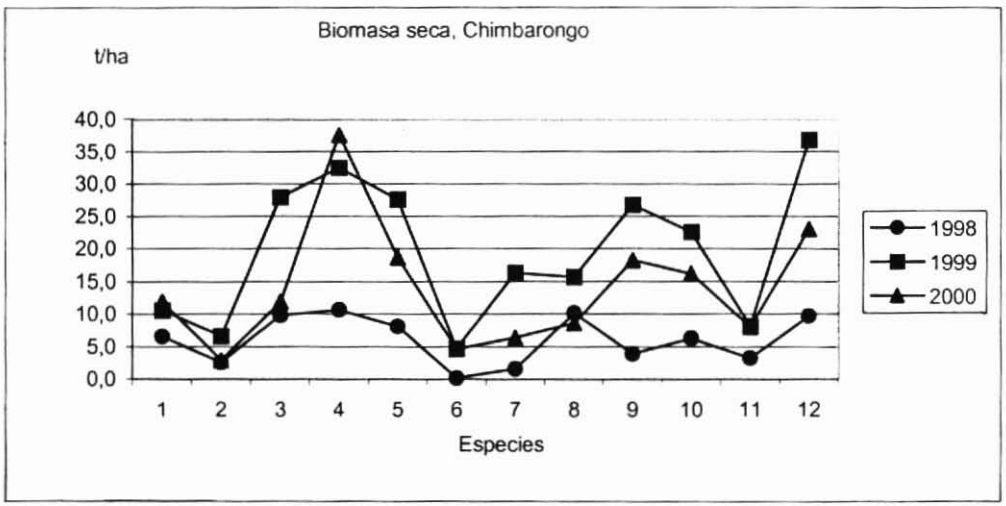
La representación gráfica (figura 5) de los rendimientos por año y especie, demuestra los altos niveles de productividad alcanzados por la especie 4, la que llega a 37 t seca/ha, en la temporada 2000, con una gradualidad en los rendimientos anuales, conforme a lo esperado:

- Primer año : 10,7 t seca/ha
- Segundo año : 32,2 t seca/ha
- Tercer año : 37,6 t seca/ha

La especie 3 presenta niveles más bajo que los anteriores, pero sin duda igualmente interesantes.

La especie 2, considerada promisoria desde el punto de vista de la producción de varas, por sus características de flexibilidad (GARAY, 2000) y baja proporción de defectos, presenta un rendimiento, en el mejor de los casos, de 5 t seca/ha. No obstante, este valor puede ser incrementado a través de la selección de clones de mejor rendimiento.

Figura 5. Biomasa seca según año y especie



El tipo de varas en este caso (cuadro 33), corresponde al igual que en otras localidades a la categoría de gruesas (60,8%) y medianas (38,7%).

Cuadro 33. Tipo de varas

Tipo	% biomasa /ha/año
Gruesas	60,8
Medianas	38,7
Finas	0,5

Parral

En esta localidad, destaca por el gran número de varas (TVHA) la especie 9 (*S. caprea*) (cuadro 34). Sigue a ésta un grupo de especies que se diferencia significativamente de la anterior, entre las que se encuentra *S. purpurea* y las especies de *S. viminalis*: 3, 4, 5, y 10. En último término se encuentran las especies 7, 8 y 12, que por sus características resultan poco interesantes para la producción de mimbre. Las especies 9 y 6 pertenecientes al mismo grupo (*S. caprea*) se encuentran distanciadas (primero y penúltimo lugar), lo cual ha sido recurrente en las localidades anteriores para las diferentes variables analizadas, lo que se debe a que la especie 6 tuvo que ser replantada en la temporada 98.

