones, biotipos y comunidades, en respuesta a la presión de selección ejercida por las prácticas agrícolas. Esto ayudaría a desarrollar prácticas de manejo que sean ambientalmente sustentables.

Algunos aspectos de campo básicos a considerar para desarrollar el manejo integrado, son:

- Dinámica del banco de semilla de malezas y cómo lo afecta la labranza
- Identificación de las malezas y su nivel de infestación.
- Biología y ecología de las principales especies malezas.
- Época de emergencia de malezas en relación a la especie forestal
- Períodos críticos y umbrales económicos de las malezas más importantes
- Prácticas de manejo que mejoran la competitividad de la especie forestal
- Ventana de cosecha
- Métodos de control técnicamente efectivos, económicamente viables y seguros para el ambiente.

Los resultados de estudios recientes realizados por el Instituto Forestal, en las Provincias de Bío-Bío, Arauco y Osorno (INFOR, 2010), indican que de las unidades evaluadas, sólo en una de ellas tuvo efecto significativo el control mecánico y *mulch*, lo que podría recomendar su uso como complemento del control químico y así ser parte de un control integrado. En el resto de las unidades no hubo efecto de los sistemas no químicos, lo que requeriría de más estudios para determinar el porqué de estas diferencias o bien buscar otro tipo de interacciones.



Figura N° 21
ESTABLECIMIENTO DE EUCALIPTO CON HERBICIDA
SÓLO EN UNA FAJA, PUEDE SER PARTE DEL CONTROL INTEGRADO

CONCLUSIONES

El control de malezas en plantaciones forestales puede enfocarse con diferentes métodos: cultural, mecánico, biológico, químico e integrado, siendo este último el que agrupa a todo el conjunto con la idea de disminuir la dependencia del control químico.

El control integrado de malezas, debiera ser la alternativa de mayor utilización en la producción agrícola y forestal modernas y es el método sugerido por los sellos de certificación y normativas de los países desarrollados. Sin embargo, el mayor tiempo que requiere llegar a estabilizar la producción y la reducida información disponible sobre el particular, hacen que los productores aún no la adopten como una práctica a considerar.

El control mecánico y el *mulch* sobre la hilera de plantación con los residuos de la cosecha anterior, aparecen como alternativas viables de utilizar en situaciones específicas, sin embargo los escasos estudios no son concluyentes, ya que sus resultados varían mucho en función de las distintas zonas agroclimáticas. Es necesaria más investigación sobre el particular.

En relación a resultados de estudios recientes realizados por el Instituto Forestal, es necesario investigar los factores que están disminuyendo el efecto de las malezas en el desarrollo forestal, como es la influencia de residuos como *mulch*, el control mecánico y el uso de subsolador. Se requiere determinar si estas técnicas pueden tener efectos generalizados o son dependientes de condiciones edafoclimáticas específicas.



solo
s.p.a.

CAPÍTULO 5. USO DE HERBICIDAS

Los herbicidas se han convertido en la principal forma de controlar malezas en actividades agrícolas y forestales del mundo. A pesar que su uso está asociado a cierta controversia medio ambiental, su utilización continúa masificándose, principalmente en países en vías de desarrollo, por ser la alternativa de mejor costo-eficiencia. Por esta razón se hace necesario conocer su comportamiento para minimizar los riesgos de impacto ambiental, identificando además los diferentes tipos de clasificación de los herbicidas para relacionarlos con su comportamiento, ya sea en el suelo o en el follaje de las malezas.

1.- CLASIFICACIÓN DE HERBICIDAS

Existen varias maneras de clasificar los herbicidas, pero una de las más utilizadas es aquella que considera la época de aplicación, ya que relaciona su uso respecto al estado de desarrollo de las malezas y del cultivo. Básicamente, de acuerdo a esto, existen tres formas de aplicar los herbicidas: Presiembra incorporados, pre emergencia y post emergencia.

- **Pre Siembra Incorporados:** Son herbicidas que se aplican antes de la siembra o plantación y requieren incorporarse al suelo ya que son fotosensibles o susceptibles de volatilización. La dificultad de incorporarlos mecánicamente, hace que se utilicen aquellos que son factibles de incorporarse con la humedad del suelo, por lo que no deben pasar más de 10 días sin lluvias posteriores a la aplicación, como el caso de acetochlor.
- **Pre Emergencia:** Corresponde a los herbicidas aplicados al suelo antes de la emergencia de las semillas de maleza, y a diferencia de los anteriores, no necesitan incorporación; un ejemplo es el caso de simazina.
- **Post Emergencia:** Son los herbicidas que se aplican después que las malezas han emergido, ya que son absorbidos por la parte aérea de las plantas. En este caso se pueden dividir en:

Herbicidas de Contacto: Destruyen el tejido en el lugar que tocan. Ej. Paraquat

Herbicidas Sistémicos: Se movilizan por la planta y ejercen su acción en un lugar diferente al que fueron absorbidos. Ej. Glifosato

Los herbicidas al suelo actúan principalmente sobre las semillas de malezas que germinarán y/o durante la germinación de ellas, teniendo escaso efecto en los propágulos vegetativos. Su actividad está relacionada principal y directamente con características del suelo como materia orgánica, textura, humedad, pH, además de la susceptibilidad de las malezas. Por otra parte, estos herbicidas serán menos afectados por las condiciones climáticas pero para que tengan efecto, las malezas deben al menos iniciar el proceso de germinación.

Los herbicidas post emergentes controlan las malezas ya emergidas, por lo que es necesario aplicarlos al follaje y en el momento en que están creciendo de manera activa. En términos generales, mientras más pequeñas sean las malezas, más fácilmente serán controladas.

En el caso de las malezas perennes que provienen desde propágulos vegetativos, en sus primeros estados están translocando de manera ascendente o acropétala, es decir hacia la parte aérea, lo que dificulta la llegada del producto a los órganos subterráneos. En este caso,

el mejor momento para controlar este tipo de malezas es cuando las hojas han alcanzado su madurez y están exportando hacia los órganos acumuladores, es decir cuando la translocación es descendente o basipétala.

En el caso de eucalipto, se destacan las aplicaciones que controlan las malezas antes de emerger y para esto, el suelo debe estar mullido, húmedo y preparado para la plantación. Estos herbicidas actuarán en los primeros centímetros de suelo impidiendo la emergencia o interrumpiendo el crecimiento inicial de las malezas que han logrado emerger. Para su actividad requieren de una adecuada humedad en el suelo y si hay malezas emergidas al momento de la aplicación, no serán controladas por estos herbicidas, por lo que deben aplicarse en mezcla con algún herbicida post emergente que las controle. Así el post emergente controlará lo emergido y el pre emergente irá al suelo a controlar lo que está por emerger.

Existe otra forma de aplicar algunos herbicidas en especies arbóreas, que corresponde a aplicaciones al tocón o al rebrote de árboles. En este caso, el rápido rebrote de algunos arbustos o árboles después que son cortados, entre ellos el mismo eucalipto que puede ser maleza en una plantación de la misma especie, obliga a aplicar algún herbicida, solo o en mezcla, en una concentración mayor, e inmediatamente después de cortados. Esto es normalmente usado y con bastante éxito.

Una segunda forma de control de árboles, pero dirigido a especies de gran desarrollo, puede ser inyectando herbicida al tronco de los árboles. En este caso, es necesario que el producto o la mezcla llegue bajo la corteza por lo que se puede hacer un corte alrededor del tronco y luego aplicar en ese lugar. Esto no es común utilizarlo en bosques, si no que más bien en grandes árboles aislados en sectores de vivienda.

En ambos casos, se recomienda algún glifosato en concentración alta y puede ser en mezcla con algún herbicida regulador de crecimiento tipo triclopyr.

Otra forma importante de clasificar los herbicidas, es según su mecanismo de acción, que corresponde a la actividad bioquímica o biofísica específica que produce la muerte de la planta. Aunque a veces es difícil que un herbicida tenga un solo mecanismo de acción, pueden tener metabolismos no específicos o actuar a través de sitios múltiples que pueden ser difícilmente diferenciables (Devine *et al*, 1993). El caso de los hormonales por ejemplo, aún no está claro el sitio primario de acción, sino que más bien se deduce por los efectos que produce. Por lo mismo, esta clasificación no es estática y la aparición de nuevos herbicidas, nuevos equipos y tecnologías de identificación, pueden hacer que para algunos herbicidas, se modifiquen los antecedentes que se tienen de sus mecanismos de acción primarios, incluso algunos de ellos pueden aparecer con más de un sitio primario y otros, que no se han estudiado aún y que están como misceláneos, podrían ser clasificados. De cualquier manera, la importancia de conocer esta clasificación, es evitar el uso de herbicidas con igual mecanismo, como herramienta de manejo para evitar resistencia.

Los principales grupos o familias de herbicidas, según mecanismo de acción, corresponden a:

- Inhibidores de la fotosíntesis.
- Inhibidores de la síntesis de pigmentos.
- Inhibidores de la síntesis de lípidos
- Inhibidores de la síntesis de aminoácidos.
- Inhibidores de la división celular

- Reguladores del crecimiento
- Inhibidores de la respiración
- Inhibidores de la síntesis de celulosa.

En el Cuadro N° 13 se indican algunas características de las principales familias de herbicidas. Dada la dinámica del conocimiento, pueden aparecer excepciones en cada grupo, que no cumplen con algo de lo mencionado como característica del mismo.

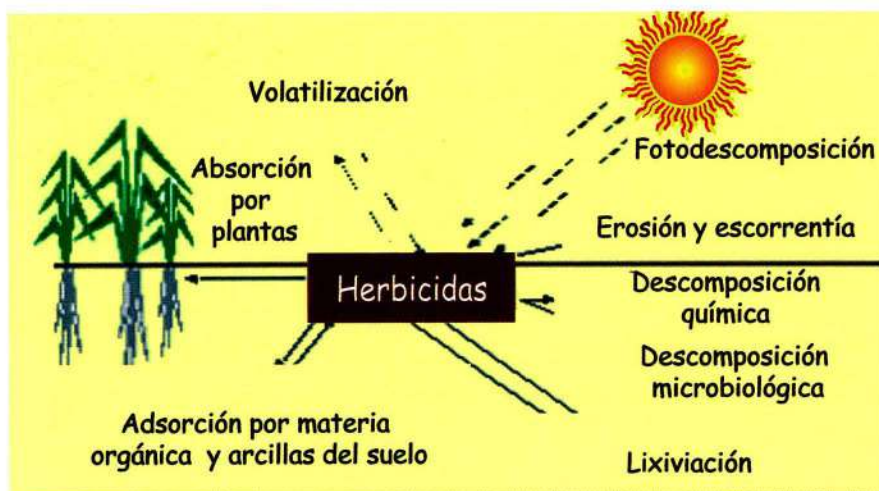
Cuadro N° 13
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE HERBICIDAS SEGÚN SU MECANISMO DE ACCIÓN

Grupo	Ejemplos	Absorción	Translocación	Mecanismo de Acción
Inhibidores de fotosíntesis	Atrazina, Simazina, Linuron Paraquat, Diquat	Vía suelo Vía foliar	Xilema Casi nula	Bloquean transporte de electrones en fotosistema II Bloquean transporte de electrones en fotosistema I
Inhibidores de la síntesis de pigmentos	1. Aminotriazol, clomazone, diflufenicam, 2. Fomesfen, oxyfluorfen, oxadiazon, carfentrazone, sufentrazone, flumioxazin 3. Isoxaflutole, mesotrione, pyrazoxyfen, sulcotrione, topramezone	Vía foliar y/o suelo	Xilema y floema	Bloquean síntesis de 1. Carotenoides 2. Protoporfirinógeno oxidasa (PPO) 3. Hidroxifenil piruvato dioxigenasa (HPPD)
Inhibidores de la síntesis de lípidos	1. EPTC, dialato 2. Acetoclora, alaclora, metazaclo, etolaclo 3a. Diclofop, fluazifop, Haloxifop, quizalofop 3b. Clethodim, setoxidim, tralkoxidim 3c. Pinoxaden	Vía suelo o foliar	1. y 2. Poca y 3. vía floema	Bloquean síntesis de ácidos grasos y división celular 1. Tiocarbamatos 2. Cloroacetamidas 3. Inhibidores ACCasa 3a. Aryloxfenoxipropionatos 3b. Ciclohexanodionas 3c. Fenilpirazolin
Inhibidores de la síntesis de aminoácidos	1. Glifosato 2. Sulfonilureas Imidazolinonas Triazolpirimidinas 3. Glufosinato	Vía foliar	Floema	Bloquean enzimas productoras de amino ácidos esenciales 1. EPSPS (Enolpiruvil shikimato fosfosintasa) 2. ALS (Aceto lactato sintasa o Acetohidroxi ácido sintasa (AHAS)) 3. GS (Glutamino sintetasa)
Inhibidores de la división celular	Carbamatos (profam, cloroprofam) Dinitroanilinas (trifluralin, pendimetalin, oryzalin)	Vía suelo	Xilema	Afectan la mitosis y/o la formación de microtubulos
Reguladores del crecimiento	1. 2,4-D, 2,4-DB, MCPA 2. Dicamba 3. Picloram, tricopyr, clopiralid 4. Quinclorac	Vía foliar	Floema	Distorsionan el crecimiento y división celular 1. Fenoxiacéticos 2. Acido Benzoico 3. Acido Picolínico 4. Acido Quinolin-carboxílico
Inhibidores de la respiración	Fenoles Organico-metalicos Arsenitos	Vía foliar	Casi nula	Desacopladores de la fosforilación oxidativa
Inhibidores de la síntesis de celulosa	Diclobenil, isoxaben	Vía suelo	Xilema	Inhiben crecimiento de raíces y/o brotes nuevos y germinación de semillas

2.- COMPORTAMIENTO DE LOS HERBICIDAS

2.1.- Comportamiento de los herbicidas en el suelo

La actividad de los herbicidas en el suelo, está condicionada por una serie de factores, que interactuarán entre sí, y que por su importancia deben ser considerados en toda aplicación para evitar así efectos no deseados. Los principales factores que influyen en el comportamiento de los herbicidas en el suelo se pueden apreciar en la Figura N° 22.



(Adaptado de Miller y Westra, 1998)

Figura N° 22
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DESCOMPOSICIÓN O DISIPACIÓN
DE LOS HERBICIDAS EN EL SUELO

- Adsorción-Desadsorción

Es uno de los procesos más importantes, ya que influye en la mayoría de los factores mencionados más abajo. Corresponde a un fenómeno de atracción por las cargas eléctricas entre el herbicida y los coloides del suelo. Los coloides adsorben el producto químico y este no queda disponible en la solución del suelo para ser absorbido, lixiviado, degradado, fotodescompuesto o volatilizado. Para que un herbicida esté disponible a todos estos procesos debe estar en la solución del suelo, por lo que debe haber un equilibrio con lo adsorbido por los coloides. Esta adsorción, física o química, dependerá de la naturaleza de los coloides, del herbicida y de las condiciones climáticas.

Los coloides pueden tener una fracción orgánica, constituida por la materia orgánica, siendo el ácido húmico el compuesto que más influye en la adsorción coloidal. A mayor materia orgánica en el suelo, mayor capacidad de adsorción por lo que la actividad herbicida puede ser de menor tiempo. El segundo constituyente de los coloides corresponde a la fracción mineral, constituida principalmente por las arcillas minerales, óxidos e hidróxidos. De estas, las arcillas son las que tienen mayor superficie de adsorción por tener su superficie cargada negativamente, lo que le da una capacidad de intercambio catiónico (CIC), que dependerá del tipo de arcilla. Esta CIC determinará cuánto herbicida podrán fijar.

