



República Argentina
Provincia de Neuquén
Universidad Nacional del Comahue
Asentamiento Universitario San Martín de los Andes
Práctica laboral para acceder al título de “Técnico Universitario Forestal”,
correspondiente al plan nacional de estudios 0220/82.

INFLAMABILIDAD EN

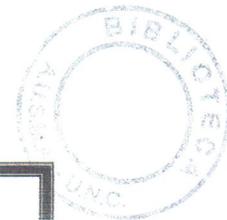
CERCOS VIVOS FORESTALES



Autor: Pablo A. Pérez.

~2000~





República Argentina

Provincia de Neuquén

Universidad Nacional del Comahue

Asentamiento Universitario San Martín de los Andes

Práctica laboral para acceder al título de "Técnico Universitario Forestal",
correspondiente al plan nacional de estudios 0220/82.

INFLAMABILIDAD
EN CERCOS VIVOS
FORESTALES

Autor: Pablo A. Pérez.

N° de legajo: 48.207

Lugar de desenvolvimiento: Laboratorio Ecotono - Departamento de Ecología- C.R.U.B.-
U.N.C. (San Carlos de Bariloche).

Profesor supervisor: Ph. D. Thomas Kitzberger.

~2000~

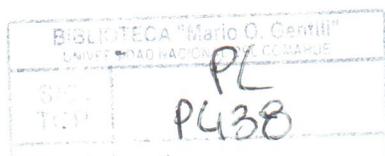


TABLA DE CONTENIDO

<u>Tabla de contenido</u>	1
<u>Índice de tablas y figuras</u>	2
<u>Resumen</u>	3
<u>Introducción y fundamento de la práctica</u>	4
<u>Objetivos</u>	4
<u>Actividades realizadas</u>	5
<u>Materiales y métodos</u>	7
<u>Resultados</u>	10
<u>Discusión de resultados</u>	12
<u>Agradecimientos</u>	15
<u>Referencias bibliográficas</u>	16
<u>Apéndice I: Fotos de las especies ensayadas</u>	18

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1: Epirradiador	8
Figura 2: Epirradiador	9
Figura 3: Tiempo de inflamación [seg.] para las distintas especies estudiadas.....	10
Figura 4: <i>Cytisus vulgaris</i> L. (Avda. Pioneros km 3)	18
Figura 5: <i>Cytisus vulgaris</i> L. (Avda. Pioneros km 3)	18
Figura 6: <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. (Huiliches al 5,8; B° Rancho Grande).....	19
Figura 7: <i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw. (Familia Götze)	19
Figura 8: Población aislada <i>Myrceugenella apiculata</i> (DC) Kausel, en Río Arrayanes (Parque Nacional Los Alerces). (Foto: Caldiz, 1999)	20
Figura 9: <i>Taxus baccata</i> L. (calle Elflein altura Frey).....	20
Figura 10: <i>Fabiana imbricata</i> Ruiz et Pavón (camino a Piedras Blancas, Cerro Otto) .	21
Figura 11: <i>Fabiana imbricata</i> Ruiz et Pavón (camino a Piedras Blancas, Cerro Otto) .	21
Figura 12: <i>Prunus laurocerasus</i> L. (calle Pasaje Gutiérrez esquina Vilcapugio)	22
Figura 13: <i>Prunus laurocerasus</i> L. (calle Pasaje Gutiérrez esquina Vilcapugio)	22
Figura 14: <i>Chamæcyparis</i> (Spach.) <i>stelznerii</i> (B° Melipal).....	23
Figura 15: <i>Chamæcyparis</i> (Spach.) <i>stelznerii</i> (B° Melipal).....	23
Figura 16: <i>Embothrium coccineum</i> Forst. (calle Gallardo).....	24
Figura 17: <i>Embothrium coccineum</i> Forst. (calle Gallardo).....	24
Figura 18: <i>Maytenus boaria</i> Molina (Avda. Pioneros km 3)	25
Figura 19: <i>Maytenus boaria</i> Molina (Avda. Pioneros km 3)	25
Figura 20: <i>Salix alba</i> L. (Avda. Pioneros km 6,4)	26
Figura 21: <i>Pyracantha coccinea</i> Roem. (Avda. Pioneros km 7)	26
Figura 22: <i>Pyracantha coccinea</i> Roem. (Avda. Pioneros km 7)	27
Figura 23: <i>Pyracantha coccinea</i> Roem. (Avda. Pioneros km 7)	27
Figura 24: <i>Rosa rubiginosa</i> L. (Avda. Pioneros km 6,2).....	28
Figura 25: <i>Rosa rubiginosa</i> L. (Avda. Pioneros km 6,2).....	28
Figura 26: <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Dougl. (calle Pasaje Gutiérrez y Curuzú Cuatiá)	29

Tabla 1: Tabla de anova del efecto principal en la especie sobre el tiempo de inflamación para las trece especies estudiadas..... 10

Tabla 2: % de humedad de las especies involucradas en el ensayo (n=3)..... 11

RESUMEN

Cortinas y setos vivos tienen una importante aplicación en zonas urbanas, de interfase e inclusive rurales. Esta práctica propone determinar la inflamabilidad de algunas especies usadas o que puedan usarse para la construcción de cercos vivos (nativas y exóticas), a fin de considerarlo desde el punto de vista silvícola-preventivo. Para tal fin se realizaron determinaciones del tiempo de inflamabilidad por medio de un epirradiador. El mismo consiste en un crisol (alrededor del que se enrolla una resistencia eléctrica) sobre el que se coloca un mechero a gas. De las muestras, debidamente guardadas en heladera en bolsas plásticas, se cortaron al momento de efectuar los ensayos 75 submuestras por especie, de 1 gr cada una y todas correspondientes a hojas jóvenes y sanas, sin que presenten partes necrosadas o faltantes, (con láminas foliares de no más de 1 cm²). El parámetro a cronometrar fue el tiempo de inflamación, o sea, el tiempo donde surge la primera llama que se automantiene.

Puede concluirse en que existen diferencias significativas entre los tiempos de inflamación de las trece especies estudiadas. Los resultados permiten clasificar las mismas en cuatro grupos de acuerdo a la secuencia de tiempos de inflamación obtenida, además de permitir cotejar especies nativas diversas y de concluir con algunas premisas interesantes.

No se consideran suficientes los resultados obtenidos como para generalizar más allá de los cuatro grupos obtenidos y de algunas conclusiones, por cuanto se entienden como datos orientativos; y se cree necesario realizar más experiencias y desarrollar metodologías adaptadas a nuestro medio y necesidades, a fin de evaluar objetivamente la inflamabilidad de las especies. Únicamente a través de un conocimiento profundo del fenómeno fuego y de la comprensión de su comportamiento se podrán establecer las bases necesarias para la planificación de medidas verdaderamente eficaces, tanto en el campo de la prevención, como en el de la extinción misma.

INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS DE LA PRÁCTICA

Los cercos vivos son bastante frecuentes en zonas urbanas o de interfase urbe-bosque, inclusive en zonas rurales. La región andino-patagónica no está exenta de esta característica.