Cuadro 34. Total varas/ha/año según especie

Especie	Media	± D.E
9	621.030^{a}	515.228
2	440.417^{ba}	286.294
4	386.411^{ba}	215.147
1	374.054^{ba}	300.789
5	363.621^{ba}	255.842
11	331.420^{ba}	325.941
3	321.861^{ba}	237.835
10	296.785^{ba}	220.138
8	179.911^{b}	134.991
12	156.381^{b}	85.817
6	152.976^{b}	125.870
7	86.698^{b}	23.387

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

La variable BVHA y BSHA según año (cuadro 35) para el conjunto de especies, presenta bajos niveles en esta localidad, producto principalmente de un manejo inadecuado (riegos, control de malezas) ocurrido en la primera temporada. En los dos años siguientes si bien se soluciona este problema, no se consiguen los rendimientos alcanzados en Chimbarongo.

Cuadro 35. Biomasa verde y seca (t/ha) según año

Año	Biomasa verde		Biomasa seca	
	Media	± D.E	Media	± D.E
1998	1,0[b]	2,1	0,5[b]	1,0
1999	17,2[a]	10,5	8,0[a]	5,2
2000	14,8[a]	12,3	6,9[a]	5,9

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (p≤ 0,05).

Por lo mismo, según se desprende del cuadro 36 los rendimientos según especie son más bajo que para Chimbarongo. Así, la especie 5 (*S. viminalis*), de mayor producción, alcanza en promedio 12,6 t seca/ha/año. Un poco mas abajo, y con diferencias significativas con la primera, se ubican las restantes especies del grupo de los viminalis (4, 3 y 10).

Cuadro 36. Biomasa verde y seca (t/ha/año) según especie

Especie	Biomasa verde		Especie	Biomasa seca	
	Media	± D.E		Media	± D.E
5	26,3[a]	22,5	5	12,6[a]	10,7
4	22,8[ba]	13,4	4	11,1[ba]	6,5
3	17,3[ba]	15,6	3	8,5[ba]	7,7
1	14,0[ba]	12,1	1	5,9[ba]	5,2
9	9,6[ba]	8,3	9	4,9[ba]	4,2
11	9,5[ba]	8,6	11	4,3[ba]	3,9
10	8,3[ba]	9,4	10	3,6[ba]	4,1
7	6,4[ba]	8,5	7	2,6[b]	3,4
8	5,4[b]	4,9	6	2,6[b]	2,0
6	5,3[b]	0,6	2	2,3[b]	0,3
2	4,4[b]	3,9	8	2,2[b]	2,1
12	3,9[b]	3,2	12	1,6[b]	1,3

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (p≤ 0,05).

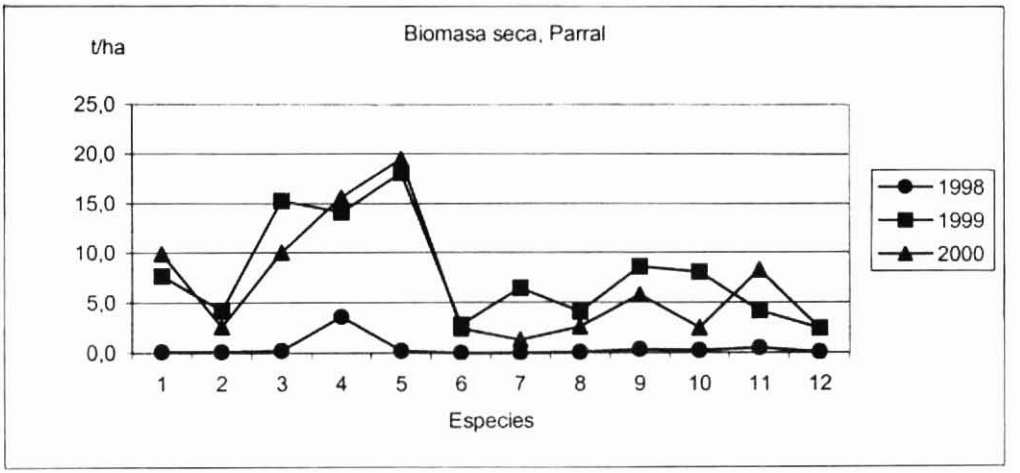
El Cuadro 37 señala que en esta localidad se mantiene la proporción de varas gruesas y medianas, alcanzando las varas finas una proporción que no excede el 1% de la biomasa/ha/año.