- Lixiviación

Corresponde a la pérdida vertical de los productos herbicidas arrastrados por el contenido de agua del suelo. Los herbicidas débilmente adsorbidos son más fácilmente lixiviables, al igual que los más solubles en agua. Esto indica que en zonas con alta precipitación, debería existir mayor preocupación por el movimiento de los herbicidas, ya que muchos de ellos tienen selectividad posicional, es decir son absorbidos por las malezas que tienen sus raíces superficiales, mientras que el producto no llega a las raíces más profundas de las especies perennes.

- Degradación Microbiológica

Es uno de los principales procesos de la disipación de los herbicidas en el suelo y corresponde en su mayoría a microorganismos del suelo que tienen una actividad enzimática específica, que degrada la molécula herbicida utilizándola como sustrato. La velocidad de descomposición de estos herbicidas es variable y depende del tipo de herbicida, densidad de los microorganismos y condiciones ambientales del suelo. Todas las condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos en el suelo, facilitarán la degradación del herbicida. Entre esto se tiene humedad entre 50 y 100 % de capacidad de campo, buena aireación, temperaturas entre 25 y 30°C, pH entre 6,5 y 8, alto contenido de materia orgánica.

- Degradación Química

Constituida principalmente por procesos de oxidación, reducción e hidrólisis de las moléculas del herbicida y donde no hay participación de enzimas. Los factores que la favorecen dependerán de los herbicidas, así por ejemplo una condición de alto pH favorecerá la degradación de algunas clorotriazinias, mientras que un alto contenido de humedad favorecerá la degradación de algunas amidas.

- Fotodescomposición

Corresponde a la sensibilidad de algunos herbicidas a la exposición de la radiación solar, en especial a la luz ultravioleta. Esta absorción de la luz, provocaría que algunos herbicidas alteren su estructura y se inactiven. Aunque es difícil de probar en condiciones de campo, en algunos herbicidas como las dinitroanilinas, se ha demostrado su sensibilidad a este factor. Una manera de disminuir este efecto es incorporar el herbicida al interior del suelo con operaciones mecánicas o mediante agua.

- Volatilización.

Es un proceso por el cual una sustancia pasa del estado líquido o sólido al estado gaseoso, lo que determina que se pierda en la atmósfera como gas y así disminuye su efecto sobre las malezas. Aunque la mayoría de los productos puede volatilizarse, debido a su lentitud, la volatilización es considerada de poca importancia y sólo en algunos productos puede llegar a ser determinante. Una característica que determina su volatilidad es su presión de vapor, que en términos prácticos se considera volátil si es mayor a 1×10^{-4} mm de Hg a 25°C. Además de la presión de vapor, la formulación y estructura química del producto también influyen, mientras que entre las características del suelo, la temperatura y contenido de humedad se consideran importantes. Un incremento de la temperatura

produce un aumento de la presión de vapor, por lo tanto aumenta la volatilidad, mientras que un exceso de humedad en los suelos aumentaría también la volatilidad, ya que las moléculas de agua ocuparán los sitios de adsorción en los coloides del suelo.

- **Absorción por plantas.**

Corresponde a la cantidad de herbicida que podría ser absorbido por plantas tolerantes y que lo pueden degradar, disminuyendo así la cantidad disponible para controlar las plantas sensibles. Se supone que este fenómeno ocurre a nivel de campo, pero no se ha estudiado mucho debido a que se considera un factor de baja importancia.

Aunque algunos autores consideran la escorrentía como posibilidad de pérdida, otros no la consideran así, ya que corresponde en realidad a pérdida de suelo por arrastre del agua o erosión que lleva adsorbido herbicida.

2.2.- Comportamiento de los Herbicidas en el Follaje

Los herbicidas interfieren procesos bioquímicos o biofísicos específicos, que se producen en diferentes lugares de una planta. Para que se produzca esto, es necesario que acumule una cantidad suficiente del ingrediente activo en el lugar que precisamente deberá actuar; esto significa que el compuesto debe entrar a la maleza y ser movilizado hasta el sitio donde actuará. Así, los herbicidas aplicados a la parte aérea también pueden ser afectados por factores, entre los que cuales se tienen:

- **Deposición**

Es el proceso por el cual se espera que el herbicida llegue, en su mayor cantidad, a la superficie de las hojas, situación que está condicionada por la deriva y la velocidad del viento. La deriva es la pérdida de producto a un sector que no es el objetivo, incluyendo a los propios árboles cuando se aplica de manera dirigida a las malezas que crecen bajo el dosel. La velocidad del viento influye directamente en la cantidad de producto que se pierde por deriva y para disminuir este efecto es necesario disminuir la presión de aplicación y/o cambiar las boquillas, para aumentar el tamaño de las gotas.

Lo que se busca a nivel de campo, es utilizar la menor cantidad de agua por superficie y para controlar malezas no es necesario cubrir totalmente las plantas objetivo, solo se requiere una buena cobertura con gotas de tamaño reducido, pero deben ser homogéneas. Esto significa que se debe evitar gotas de gran tamaño (mayores a 400 μm) y muy pequeñas (menores a 100 μm). Las primeras porque significan mucho volumen de la mezcla, mientras que las gotas muy pequeñas pueden ser fácilmente arrastradas por el viento por tener una baja velocidad de caída. El tamaño de las gotas está determinado por el diámetro del orificio de salida de la boquilla y por la presión de trabajo, mientras más pequeño es el orificio menor es el tamaño de las gotas y a mayor presión, menor es también el tamaño de las gotas.

Las boquillas más utilizadas en herbicidas corresponden a las de abanico y si bien el tamaño de las gotas no reviste mucha importancia para los herbicidas que van al suelo, sí interesa una distribución homogénea y que el suelo esté húmedo. Si a esto se agrega que al mezclar los herbicidas al suelo, con herbicidas post emergentes sistémicos, interesa tener una distribución muy homogénea de las gotas de la mezcla y como el herbicida

sistémico no es selectivo al eucalipto, debe utilizarse un tipo de boquilla de abanico con inyección de aire, conocida como antideriva. El aire le dará mayor peso a la gota y así disminuirá la deriva, en especial de las gotas pequeñas (Figuras N° 23 y N° 24).

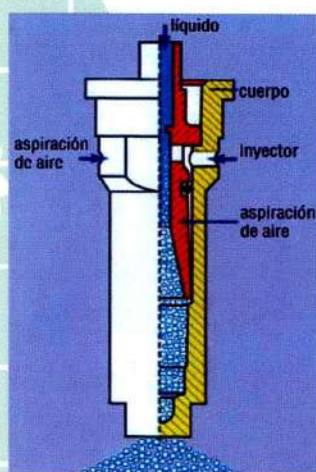
Cuadro N° 14
REQUERIMIENTOS DE TAMAÑO Y DENSIDAD DE GOTAS Y DE BOQUILLA
RECOMENDADAS PARA CADA PLAGUICIDA.

Plaguicida	Tamaño de gotas (μm)	Gotas/ cm^2	Tipo boquilla
Fungicida	100-250	50-70	Cono/Abanico
Insecticida	200-350	20-30	Cono/Abanico
Herbicida	200-400	30-40	Abanico

(Ortiz-Cañavate y Hernanz, 1989).



Figura N° 23
TIPO DE PULVERIZACIÓN SEGÚN BOQUILLA.

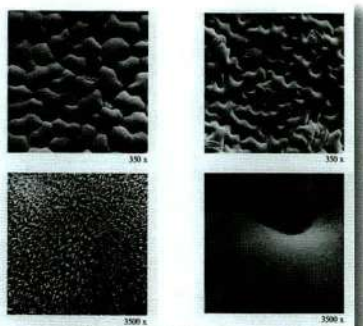


www.navarraagraria.com/n169/arboqas.pdf

Figura N° 24
BOQUILLA ANTIDERIVA O CON INYECCIÓN DE AIRE

- Retención.

Una vez que el producto ha alcanzado la maleza objetivo, debe permanecer en la superficie el tiempo suficiente para ser absorbido. Los productos sistémicos que se utilizan para controlar malezas post emergentes en situaciones forestales, requieren de al menos 24 horas libres de precipitaciones, aunque algunos como el glifosato requieren de menor tiempo, en condiciones primaverales bastan 4 horas. Los factores que influyen en la retención corresponden a características morfológicas de las hojas de las malezas, como pubescencia, presencia de cerosidad, ángulo de inserción y rugosidades (Figura N° 25). Entre los factores manejables, está el volumen de agua y el uso de surfactantes. Hay que considerar que el agua es sólo un vehículo por lo que interesa el menor volumen que pueda distribuir las gotas de manera uniforme, para lo cual se recomienda no aumentar exageradamente el volumen y agregar surfactante a la vez.



(Harr J. et al. 1991 en www.weeds.iastate.edu/mgmt/2001/absorp.htm)

Figura N° 25
SUPERFICIE DE LA HOJA CARACTERÍSTICA DE DOS MALEZAS
***Chenopodium album* (izq) y *Abutilon theophrasti* (der).**

- Absorción

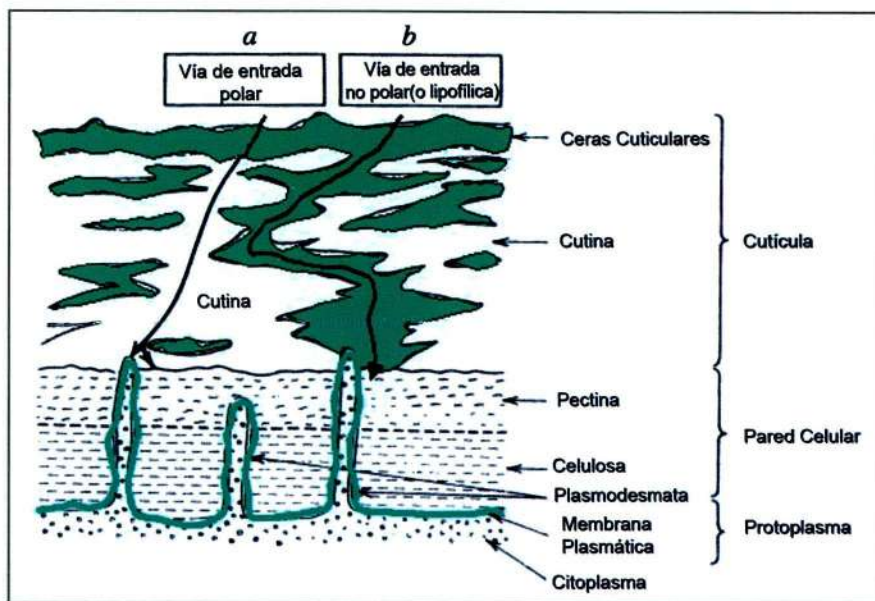
Una vez que el herbicida está en la hoja, debe atravesar la primera barrera de las hojas que es la cutícula, la cual tiene una primera capa cerosa que cubre las superficie aérea y las protege de pérdidas de agua. Esta capa tiene extrusiones de cera epicuticular, que varía con la edad de la hoja y con la especie. Las ceras son hidrofóbicas o no polares, es decir repelen al agua y son afines al aceite. La segunda capa es la cutina, que por naturaleza es más hidrofílica que las ceras por lo tanto es más afín a productos solubles en agua. Luego está la pectina, que más que una capa, son hebras entremezcladas con la cutina y son totalmente polares, por lo que los productos acuosos penetran fácilmente. Por esto es importante destacar que:

Los herbicidas solubles en aceite penetran fácilmente a través de los componentes lipofílicos de la cutícula bajo un amplio rango de condiciones climáticas y vegetales.

Los compuestos solubles en agua en tanto, tienden a penetrar más lentamente, pero una vez alcanzada la cutina o pectina, siguen esa vía en su penetración.

Abrasiones producidas en las superficies de las hojas, que disminuyen la cera cuticular, también facilitan el movimiento de productos polares.

Al aumentar la edad de las plantas puede haber un aumento de la capa cerosa, lo que dificulta a veces la absorción de algunos productos.



(Ashton and Crafts, 1981)

Figura N° 26
VÍAS DE ABSORCIÓN DE HERBICIDAS APLICADOS AL FOLLAJE
DESDE LA SUPERFICIE DE LA HOJA AL CITOPLASMA

- Translocación

Después de la penetración en las hojas y/o la absorción por las raíces, los herbicidas se distribuyen en la planta a través del apoplasto, el simplasto o simplemente no presentan movimiento. El apoplasto corresponde a las paredes celulares, los espacios intercelulares y las células del xilema, es decir la red de tejido no vivo; mientras que el simplasto corresponde al floema, el protoplasto, conectado por los plasmodesmatas, es decir corresponde al citoplasma metabólicamente activo.

En relación a su translocación por la planta, los herbicidas se pueden dividir en los de movimiento apoplástico, movimiento simplástico y sin movimiento.

Herbicidas de Movimiento Apoplástico: Los herbicidas que entran en la raíz, se mueven a través del xilema junto a la corriente transpiratoria, siguiendo el movimiento del agua hasta las hojas y acumulándose donde se pierde el agua por evaporación. Los factores que influyen en la pérdida de agua y otros como luz, temperatura, velocidad del viento y la humedad, así como la disponibilidad de agua en el suelo, influirán en la actividad de estos herbicidas. Ejemplos de este grupo son Triazinas (atrazina, metribuzina, simazina, terbutilazina, hexazinona); Uracilos (terbacil, bromacil), y Fenilureas (diuron, linuron)

Herbicidas de Movimiento Simplástico: Los herbicidas asociados a los procesos de crecimiento mueven el compuesto hacia los ápices de crecimiento, donde hay actividad metabólica. Este proceso es a través del simplasto. Factores como estado de desarrollo de las plantas, distribución de herbicidas en la planta, actividad del tejido, y condiciones ambientales, además de la oscuridad o baja intensidad lumínica, afectan la actividad por lo que se recomienda aplicarlos cuando las malezas están en una etapa de crecimiento activo. Son los mejores herbicidas sobre malezas perennes ya que son capaces de translocar producto por todos los órganos de crecimiento y acumulación. Algunos ejemplos de este grupo son los hormonales (2,4-D, MCPA, 2,4-DB, dicamba, picloram, triclopyr, clopyralid), glifosato.

Herbicidas sin Movimiento: Los herbicidas de este grupo producen una rápida destrucción de las membranas celulares, matando así de manera rápida a las plantas. Son muy efectivos contra las malezas anuales, sin embargo al no tener translocación hacia los órganos acumuladores, no son capaces de afectar a las malezas perennes permitiendo un rápido rebrote de estas, si las condiciones climáticas lo permiten. Los principales herbicidas en este grupo son los Bipiridilos (paraquat, diquat) y los difenil eter (acifluorfen, fomesafen, lactofen y oxifluorfen). Otros herbicidas post emergentes que no son móviles corresponden al bentazon y al glufosinato.

En términos generales, algunos herbicidas también pueden moverse vía apoplasto y simplasto a la vez, pero son los mínimos. Los herbicidas de post emergencia son más dependientes de las condiciones climáticas y menos de las características del suelo. Así, mientras más adecuado sea el clima para el crecimiento de los vegetales, mejor será el comportamiento de ellos, ya que las malezas lo absorberán más rápido y así será también su muerte.

3.- TÉCNICAS DE APLICACIÓN

En este capítulo se resumen los aspectos técnicos y de seguridad generales relacionados con la aplicación y manejo de herbicidas.

3.1.- Variables de Control

Una buena aplicación de herbicidas debe cumplir cuatro puntos básicos: Calidad del agua, producto elegido, momento de la aplicación y homogeneidad de la aplicación.

- Calidad del Agua

Es importante el pH y la posibilidad de contaminantes que pudieran afectar la efectividad de algunos herbicidas. A pesar que hay en el comercio algunos correctores de pH, las características del agua del sur de Chile, indican que casi no son necesarios. En casos que el agua tenga suspensiones inorgánicas, como limo y arcilla, pueden ser abrasivos y desgastar más aceleradamente los elementos de equipo que influyen en la precisión del gasto (manómetros, reguladores de presión). También los elementos orgánicos, que a veces van el agua, como líquenes, algas, restos de hojas, deben ser eliminados por los sistemas de filtrado para evitar su presencia en bombas, filtros y boquillas.