Año a año el fuego, que constituye en muchos de nuestros ecosistemas un factor ecológico más, termina convirtiéndose en un grave problema al afectar zonas pobladas. La presencia de viviendas y estructuras como tranquilas, setos vivos, techos de madera, plazas, etc., en áreas boscosas o pobladas con distintas plantas, condiciona y determina la existencia de los llamados incendios de interfase urbe-bosque, que adquiere particular importancia a efectos de la implementación de un adecuado plan de ataque y del manejo de procedimientos satisfactorios (tácticas, etc.). Esta problemática debiera ser motivo para desarrollar técnicas eficaces y viables en materia de prevención y extinción de incendios. Si bien el fuego nunca ha sido un suceso extraño, la complejidad inherente a los combustibles, junto a los condicionantes meteorológicos, y al parecer también edáficos (Rundel, 1981), limitan muy a menudo la comprensión completa del comportamiento del fuego (Elvira y Hernando, 1987).

Dos propiedades fundamentales de los combustibles en estudios de fuego son la temperatura a la cual ocurre la ignición y la energía disponible liberada del combustible en el proceso de la combustión (Rundel, 1981). El método más eficaz para valorar las condiciones que rigen el inicio de los incendios en función del combustible es el determinado por el estudio de la inflamabilidad.

La inflamabilidad es la medida de la facilidad que presenta un gas, líquido o sólido para encenderse y de la rapidez con que, una vez encendido, se diseminan sus llamas. El tiempo de inflamación estará determinado por la temperatura y velocidad a la cual comienzan a volatilizarse compuestos orgánicos. Cuanto más rápida sea la ignición, más inflamable será el material. Dicho estudio, objetivo de esta práctica, está dirigido en consecuencia a la obtención de métodos que permitan prever el inicio del fuego a partir del estado de los combustibles, y permita clasificar las especies involucradas según el riesgo que representen al iniciar un fuego, sin considerar los factores del medio que influyen en su progresión generalizada, transformando el fuego incipiente en un incendio. Estos conocimientos podrán ser aplicados dentro del enfoque de la silvicultura preventiva.

Todas estas consideraciones reflejan la necesidad de reforzar y fomentar la investigación del fenómeno de la combustión en el sentido antes apuntado.

OBJETIVOS

- Definir el concepto de inflamabilidad y la utilidad de su conocimiento.
- Clasificar las principales especies forestales utilizadas como cercos vivos de acuerdo al riesgo que representan para iniciar un incendio (particularmente en el período de mayor peligro), tendiente a la planificación de las tareas propias de la ordenación del combustible, procurando limitar la extensión de especies extremadamente inflamables y potenciando el establecimiento de especies de bajo riesgo.

ACTIVIDADES REALIZADAS

1. Identificación taxonómica de las especies involucradas, en gabinete y, en caso de ser necesario, consulta a especialistas.
2. Recolección y procesamiento de muestras acorde al método de trabajo ya descrito.
3. Determinación del tiempo de inflamación y del porcentaje de ensayos positivos, clasificando la especie según una escala de inflamabilidad.
4. Revisión bibliográfica.
5. Procesamiento de datos y elaboración de conclusiones.
6. Elaboración del informe final.

Se propusieron en principio unas 120 horas teóricas y otras 120 horas de trabajo práctico, repartidas en siete a ocho horas diarias, carga horaria que fue superada. Las salidas a campo y mediciones en laboratorio se desarrollaron durante marzo, abril y mayo del corriente 2000.

FECHA (HORAS)	ACTIVIDAD
15/3 (7)	4
16/3 (7)	4
17/3 (7)	4
18/3 (8)	4 (1)
20/3 (7)	1
21/3 (7)	1
22/3 (7)	2 - 3
23/3 (7)	2 - 3
24/3 (7)	2 - 3
25/3 (8)	4 (1)
26/3 (7)	2 - 3
27/3 (7)	2 - 3
28/3 (7)	2 - 3
29/3 (7)	2 - 3
30/3 (7)	2 - 3
31/3 (7)	2 - 3
1°/4 (8)	4 - 5
3/4 (7)	2 - 3
4/4 (7)	2 - 3
5/4 (7)	2 - 3
6/4 (7)	2 - 3
7/4 (7)	2 - 3
8/4 (8)	4 - 5
9/4 (8)	5 - 6
10/4 (8)	2 - 3
11/4 (8)	2 - 3
12/4 (8)	2 - 3
13/4 (8)	2 - 3
14/4 (8)	2 - 3
15/4 (8)	5 - 6
16/4 (8)	5 - 6

Continúa en la página siguiente

<i>Continúa de la página anterior</i>	
17/4 (8)	2 - 3
19/4 (8)	2 - 3
20/4 (7)	2 - 3
22/4 (7)	2 - 3
23/4 (4)	5 - 6
24/4 (4)	5 - 6
10/5 (3)	4
14/4 (6)	4 - 5 - 6
meses de mayo a noviembre (indeterminadas)	(4) - 5 - 6

MATERIALES Y MÉTODOS

El principio del ensayo consiste en la medición sistemática de la inflamabilidad a través de series rápidas (75 exposiciones sucesivas del material más fino de una misma especie a la acción de un rayo calórico elevado), y su posterior tratamiento estadístico.

Las especies que fueron objeto de estudio en esta práctica (ver fotos en APÉNDICE I, en página 20) son aquellas utilizadas con mayor frecuencia como cercos vivos en la zona, estimadas en un principio en número de seis, todas exóticas. No se excluyó la posibilidad de ensayar con especies que potencialmente podrían utilizarse para el mismo fin, tomando especialmente en cuenta a las nativas.

Se consideró conveniente empezar con una lista que priorizada el muestreo de las especies:

- *Cupressus macrocarpa* Hartw. (= *C. lambertiana* Carr.) “(ciprés) macrocarpa”
- *Cytisus vulgaris* Linnæus “retama”, “genista”
- *Embothrium coccineum* Forst. “notro”
- *Fabiana imbricata* Ruíz et Pavón “palo piche”
- *Maytenus boaria* Molina “maitén”
- *Myrceugenia apiculata* (DC) Kausel (= *Myrceugenia apiculata* (DC) Niedenz.) “arrayán”, “quetri”
- *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Dougl. (= *P. douglasii* Carr.) “(pino) oregón”, “abeto de Douglas”
- *Pyracantha coccinea* Roem. (= *Cotoneaster pyracantha* (L.) Spach) “espino de fuego”
- *Rosa rubiginosa* Linnæus (= *R. eglanteria* Linnæus) “(rosa) mosqueta”, “rosal silvestre, montés, campesino, bravo, de culebra, del diablo, etc.”
- *Salix alba* Linnæus “sauce blanco”, “salce”
- A dicha lista se agregaron más tarde las siguientes especies:
- *Taxus baccata* Linnæus “tejo”
- *Prunus laurocerasus* Linnæus “lauroceraso”
- *Chamaecyparis* (Spach.) *stelznerii*

Diseño de muestreo:

La toma de muestras se realizó durante los meses de marzo y abril del 2000, en el ejido urbano de San Carlos de Bariloche, y consistió en cortar los extremos de ramillas laterales y terminales en varios individuos (al menos 5 distintos) que presentasen el mismo estado fenológico (hojas jóvenes). A su vez, se decidió muestrear aquellas hojas ubicadas en la porción norte de la planta, expuestas por tanto a una mayor insolación. El transporte a laboratorio se realizó en bolsas cerradas inmediatamente a la toma de muestras, a fin de disminuir al máximo las pérdidas de humedad. Asimismo se agregó una servilleta húmeda en la misma bolsa de muestreo. Se ha comprobado que el agregado de una servilleta húmeda en la misma bolsa de muestreo es una buena medida preventiva de la desecación del material recolectado. Al llegar al laboratorio las muestras fueron guardadas en heladera, hasta el momento del ensayo mismo. La práctica demostró que las muestras en laboratorio se mantienen en buen estado si son conservadas de esta forma por unos días. ?