Cuadro 37. Tipo de varas

Tipo	% biomasa/ha/año
Gruesas	51,5
Medianas	47,7
Finas	0,8

De la figura 6, se desprende que del año 1999 y 2000 se obtienen producciones similares en las especies 4 y 5, de mayor desarrollo, y muy distantes del resto de los *Salix*.

Figura 6. Biomasa seca según año y especie



Coelemu

Para la variable TVHA (cuadro 38) la prueba estadística no logra discriminar entre especies (P.> 0,05), dada la alta variabilidad registrada en torno a los valores medios. Sin embargo, la especie 2 sobresale entre el grupo de *Salix* analizado por la gran cantidad de varas, cercano al medio millón por hectárea. En posiciones intermedias se encuentra el grupo de los *S. viminalis*, y en último lugar las especies *S. humboldtiana* (7 y 8).

Cuadro 38. Total varas/ha/año según especie

Especie	Media	± D.E
2	423.773	368.866
1	416.338	334.589
9	370.133	256.674
10	368.322	227.992
4	340.102	215.731
12	339.342	240.382
5	303.705	199.125
3	294.677	192.572
6	285.052	212.488
11	179.732	117.112
8	169.090	36.844
7	103.739	37.180

No existen diferencias significativas entre especies (p> 0,05)

Para las variables BVHA y BSHA, el comportamiento entre años para el conjunto de especies ensayadas (cuadro 39), sigue una tendencia creciente, con rendimientos medios, eso sí, por debajo de los obtenidos en Chimbarongo.

Cuadro 39. Biomasa verde y seca (t/ha) según año

Año	Biomasa verde		Biomasa seca	
	Media	± D.E	Media	± D.E
1998	5,7[c]	3,6	2,5[c]	1,5
1999	14,9[a]	8,5	6,4[b]	3,5
2000	24,8[a]	15,4	10,8[a]	6,7

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Los registros para BVHA y BSHA (Cuadro 40), indican también como especies de mayor rendimiento a los S. viminalis 3 y 4, con 12,2 y 11,4 t seca/ha/año, respectivamente, no diferenciándose significativamente entre sí, pero si de las restantes especies. Dichos valores son inferiores a los obtenidos en Chimbarongo, lo que está dado por diferencias en las condiciones de sitio.

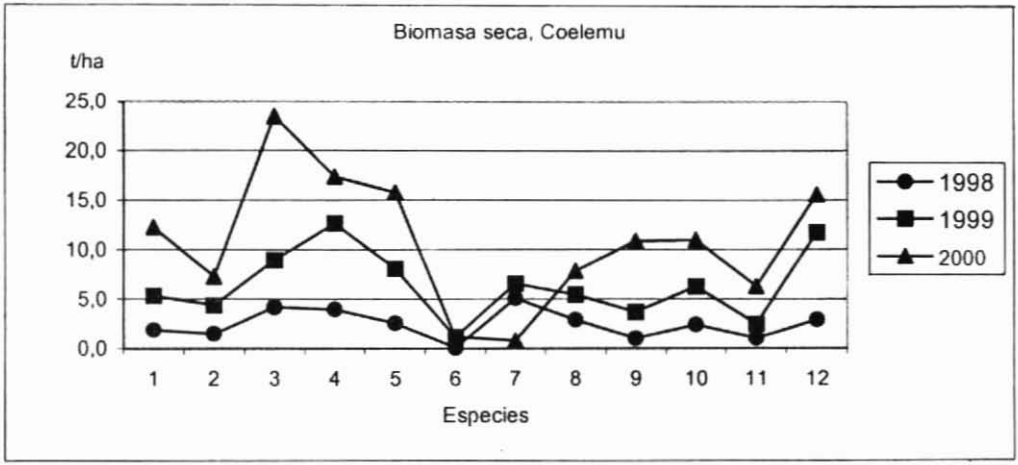
Cuadro 40. Biomasa verde y seca (t/ha/año) según año