- **Producto Elegido**

Sugerencias generales:

Tener la certeza que el producto elegido es la mejor alternativa para las condiciones del sitio.

Seleccionar el herbicida que controle las malezas existentes o que se sospeche que emergerán en determinadas condiciones.

Los coadyuvantes deben utilizarse en caso que sean recomendados y el origen del producto debe ser claro y confiable para evitar adulteraciones.

Los envases, al momento de la compra, deben ser herméticos con todas sus indicaciones en la etiqueta.

Leer y seguir las instrucciones de la etiqueta fijándose en las precauciones y recomendaciones.

Ver las dosis recomendadas, tener los equipos de aplicación y de protección personal, verificando el buen estado y funcionamiento de todos.

Ante cualquier duda, se debe comunicar con el distribuidor o representante del producto, cuyo teléfono aparece en la etiqueta.

- **Uniformidad de Aplicación**

Es un punto que requiere una adecuada regulación del equipo pulverizador, en lo que también influye su mantenimiento y manejo. En este aspecto, aplicar un herbicida en un área determinada requiere precisión y homogeneidad en la entrega del agua, que sólo es un vehículo del producto que interesa que llegue al suelo o al follaje de las plantas. Por esto se debe evitar sectores con sobredosis, ya que pueden dañar al cultivo y no significa mejor control, y evitar dosis menores a las recomendadas, ya que controlan malezas de manera ineficiente. Es por esto que un paso importante en la aplicación es la calibración de los equipos que se utilizarán.

Como regla general se recomienda:

Revisar las boquillas, que estén limpias y que las de recambio sean de igual gasto.

Revisar la uniformidad de descarga de las boquillas, así como un chequeo visual de lo asperjado.

Revisar las mangueras y conexiones para evitar filtraciones.

Decidir la altura de aplicación del operador, ya que al aumentar esta se incrementa el área asperjada.

Revisar la presión del equipo y el manómetro si lo tiene.

Una vez revisados los equipos, debe calibrarse con cada operador para calcular el gasto exacto que significa la operación de cada uno. Para esto se sugiere:

Marcar en el terreno una superficie de unos 100 m de largo que considere la topografía del sector, ya que un cálculo basado en una superficie plana puede ser diferente a aplicar en suelos con pendiente.

Llenar el estanque de agua

Aplicar el área pre marcada a la misma velocidad con la que aplicará

Medir el gasto de agua una vez aplicada el área pre-marcada

Repetir la operación dos o tres veces hasta que el operador tenga un gasto uniforme. Calcular el gasto por hectárea.

Ejemplo de cálculo:

$$\text{Gasto (L/ha)} = 10.000 \text{ m}^2 \times \text{Agua gastada (L)} / \text{Superficie tratada (m}^2\text{)}$$

Ejemplo:

Gasto o agua usada: 1,2 L

Superficie tratada : 80 m²

$$\text{Gasto (L/ha)} = 10.000 \times 1,2 / 80 = 150$$

Esto significa que el operador está entregando 150 L de agua por hectárea y deberá agregarse la cantidad de herbicida por hectárea en ese volumen de agua. Si se quiere modificar este gasto, puede cambiarse de boquillas o la velocidad del aplicador, aunque esto último es menos aconsejable, ya que cada operador tenderá a aplicar a su velocidad. Subir o bajar la altura de aplicación indicará un cambio en el ancho del pulverizado, por lo que variará la superficie aplicada; esto significa que una vez calibrado el equipo, la altura de aplicación debe ser uniforme.

Para determinar la cantidad de producto a agregar en cada estanque se debe utilizar el siguiente cálculo:

$$\text{Herbicida por estanque (Kg ó L)} = \frac{\text{Capacidad Estanque (L)} \times \text{Dosis Herbicida (L/ha o kg/ha)}}{\text{Volumen Agua (L/ha)}}$$

Ejemplo:

Dosis recomendada (L/ha) : 2,5

Capacidad Estanque (L) : 12

Volumen Agua (L/ha) : 150

$$\text{Herbicida/Estanque (L)} = (12 \times 2,5) / 150 = 0,2$$

Esto significa que a cada estanque de 12 L debe agregarse 200 cc del herbicida.

- Momento de la Aplicación

Respecto de la aplicación, debe estar claramente establecido el momento óptimo en que cada herbicida debe ser aplicado en relación al estado de las malezas que se quiere controlar. Por lo general los pre emergentes no controlan malezas emergidas y los post emergentes deben ser aplicados en los primeros estados de desarrollo de las malezas y cuando están creciendo activamente, no aplicar en momentos que las malezas están estresadas. Se sugiere las siguientes consideraciones:

No permitir el ingreso de personas ajenas a labor, ni animales de ningún tipo.

Señalizar el área aplicada

Usar los equipos de protección personal

Evitar aplicar con vientos superiores a 6-8 km/h o cuando las ramas se agitan, para disminuir la deriva. Igualmente evitar aplicar contra el viento o en condiciones de lluvia inminente.

No comer, beber o fumar o mascar chicle durante la aplicación.

Nunca destapar las boquillas con la boca, usar cepillo y agua.

No tocar parte del cuerpo con los guantes o manos contaminadas. Para beber o comer el operador debe sacarse el equipo de protección y lavarse con agua y jabón.



(www.aimcra.es/Recomendaciones/Herbicidas.aspx?Zona=1 y http://4.bp.blogspot.com/azrm0-5iLU/S_nf1MeYJyl/AAAAAAAD18/IYsSAGkU5TE/s1600/pesticide.jpg)

Figura N° 27
PREPARACIÓN DE MEZCLAS CON PROTECCIÓN ADECUADA

3.2.- Recomendaciones Generales

La recomendación es siempre agregar agua al estanque hasta la mitad, agregar el producto y finalmente completar el volumen de agua. Esto significa que no se debe agregar el producto puro al estanque. Si existe algún producto formulado como polvo, se debe preparar aparte en un balde.

El trabajo debe ser realizado por personal capacitado y acreditado, no fumar, beber comer cuando se están manipulando los implementos o productos, utilizar ropa impermeable con el pantalón fuera de las botas, protegerse cabeza, vista y manos, y usar mascarilla con filtro adecuado.

En la preparación de la mezcla hay varios puntos a considerar y entre los más importantes están:

Elegir un lugar exclusivo y disponer de todos los elementos necesarios como balanzas, vasos dosificadores, jarros graduados, baldes y revolvedores. Todo esto de uso exclusivo en plaguicidas.

Todos los elementos deben estar limpios y en buen estado

Usar traje de protección personal completo

Usar agua limpia para la mezcla

No comer, beber o fumar durante estas labores

No manipular productos fitosanitarios cerca de los cursos de agua o lugares habitados, preferir lugares ventilados

No llenar el tanque directamente desde los cursos de agua

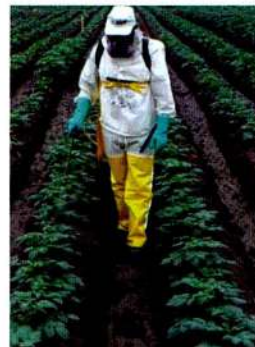
No permitir personas ajenas a las labores ni animales presentes.

3.3.- Uso de Elementos de Seguridad

Los riesgos por el uso y manejo de plaguicidas pueden disminuirse con equipo de protección adecuados, que incluye traje de mangas largas, pantalones largos, delantales o pecheras, guantes, botas y capuchones. Además, se debe usar elementos como máscaras, antiparras y equipos de respiración.

Del tipo de producto a aplicar depende el equipo de protección que se debe usar. Por ejemplo, si se va a mezclar plaguicidas, es necesario usar pantalones largos y camisas de manga larga, guantes, botas y un delantal o pechera de plástico como protección extra para la parte frontal del cuerpo. De tener contacto con la nube de plaguicidas, es necesario usar un traje impermeable con capuchón, botas, guantes, anteojos de protección y un respirador. Siempre se debe leer la etiqueta cuidadosamente antes de decidir qué equipo de protección usar.

Los trajes de protección personal deben ser cómodos, sin dobleces y no muy ajustados para evitar que se rompan, y no deben presentar roturas o partes gastadas, ya que el plaguicida puede contaminar la piel. Estos trajes deben lavarse a la intemperie después de cada uso, para reducir la posibilidad que el aplicador u otras personas se expongan a los residuos. Para esto se usa una manguera y un cepillo, en un sector donde los residuos que escurran no causen problemas. La ropa impermeable, una vez lavada, se debe colgar a la sombra para su secado, o si se cuelga al sol en forma directa, debe ser con la parte interior hacia afuera para disminuir el deterioro por los rayos solares y para ayudar a desactivar cualquier residuo de plaguicida que quede en el interior de la ropa. La ropa usada se debe mantener separada de otras para prevenir la contaminación. El aplicador debe cambiarse la ropa contaminada por ropa limpia en el lugar de trabajo y debe lavarse separadamente de la ropa del resto de la familia.



(www.mailxmail.com/curso-cultivo-produccion-papa-patata-agricultura)

Figura N° 28
PROTECCIÓN PARA APLICACIÓN DE HERBICIDAS

3.4.- Almacenaje

Para el almacenaje de productos, se debe cumplir con la legislación vigente (DL N° 3.557/1980 del SAG y el DS N°105/98 del Ministerio de Salud) y considerar las condiciones indicadas en las etiquetas de los productos.

Los productos deben almacenarse en un lugar aislado, cerrado, seguro (bajo llave), fresco y seco, bien ventilado, estantería de material no absorbente, que tenga un sistema de contención de derrames y de acceso restringido, lejos del alcance de personas no autorizadas, fuera de la casa y lejos de áreas de acopio de alimentos, forrajes y semillas.

La bodega debe estar identificada como "lugar de almacenamiento de productos fitosanitarios", además se debe contar con letreros de advertencia del peligro y las precauciones a considerar (Peligro, Veneno, No Fumar, No Comer, No Beber, Sólo Personal Autorizado).

Los productos deben permanecer siempre en sus envases originales y con sus etiquetas. Deben estar siempre almacenados en estanterías o tarimas adecuadas para evitar derrames. Los productos en forma de polvo o granular deben ser almacenados por encima de los líquidos para evitar la contaminación en caso de derrames.

La bodega debe contar con elementos de emergencia para tratar un derrame accidental o incendio. Frente a posibles intoxicaciones, la bodega debe tener en forma visible los procedimientos de acción, incluyendo la hoja de seguridad del producto.

Los productos vencidos, deben ser igualmente almacenados en la forma descrita, pero separados del resto y mantenidos bajo llave e identificados para su eliminación. Esta deberá realizarse de acuerdo a los procedimientos establecidos por la normativa vigente y nunca deben ser esparcidos, enterrados o vertidos en cursos de agua.

El encargado de la bodega debe revisar periódicamente los productos fitosanitarios, para detectar algún deterioro o filtraciones y debe saber enfrentar situaciones de

emergencia. Se debe contar con una lista de números telefónicos de contacto para estos casos (bomberos, hospital, centro de información toxicológica, jefaturas y encargados).

Debe haber un inventario de los productos almacenados, nombre y cantidad, con sus fechas de vencimiento, incluyendo los productos vencidos.



(<http://fundacionagil.com/AsistenciaBPA.html>)



(www.cooperativaburriana.es/cms/template/base)

Figura N° 29

BODEGA DE PLAGUICIDAS Y ESTANTERIAS DE DISTRIBUCIÓN

3.5.- Transporte

Respecto al transporte de productos fitosanitarios, algunas consideraciones importantes son las siguientes:

Nunca transportar plaguicidas en la cabina del vehículo

Nunca transportar plaguicidas junto con personas, alimentos, animales, forrajes.

El producto se debe transportar en el exterior del vehículo, en un contenedor seco, sin aristas o puntas o material como clavos, alambres, y protegido de las condiciones climáticas adversas, como lluvia, sol.

Se debe tener elementos de seguridad como extintores, botiquín de primeros auxilios, equipo de protección personal, equipos de limpieza. Esto para situaciones de emergencia, donde se debe contar además con pala, escoba, bolsas plásticas gruesas y material absorbente.

Rotular la carga y disponer de hojas de seguridad según lo dispuesto por el Ministerio de Transportes.

Los envases deben transportarse en posición vertical y evitando que los envases frágiles queden aplastados o mal afirmados.

Los productos líquidos deben ir bajo los productos en polvo o granulares, mientras que los herbicidas también deben ir bajo otros productos fitosanitarios.

La descarga debe ser cuidadosa, sin tirar los envases. Para tambores pesados, debe usarse una rampla y cordel para evitar su bajada brusca.

3.6.- Eliminación de Envases

Los envases, una vez vacíos, no pueden ser botados a la basura ni enterrados, ni quemados, ni usados con otros fines. Se debe seguir un protocolo que consiste en:

Deben someterse al triple lavado, luego se deben romper para inutilizarlos.

Llenar el envase hasta $\frac{1}{4}$ de su capacidad, cerrar y agitar por 30 segundos.

Vaciar el agua al tanque del equipo de aplicación, dejarlo invertido por 30 segundos.

Repetir esto por tres veces, luego se debe perforar el envase

Deben ser almacenados en un lugar especial y exclusivo para esto. Los envases vacíos, con triple lavado e inutilizados, se envían a los Centros de Acopio autorizados y se debe guardar las guías de recepción entregadas en dichos centros.

Si no existen centros de acopio, los envases se deben almacenar según lo mencionado anteriormente.

Nunca se debe reutilizar este tipo de envases

4.- EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE

Los herbicidas tienen por objetivo controlar plantas no deseadas que compiten con las especies que son beneficiosas para el hombre y llevarlas a una población bajo el umbral económico. Por el momento, este método parece ser el más conveniente al compararse con control mecánico o manual.

Los plaguicidas, aunque tienen por objetivo destruir plagas específicas, generan efectos secundarios no deseados y muy diversos en otros organismos vivos, que no pueden ser generalizados a toda situación. Uno de estos medios de daño y de difícil solución, es la contaminación de aguas ya sea subterránea como de escorrentía. Esta preocupación se debe a dos importantes efectos sobre organismos, la bioconcentración o acumulación principalmente en tejidos grasos de plaguicidas lipofílicos y la biomagnificación o aumento creciente de las concentraciones de un producto a medida que avanza en la cadena trófica (FAO 1997). Hay ejemplos reportados que el 38,9% de pozos de agua en zonas agrícolas tenían al menos 1 plaguicida en concentraciones mayores de las permitidas, mientras que pozos de zonas urbanas este porcentaje subía al 59,6% (Miller *et al*, 2009).

Los microorganismos son capaces de degradar los herbicidas y utilizarlos como fuente de alimento para sus propios procesos. Sin embargo, se han reportado efectos negativos en la población, actividad y diversidad de ciertas especies de microorganismos. (Radivojevic *et al*, 2007).

No es fácil evaluar el efecto de un herbicida en una determinada especie de microorganismo y lo que parece claro es que un cambio en la composición puede ocurrir después de la aplicación de un herbicida, pero la eliminación total de una especie es muy improbable en condiciones agronómicas (Edwards, 1989). Una sola aplicación de herbicida puede causar un efecto de

corto plazo, mientras que un aumento de la dosis del producto no necesariamente significa un mayor efecto, aunque claramente dependerá de la cantidad de sustrato que haya en el suelo. Por otra parte, el hecho que muchos microorganismos puedan usar algunos herbicidas como sustrato, dificulta la interpretación de los resultados. Al parecer, las respuestas no son iguales en todas las evaluaciones, aunque lo claro es que el efecto es mayor cuando hay una alta concentración del producto, pero una vez que los microorganismos son parte de la degradación, disminuye el efecto tóxico.

Numerosos trabajos se han realizado para tratar de probar si los herbicidas son capaces de producir efectos en el medio ambiente, algunos de ellos con claros objetivos de demostrar un efecto negativo. Así, trabajos específicos sobre herbicidas han señalado que algunos como simazina y triazina no tuvieron efecto en las bacterias del suelo cuando se usaron en dosis recomendadas (Simon-Silvestre y Fournier 1979); mientras que el aminotriazol y el dialato las inhibió en algo (Chandra, 1964).