En el laboratorio se determinó la humedad del vegetal en el momento del ensayo como la media aritmética de la obtenida por medio del secado a estufa a 60-100 °C durante 48 horas de tres muestras representativas del material a ensayar. Se cortaron entonces 75 submuestras por especie, de 1 gramo cada una y todas correspondientes a hojas jóvenes y sanas, sin que presenten partes necrosadas o faltantes. Todas las mediciones que involucraron determinación

de peso se realizaron con una balanza Mettler PJ300, con precisión de milésima de gramo. Se definieron los tamaños máximos del combustible a medir como de 1 cm², y se cortaron las hojas a muestrear que fueran de dimensiones mayores en cuadrículas de 1x1 cm. En especies con hojas compuestas, fueron consideradas sólo las láminas foliares a los efectos del muestreo; así como lo fueron las acículas (sin tallo) y las hojas escamosas en coníferas. Luego de picada la muestra, esta fue embolsada en bolsas plásticas chicas.

Luego de hacer varios ensayos de prueba se convino en preparar series de, por ejemplo, diez submuestras/especie/día, para compensar y precaverse de la eventual pérdida de humedad del material. A su vez los ensayos intercalaban las especies entre sí. Dicho método resultó muy práctico.

La fuente de calor utilizada en el método seleccionado está constituida por un foco calorífico “epirradiador” (Figuras 1 y 2), de aproximadamente 600 W de potencia, que produce una radiación calorífica constante. Consiste en un crisol con un arrollamiento de una resistencia a su alrededor, recubierto todo por una capa de cemento refractario de 1 cm de espesor. El crisol mide 4,5 cm de profundidad y sus diámetros (externo e interno respectivamente) miden 7,5 y 2,5 cm. El borde inferior del crisol se separa de la mesada de trabajo por 15,5 cm; y a una determinada distancia del borde superior del crisol (4 cm.) se ubica un mechero de gas propano. La resistencia del crisol calienta al combustible hasta que el mismo comienza a desprender volátiles inflamables, los que se encienden al entrar en contacto con la llama del mechero. Este artefacto fue construido por el autor de la práctica y es de propiedad del Laboratorio Ecotono.



Figura 1: Epirradiador (Obs.: La regla mide 15 cm de largo).

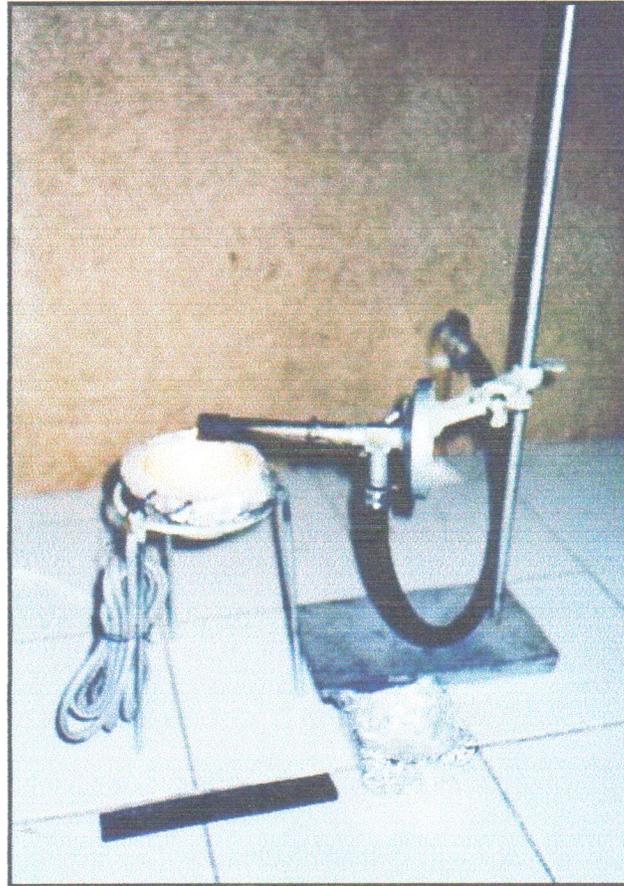


Figura 2: Epirradiador (Obs.: La regla mide 15 cm de largo).

Cuando el epirradiator está frío, debía dejarse unos 7 minutos encendido antes de empezar con los ensayos, según las pruebas de calibración. Las muestras se ubicaron en el fondo del crisol y tocaron las paredes del mismo, y las mediciones se tomaron recién a partir de la primera llama que se automantuvo. Luego de los ensayos, de medición, se apagaba el radiador 3 minutos (durante los cuales debían ser eliminados los residuos de la combustión con una pequeña cuchara y con una aspiradora) y se dejaba encendido otros 4 minutos antes de volver a ensayar con otra muestra, como tiempo prudencial de calentamiento. La práctica demostró mucho más recomendable y rápido retirar los residuos de la combustión de las muestras con una cuchara, y aspirar (sólo de ser necesario) las partículas más pequeñas, sin desconectar el epirradiator. La materia retirada era depositada en una caja plástica recubierta de papel aluminio (visible abajo a la derecha, en la Figura 2).

El parámetro a cronometrar fue el tiempo de inflamación.

Los datos fueron entrados a una hoja de cálculo de Microsoft Excel '97, desde donde pudieron aplicarse en Statistica for Windows (en su versión 4.5). Las medias de tiempos de inflamación se compararon estadísticamente a través de un análisis de la varianza, llamado anova (Sokal, 1979), para determinar si existían diferencias significativas en los tiempos de inflamación entre las especies. El propósito del análisis de la varianza es calcular las diferencias estadísticas entre las medias de los grupos (Sokal, 1979). A su vez se realizaron contrastes *a posteriori* por medio del Test de Tukey (HSD). Esta prueba estadística permite comparar todas las medias entre sí y determinar la existencia de grupos estadísticamente homogéneos. A través de este test pudieron definirse cuatro grupos. Se trabajó con un nivel de significancia (α) de 5%.

RESULTADOS

Los resultados pueden observarse en las Tablas 1 y 2 y en la Figura 3, en donde pueden visualizarse las tendencias que resuelven los cuatro grupos antes mencionados.