Especie	Biomasa verde		Especie	Biomasa seca	
	Media	± D.E		Media	± D.E
4	27,6[a]	16,5	3	12,2[a]	6,8
3	26,5[a]	21,8	4	11,4[a]	10,1
12	24,0[ba]	15,4	12	10,1[ba]	6,5
5	21,0[ba]	15,8	5	8,8[ba]	6,6
1	15,8[ba]	12,8	10	6,6[ba]	5,3
10	15,6[ba]	10,2	1	6,6[ba]	4,3
8	11,9[ba]	5,5	8	5,4[ba]	2,5
9	10,9[ba]	10,8	9	5,2[ba]	5,1
7	10,1[ba]	7,3	2	4,4[ba]	3,0
2	8,9[ba]	5,9	7	4,2[ba]	2,9
11	7,5[ba]	6,2	11	3,3[ba]	2,7
6	1,9[b]	1,6	6	0,8[b]	0,6

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

No obstante lo anterior, de la figura 7 se desprende que a nivel individual y según años, las especies 3 y 4 logran en el año 2000, alcanzar rendimientos de entre 18 y 24 t seca/ha, con lo cual los valores medios indicados en el cuadro 40, como promedio de las tres temporadas, se debe al efecto del primer año, en el cual se generaron rendimientos más bajos de los esperados, principalmente por problemas de manejo (riegos regulares), lo cual fue solucionado en las temporadas siguientes.

Figura 7. Biomasa seca según año y especie



El tipo de varas (cuadro 41) corresponde a un 52,4% de medianas y a un 46,6% de varas gruesas.

Cuadro 41. Tipo de varas

Tipo	% biomasa/ha/año
Medianas	52,4
Gruesas	46,6
Finas	1,0

Yumbel

Para la localidad de Yumbel, la variable TVHA (cuadro 42) tiene un comportamiento similar para las especies 2, 4 y 3 (*S. purpurea y S. viminalis*), siendo superiores éstos valores a los registrados para la localidad de Chimbarongo. En el extremo inferior del *ranking* se ubican las especies 7 y 8, tal como ocurre en otras localidades.

Cuadro 42. Total varas/ha/año según especie

Especie	Media	± D.E
2	463.547[a]	288.710
4	456.669[a]	243.560
3	440.000[a]	263.271
1	424.889[a]	180.356
10	413.333[ba]	239.569
5	374.245[ba]	214.042
9	360.683[bac]	182.147
12	320.496[bac]	225.128
11	295.111[bac]	168.281
6	270.310[bac]	165.424
8	192.282[bc]	95.389
7	150.432[c]	72.775

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (p≤ 0,05).

En términos de BVHA y BSHA (cuadro 43), los registros medios para el total de especies *Salix*, en el año 1998, superan a los obtenidos en Chimbarongo; en el segundo año son prácticamente similares y en el tercer año (2000) bastante inferiores. Esto indica que en el último año se hicieron presentes algunos factores limitantes, tal como la fertilidad del suelo, que contribuyó a este decaimiento en la producción. Corregida esta situación es posible que esta zona pueda alcanzar producciones similares a las obtenidas en Chimbarongo.

Cuadro 43. Biomasa verde y seca (t/ha) según año

	Biomasa verde		Biomasa seca	
Año	Media	± D.E	Media	± D.E
1998	21,0[b]	11,3	8,9[b]	4,8
1999	43,4[a]	22,71	8,5[a]	9,7
2000	22,8[b]	17,9	9,6[b]	7,3

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (p≤ 0,05).

Lo precedentemente expuesto también puede ser verificado a nivel de especie (cuadro 44), dado que en esta localidad la 4 (*S. viminalis*) encabeza el ranking, al igual que en la localidad de Chimbarongo, con un rendimiento de 22,7 t seca/ha/año, bastante cerca de las 26,9 t seca/ha/año logradas en Chimbarongo.