Respecto a los hongos del suelo, estos se consideran poco susceptibles a herbicidas y existen publicaciones que dan cuenta del escaso o nulo efecto sobre los hongos, de numerosos herbicidas aplicados en dosis normales, entre los que se incluyen atrazina, simazina y trifluralina. Sin embargo, otros estudios indican disminución de la actividad de los hongos, como consecuencia de aplicaciones de cyanazina, atrazina, simazina y paraquat, aunque estos ensayos se realizaron en dosis mucho mayores que las recomendadas (Edwards, 1989).

Las algas del suelo se han reportado con menores poblaciones al usar herbicidas como atrazina, simazina, MCPA, diuron y metribuzina entre otros, aunque hay respuestas diferentes dependiendo del herbicida y de la especie de alga.

Gómez *et al.*, (1989) reportaron que el glifosato aplicado en altas dosis y de manera sucesiva en cortos periodos de tiempo, no produjo cambios en la densidad de la microflora aeróbica ni en el número de los principales microartrópodos ácaros y colémbolos de un suelo arenoso. Sin embargo, una fuerte controversia se produjo por las publicaciones de Relyea (2005), quien reportó que el glifosato produjo efectos negativos en una comunidad acuática que contenía 25 especies de animales acuáticos, incluyendo seis anfibios. El resultado concluyó que el glifosato mató la totalidad de los renacuajos de tres especies y no tuvo efecto en el resto de la comunidad. A pesar de este efecto negativo, los fabricantes del producto respondieron que dicho herbicida no está recomendado para usarse en el agua, de hecho está prohibido, y agregaron que la dosis utilizada en el ensayo fue poco real ya que fue siete veces superior a la mayor dosis recomendada comercialmente.

En términos generales, los estudios han demostrado que los efectos sobre el ecosistema del suelo dependen del tipo de herbicida, independientemente de la estructura química. La mayoría de los herbicidas tiene efectos pasajeros debido a su escasa persistencia en el suelo, sin embargo algunos productos con actividad vía suelo, como las triazinas, diuron, picloram y otros, pueden persistir en cantidades pequeñas. Por otra parte, la mayoría de los herbicidas al follaje son disipados rápidamente en el suelo y, de no ser incorporados, difícilmente tomarán contacto con los microorganismos del suelo, a no ser que sean altamente solubles y puedan lixiviar.

Un segundo factor que podría afectar el ecosistema, es la dosis, donde la normalmente recomendada tiene poco efecto y puede aún estimular algunos organismos, mientras que dosis mayores producen efectos muy diversos y no siempre iguales. Lo que está claro, es que

los productos usados en dosis agrónomicamente recomendadas, no presentan problemas de acumulación directa ya que se disipan por alguna de las formas mencionadas antes.

Un tercer factor importante es el tipo de suelo ya que aquellos con mayor contenido de materia orgánica o arcillas, tienden a adsorber algunos herbicidas y puede disminuir el efecto sobre los microorganismos, a pesar de una mayor persistencia del mismo, pero el hecho de estar en menor disponibilidad, disminuye la posibilidad de interactuar (Edwards, 1989).

Por último, la temperatura y humedad son los factores climáticos que más afectan a los microorganismos del suelo, así como el comportamiento de los herbicidas del suelo. Así, suelos secos, retendrán más fuertemente las moléculas de los herbicidas en la materia orgánica y arcillas, por lo que su actividad decrecerá fuertemente. Por el contrario, suelos húmedos tendrán una menor retención de los herbicidas por lo que habrá una mayor movilidad y actividad. La temperatura y humedad también influyen en la degradación química de los herbicidas, en la percolación que es mucho mayor en suelos húmedos y en la actividad y distribución de los microorganismos del suelo.

De cualquier manera, hoy en día, la aparición de nuevos herbicidas requiere una serie de pruebas sobre su efecto en el medio ambiente, por lo que las empresas deben tener esta información previo a su liberación.

5.- HUELLA DE CARBONO DE LOS HERBICIDAS

Cualquier decisión que se tome en cuanto a cómo producir, involucra una cantidad de CO_2 (dióxido de carbono) que se libera a la atmósfera. El proceso involucrado no sólo considera la parte productiva específica, sino que también consideran otras actividades asociadas como el transporte y comercialización (Fig.30), que se asocian en la determinación del total de CO_2 liberado al medio ambiente. Esto es llamado la huella de carbono, y es un atributo que puede ser usado para diferenciar productos que pueden ser más amigables con el medio ambiente.

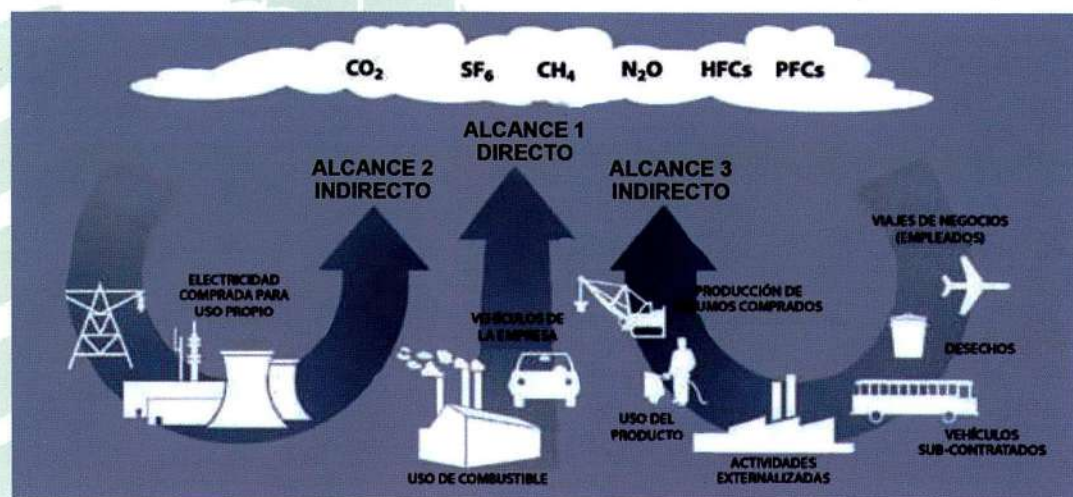


Figura N° 30
ESQUEMATIZACIÓN DE LAS TRES TIPOLOGÍAS DE ALCANCE DE LA HUELLA DE CARBONO

Así, cuantificar las emisiones de los llamados Gases de Efecto Invernadero (GEI), todas transformadas a emisiones equivalentes de dióxido de carbono, se ha convertido en uno de los mayores desafíos, incluyendo investigaciones realizadas sobre las emisiones debidas a la aplicación de herbicidas durante la implementación de cultivos agrícolas en general.

Un ejemplo lo publica la Agencia Francesa del Medio Ambiente y Control de la Energía (ADEME) en su guía de factores de emisión en base a investigaciones de la Estación Federal de Investigación en Economía y Tecnología Agrícola (FAT) (ADEME, 2007).

En esta guía se caracterizaron ingredientes activos de los principales herbicidas utilizados en la agricultura por sus emisiones de carbono equivalente (es decir la equivalencia en carbono de todos los GEI contabilizados), y algunos se indican en el Cuadro 15.

Cuadro N° 15
FACTORES DE EMISIÓN DE DISTINTOS HERBICIDAS
(en Kg de carbono equivalente (Ceq) por Kg de ingrediente activo)

Herbicida	Factor
Amidosulfuron	2,91
Atrazina	1,55
Clorotoluron	2,91
Fluoroxipyr	5,95
Glifosato	4,77
MCPA	1,27
Metamitrona	2,46
Metolaclo	2,71
Pendimetalina	1,1
Rimsulfuron	2,91
Terbutilzaina	2,46

El inconveniente que esta publicación reconoce para Chile, es que los productos forestales son esencialmente productos madereros (papel, tableros, madera aserrada) cuya mayor proporción se exporta a países desarrollados como EEUU, Canadá, Europa, Japón. Los productos madereros representan el 46% de las exportaciones de productos agrícolas y agroindustriales de Chile, mientras que los frutales y hortalizas son el 14%, vinos 11% y sector acuícola y pesquero el 21% (Chenost C. y Lenne P. 2010).

Las intenciones de aplicación de medidas arancelarias a productos importados, en función de las emisiones de GEI que estén generando durante su ciclo de vida, ha sido manifestada (Chenost C. y Lenne P. 2010). Así, el sector forestal chileno, como otros sectores productivos exportadores, podría ser impactado por estas orientaciones del mercado internacional y requeriría una revisión en los modos de producción, como la limitación de las cantidades de herbicidas aplicadas durante la implementación y el desarrollo de las plantaciones forestales.

CONCLUSIONES

Los herbicidas son la principal forma de controlar las malezas en el sector forestal por lo que es necesario entender el comportamiento de ellos en el suelo, donde son afectados por factores como adsorción-desadsorción, lixiviación, degradación microbiológica, degradación química, volatilización, fotodescomposición y absorción por plantas.

Los herbicidas pueden clasificarse de diferentes maneras, siendo las más utilizadas según su época de aplicación en relación a malezas y cultivo, que los divide en pre siembra incorporados, pre emergencia y post emergencia; según su movilidad en las plantas, donde pueden ser translocables vía simplástica, vía apoplástica, por ambas vías o no translocables; y según su mecanismo de acción, que los clasifica como inhibidores de la fotosíntesis, inhibidores de la síntesis de pigmentos, inhibidores de la síntesis de lípidos, inhibidores de la síntesis de aminoácidos, inhibidores de la división celular, reguladores del crecimiento, inhibidores de la respiración e inhibidores de la síntesis de celulosa. Es importante ubicar los herbicidas según su mecanismo de acción, para evitar aplicar aquellos que actúan igual y así disminuir la potencial aparición de resistencia.

A nivel foliar, los factores que influyen en la disponibilidad de los herbicidas son depositación, retención, absorción y translocación. Para el control de malezas perennes es necesario que los herbicidas se movilicen hacia los puntos de crecimiento y órganos de acumulación.

Las condiciones básicas que debe cumplir una buena aplicación de herbicidas se relacionan con la calidad del agua, el producto elegido, el momento de la aplicación y homogeneidad de esta. Si los herbicidas son mal aplicados o mal manejados pueden producir efectos negativos en el medio ambiente, por lo que se recomienda siempre elegir aquellos con menor potencial de alteración y se sugiere seguir los protocolos de aplicación, transporte, almacenaje y cuidados de protección personal para disminuir los riesgos asociados a su uso.

El sector forestal chileno, podría ser impactado por las orientaciones del mercado internacional respecto de la huella de carbono y requeriría una revisión en los modos de producción, como la limitación de las cantidades de herbicidas aplicadas durante la implementación y el desarrollo de las plantaciones forestales.



RESPONSIBLE CARI

El Compromiso de la Industria Química
con el Desarrollo Sostenible



Responsible Stewardship
of the World's Forests



PEFCTM
PEFC/04-32-0030

CAPÍTULO 6. RESTRICCIONES AL USO DE HERBICIDAS

1.- PLAGUICIDAS Y SU GRAVITACIÓN COMERCIAL

El comercio mundial de plaguicidas sobrepasa los US\$ 30.000 millones anuales, siendo los herbicidas los que representan el mayor porcentaje, alrededor del 40%, seguido por los insecticidas, luego por los fungicidas y otros. Del total mundial, Estados Unidos representa alrededor del 33% del mercado total, siendo igualmente los herbicidas los de mayor comercio con alrededor del 40% (Cuadro N° 16).

Cuadro N° 16
COMERCIO DE PLAGUICIDAS EN EL MUNDO Y EUA PARA LOS AÑOS 2000 Y 2001

Producto	Mercado mundial (US\$ Millones)		Mercado EUA (US\$ Millones)	
	2000	2001	2000	2001
Herbicidas	14.319	14.118	6.365	6410
Insecticidas	9.102	8.763	3.129	3624
Fungicidas	6.384	6.027	860	835
Otros	2.964	2.848	811	721
Total	32.769	31.756	11.165	11.090

(Fishel, F. M., 2007)

Respecto de Chile, las importaciones de plaguicidas han mostrado un aumento sostenido en la última década, llegando de US\$ 85 millones el año 2000 a US\$ 213 millones el año 2009, a pesar que este último año representa una disminución con respecto al anterior (Cuadro N° 17). Esto significa un aumento de más de un 150% en 10 años, que coincide con la importancia que el país le ha dado a la producción como potencia alimentaria.

Si se consideran por grupo, los herbicidas representan en promedio del 2000 al 2009, un 32,3%, mientras que los insecticidas y fungicidas significan el 28,8 y el 23,1%, respectivamente del total de plaguicidas, siendo el grupo otros de un 14,3% del total. En este último grupo se incluyen los reguladores de crecimiento, que hasta el año 2001 se consideraban entre los herbicidas.

Cuadro N° 17
IMPORTACIONES DE PLAGUICIDAS EN CHILE SEGÚN PRINCIPALES TIPOS (US\$ CIF)

Año	Insecticidas	Fungicidas	Herbicidas	Otros	Total
2000	26.035.185	26.678.768	24.091.250	8.200.383	85.005.588
2001	29.070.588	25.579.943	21.982.474	7.618.894	84.251.901
2002	25.862.764	27.489.638	48.757.765	14.179.795	116.289.962
2003	27.673.160	37.391.262	55.102.141	18.065.026	138.231.590
2004	33.706.347	41.014.356	58.394.678	20.886.875	154.002.257
2005	37.475.145	50.551.328	62.916.615	24.366.753	175.309.842
2006	36.694.057	51.764.112	65.461.433	30.329.375	184.248.978
2007	48.959.763	52.100.206	45.944.516	30.914.485	177.918.970
2008	91.431.712	58.015.121	66.546.205	40.245.091	256.238.131
2009	61.423.111	49.374.921	56.408.036	46.272.183	213.478.253

(Adaptado del Servicio Nacional de Aduanas, 2010).

2.- NORMATIVA INTERNACIONAL AL USO DE PLAGUICIDAS

2.1.- Certificación Forestal

Los plaguicidas, como cualquier xenobiótico, son capaces de producir toxicidad sobre organismos vivos a los cuales no están dirigidos, como el caso de los mamíferos. La toxicidad de un producto químico se puede expresar de varias formas y corresponde a una medida de la capacidad de dañar especies bajo estudio. Este daño se genera por interferir en los procesos bioquímicos, interrumpir funciones enzimáticas ó afectar órganos específicos.

La forma más común de expresar toxicidad es por el LD_{50} , que corresponde a la dosis capaz de matar el 50% de los animales en estudio. Términos más aceptados en las últimas décadas son el NOEL (no observed effect level), NOAEL (no observed adverse effect level), LOAEL (lowest observed adverse effect level) y el RfD o dosis de referencia que corresponde a una estimación de una exposición diaria de humanos durante toda la vida, que probablemente no producirá un riesgo apreciable en su vida. El RfD se estima, en base a los valores experimentales de NOAEL y LOAEL, que se multiplican por un factor de seguridad y se expresa en mg/kg/día.