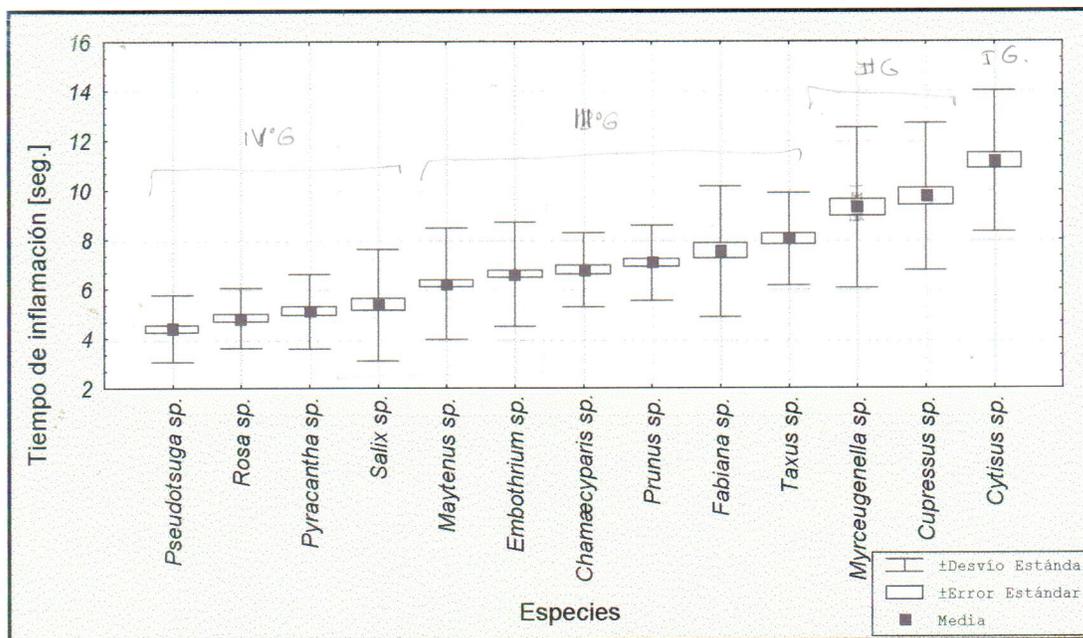


Figura 3: Tiempo de inflamación [seg.] para las distintas especies estudiadas

Del análisis de la varianza surge la siguiente tabla:

	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Media de los cuadrados	f	p
Efecto	3732.654	12	311.0545	64.72341	0.00
Error	4623.280	962	4.8059		

Tabla 1: Tabla de anova del efecto principal en la especie sobre el tiempo de inflamación para las trece especies estudiadas

En la Tabla 1 se observa que las diferencias en el tiempo de inflamación entre especies son significativas ($p < 0,05$).

El análisis posterior (Tukey HSD) permite definir cuatro grupos. Las diferencias entre las medias de cada grupo difieren en forma significativa ($p < 0,05$).

donde está?

La ordenación de las especies muestreadas es, en orden creciente de inflamabilidad:

- Grupo I (especies de inflamación muy lenta): *Cytisus vulgaris*.
- Grupo II (especies de inflamación lenta): *Myrceugenella apiculata* y *Cupressus macrocarpa*.
- Grupo III (especies de inflamación media): *Taxus baccata*, *Fabiana imbricata*, *Prunus laurocerasus*, *Chamaecyparis stelznerii*, *Embothrium coccineum* y *Maytenus boaria*.
- Grupo IV (especies de inflamación rápida): *Rosa rubiginosa*, *Salix alba*, *Pyracantha coccinea* y *Pseudotsuga menziesii*.

La Tabla 2 muestra los valores finales de porcentaje de humedad de las muestras ensayadas.

ESPECIE	% DE HUMEDAD PROMEDIO
<i>Myrceugenella apiculata</i>	67,55
<i>Cupressus macrocarpa</i>	70,61
<i>Cytisus vulgaris</i>	65,09
<i>Fabiana imbricata</i>	66,79
<i>Rosa rubiginosa</i>	59,25
<i>Embothrium coccineum</i>	65,59
<i>Maytenus boaria</i>	58,73
<i>Pyracantha coccinea</i>	61,43
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	61,58
<i>Salix alba</i>	81,49
<i>Prunus laurocerasus</i>	59,81
<i>Chamaecyparis stelzneri</i>	54,71
<i>Taxus baccata</i>	60,92

Tabla 2: % de humedad de las especies involucradas en el ensayo (n=3).

El material utilizado para el muestreo tenía en promedio un 64% de humedad; y las mismas especies, en otra época del año, bajo otras condiciones darán resultados distintos, por lo que deben tomarse estos datos como orientativos.

Existen valores francamente más altos, como los que corresponden a *Myrceugenella apiculata*, *Cupressus macrocarpa* y *Salix alba*; mientras que otros representan menores contenidos de humedad, como los que corresponden a *Maytenus boaria* y a *Chamaecyparis stelzneri*.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las especies usadas como cercos vivos en la zona de Bariloche difieren en sus tiempos de inflamación considerablemente. Pueden definirse cuatro grupos de especies, cuyas medias fueron significativas al 5% (ver Figura 3). Se listan las especies en orden creciente de inflamabilidad:

Grupo IV (especies de inflamación rápida):

- *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Dougl. (Figura 26 y 14 -en el centro-)
- *Rosa rubiginosa* Linnæus (Figuras 24 y 25)
- *Pyracantha coccinea* Roem. (Figuras 21, 22 y 23)
- *Salix alba* Linnæus (Figura 20)

Grupo III (especies de inflamación media):

- *Maytenus boaria* Molina (Figuras 6^a -a la izquierda-, 18 y 19)
- *Embothrium coccineum* Forst. (Figuras 16 y 17)
- *Chamæcyparis* (Spach.) *steltzerii* (Figuras 14 y 15)
- *Prunus laurocerasus* Linnæus (Figuras 12 y 13)
- *Fabiana imbricata* Ruíz et Pavón (Figuras 10 y 11)
- *Taxus baccata* Linnæus (Figura 9)

Grupo II (especies de inflamación lenta):

- *Myrceugenella apiculata* (DC) Kausel (Figura 8)
- *Cupressus macrocarpa* Hartw. (= *C. lambertiana* Carr.) (Figuras 6 y 7)

Grupo I (especies de inflamación muy lenta):

- *Cytisus vulgaris* Linnæus (Figuras 4 y 5)

Se advierten algunas aparentes contradicciones a la creencia generalizada que hay sobre la inflamabilidad de algunas especies. Llama la atención en particular la categorización obtenida por *Rosa rubiginosa* (que en incendios siempre tarda en arder) así como por *Cytisus vulgaris* y *Cupressus macrocarpa* (que normalmente son de condición muy inflamable, especialmente la primera en estado seco). Es probable que el posicionamiento de *Rosa rubiginosa* pueda explicarse en el muestreo de hojas jóvenes (recuérdese que el diseño de muestreo indicaba utilizar material de igual estado fenológico entre sí). Por otra parte, resulta llamativo observar que *Salix alba*, de hojas frescas (las medias de % de humedad fueron del 81,5 para esta especie) y que aparentemente son poco combustibles, sea agrupado en la categoría IV, o sea, dentro de las más inflamable de las especies muestreadas. Quizá la época del año en que se realizaron los ensayos tenga influencia en los resultados.

En los casos de *Maytenus boaria*, *Embothrium coccineum* y *Prunus laurocerasus*, probablemente al igual que con las especies *Taxus baccata* y *Myrceugenella apiculata*, puedan justificarse los valores de inflamabilidad obtenidos por la presencia de hojas coriáceas o subcoriáceas, que retarden en alguna forma la ignición.