En el resto de las especies el comportamiento es variable, favoreciendo indistintamente a una u otra localidad. Tal es así que la especie 2 en Yumbel logra 6,1 t seca/ha/año, mientras que en Chimbarongo 4,1 t seca/ha/año. La especie 11 alcanza en esta última 6,5 t seca/ha/año, en tanto que en Yumbel 5,7 t seca/ha/año.

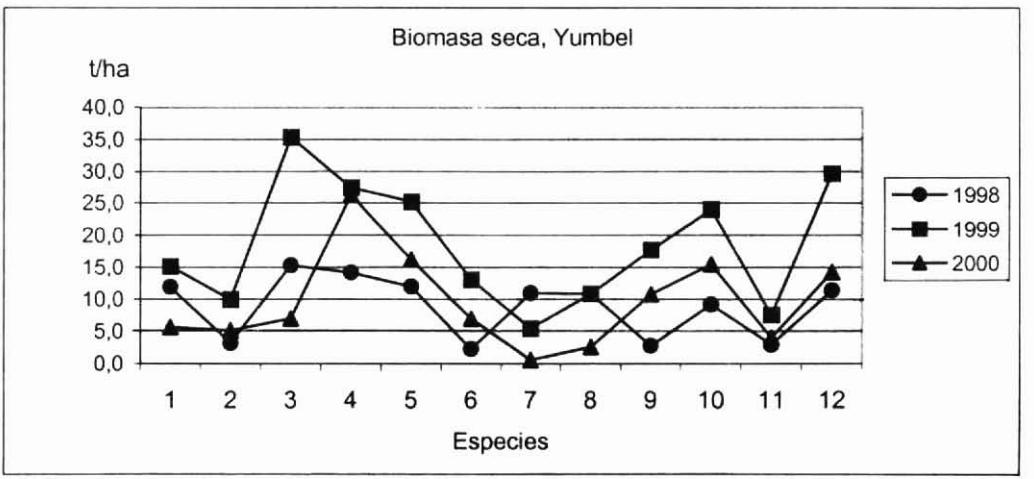
Cuadro 44. Biomasa verde y seca (t/ha/año) según especie

Biomasa verde			Biomasa seca		
Especie	Media	± D.E	Especie	Media	± D.E
4	55,1[a]	17,9	4	22,7[a]	7,4
12	43,7[ba]	23,2	3	19,2[ba]	9,8
3	43,2[ba]	32,8	12	18,5[ba]	14,6
5	42,3[ba]	13,6	5	17,8[ba]	6,8
10	38,6[ba]	17,8	10	16,3[ba]	7,5
1	26,7[ba]	11,7	1	10,9[ba]	4,8
9	24,8[ba]	17,8	9	10,5[ba]	7,5
6	18,7[b]	13,6	8	8,2[ba]	5,4
8	18,0[b]	10,6	6	7,5[ba]	4,8
7	13,8[b]	12,7	2	6,1[b]	5,2
2	12,6[b]	7,1	7	5,7[b]	3,5
11	11,2[b]	5,4	11	4,9[b]	2,4

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

En todo caso, a nivel individual, según se muestra en la figura 8, la especie 3 logra alcanzar en el año 2000 un rendimiento de cosecha de cerca de 35 t seca/ha, el que es comparable al alcanzado por la especie 4 en el mismo año en la localidad de Chimbarongo, de aproximadamente 30 t seca/ha.

Figura 8. Biomasa seca según año y especie



Del cuadro 45 se desprende que el tipo de varas en esta localidad sigue el mismo patrón que en las localidades anteriores, esto es, las varas gruesas y medianas alcanzan en conjunto a un 99,3% de la biomasa, mientras que las finas sólo se presentan en una proporción de un 0,7%.

Cuadro 45. Tipo de varas

Tipo	% biomasa/ha/año
Gruesas	59,9
Medianas	39,4
Finas	0,7

Temuco

El que para esta localidad solo se tengan registros en las temporadas 1999/2000 explica el que no puedan realizarse comparaciones de valores medios por año en las variables TVAHA, BVHA y BSHA, y que la prueba de Tukey no segregue adecuadamente entre especies ($p > 0,05$).