En el Cuadro N° 18 se indican algunas características de toxicidad de algunos herbicidas de uso común o que están siendo usados en el sector forestal

Cuadro N° 18
ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE TOXICIDAD DE HERBICIDAS SELECCIONADOS

Herbicida	LD_{50} (mg/kg)	NOEL (mg/kg)	RfD (mg/kg/día)
Acetochlor	2148	2 (NOAEL)	0,02
Diclosulam	5000	5 (NOAEL)	0,05
Glifosato	5600	10	0,1
Metsulfuron	5000	25	0,25
Paraquat	40	0,45	0,0045
Simazina	5000	0,52 (NOAEL)	0,005

(Weed Science Society of America, 2007; EPA USA, 2000)

Debido a este efecto y a la contaminación que pueden producir en el medio ambiente, existen restricciones al uso de herbicidas, que en su mayoría se basan en exigencias de diferentes organizaciones que tratan de limitar el uso excesivo de ellos. Numerosas organizaciones han establecido reglamentos que buscan el manejo de bosques de manera apropiada, desde el punto de vista ambiental, social y económico, por lo que promueven ciertos estándares nacionales e internacionales que apuntan a cumplir estos objetivos, entre estos los estándares de certificación forestal, destacan en el comercio internacional. Estos estándares, así como cualquier otro de otras organizaciones, no son estáticos y están en continua revisión.

La certificación del manejo forestal es un procedimiento establecido de reconocimiento y verificación, que produce como resultado un certificado de calidad de manejo del bosque referido a una base de criterios predeterminados en una valoración independiente (Bass y Simula, 1999).

La superficie mundial bajo certificación forestal esta cercana a los 400 millones de ha, representando un 11% de la superficie mundial de bosques, siendo las principales iniciativas FSC y PEFC. (www.fsc.org 2011, www.pefc.org 2011). La certificación forestal se destaca como uno de los instrumentos de política voluntaria más poderosos del último tiempo (Elliot, 2000).

En Chile a más de una década de las primeras certificaciones forestales es posible evidenciar variados impactos en la gestión forestal de las empresas y sus profesionales, así como en la participación de la sociedad civil en estos procesos. Quedando desafíos pendientes en la inserción de las pymes silvícolas, investigación y profundización de la gestión social (Vargas, 2011).

A continuación se describen las dos principales iniciativas de certificación forestal internacional y en la sección anexos se señalan los principales documentos normativos relacionados con el uso de plaguicidas.

- **FSC: Consejo de Administración Forestal (*Forest Stewardship Council*)**

El FSC es una organización internacional, no gubernamental, sin fines de lucro e independiente. Fue fundada en Canadá el año 1993, por diversos grupos de 25 países, que representaban los distintos intereses vinculados con el sector.

El objetivo de FSC es promover un manejo forestal que sea ambientalmente responsable, socialmente beneficioso y económicamente viable en los bosques de todo el mundo.

El FSC, mediante el consenso de grupos conservacionistas y sociales, propietarios e industriales del sector forestal, ha definido Principios y Criterios que constituyen el marco de referencia para el desarrollo participativo de estándares locales que garanticen un manejo forestal acorde con los principios mencionados.

FSC está constituido por una membresía, compuesta por más de 600 organizaciones y personas de los distintos ámbitos del sector forestal, entre ellas organizaciones ambientales, sociales, empresas forestales y comercializadoras de productos del rubro.

El FSC opera a través de Iniciativas Nacionales, que son las entidades encargadas en cada país de elaborar los estándares de acuerdo a la realidad local, que deben ser elaborados teniendo como marco los 10 Principios y 56 Criterios del FSC.

Desde el punto de vista de las restricciones al uso de plaguicidas, además del estándar genérico internacional y los estándares desarrollados de nivel de países, FSC ha generado una política de plaguicidas relacionada con plantaciones y bosques certificados FSC, siendo su objetivo minimizar los impactos ambientales y sociales negativos del uso de plaguicidas, al tiempo que se fomenta el manejo económicamente viable.

Esta política se implementa por medio del cumplimiento de los requisitos establecidos en los Principios y Criterios FSC para la Gestión Forestal y en los indicadores nacionales o subnacionales y medios de verificación relacionados con los primeros.

Además la política se complementa con una serie de procedimientos, notas y otros documentos que la complementan, además de publicar los plaguicidas prohibidos por el sello, la información señalada está disponible en www.fsc.org.

En el Cuadro N° 19 se muestra un resumen de umbrales de prohibición definidos en la política de plaguicidas de FSC.

Cuadro N° 19
CATEGORÍAS Y UMBRALES DE PROHIBICIÓN PARA PLAGUICIDAS POR PARTE DE FSC

Categoría	Umbral
Toxicidad aguda según OMS: Clase I A Clase I B	Extremadamente peligrosos Altamente peligrosos
Plaguicidas de Hidrocarburo clorado	Persistencia, toxicidad y bioacumulación que superan los umbrales establecidos por FSC
Toxicidad crónica RfD LD ₅₀ LC ₅₀	Dosis de referencia menor a 0.01 mg/kg/día Dosis letal general del 50% de hasta 200 mg/kg Nivel de toxicidad acuática de hasta 50 microg/L
Biointensificación K _{ow} Log K _{ow} Persistencia Cancerígenos, mutágenicos y disruptores endocrinos	Prohibido sobre 1000 Prohibido sobre 3 Prohibidos los que persistan sobre los 100 días a) el US IARS lo clasifica como un cancerígeno Clase II A o mayor b) la Agencia de Protección Ambiental de EU (EPA) los clasifica como Clase 1A c) la EPA determina que se trata de un químico que "puede esperarse razonablemente que sea cancerígeno para los humanos" d) la EPA o NTP lo clasifican como disruptor endocrino e) sea mutágeno para los mamíferos
Metales pesados	Plaguicidas que contengan Metales pesados: Plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (As) o mercurio (Hg)
Dioxinas	Plaguicida contaminado con cualquier dioxina con una equivalencia de tetraclorodibenzo-p-dioxina (TCDD) de 10 ppt o mayor, o que produzca dicha dioxina al arder, está prohibido.

(FSC, 2002)

- **PEFC: Programa para el Reconocimiento de la Certificación Forestal (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*)**

PEFC es una entidad no gubernamental, independiente, sin ánimo de lucro y ámbito mundial, que promueve la gestión sostenible de los bosques para conseguir un equilibrio social, económico y medioambiental de los mismos.

El objetivo de PEFC es asegurar que los bosques del mundo sean gestionados de forma responsable y que su multitud de funciones estén protegidas para generaciones presentes y futuras. Para ello cuenta con la colaboración de propietarios y empresas del sector forestal, que apostando por la certificación de sus bosques e industrias, están asegurando la sostenibilidad del sector.

PEFC proporciona el marco para la aplicación de unas normas comunes, acordadas internacionalmente, a todos sus sistemas de certificación nacional y a los gestores forestales y empresas de transformación de productos forestales.

Los productos de origen forestal (madera, papel, corcho, hongos, resinas, esencias y

otros) certificados por PEFC garantizan a los consumidores que están comprando productos de bosques gestionados sosteniblemente. Escogiendo PEFC, los compradores pueden ayudar a combatir la corta ilegal y fomentar las principales funciones que juegan los recursos forestales como:

Contribuir al mantenimiento de numerosos ecosistemas y a la diversidad biológica.

Ser el sustento económico de muchas poblaciones rurales y el origen de una importantísima industria de transformación.

Tener un papel social y cultural reconocido cada vez en mayor medida.

PEFC no tiene una política internacional en relación al uso de plaguicidas en las operaciones forestales, a nivel nacional PEFC cuenta la iniciativa CERTFOR, la cual tiene una nota técnica relacionada con el uso de herbicidas, disponible en el sitio www.certfor.org.

En un estudio reciente desarrollado por el Instituto Forestal en las Provincias de Bío-Bío, Arauco y Osorno (INFOR, 2010) se muestrearon los suelos de siete localidades a 100 días después de aplicación de herbicidas. Las muestras se sacaron a diferentes profundidades y se mantuvieron en frío para su envío a un Laboratorio certificado por EPA en Argentina. Los resultados indican que no se detectaron residuos de ninguno de los cuatro herbicidas evaluados, a los 100 días después de aplicados los productos y a ninguna de las profundidades muestreadas (Cuadro N° 20).

Cuadro N° 20
RESIDUOS DE CUATRO HERBICIDAS A DIFERENTES PROFUNDIDADES
EN LAS SERIES DE SUELO SANTA BÁRBARA, COLLIPULLI, SAN ESTEBAN, NAHUEL BUTA, CURANILAHUE,
CURANIPE Y PURRANQUE, 100 DÍAS DESPUÉS DE APLICACIÓN

Herbicidas	Profundidad de Muestreo (cm)			
	0-25	26-35	55-65	85-95
Acetochlor	nd	nd	nd	nd
Diclosulam	nd	nd	nd	nd
Metsulfuron	nd	nd	nd	nd
Simazina	nd	nd	nd	nd

(nd: no detectable)

El análisis de residuos realizado por cromatografía, es capaz de detectar partes por billón, pero en este caso no se detectó residuo, indicando que las alternativas a la simazina estuvieron dentro de los valores exigidos por la FSC para este parámetro, que prohíbe los herbicidas que persisten por más de 100 días. Además, este comportamiento fue independiente del tipo de suelo, ya que en todas las series tuvo igual resultado.

Cualquiera sean los umbrales permitidos, los productos que se mencionan en la mayoría de estos reglamentos, no son absolutos y pueden sufrir cambios en su reglamentación en la medida que se comprueba efectos negativos de alguno de ellos.

2.2.- Aspectos Normativos y Regulatorios Nacionales y Extranjeros

Es posible mencionar diversos tratados internacionales a los cuales Chile ha adherido, que dicen relación con la materia en estudio. Los principales tópicos que consideran están desarrollados en el Anexo N° 1 y se refieren a:

- Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio
- Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas
- Normas Alimentarias FAO/OMS
- Enfoque Estratégico Global para la Gestión de Químicos (SAICM)
- Fichas Internacionales de Seguridad Química (FISQ)
- Cuidado Responsable (Responsible Care)
- Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes
- Convenio de Rotterdam
- Otros convenios

2.3.- Marco Regulatorio Nacional

Respecto del marco regulatorio nacional, lo primero que se puede observar es una pluralidad de autoridades intervinientes o con competencia en la materia. Sin perjuicio de lo anterior, en el ámbito de la agricultura, claramente el órgano que posee la mayor competencia es el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

Por la razón señalada, existe normativa diversa, emanada de distintos órganos del Estado, los cuales tienen competencia con cierta relevancia sobre el tema. En el Anexo N° 2 se desarrollan los temas relativos a:

- Autoridades y organismos competentes en materia de manejo y uso de plaguicidas de uso agrícola

- Legislación nacional aplicable al uso de plaguicidas

El listado actual de herbicidas registrados para uso forestal en el país, se indica en el Anexo N° 3. La lista indica el tipo de malezas controladas, sin que signifique que controlen todas las malezas de cada tipo ni que la efectividad de control sea igual para cualquier lugar. Todos los herbicidas al suelo dependen de factores de suelo como humedad, materia orgánica, pH, textura y otros factores, mientras que los de post emergencia dependen principalmente de factores de clima y calidad de la aplicación.

REFERENCIAS

- Adams, P., Beadle, C., Mendham, N., Smethurst, P., 2003.** The impact of timing and duration of grass control on the growth of a young *Eucalyptus globulus* Labill. plantation. *New Forest* 26, 147–165.
- ADEME, 2007.** Agencia Francesa del Medio Ambiente y Control de la Energía, Strategic orientation for Research and Development 2007-2010
- AFIPA, 2009.** Manual Fitosanitario 2009-2010. Ed. Pontificia Universidad Católica de Chile. Servicios de Impresión Laser SA. Santiago, Chile. 973 pp.
- Alvarez, M. J., 2002.** Algunos aspectos relevantes relacionados a la silvicultura de reforestación de *Pinus radiata* D. Don, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*, en Chile. XVII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, Argentina 19 pág.
- Anónimo, 2004.** Evaluación de las tecnologías de establecimiento de plantaciones forestales en el secano interior. Proyecto Fondef D971. 118 pág.
- Aparicio, J.L., F. Larocca y F. Dalla Tea, 2005.** Silvicultura de establecimiento de *Eucalyptus grandis*. En: IDIA XXI Forestales 8: 64.67. INTA. Argentina.
- Ashton, F. M. and A. S. Crafts, 1981.** Mode of Action of Herbicides, 2nd Ed. Wiley & Sons, New York. USA.
- Bass, S. y Simula, M. 1999.** Independent Certification/Verification of Forest Management. Background Paper prepared for the World Bank/WWF Alliance Workshop, November 9-10, Washington, D.C. 46
- Calderon, S., 1991.** Respuesta de *Eucalyptus globulus* a fertilizaciones de apoyo en la VIII Región. *Ciencia e Investigación Forestal* 5(1): 5 - 21
- Chandra, P., 1964.** Herbicidal effects on certain soil microbial activities in some brown soils of Saskatchewan. *Weed Research* 4: 54-63.
- Chenost C. y Lenne P. 2010.** Documento de Trabajo CEPAL. Metodologías de Cálculo de la Huella de Carbono y sus potenciales implicaciones para América Latina. Francia. 65 pág.
- Dalla Tea, F. y F. Larocca, 1998.** Establecimiento de plantaciones forestales en la costa del río Uruguay. XIII Jornadas Forestales de Entre Ríos y Encuentro Forestal Cedefor del Mercosur, Concordia, Argentina. Cap VI. 9 pág.
- Devine, M., S. Duke, C. Fedtke, 1993.** Physiology of herbicide action. PTR Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ. USA. 441 pág.
- Dye, P.J., 2000.** Water use efficiency in South African Eucalyptus plantations: a review. *S. Afr. For. J.*, 189: 17-26.
- Edwards, C. A., 1989.** Impact of herbicides on soil ecosystems. *Critical Reviews in Plant Sciences* 8 (3): 221-257.

- Eddy-Miller Ch, T. Bartos, and L. Hallberg. 2009.** Pesticides in Ground Water of Wyoming, 1995–2006. USA. 4 pag.
- Elliot, C. 2000.** Forest Certification: A Policy Perspective. Center for International Forestry Research (CIFOR).
- EPA USA, 1993.** Reference Dose (RfD): Description and Use in Health Risk Assessments. Background Document 1A March 15, 1993. <http://www.epa.gov/iris/rfd.htm>
- EPA USA, 2000.** Environmental Protection Agency. Diclosulam; Pesticide Tolerance. Federal Register: March 8, 2000 Volume 65 (46). Rules and Regulations. Page 12129-12134. Federal Register Online via GPO Access. <http://www.epa.gov/EPA-PEST/2000/March/Day-08/p5635.htm>, Consulta 2009.
- Fishel, F. M., 2007.** Pesticide Use Trends in the U.S.: Global Comparison. University of Florida. FL, USA , 3 pp.
- FSC, 2002.** Forest Stewardship Council. Plaguicidas químicos en bosques certificados: Interpretación de los principios y criterios del FSC. Política del FSC Internacional. Revisada y Aprobada en Julio de 2002. FSC-IP-0001. Oaxaca, México
- Fundación Chile y Universidad de Concepción, 2004.** Estado del arte sobre tecnologías de establecimiento de plantaciones forestales en zonas semiáridas. Proyecto Fondef D971-2004. 42 pág.
- Garau A.M., J.H. Lemcoff, C.M. Ghera, C.L. Beadle, 2008.** Water stress tolerance in *Eucalyptus globulus* Labill. subsp. *Maidenii* (F. Muell.) saplings induced by water restrictions imposed by weeds. Forest Ecology and Management 255: 2811–2819.
- George, B. H. and P.D.Brenan, 2002.** Herbicides are more cost-effective than alternative control methods for increasing early growth of *Eucalyptus dunii* and *Eucayptus saligna*. 2002. New Forests 24: 147-163.
- Gómez, M. A., M. T. Perez y M. A. Sagardoy, 1989.** Efecto de aplicaciones sucesivas del herbicida glifosato sobre las bacterias aerobias y microartropodos de un suelo arenoso. Ciencia del Suelo 7: 55-61.
- Gonçalves, J.L., J. L. Stape., J.P. Laclaub, P. Smethurst and J. L. Gava, 2004.** Silvicultural effects on the productivity and wood quality of eucalypt plantations. Forest Ecology and Management 193: 45–61.
- González, F., 1999.** Monocotiledóneas y Dicotiledóneas: un sistema de clasificación que acaba con el siglo. Rev Acad. Colomb. Cienc 23 (87): 195-204 .
- Harr, J., R. Guggenheim, G. Schulke, and R. H. Falk. 1991.** The Leaf Surface of Major Weeds. Champaign, IL: Sandoz Agro.
- Huang, Z., Z. Xu, T. J. Blumfield and K. Bubb, 2008.** Effects of mulching on growth, foliar photosynthetic nitrogen and water use efficiency of hardwood plantations in subtropical Australia. Forest Ecology and Management 255: 3447–3454