Algunos resultados revelan interesantes aspectos, como el hecho de que especies nativas se hallen bastante bien posicionadas respecto a su inflamabilidad (todas medianamente o poco inflamables). Entre ellas destacan

Myrceugenella apiculata y *Fabiana imbricata*. Ésta última podría ser ensayada como cerco vivo y podría llegar a adquirir mayor difusión que la primera debido a su probable menor costo de producción.

Sí parece totalmente desaconsejable el uso de *Pseudotsuga menziesii* y de *Pyracantha coccinea*, que constituyen un gran porcentaje de los setos vivos locales. En el caso de la conífera el hecho es totalmente respaldado por el comportamiento frente a un incendio: es una especie que puede considerarse sin duda como peligrosa, debido a su poco tiempo de inflamación (posee una media de 4,41 segundos), a lo que debe contribuir su alto contenido resinoso.

Es importante recordar que este ensayo es tan sólo una forma de obtener un valor relacionado con la inflamabilidad, y que existen otros que afectan a la misma, tanto intrínsecos como extrínsecos a los combustibles. Por ejemplo: la compactibilidad, la superficie expuesta, los contenidos volátiles (como aceites, ceras, resinas; que pueden variar durante el año), la biomasa seca (relacionada también con la densidad de la madera), el calor de combustión (reacción en cadena) o la arquitectura de la planta (relacionada a su vez con la continuidad -vertical y horizontal- del combustible; o con la evolución de la canopia) (Contreras, 1996; Vélez, 1987). Este concepto puede ayudar a entender fenómenos como el de *Rosa rubiginosa*, donde la medida obtenida está más en relación, aparentemente, con el peligro de ignición que con el de propagación. A la inversa puede ocurrir entonces con *Cupressus macrocarpa* y *Cytisus vulgaris*, donde los resultados indican que estas especies tardan más en inflamarse, pero nada indica que tarde menos en propagarse el fuego, una vez iniciado. Por otro lado, no debieran olvidarse factores como la biomasa seca -que evidentemente generarán resultados distintos-, o la distribución espacial del vegetal, que también tiene importante influencia en el fenómeno (Elvira y Hernando, 1987).

Tampoco puede generalizarse clasificando las especies en función de su origen; ni de su ubicación botánica. Puede asumirse como generalidad que las especies coníferas son más inflamables, por su contenido resinífero, aunque esto no es excluyente, ya que, si observamos los resultados obtenidos en la Figura 2, tanto *Cupressus macrocarpa* como *Taxus baccata* arrojan resultados medios.

La silvicultura preventiva trata de conseguir estructuras de masa con menor grado de combustibilidad, es decir, con mayor resistencia a la propagación del fuego (Ruíz del Castillo, 1987; Vélez, 1987), pero esto requiere de otros estudios más extensos, como el de túneles de combustibilidad (Elvira y Hernando, 1987). Será probablemente más eficaz considerar, teniendo en cuenta condicionantes ecológicos y económicos, la resistencia activa (fuerte diseminación o rebrote después del fuego) o pasiva (corteza gruesa, porte monopódico) de las especies. En cualquier caso es conveniente favorecer la mezcla de especies diversas, que contribuyan a modificar o a fraccionar la continuidad de modelo de combustible (Vélez, 1987).

Quien escribe no considera suficientes los resultados obtenidos como para generalizar más allá de los cuatro grupos obtenidos y de las conclusiones anteriormente discutidas, y cree necesario realizar más experiencias y desarrollar metodologías adaptadas a nuestro medio y necesidades, a fin de evaluar objetivamente la inflamabilidad de las especies. Únicamente a través

de un conocimiento profundo del fenómeno fuego y de la comprensión de su comportamiento se podrán establecer las bases necesarias para la planificación de medidas verdaderamente eficaces, tanto en el campo de la prevención, como en el de la extinción misma.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia

A todos mis amigos

Al grupo de Ecotono

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beckett, Kenneth A. 1995. "Coníferas". Guías de Jardín Blume. Ediciones La Isla. Barcelona. España.

Bianchini, Francesco - Azurra Carrara, Pantano. 1979. "Guía de plantas y flores". Editorial Grijalbo. Barcelona. España.

Caldiz, Mayra Sabrina. 1999. "Estructura genética del arrayán, *Luma apiculata* (DC) Burret (Myrtaceae), una especie endémica del noroeste patagónico: su relación con el sistema reproductivo y modo de regeneración". Trabajo para optar al grado de Licenciado en Ciencias Biológicas. CRUB. Bariloche. Argentina.

Contreras, Edgardo. 1996. "Curso para Combatientes de Incendios Forestales". Fundación Hölter-Simon - Foro de Intendentes y Empresarios del Mercosur. Argentina.

Dimitri, Milan. 1987 (3ª edición). "Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería". Editorial ACME S.A.I.C. Buenos Aires. Argentina.

Elvira, L. M. - Hernando, C. 1987. "Curso Superior sobre Defensa contra Incendios Forestales. 2º Módulo (El comportamiento del Fuego en los Incendios Forestales). 5º Tema (Determinación de la Combustibilidad en el Laboratorio del Fuego)". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I. Co.Na. España.

Font Quer, Pío. 1981 (7ª edición). "Plantas medicinales. El Dioscórides renovado". Editorial Labor, S.A. Barcelona. España

Hay, Roy - Synge, Patrick M. 1973. "Diccionario ilustrado en color de plantas de jardín" (2ª edición). Editorial Gustavo Gili, S. A. Barcelona. España.

Hessayon, Dr. D. G. 1996. "Árboles y arbustos de jardín". Editorial Blume. Barcelona. España.

Lanzara, Paola - Pizzetti, Mariella. 1979. "Guía de árboles". Editorial Grijalbo. Barcelona. España.

Ruiz del Castillo, Jacobo. 1987. "Curso Superior sobre Defensa contra Incendios Forestales. 4º Módulo (Prevención de los Incendios Forestales). 11º Tema (Sustitución de especies)". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I. Co.Na. España.

Rundel, P. W. (1981b). "Structural and chemical components of flammability", en "Fire Regimes and Ecosystem Properties" (H. A. Mooney, T. M. Bonnicksen, N. L. Christensen, J. E. Lotan, W. A. Reiners, eds.), *General Technical Report WO-US Forest Service [Wash. Off]*. GTR-WO-26, pp. 183-207. Estados Unidos de Norteamérica.

Sokal, Robert R. - Rohlf, F. James. 1969 (Traducción castellana de Miguel Lahoz León, 1979). "Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica". H. Blume Ediciones. España. Capítulo 7. y 13.

Vega, José Antonio. 1987. "Curso Superior sobre Defensa contra Incendios Forestales. 2º Módulo (El comportamiento del Fuego en los Incendios Forestales). 6º Tema (Métodos de predicción del comportamiento del incendio)". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I. Co.Na. España.

Vélez, Ricardo. 1987. "Curso Superior sobre Defensa contra Incendios Forestales. 4º Módulo (Prevención de Incendios Forestales). 12º Tema (Selvicultura preventiva)". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I. Co.Na. España.