Además en este ensayo, las especies 7 y 8 no registran valores, dado que heladas de Primavera ocurridas al inicio de la brotación, en cada temporada, afectó el desarrollo y crecimiento de los vástagos. Esta situación valida el que a estas latitudes (38° S) las especies *S. humboldtiana* no prosperen, dado que se encuentran fuera de su rango natural de distribución (hasta los 37°). Además, se comprueba lo citado por Grez (1992), en relación a que heladas de primavera pueden producir daños a plantaciones de *Salix*.

Con todo, el cuadro 46 señala la existencia de condiciones favorables para la producción de la especie 2 (*S. purpurea*), que encabeza la lista de especies para la variable TVHA, en tanto que los *S. viminalis* (especies 3, 4, 5 y 10) ocupan posiciones medias.

Cuadro 46. Total varas/ha/año según especie

Especie	Media	± D.E
2	364.126	250.635
9	326.996	179.010
6	298.667	131.993
12	260.602	219.206
5	257.694	148.130
3	246.667	141.421
11	240.455	149.857
4	219.765	115.355
10	206.667	126.336
1	204.373	110.016

No existen diferencias significativas entre especies ($p > 0,05$)

Para BVHA y BSHA (cuadro 47), los niveles alcanzados en el segundo año de evaluación (2000), son bastante positivos, pues se logran rendimientos promedio de 14,9 t seca/ha versus 19,7 t seca/ha obtenidos en Chimbarongo.

Cuadro 47. Biomasa verde y seca (t/ha) según año

	Biomasa verde		Biomasa seca	
Año	**Media**	**± D.E**	**Media**	**± D.E**
1999	7,6[b]	3,9	3,3[b]	14,9[a]
2000	34,6[a]	11,9	1,7	5,0

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Por especie (cuadro 48), la BSHA para el grupo *S. viminalis* se ubica entre los 10 y 14 t seca/ha/año, las cuales pueden incrementarse al tercer año. La especie 2 logra los 4,4 t seca/ha/año, que también puede incrementarse en el siguiente período.

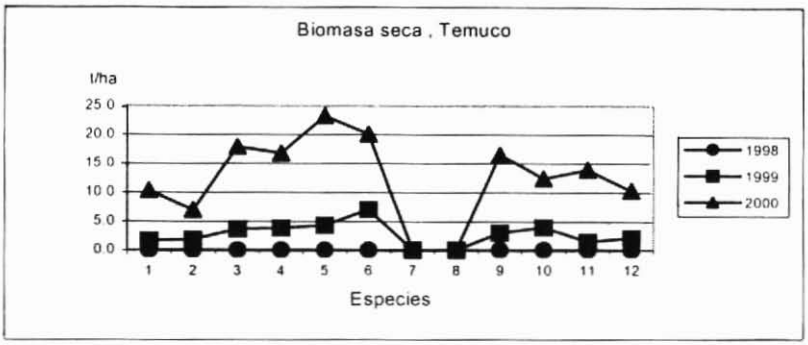
Cuadro 48. Biomasa verde y seca (t/ha/año) según año

Biomasa verde			Biomasa seca		
Especie	**Media**	**± D.E**	**Especie**	**Media**	**± D.E**
5	32,8	32,2	5	13,8	13,5
6	30,7	20,8	6	13,6	9,2
4	25,0	22,2	3	10,7	9,1
3	24,8	23,4	4	10,3	10,1
9	21,7	21,4	9	9,7	9,6
10	19,4	14,2	10	8,2	6,0
11	17,6	20,2	11	7,7	8,8
12	15,3	14,3	12	6,2	5,8
1	14,7	15,1	1	6,0	6,2
2	8,9	7,4	2	4,4	3,7

No existen diferencias significativas entre especies ($p > 0,05$)

La figura 9 muestra que la especie 5 alcanza un rendimiento bastante interesante, de cerca de 24 t seca/ha en el año 2000. Sin embargo, se requiere un mayor seguimiento para comprobar si esta cifra se mantiene o acrecienta.