- IMPPA, 2009.** Manual Fitosanitario IMPPA. Servicios de Impresión Laser S.A. Santiago, Chile. 1017 pp.
- INFOR, 2010.** Proyecto Alternativas de Control de Malezas a Herbicidas Cuestionados por los Sellos de Certificación
- Jiménez, E., Vega, J.A., Pérez-Gorostiaga, P., Fonturbel, T., Cuiñas, P. y Fernández, C., 2007.** Evaluación de la transpiración de *Eucalyptus globulus* mediante la densidad de flujo de savia y su relación con variables meteorológicas y dendrométricas. Boletín del CIDEU 3: 119-138 Pontevedra. España.
- Kogan, M. y R. Figueroa, 1999.** Interferencia producida por las malezas durante los dos primeros años en *Pinus radiata* D. Don. Bosque 20(1): 57-64.
- Lowery, R.F., C.C. Lambeth, M. Endo and M. Kane, 1993.** Vegetation management in tropical forest plantations. Can. J. For. Res. 23: 2006-2014.
- Michael, J.L.; Gibbs, H.L.; Fischer, J.B. and Webber, E.C., 2002.** Protecting Surface Water Systems on Forest Sites Through Herbicide Use. In. Xth World Water congress: Proceedings "water" the world's most important resource, 12-17 March 2000; Melbourne, Australia.
- Miller, P. and P. Westra, 1998.** Herbicide Behavior in Soils. Cooperative Extension. 11/98. Colorado State University. CO, USA. 4 pp.
- Norambuena, H. y J. Ormeño, 1991.** Control biológico de malezas: Fundamentos y perspectivas en Chile. Agricultura Técnica (Chile) 51: 210-219.
- Norambuena, H., S. Escobar y F. Rodríguez, 2001.** Control biológico de *Ulex europaeus* L.: Internación a Chile de dos poblaciones del bioagente *Agonopterix ulicetella* (Stainton) (Lepidoptera: Oecophoridae). Agricultura Técnica (Chile) 61: 82-88.
- Ongley, E.D. 1997.** Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. In: Estudio FAO: Riego y Drenaje (FAO), no. 55 / FAO, Rome (Italy).
- Ortiz-Cañavate y Hernanz, 1989.** Técnica de la mecanización agraria. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 643 pág.
- Prado, J. A. y Rojas, P., 1987.** Preparación del sitio y fertilización en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus* en la zona semiárida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal 1 (1): 17-27.
- Radivojević, L., L. Šantric, and R. Stankovic-Kalezic. 2007.** Pesticides in soil: Effects on microorganisms. Pesticide y fitomedicina 22(1): 11-24.
- Radosevich, S. R., J. Holt and C. Ghera, 1997.** Weed Ecology: Implications for management. Ed. Wiley and Sons. NY, USA. 589 pág.
- Relyea, R.A, 2005.** The Impact of Insecticides and Herbicides on the Biodiversity and Productivity of Aquatic Communities. Ecological Applications 15 (2): 618-627.

Recasens, J. y J.A. Conesa, 2009. Malas hierbas en plántula, guía de identificación. Ediciones de la Universidad de Lleida. Leida España. 454 p.

Ross, A., y C. Lembi. 1999. Applied Weed Science. 2nd Ed. Prentice-Hall. NJ. USA. Pag 48-75.

SAG, 2010. Registro de plaguicidas importados al país. <http://www.sag.gob.cl/OpenDocs>. Accesado 18.05.2010

Salisbury F. and C. Ross, 1991. Plant Physiology. Fourth Edition. Wadsworth Publishing Company. CA, USA. 682 pág.

Simon-Silvestre, G. and J. C. Fournier, 1979. Effects of pesticides on soil microflora. Adv. Agron. 31 : 1-92

Thompson, D. G. and Douglas, G., 2003. A review of Canadian forest vegetation management research and practice. Ann. For. Sci. 60: 559-572

Toledo, R B de, 2002. Faixas e peridos de controle de plantas daninhas e sus reflejos no crescimento de eucalipto. Tese Doctorado. Universidad de Sao Paulo. Brasil. 130 pag.

Toledo, R.E., Alves, P.C.A., Valle, C.F. and Alvarenga, S. F., 1999. *Brachiaria decumbens* management and effects on the crop development of *Eucalyptus grandis*. Sci. For. 55, 129-141.

Toro, V.J., 2004. Alternativas silvícolas para aumentar la rentabilidad de las plantaciones forestales. Bosque 25 (2):101-113

Vargas, 2011. Seminario internacional: Los recursos naturales, la Gestión Sostenible y los cambios globales: 2011 Año internacional de los bosques. Universidad de Cordoba-España, 7 al 10 Noviembre de 2011. En prensa.

Wapshere, A.J., E. Delfosee and J. Cullen, 1989. Recent developments in biological control of weeds. Crop Prot. 8:227-250.

Weed Science Society of America, 2007. Herbicide Handbook. Lawrence, KS. USA. 458 pag.

Wrann, J. e Infante, P., 1988. Métodos para el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus camaldulensis* y *Quillaja saponaria* en la Zona Árida de Chile. CORFO - INFOR. Ciencia e Investigación Forestal N° 13: pp. 13 - 26.

Zimdahl, R., 1999. Fundamentals of Weed Science. 2nd Edition, Academic Press. San Diego, CA. USA. 556 pág.

ANEXO N° 1

ASPECTOS NORMATIVOS Y REGULATORIOS NACIONALES Y EXTRANJEROS EN MATERIA DE PLAGUICIDAS

Es necesario precisar que en el marco jurídico internacional existen, por una parte, una serie de directrices en materia sanitaria y fitosanitaria, las cuales sin ser de aplicación obligatoria por parte de los países que forman parte del concierto internacional, entregan los lineamientos generales que deben seguir las legislaciones internas en relación al tema de los plaguicidas. Por otro lado, existe normativa de aplicación obligatoria para los países que los suscriben y ratifican, tales como tratados o convenios internacionales con normativa sobre la materia, bilaterales o multilaterales.

En primer lugar, se mencionan las principales directrices internacionales en materia de plaguicidas.

1.- Acuerdo de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio

Este Acuerdo es el más importante en la materia y fue uno de los obtenidos por la OMC como resultado de la Ronda de Uruguay de negociaciones comerciales, celebrada entre 1986 y 1994. Entró en vigencia el 01 de enero de 1995.

El Acuerdo se refiere a la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF), en otras palabras, a los reglamentos relativos a la inocuidad de los alimentos y a la salud de los animales y las plantas. En el Acuerdo se reconoce que los gobiernos tienen el derecho de tomar medidas sanitarias y fitosanitarias, pero que éstas sólo deben aplicarse en la medida necesaria para proteger la vida o la salud de las personas y de los animales o para preservar los vegetales y no deben discriminar de manera arbitraria o injustificable entre los Miembros en que prevalezcan condiciones idénticas o análogas.

A fin de armonizar las medidas sanitarias y fitosanitarias sobre la base más amplia posible, se alienta a los Miembros a que basen sus medidas en las normas, directrices y recomendaciones internacionales en los casos en que existan. No obstante, los Miembros pueden mantener o introducir medidas que se traduzcan en normas más rigurosas, si hay una justificación científica o como consecuencia de decisiones coherentes en materia de riesgo, sobre la base de una adecuada evaluación de los riesgos. En el Acuerdo se estipulan los procedimientos y criterios para la evaluación de los riesgos y la determinación de los niveles apropiados de protección sanitaria o fitosanitaria.

Se espera que los Miembros acepten como equivalentes las medidas sanitarias y fitosanitarias de otros Miembros si el país exportador demuestra al país importador que con sus medidas se obtiene el nivel adecuado de protección sanitaria del país importador. El Acuerdo comprende disposiciones sobre procedimientos de control, inspección y aprobación.

El Acuerdo también contiene prescripciones en materia de transparencia, con inclusión de la publicación de reglamentos, el establecimiento de servicios nacionales de información y procedimientos de notificación. En virtud de este instrumento se establece un Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias que, entre otras cosas, brindará un foro para celebrar consultas, examinar cuestiones con posibles efectos sobre el comercio, mantener contactos

con otras organizaciones competentes y supervisar el proceso de armonización internacional.

El Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio, que constituye el compromiso de los Estados Miembros de esa organización en esa materia, está integrado por 14 artículos y tres anexos.

Los gobiernos y la industria agropecuaria de los países de las Américas, han solicitado al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) indicarles la forma práctica en que deben cumplir con esos compromisos.

2.- Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas

Fue adoptado por la Conferencia de la FAO en 1985 y desde esa fecha ha servido como el documento de orientación, aceptado en todo el mundo, para el manejo de plaguicidas. El Código fue enmendado en 1989, debido a la introducción de las disposiciones relativas al procedimiento de consentimiento fundamentado previo (PIC), materias hoy reguladas por el “Convenio de Rotterdam para la aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado previo para ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional”, adoptado en septiembre de 1998.

Los objetivos del Código son establecer normas de conducta de carácter voluntario para todas las entidades públicas y privadas que intervienen en la distribución y utilización de plaguicidas o tienen relación con las mismas, particularmente en los casos en que no hay una legislación nacional para regular los plaguicidas o la que existe es inadecuada.

El Código está destinado a utilizarse dentro del contexto de la legislación nacional como base, para que las autoridades gubernamentales, los fabricantes de plaguicidas, los que intervienen en el comercio y todo ciudadano interesado puedan juzgar si las acciones que proponen o las acciones de otros constituyen prácticas aceptables.

El Código describe la responsabilidad compartida de varios sectores de la sociedad para trabajar conjuntamente, de modo que los beneficios que derivan del uso necesario y aceptable de plaguicidas, sean logrados sin efectos adversos significativos a la salud humana o al medio ambiente. Para tal fin, todas las referencias en este Código a uno o varios gobiernos se aplican igualmente a los grupos regionales de gobiernos en asuntos referidos a sus áreas de competencia.

3.- Normas Alimentarias FAO/OMS

La Comisión del *Codex Alimentarius* fue creada en 1963 por la FAO y la OMS para desarrollar normas alimentarias, reglamentos y otros textos relacionados, tales como códigos de prácticas bajo el Programa Conjunto FAO/OMS de Normas Alimentarias.

El *Codex Alimentarius* es una colección de normas internacionales en materia de inocuidad de los alimentos adoptadas por la Comisión del *Codex Alimentarius* (el “Codex”). El Codex tiene su sede en Roma y es financiado conjuntamente por la FAO y la OMS.

A comienzos de los años sesenta, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconocieron la importancia de formular normas internacionales con objeto de proteger la salud pública y de reducir al

mínimo la perturbación del comercio internacional de productos alimenticios. Se estableció el Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias y se asignó a la Comisión del *Codex Alimentarius* la administración del programa.

Los fundadores del Programa de Normas Alimentarias y de la Comisión del *Codex Alimentarius* deseaban proteger la salud de los consumidores y garantizar prácticas leales en el comercio de alimentos. Opinaban que ambos objetivos se podían conseguir mejor si los países armonizaban sus reglamentaciones alimentarias y adoptaban normas concertadas a nivel internacional. Mediante la armonización, preveían menos obstáculos al comercio y una circulación más libre de los productos alimenticios entre los países, que beneficiaría a los agricultores y sus familias y contribuiría asimismo a reducir el hambre y la pobreza. Los fundadores llegaron a la conclusión de que el Programa de Normas Alimentarias sería una solución para algunas de las dificultades que impedían el libre comercio.

Los negociadores internacionales reconocieron durante la Ronda Uruguay las ventajas de disponer de normas alimentarias universalmente acordadas para la protección de los consumidores. Por consiguiente, no es sorprendente que tanto el Acuerdo MSF como el Acuerdo OTC fomenten la armonización internacional de las normas alimentarias, en las distintas esferas de su ámbito jurídico. Es importante destacar que el Acuerdo MSF cita las normas, directrices y recomendaciones del Codex en materia de inocuidad de los alimentos como medidas para la facilitación del comercio internacional y la protección de la salud pública.

El *Codex Alimentarius* se basa en principios científicos. Expertos y especialistas independientes de una gran variedad de disciplinas han contribuido a la labor de garantizar que sus normas resistan el examen científico más riguroso. La labor de la Comisión del *Codex Alimentarius*, junto con la de la FAO y la OMS en sus funciones de apoyo, ha proporcionado un centro de coordinación para la investigación científica y el estudio de cuestiones relacionadas con los alimentos, y la propia Comisión se ha convertido en un importante medio internacional para el intercambio de información científica en materia de inocuidad de los alimentos.

A lo largo de los años, el Codex ha formulado más de 200 normas en relación con alimentos, elaborados, semielaborados o sin elaborar, destinados a la venta directa al consumidor o a una elaboración intermedia; más de 40 códigos de prácticas higiénicas y tecnológicas; ha evaluado más de 1.000 aditivos alimentarios y 54 medicamentos veterinarios; ha establecido más de 3.000 niveles máximos para residuos de plaguicidas; y ha especificado más de 30 directrices para contaminantes.

4.- Enfoque Estratégico Global para la Gestión de Químicos (SAICM)

El Enfoque Estratégico es un sistema marco internacional para la formulación de políticas destinadas a fomentar la gestión racional de sustancias químicas. Fue acordado por consenso durante la primera Conferencia sobre Gestión de Sustancias Químicas (ICCM-1), efectuada en Dubai, en febrero de 2006. Ministros de medio ambiente, ministros de salud y otros delegados de más de 100 gobiernos participaron en la decisión, así como organizaciones medioambientales, sindicales y de salud pública de la sociedad civil.

El SAICM está compuesto por tres textos medulares: la Declaración de Dubai sobre la Gestión Internacional de los Productos Químicos, la Estrategia de Política Global y el Plan de Acción Mundial del SAICM. Se estableció una Secretaría del SAICM para convocar a reuniones

y ayudar en las tareas de implementación, y un Programa de Inicio Rápido del SAICM, de carácter temporal.

El objetivo global del Enfoque Estratégico es lograr la gestión racional de los productos químicos a través de todo su ciclo de vida, de manera que, hacia el año 2020, las sustancias químicas se usen y se produzcan en formas conducentes a minimizar los efectos adversos significativos para la salud humana y el medio ambiente. Para lograr este objetivo global, el SAICM establece cinco objetivos subsidiarios bajo los siguientes incisos:

- Reducción de riesgos
- Conocimiento e información
- Gobernanza
- Fortalecimiento de capacidades y cooperación técnica
- Tráfico internacional ilegal.

5.- Fichas Internacionales de Seguridad Química (FISQ)

El Proyecto de las *International Chemical Safety Cards* (ICSC) o Fichas Internacionales de Seguridad Química (FISQ) es una iniciativa del *International Programme on Chemical Safety* (IPCS). El proyecto se desarrolla en el marco de la cooperación entre IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas.

Las *International Chemical Safety Cards* recopilan de forma clara la información esencial de higiene y seguridad de sustancias químicas y no solo están destinadas a un uso directo por los trabajadores en planta, sino también por otros posibles interesados en fábricas, en agricultura, en la construcción y otros lugares de trabajo.

El IPCS es una actividad conjunta de tres organizaciones internacionales: el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Internacional de Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Uno de los principales objetivos del IPCS es llevar a cabo y diseminar evaluaciones de los riesgos ocasionados por las sustancias químicas a la salud y al medio ambiente.