Wabo, Enrique. 1997. "Estadística descriptiva". Publicación técnica para el Curso de Técnico Universitario Forestal. Universidad Nacional del Comahue. Argentina.

APÉNDICE I:
FOTOS DE LAS ESPECIES ENSAYADAS



Figura 4: *Cytisus vulgaris* L. (Avda. Pioneros km 3).



Figura 5: *Cytisus vulgaris* L. (Avda. Pioneros km 3).



Figura 6: *Cupressus macrocarpa* Hartw. (Huiliches al 5,8; B° Rancho Grande).

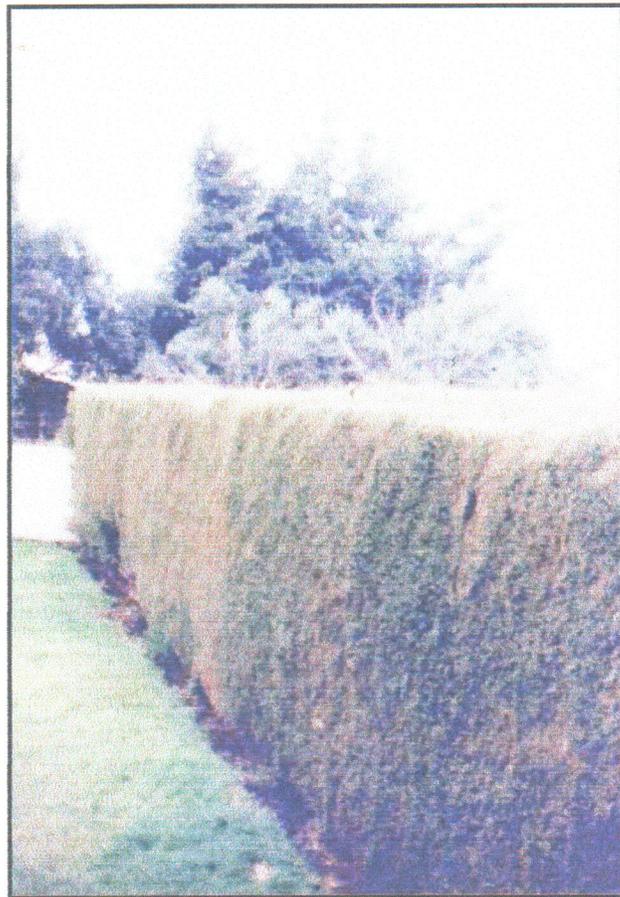


Figura 7: *Cupressus macrocarpa* Hartw. (Familia Götze).



Figura 8: Población aislada *Myrceugenia apiculata* (DC) Kausel, en Río Arrayanes (Parque Nacional Los Alerces). (Foto: Caldiz, 1999).



Figura 9: *Taxus baccata* L. (calle Elflein altura Frey).



Figura 10: *Fabiana imbricata* Ruíz et Pavón (camino a Piedras Blancas, Cerro Otto).

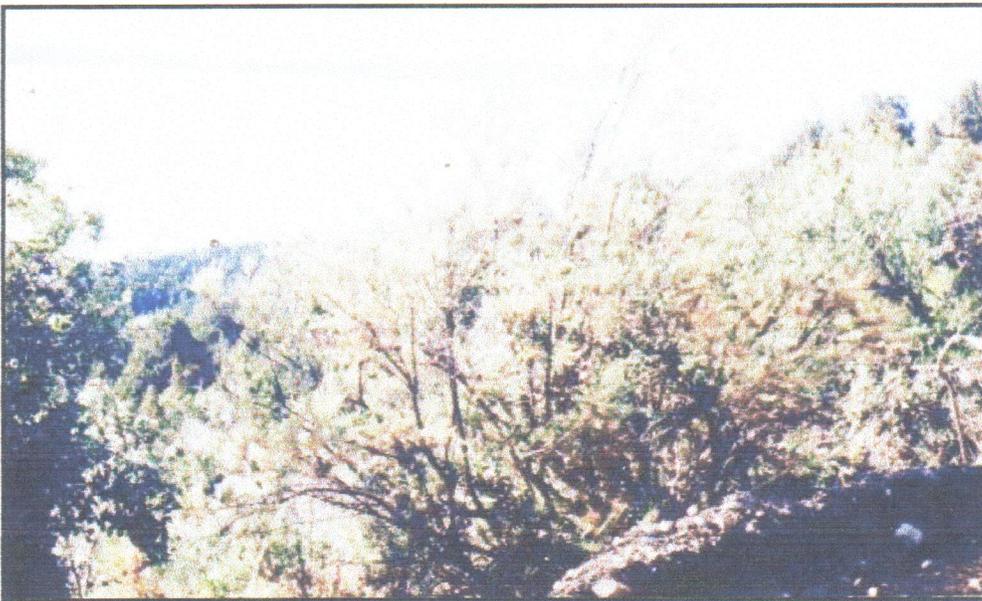


Figura 11: *Fabiana imbricata* Ruíz et Pavón (camino a Piedras Blancas, Cerro Otto).

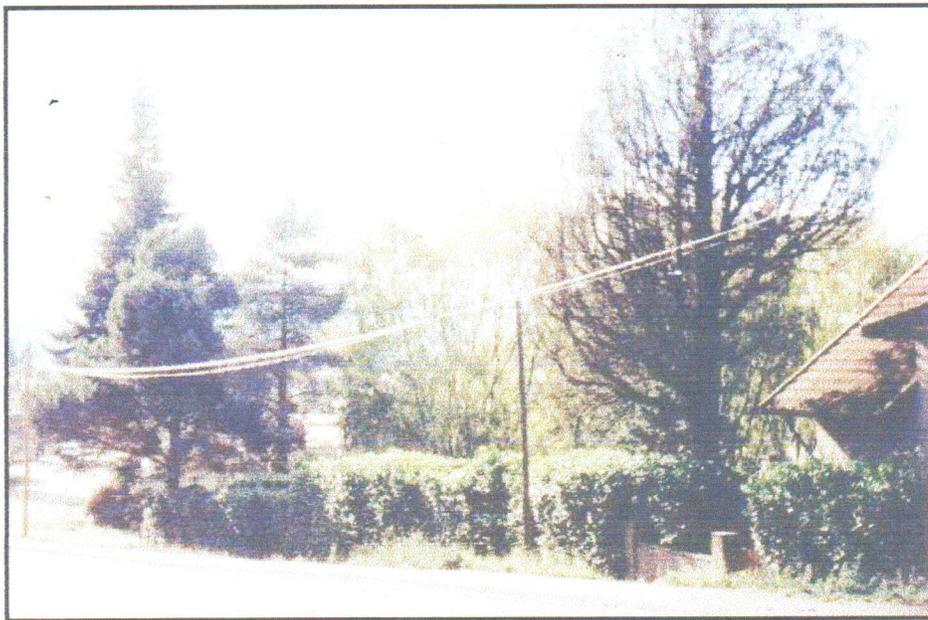


Figura 12: *Prunus laurocerasus* L. (calle Pasaje Gutiérrez esquina Vilcapugio).