6.- Cuidado Responsable (*Responsible Care*)

Responsible Care es una iniciativa voluntaria de la industria química mundial, en virtud de la cual las empresas, a través de sus asociaciones nacionales, trabajan juntas para mejorar continuamente su salud, seguridad y desempeño ambiental, y comunicarse con las partes interesadas sobre sus productos y procesos en la fabricación y suministro de mercancías seguras que ofrezcan beneficios reales para la sociedad.

Responsible Care ha sido elogiado por ser una importante contribución de la industria química para el desarrollo sostenible, por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo en agosto de 2002.

Responsible Care fue concebida por primera vez en Canadá y lanzada en 1985 para abordar las preocupaciones del público acerca de la fabricación, distribución y uso de productos químicos.

El número de asociaciones de la industria química que han adherido a la ética del cuidado responsable ha pasado de 6 a 53 países desde 1992, cuando la Agenda 21 fue aprobada en la Cumbre de la Tierra en Río. El logotipo es una marca mundial y es una marca comercial de la industria química.

Las Asociaciones que desean inscribirse a la iniciativa, lo hacen a través del Consejo Internacional de Asociaciones Químicas (ICCA), que actúa como el “guardián” de *Responsible Care*, realiza el seguimiento de su aplicación y asegura su evolución para abordar las preocupaciones y temas actuales. Cada asociación cuenta con su propio programa nacional con sus empresas miembros.

Los planes de ICCA para el futuro implican la difusión *Responsible Care* de la manera más amplia posible dentro de la química y las industrias conexas, así como a toda la cadena de suministro.

Chile ha adherido a la iniciativa de *Responsible Care* desde 1994, a través de la Asociación Gremial de Industriales Químicos de Chile, ASIQUIM.

Ahora, en cuanto a los principales convenios internacionales firmados y ratificados por Chile, los cuales resultan vinculantes para nuestro país, se pueden mencionar los siguientes:

A) Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes

El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) es un instrumento internacional, jurídicamente vinculante, que regula la utilización de ciertas sustancias químicas, que por sus características altamente tóxicas para los seres humanos y el ambiente deben ser eliminadas de forma inmediata.

Este tratado, compromete a cada país parte a desarrollar y aplicar un Plan Nacional de Implementación (PNI) con el objetivo de establecer las estrategias requeridas para reducir y eliminar el uso, producción, almacenamiento, importación y exportación de los doce contaminantes identificados en la Convención como los más peligrosos. Chile firmó este Convenio el año 2001 y lo ratificó el 20 de enero de 2005.

Los fondos para llevar a cabo este plan provienen de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, organismo adoptado como Agencia Implementadora del Proyecto y cuyo soporte financiero y técnico ha hecho posible el desarrollo del PNI del Convenio de Estocolmo en el país.

Finalmente, el Plan Nacional fue enviado a la Convención por parte de Chile con fecha 30 de mayo de 2006 y contribuirá a mejorar la calidad de vida de la población, a través de acciones concretas, que permitan eliminar y restringir severamente la producción, aplicación, y comercialización de los COP en el país a corto y mediano plazo, así como progresivamente lograr su sustitución. El Plan Nacional contiene detallada información acerca de autoridades competentes, legislación aplicable y políticas públicas desarrolladas en torno a este punto específico.

B) Convenio de Rotterdam

El texto del Convenio de Rotterdam, sobre el Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo aplicable a ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos objeto de comercio internacional, fue adoptado el 10 de septiembre de 1998 por una Conferencia de Plenipotenciarios en Rotterdam, Países Bajos.

El Convenio entró en vigor el 24 de febrero de 2004. Chile firmó este Convenio con fecha 11 de septiembre de 1998 y ratificó su aceptación el 20 de enero de 2005.

Los objetivos del Convenio son los siguientes:

- Promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos conjuntos de las Partes en la esfera del comercio internacional de ciertos productos químicos peligrosos a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente frente a posibles daños.
- Contribuir a su utilización ambientalmente racional, facilitando el intercambio de información acerca de sus características, estableciendo un proceso nacional de adopción de decisiones sobre su importación y exportación y difundiendo esas decisiones a las Partes.

El Convenio crea obligaciones jurídicamente vinculantes para la aplicación del procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (CFP). Se basa en el procedimiento de CFP voluntario ya existente, aplicado por el PNUMA y la FAO en 1989.

Principales disposiciones:

- El Convenio contiene también disposiciones relativas al intercambio de información entre las Partes sobre productos químicos potencialmente peligrosos que puedan ser exportados e importados.
- El Convenio se aplica a plaguicidas y productos químicos industriales que han sido prohibidos o rigurosamente restringidos por razones sanitarias o ambientales por las Partes y que han sido notificados por las Partes para su inclusión en el procedimiento de CFP.
- El Convenio se aplica a unos 40 productos químicos incluidos en el Anexo III, incluyendo 29 plaguicidas (de los cuales 4 formulaciones plaguicidas son extremadamente peligrosas) y 11 productos químicos industriales, pero se prevé la posibilidad de ir incluyendo otros, en la medida que la información científica lo avale. La Conferencia de las Partes decidirá sobre la inclusión de productos químicos.

Una vez que el producto químico se incluye en el procedimiento de CFP, se distribuye a los países importadores un "documento de orientación para la adopción de decisiones" (DOAD) que contiene información sobre el producto químico y las decisiones reglamentarias de prohibirlo o restringirlo rigurosamente por razones sanitarias o ambientales.

C) Otros Convenios

Es posible mencionar otros convenios internacionales con incidencia indirecta sobre el tema de plaguicidas. Entre otros, los más importantes son:

- **Protocolo de Montreal** (D.S. N° 238/1990), limita, controla y regula la producción, consumo y el comercio de sustancias depredadoras de la capa de ozono.
- **Convenio de Basilea** (D.S. N°685/1992), que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las Partes para asegurar el manejo ambientalmente razonable de los mismos.

6.6.7 Registro de la mantención periódica de los equipos utilizados en la aplicación de los productos químicos

6.6.8 Procedimiento para el manejo de sustancias peligrosas

6.7.1 Disposición de residuos en forma ambientalmente apropiada de acuerdo a la legislación, D.S. 594. No existen evidencias de desechos fuera de esos lugares

6.7.2 Disposición final de envases de productos químicos se realiza mediante su inutilización o reciclado. Triple lavado y se reutiliza el agua en el área de aplicación.

6.7.3 Procedimiento de emergencia (derrames, manipulación de químicos, desechos y otras sustancias peligrosas)

6.7.4 Basuras y otros desechos son depositadas en lugares apropiados, fuera del lugar de la faena, fuera de cursos de agua o su área de influencia, de acuerdo a un manual existente.

Indicadores criterio 10.7

10.7.1 Monitoreo de plagas y enfermedades

10.7.2 Plan de protección fitosanitario, (medidas de detección y control adecuados de plagas y enfermedades) . Se privilegia estrategia de control integrado de plagas

10.7.3 Fumigaciones aéreas cuando es absolutamente necesario y sujetas a un manual de procedimientos que incluye información a la comunidad para prevenir daños al ambiente y a las personas.

10.7.4 Fumigaciones terrestres son focalizadas .procedimientos prevenir daños ambientales, a los trabajadores y a las comunidades.

10.7.6 Medidas de control para especies altamente agresivas o invasoras.

10.7.7 Plan de Monitoreo periódico detallado en el control de plagas y enfermedades del vivero

10.7.8 Política de reemplazo y/o reducción gradual de uso de pesticidas (incluye herbicidas) por otros métodos de control.

Documento FSC-POL-30-001 (2005)

Objetivo

- Minimizar los impactos ambientales y sociales negativos del uso de pesticidas, al tiempo que se fomenta el manejo económicamente viable.
- Se implementa por medio del cumplimiento de los requisitos establecidos en *FSCSTD-01-001 Principios y Criterios FSC para el Manejo Forestal*, y en los *indicadores nacionales* o subnacionales y medios de verificación relacionados.

Definiciones

Plaga:

Organismos peligrosos o que se perciben como peligrosos y perjudiciales para el logro de las metas de manejo. Algunas plagas, particularmente las especies exóticas introducidas, pueden también representar graves amenazas ecológicas, por lo que su eliminación puede ser recomendable. Éstas incluyen plagas animales, malezas, hongos patógenos y otros microorganismos.

Pesticida:

Cualquier sustancia o preparación elaborada o utilizada para proteger de plagas a plantas, bosques u otros productos vegetales, para el control de plagas o para neutralizar tales plagas. (Esta definición incluye insecticidas, roedenticidas, acaricidas, molusquicidas, larvicidas, fungicidas y herbicidas).

Elementos claves

- Identificar y evitar el uso de pesticidas 'altamente peligrosos'
- Fomentar el uso de métodos 'no químicos' de control de plagas, como elemento de una estrategia de manejo integrado de plagas
- Uso adecuado los pesticidas que se utilizan.

Implementación de requisitos

El Centro Internacional FSC deberá publicar y actualizar periódicamente lista de pesticidas 'altamente peligrosos'

- Uso de pesticidas altamente peligroso incumplimiento grave (SAC Mayor) a menos que tenga derogación temporal aprobada
- El Centro Internacional FSC deberá indicar procedimientos claros para las derogaciones.
- El Centro Internacional FSC deberá dar lineamientos para uso de métodos no químicos , control integrado y minimización de riesgos a la salud y medio ambiente
- Los estándares deberán incluir información cuantitativa sobre usos de pesticidas.

Documento FSC-GUI-30-001 VERSION 2-0 (2007)

Objetivo

- Se diseña para guiar la implementación de la política de plaguicidas.
- El texto completo es un documento normativo
- Reconoce que hay mucho trabajo que hacer en relación a los requerimientos para minimizar el uso de plaguicidas en bosques certificados y medidas apropiadas para minimizar el riesgo al usar plaguicidas por lo que el documento debe ser revisado y actualizado

Contenidos

- Criterios para identificar plaguicidas altamente peligrosos Anexo I (umbrales)

- Listado de pesticidas prohibidos “altamente peligrosos” Anexo II
- Identificación y control de los pesticidas altamente peligrosos

Aspectos de interés

- Se diferencia entre peligro (inherente) y riesgo (potencial)
- Que este en la categoría peligrosa no significa que no se puede usar bajo ninguna circunstancia pero deben evitarse si hay alternativas (se usa aproximación de 2 pasos)
- Los pesticidas altamente peligrosos pueden ser usado en circunstancias específicas en función de una derogación: FSC-PRO-01-004
- Los indicadores y umbrales fueron especificados preliminarmente en 2002 basados en normas de OMS y EPA y una extensa consulta
- Los indicadores y umbrales deberán ser actualizados si es necesario dado la última información científica disponible

Documento FSC-GUI-30-001a V1-0 EN

Este documento lista los pesticidas que son considerados por el FSC por ser altamente peligrosos, y que se prohíben normalmente en los bosques certificados FSC, pero que se han aprobado temporalmente para el uso bajo circunstancias definidas. Las derogaciones del pesticida son aprobadas individualmente por el comité de los pesticidas y la junta directiva del FSC.

“Las derogaciones son validas para las circunstancias específicas para las que fueron aprobadas”

Documento FSC-PRO-01-004 (Versión 2-1) EN Procedimiento de derogación

Especifica los requisitos y los procedimientos que se seguirán los manejadores de bosques y las entidades certificadoras para pedir las derogaciones temporales para el uso de los pesticidas altamente peligrosos del FSC

Objetivo

Asegurar que los usos para las derogaciones temporales a la política de los pesticidas del FSC (2005) están manejados transparentemente, permanentemente, eficientemente, oportunamente y de acuerdo con la política.

Requisitos

- Demostración de la necesidad
- Consulta a partes interesadas
- Controles para prevenir, minimizar y mitigar los peligros
- Programa con tiempos, metas e investigadores asociados para buscar alternativas incluyendo medidas silvícolas

Pasos para la derogación de un Pesticida prohibido

- Manejo Forestal (Empresas, Personas Naturales)
- Certificadora
- Iniciativa Nacional
- FSC

FSC-PRO-01-004a V1-0 2008

LISTA DE CHEQUEO PARA PREPARAR DEROGACIONES**OBJETIVOS**

- Complementar el formulario de derogación del procedimiento de derogaciones temporales.
- La lista de chequeo contribuye a presentar solicitudes que cumplan con todos los requerimientos relacionados con derogaciones.

IPM_Guide_2009_01 Manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas en bosques y plantaciones certificadas"**1 Revisión****2 Ejemplos prácticos**

- Estrategia nacional integrada .
- Sitios internacionales de información.

3 Marco

- Naturaleza de las plagas y enfermedades y especies de malezas.
- Origen de las plagas.

4 Respuestas a los problemas de plagas, malezas y enfermedades

- Identificar y cuantificar el problema.
- Considerar opciones de costos.
- Considerar cual el control mas adecuado.

5 Uso seguro de plaguicidas**6 Registros****II SELLO PEFC**

Se basa en los criterios paneuropeos para el desarrollo sostenible, elaborados a partir de las Conferencias Interministeriales de Helsinki (1993) y Lisboa (1998), convocadas por ONU.

A. 1**Criterios e Indicadores Paneuropeos****A. 2****Guías operacionales**

Marco de recomendaciones operacionales voluntarias que complementan los instrumentos nacionales para promover el MFS en las áreas forestales Europeas

2.2.c Uso de herbicidas y pesticidas debe ser minimizado tomando en cuenta alternativas silvícolas y biológicas

ESTANDAR CHILENO CERTFOR**PRINCIPIO 2 – Biodiversidad y Ecosistemas Nativos****2.4 Impactos en la biodiversidad y el paisaje**

PRINCIPIO 3 – Mantenición de la Productividad

3.2 Plagas y Enfermedades

3.3 Productos Químicos

3.4 Manejo y Control de Malezas

PRINCIPIO 4 – Protección de Suelo y Agua

4.4 Contaminación de Suelo y Agua

PRINCIPIO 5 – Comunidades Locales

5.3 PROTECCION CONTRA RIESGOS

TEMATICAS DEL ESTANDAR

- Almacenamiento de Productos Químicos (P.Q)
- Procedimientos para eliminar envases vacíos
- Procedimiento de prevención de derrames
- Capacitación del personal
- Implementos de seguridad
- Protección cursos de agua
- Procedimientos para minimizar el efecto negativo de la aplicación de químicos
- Alternativas al uso de químicos
- Personal responsable
- Productos prohibidos 1A-1B por la O.M.S
- Transporte, uso y manejo de P.Q.
- Registro de P.Q.
- Protección del suelo
- Programas de difusión sobre el empleo de P.Q.
- Control integrado de plagas

NOTA TECNICA PS-02-09 2007

Objetivo

Complementa el estándar en el uso de productos químicos y entrega un listado de productos prohibidos

- No es un documento normativo
- Ningún químico podrá usarse a menos que tenga licencia de uso por parte de las autoridades chilenas. Siempre deberán seguirse los reglamentos nacionales.
- Referencias: OMS (IA y IB) , SAG, Convenios Estocolmo y Rotterdam

AUTORIZACIÓN DE USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS PROHIBIDOS

1. La empresa extiende una solicitud para uso de P.Q. prohibidos justificando las razones de su petición.
2. El Consejo Superior, evalúa los antecedentes presentados y autoriza/desautoriza el uso del P.Q. El período de autorización se extenderá hasta la vigencia del certificado (Máximo 5 años).
3. Notificación de la decisión del Consejo Superior.

ANEXO N°3

MARCO REGULATORIO NACIONAL

En cuanto al marco regulatorio nacional, lo primero que se puede observar es una pluralidad de autoridades intervinientes o con competencia en la materia. Sin perjuicio de lo anterior, en el ámbito de la agricultura, claramente el órgano que posee la mayor competencia es el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Por esta razón, existe normativa diversa, emanada de distintos órganos del Estado, los cuales tienen competencia con cierta relevancia sobre el tema.