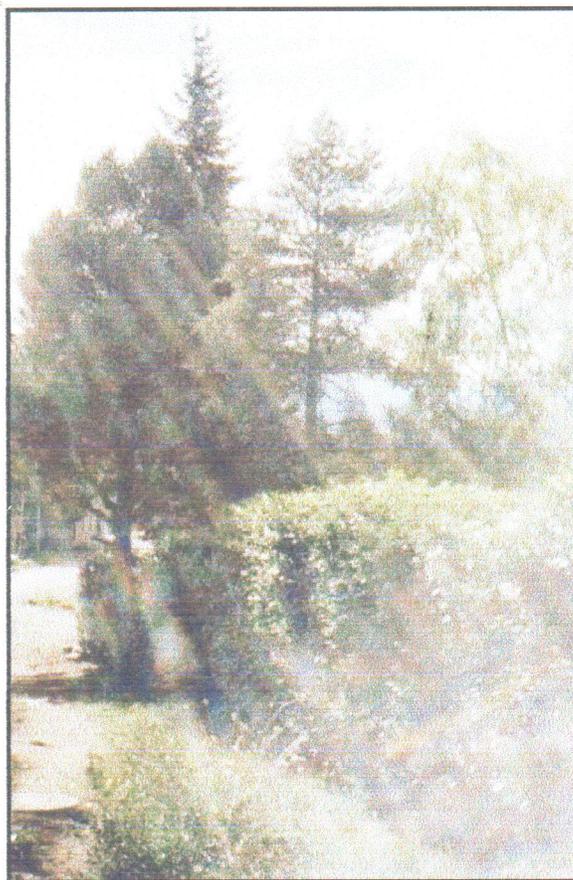


Figura 13: *Prunus laurocerasus* L. (calle Pasaje Gutiérrez esquina Vilcapugio).



Figura 14: *Chamæcyparis* (Spach.) *stelznerii* (B° Melipal).

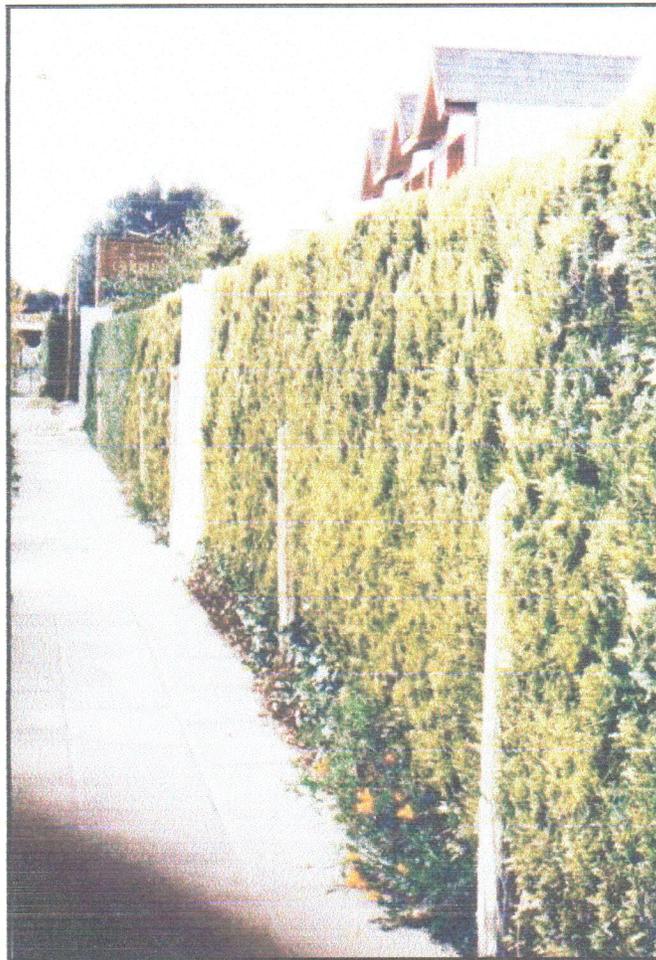


Figura 15: *Chamæcyparis* (Spach.) *stelznerii* (B° Melipal)

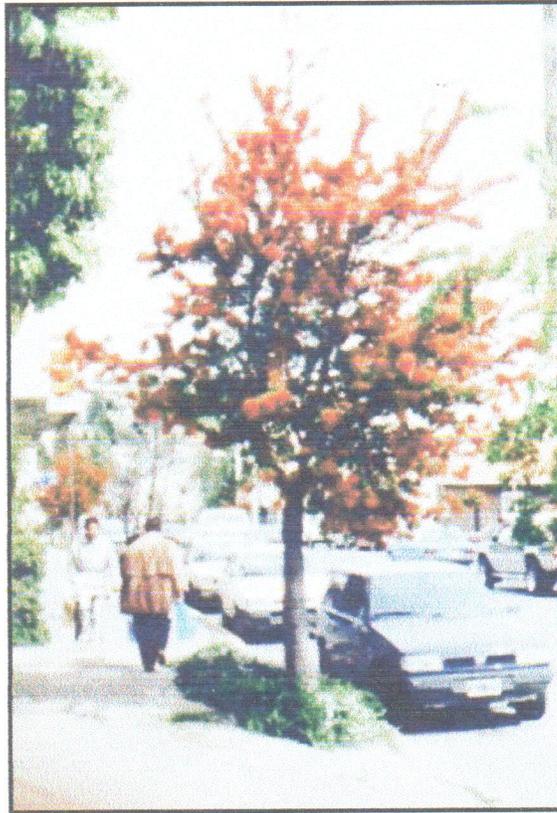


Figura 16: *Embothrium coccineum* Forst. (calle Gallardo).



Figura 17: *Embothrium coccineum* Forst. (calle Gallardo).



Figura 18: *Maytenus boaria* Molina (Avda. Pioneros km 3).

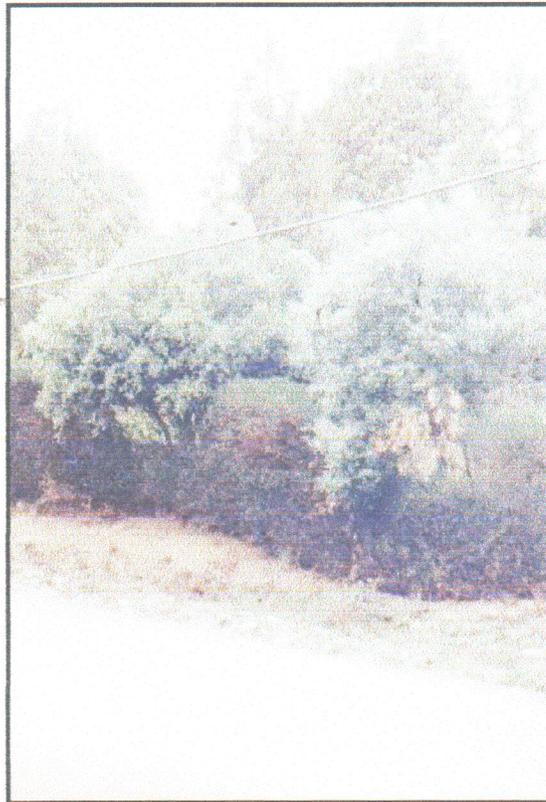


Figura 19: *Maytenus boaria* Molina (Avda. Pioneros km 3).