A continuación se indican, en un primer punto, a las autoridades competentes en materia de plaguicidas y, en un segundo punto, la legislación nacional aplicable en las diferentes etapas identificables en el proceso de utilización de plaguicidas.

1.- Autoridades y Organismos Competentes en Materia de Manejo y Uso de Plaguicidas de Uso Agrícola

Dentro los organismos públicos con cierta competencia, directa o indirecta, en el tema de los plaguicidas, se pueden mencionar los siguientes, así como la principal normativa que de ellos ha emanado en este tema.

- **Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero**

En el país es permitida la fabricación, importación, distribución, venta o aplicación de plaguicidas de uso en la agricultura.

Para la realización de las actividades recién mencionadas, se requiere la autorización del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), dependiente del Ministerio de Agricultura, siendo este organismo el competente para fiscalizar el desarrollo de estas actividades, de acuerdo a lo previsto en el D.L. 3557.

En cumplimiento de sus funciones, este organismo, a través de la dictación de la Resolución N° 3.670 de 1999, estableció las normas relativas a la evaluación y autorización de plaguicidas.

Al mismo tiempo, existe diversa normativa emanada del Ministerio de Agricultura, el cual por medio de actos administrativos, ha regulado diversos temas, tales como, aquellos relativos al registro de plaguicidas de uso agrícola, procedimientos de internación y formulación nacional de plaguicidas de uso agrícola, normativa relativa a clasificación toxicológica de plaguicidas de uso agrícola, protocolos para ensayos con plaguicidas, requisitos que deben cumplir las etiquetas de los envases de los plaguicidas de uso agrícola, y obligación de declarar las ventas de plaguicidas de uso agrícola, entre otros.

Además, este Ministerio, a través de diversas resoluciones del Servicio Agrícola y Ganadero, se ha encargado de prohibir la utilización de distintos componentes considerados peligrosos tales como pentaclorofenol y sus sales, mirex, hexaclorobenceno, paraquat, paratión etilo y metilo, lindano, mevinfos, aldrin, etc. Todo ello siguiendo directrices emanadas de organismos internacionales.

- **Ministerio de Salud**

El Ministerio de Salud, dentro de las materias de su competencia relativas a la protección de la salud de las personas, y a través del Decreto N° 157 de 2007, ha dictado el Reglamento de Pesticidas de Uso Sanitario y Doméstico.

Asimismo, ha regulado diversas materias relativas al uso de productos o a condiciones que tienen directa relación con la salud de las personas. Por ejemplo, ha reglamentado el procedimiento de notificación obligatoria de las intoxicaciones agudas con pesticidas, los antecedentes requeridos para acreditar la efectividad de los productos desinfectantes y sanitizantes que solicitan registro, la normativa relativa a la obligación de notificación de aplicación terrestre o aérea de plaguicidas, la disposición relativa a la publicación de lista de sustancias peligrosas para la salud, la normativa que fija tolerancias máximas de residuos de plaguicidas en los alimentos de consumo interno, entre otras.

Finalmente, resulta importante destacar el D.S. 594 del Ministerio de Salud, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, que contiene reglas específicas sobre protección de personas que trabajen en lugares donde se apliquen pesticidas o cualquier producto tóxico capaz de causar daño a la salud humana.

- **Ministerio del Trabajo y Previsión Social**

Es necesario tener siempre presente la legislación laboral, por cuanto ésta regula de manera general temas como la obligación del empleador de entregar los elementos de seguridad necesarios para los trabajadores que manipulen productos tóxicos, así como la prevención de riesgos profesionales y el establecimiento de seguros contra riesgos de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.

- **Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones**

A través del D. S. N°298/1994, este Ministerio ha reglamentado el transporte de cargas peligrosas por calles y caminos, de sustancias o productos que por sus características sean peligrosos o representen riesgos para la salud de las personas, para la seguridad pública o el medio ambiente.

- **Ministerio del Medio Ambiente**

A través de diversa normativa emanada de este organismo se han dictado diferentes normas de calidad ambiental, primarias y secundarias, con el objeto de regular la cantidad de distintos contaminantes presentes en el ambiente.

Importante resulta destacar el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (D.S. 148/2003).

2.- Legislación Nacional Aplicable al Uso de Plaguicidas

Se analiza la legislación nacional más importante en la materia, revisando cada parte del proceso de importación o formulación de estos productos hasta la disposición final de ellos.

- Proceso de importación y/o formulación

Consiste principalmente en una actividad de muestreo mediante la cual se fiscalizan las importaciones de plaguicidas y fertilizantes al momento de su ingreso al país, verificando a través del análisis químico de composición (% ingrediente activo) la correspondencia con los antecedentes consignados en la documentación de autorización vigente (para plaguicidas) o con los documentos de importación (para fertilizantes).

A este control se suma también el análisis de la composición de todos los plaguicidas formulados en Chile, antes de su comercialización.

A este respecto, existe legislación vigente relativa a:

- Procedimientos de fiscalización de plaguicidas de uso agrícola, contenidos en la Res. N° 1.038 de 2003, del Servicio Agrícola y Ganadero.
- Requisitos para realizar labores de muestreo, análisis de plaguicidas y fertilizantes bajo convenio (D.S. N° 3, de 1982).
- Disposiciones sobre Protección Agrícola: Fabricación, Comercialización y Aplicación de Plaguicidas y Fertilizantes; procedimiento y sanciones (Decreto Ley N° 3.557, de 1980).
- Res. N° 1.404 de 2003 del SAG que establece normas para el ingreso de patrones analíticos de plaguicidas.
- Normas para el ingreso de muestras de plaguicidas para experimentación (Res. N° 92 de 2002).
- Procedimientos de internación y formulación nacional de plaguicidas de uso agrícola (Res. N° 1.038 de 2003).

Por su parte, la ley N° 18.164 dispone que para cursar cualquiera destinación Aduanera respecto de fertilizantes y pesticidas, el Servicio de Aduanas exigirá un certificado emitido por el Servicio Agrícola y Ganadero.

El Servicio Agrícola y Ganadero deberá emitir su informe, otorgando la autorización o visto bueno, negándola o fijando un período de seguridad con el fin de que se efectúen los controles sanitarios y fitosanitarios, según corresponda, en la forma y condiciones que establezca la respectiva legislación especial. Durante este período, las mercancías no podrán ser comercializadas.

- Transporte de plaguicidas y fertilizantes

La fiscalización del proceso de transporte de sustancias químicas clasificadas como peligrosas, como lo son los plaguicidas y fertilizantes, es una actividad realizada, principalmente, por el Servicio Agrícola y Ganadero en conjunto con el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, además de la competencia de Carabineros de Chile.

En relación a este punto, se encuentra además del mencionado Decreto Ley N° 3557 de 1980, en su Título III, el Reglamento de transporte de cargas peligrosas por calles y

caminos (Decreto Supremo N° 298 de 1994).

- **Comercialización de plaguicidas y fertilizantes**

Existe una actividad de fiscalización regional, a cargo del Subdepartamento Plaguicidas y Fertilizantes, del Departamento de Protección Agrícola del SAG, sobre locales de expendio y distribución de plaguicidas y fertilizantes, mayoristas y minoristas, con el objeto de comprobar las condiciones de almacenamiento de los productos y el cumplimiento sobre las normas de evaluación y autorización, etiquetado, composición y otras.

Esta materia se encuentra regulada también por Decreto Ley N° 3557 de 1980, Título III, además de regulaciones especiales emanadas del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), tales como aquellas que establecen:

- Obligación de declarar las ventas de plaguicidas de uso agrícola (Res. Ex. N° 2410/1997).
- Margen de Tolerancia en el contenido de elementos fertilizantes en la comercialización de abonos (Res. N° 1.207/1983).
- Definición de los requisitos que deben cumplir las etiquetas de los envases de plaguicidas de uso agrícola (Res. N° 2.195 de 2000).
- En relación a la resolución anterior, la Res. N° 2.196 de 2000 del SAG establece una clasificación toxicológica de los plaguicidas de uso agrícola.

- **Uso y manejo de plaguicidas**

Esta actividad se realiza en terreno y está dirigida a verificar el uso, manejo, aspectos de seguridad y prácticas agronómicas.

En ella se fiscaliza el uso y aplicación de plaguicidas a nivel predial o en cualquier unidad económica productiva, donde se verifique la manipulación y/o aplicación de plaguicidas de uso agrícola, y se encuentra regulada también por el Decreto Ley N° 3557 de 1980, Título III.

En esta materia es necesario mencionar la Res. N° 2.147, sobre Regulaciones del Sistema de Reconocimiento de Aplicadores de Plaguicidas del SAG.

- **Disposición final de plaguicidas**

Se denominan plaguicidas caducados aquellos cuya comercialización no está permitida, entre otras razones por período de vigencia vencido, ingrediente activo prohibido en el país, características físicas o químicas alteradas, uso no autorizado por el Servicio o autorización vencida (luego del período de 5 años definidos por la Resolución N° 3.670).

La declaración de existencias de plaguicidas caducados está normada por la Resolución N° 1.899 de 1999, cuyo objetivo es conocer la cantidad, identidad y ubicación de los plaguicidas caducados existentes en el comercio.

- Regulaciones sobre la autorización de plaguicidas

De acuerdo a la Res. N° 3.670 de 1999 del SAG, la autorización de un plaguicida, será definitiva o experimental.

La autorización, será definitiva para los plaguicidas cuyos usos hayan sido comprobados en el país y tendrá una duración de cinco años, pudiendo renovarse tras una solicitud.

La autorización, será experimental para los plaguicidas cuyos usos no hayan sido comprobados en el país y tendrá una vigencia de cinco años pudiendo renovarse tras una solicitud. Mientras cuente con autorización experimental, el plaguicida no podrá comercializarse y sólo podrá usarse en Estaciones Experimentales autorizadas por el Servicio, bajo protocolos establecidos por éste.

ANEXO N° 4

HERBICIDAS REGISTRADOS PARA USO FORESTAL EN CHILE

Cuadro N° 21
LISTA DE HERBICIDAS REGISTRADOS PARA APLICAR EN SITUACIONES FORESTALES 2010

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	MALEZAS CONTROLADAS	APLICACIÓN
Agil	Propaquizafop	Gramíneas	Post
Aliado forestal	Metsulfuron metil	Latifoliadas	Post
Amizol 90% WG	Aminotriazol	Latifoliadas y gramíneas	Post
Assure plus	Quizalofop P-etil	Gramíneas	Post
Atranex 90 WG	Atrazina	Latifoliadas y algunas gramíneas	Pre y post
Atrazina 500 SC	Atrazina	Latifoliadas y algunas gramíneas	Pre y post
Azote plus	Aminotriazol/Tiocianato de amonio	Latifoliadas y gramíneas	Post
Callisto 480 SC	Mesotrione	Latifoliadas y algunas gramíneas	Post y pre
Centurion super	Clethodim	Gramíneas	Post
Centurion 240 EC	Clethodim	Gramíneas	Post
Click 75 DF	Terbutilazina	Latifoliadas y gramíneas	Pre
Combo	Metsulfuronmetil/picloram	Latifoliadas	Post
Degree	Acetochlor	Gramíneas y algunas latifoliadas	Pre
Dinamic	Amicarbazona	Gramíneas y latifoliadas	Pre y post
Enmark	Oxifluorfen	Latifoliadas y gramíneas	Pre y post
Espada	Pendimethalin	Gramíneas y algunas latifoliadas	Pre
Esteron Ten Ten	2,4-D ester butoexietilico	Latifoliadas	Post
Faena	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Finale	Glufosinato de amonio	Gramíneas y latifoliadas	Post
Fordor	Isoxaflutole	Latifoliadas y gramíneas	Pre
Fusta	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Galant Plus R	Haloxypop R Metil	Gramíneas	Post
Galigan 240 EC	Oxifluorfen	Latifoliadas y gramíneas	Pre y post
Garlon 4	Triclopyr/Ester butoxietilico	Latifoliadas	Post
Gesaprim 90 WG	Atrazina	Latifoliadas y algunas gramíneas	Pre
Gesatop 90 WG	Simazina	Latifoliadas y gramíneas	Pre
Glifosato Atanor	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Glifosato Dupont Pro	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Goal 2 EC	Oxifluorfen	Latifoliadas y gramíneas	Pre y post
Guardian	Acetochlor	Gramíneas y algunas latifoliadas	Pre
Gramoxone super	Paraquat	Gramíneas y latifoliadas	Post
Harness forestal	Acetochlor	Gramíneas y algunas latifoliadas	Pre
Herbadox	Pendimethalin	Gramíneas y algunas latifoliadas	Pre
Lontrel 3 A	Clopiralid (sal monoetanolamina)	Latifoliadas	Post
Maxata 90% WG	Aminotriazol	Latifoliadas y gramíneas	Post

Metsulfuron 600 WP	Metsulfuron metil	Latifoliadas	Post
Pantera 12 EC	Quizalofop-p-tefuril	Gramíneas	Post
Pantera plus	Quizalofop-p-tefuril	Gramíneas	Post
Panzer	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Paraquat 276	Paraquat	Gramíneas y latifoliadas	Post
Pirel 40.0 SL	Clopiraldid	Latifoliadas	Post
Rango 480 SL	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Rango 75 WG	Glifosato (sal monoamina)	Gramíneas y latifoliadas	Post
Roundup	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Roundup Full II	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Roundup Full Transbord	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Roundup forestal	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Roundup Max	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Roundup FG	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Roundup ultramax	Glifosato (sal monoamonica)	Gramíneas y latifoliadas	Post
Roundup amonio	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Simazina 500 FW	Simazina	Latifoliadas y algunas gramíneas	Pre
Simazina 90 WG	Simazina	Latifoliadas y gramíneas	Pre
Simazina 90 WG	Simazina	Latifoliadas y gramíneas	Pre
Sipcazin	Simazina	Latifoliadas y gramíneas	Pre
Spectro 33 EC	Pendimethalin	Gramíneas y algunas latifoliadas	Pre
Spider	Diclosulam	Latifoliadas y gramíneas	Pre
Starane	Fluroxipyr metil	Latifoliadas	Post
Surpass	Acetochlor	Gramíneas y algunas latifoliadas	Pre
Terbutilazina 500 SC	Terbutilazina	Latifoliadas y gramíneas	Pre
Titan	Glifosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Tordon 101	2,4-D/Picloram	Latifoliadas	Post
Tordon 24 K	Picloran (sal potasica)	Latifoliadas	Post
Touchdown	Sulfosato	Gramíneas y latifoliadas	Post
Touchdown IQ	Glifosato (sal potasica)	Gramíneas y latifoliadas	Post
Traver SL	2,4-D/Picloram	Latifoliadas	Post
Trident 48 EC	Tricopryr	Latifoliadas	Post
Triptic 48 EC	Tricopryr	Latifoliadas	Post
Tyllanex 50% SC	Terbutilazina	Latifoliadas y gramíneas	Pre
Velpar 75 DF	Hexazinona	Latifoliadas y gramíneas	Pre

(SAG, 2011; AFIPA, 2009; IMPPA, 2009).

[http://www.sag.cl/OpenDocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc51&argInstanciaId=51&argCarpetaId=327&argTreeNodosAbiertos=\(327\)\(-51\)&argTreeNodoActual=327&argTreeNodoSel=7](http://www.sag.cl/OpenDocs/asp/pagDefault.asp?boton=Doc51&argInstanciaId=51&argCarpetaId=327&argTreeNodosAbiertos=(327)(-51)&argTreeNodoActual=327&argTreeNodoSel=7)

Pre: pre emergencia; Post: post emergencia; se refiere al estado de las malezas

Agradecimientos

Destacamos a las siguientes instituciones que a través de su soporte financiero y del aporte técnico de sus profesionales colaboraron en la edición del presente documento.



Harmony in Growth



ARAUCO.
Sembramos Futuro



**BOSQUES
CAUTIN**
Creando Calidad



**FORESTAL TIERRA CHILENA
LIMITADA**





INFOR

www.infor.cl