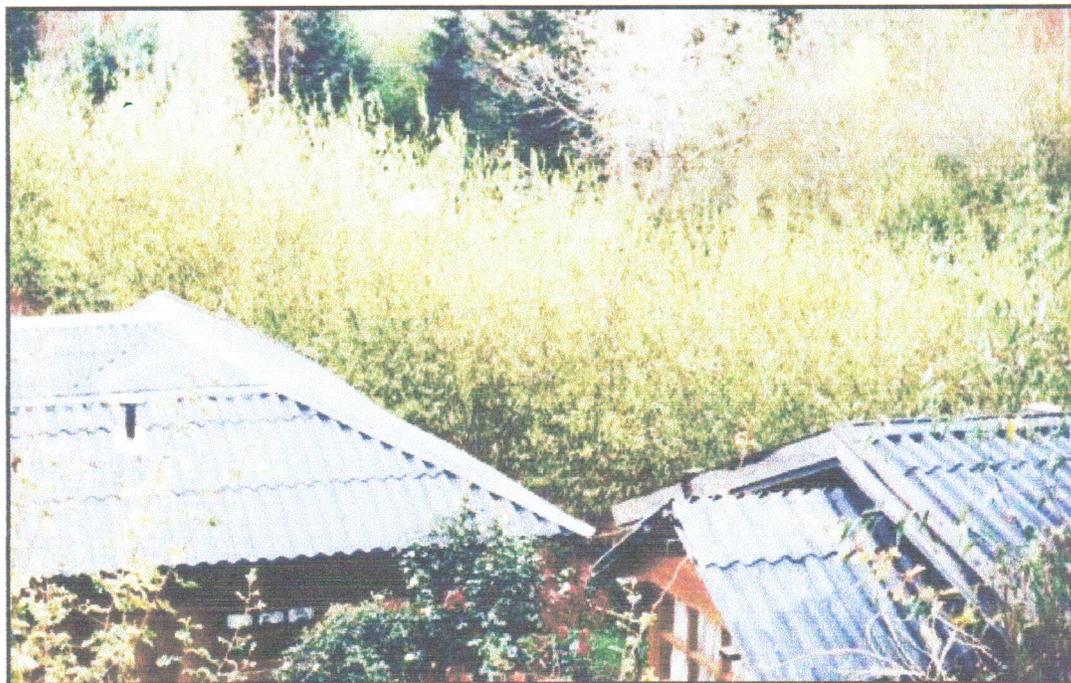


Figura 20: *Salix alba* L. (Avda. Pioneros km 6,4).

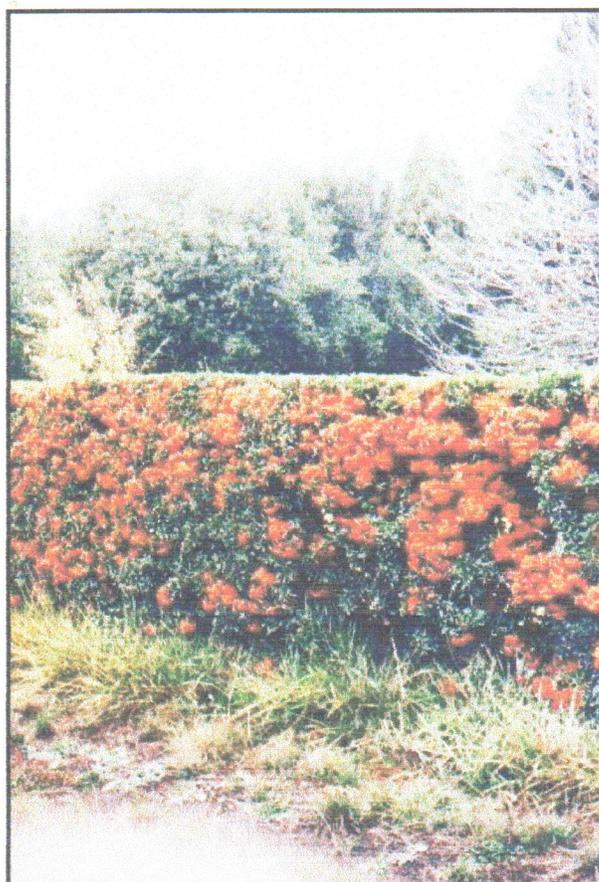


Figura 21: *Pyracantha coccinea* Roem. (Avda. Pioneros km 7).



Figura 22: *Pyracantha coccinea* Roem. (Avda. Pioneros km 7).



Figura 23: *Pyracantha coccinea* Roem. (Avda. Pioneros km 7).



Figura 24: *Rosa rubiginosa* L. (Avda. Pioneros km 6,2).

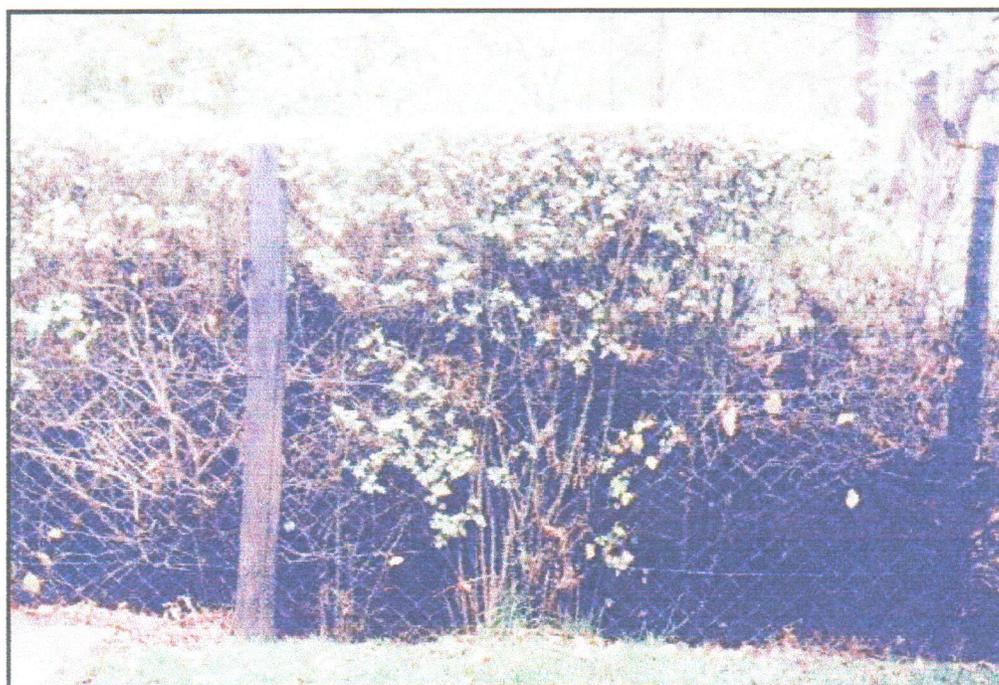


Figura 25: *Rosa rubiginosa* L. (Avda. Pioneros km 6,2).



Figura 26: *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Dougl. (calle Pasaje Gutiérrez y Curuzú Cuatiá).