Figura 9. Biomasa seca según año y especie



En relación al tipo de varas, el cuadro 49 indica una muy baja proporción de varas finas para el conjunto de especies y temporadas, inferior aún a lo obtenido en otras localidades, de 0,2% de la biomasa/ha/año, mientras que los tipos gruesas y medianas alcanzan valores de 59,7% y 40,1%, respectivamente.

Cuadro 49. Tipo de varas

Tipo	% biomasa/ha/año
Gruesas	59,7
Medianas	40,1
Finas	0,2

Modelo causal

Mediante análisis de las variables de sitio descritas en el cuadro 7, utilizando regresión múltiple y Stepwise (SAS, 1994) se obtuvo el modelo (1.2) que permite estimar el rendimiento de biomasa seca (t seca/ha/año) para las localidades de los ensayos de *Salix* spp. establecidos.

$$(1.2)\quad \hat{Y} = bo + b_1X_1 + b_2X_2, b_3X_3 + b_4X_4 + e$$

Donde:

$\hat{Y}$ = Biomasa seca (t/ha/año)
X_1 = Saturación de aluminio (%)
X_2 = Cantidad de P presente en el suelo (ppm)
X_3 = Temperatura del mes más frío (°C)
X_4 = Temperatura máxima promedio anual (°C)
e = Error experimental
b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, parámetros del modelo

Los R^2 y los parámetros del modelo para cada una de las variables indicadas se presentan en el cuadro 50.

Cuadro 50. Parámetros y R^2 del modelo

Variable entrante	R^2 Parcial	R^2 Modelo	Parámetros	
			b_0=	11.150,77634409
X_1	0,4209	0,4209	b_1=	2.396,22261351
X_2	0,4652	0,8861	b_2=	185,96155837
X_3	0,0542	0,9402	b_3=	2.751,88591113
X_4	0,0595	0,9997	b_4=	-877,11246733

Del modelo anterior se desprende que las variables saturación de aluminio (Al) y nivel de fósforo (P) del suelo explican un 88% de la biomasa seca obtenida, en tanto que las dos variables restantes aportan muy poco al modelo. Por lo tanto, existe una relación directa entre el nivel de P y de Al presente en el suelo y los rendimientos esperados de mimbre en una localidad determinada. Este resultado valida lo indicado por FAO (1980) para el cultivo de los sauces.

La medición de P, basado en el P-Olsen, es un indicador de la disponibilidad de extracción de este nutriente en un suelo determinado. Cuando la cantidad de P es buena, y la capacidad de absorción que posee la planta de este elemento también lo es, podría esperarse que este elemento no sea un factor limitante para el crecimiento de la especie. Sin embargo, un alto nivel de Al extractable en el suelo afecta la eficiencia de absorción de P (PALMA, 2000)[1].

Por otro lado, un porcentaje superior a 8% de saturación de Al (aluminio presente en la solución del suelo) afecta también el crecimiento de los pelos radicales, provocando una atrofia de éstos, y con ello, una limitada absorción de nutrientes. La saturación de aluminio se obtiene de la relación Al extractable/suma de bases. Así, cuando el Al extractable es alto y la suma de bases es baja, la saturación de Al será alta (PALMA, *op. cit.)*

1 Ing. Agrónomo. M.Sc. Producción vegetal. Dpto. Suelo y Fertilidad. Fac. de Cs. Agropecuarias y Forestales. U. Católica de Temuco. Comunicación Personal.

De los antecedentes del cuadro 7 y lo indicado precedentemente, se desprende claramente porqué los ensayos de Puerto Montt y Puerto Aysén no tuvieron éxito en el cultivo del sauce-mimbre. Según lo indicado por el modelo, *Salix* es muy sensible a los contenidos de Al del suelo, y requiere como elemento esencial P para su desarrollo. De acuerdo al cuadro 7 los ensayos de Puerto Aysen y Puerto Montt presentan los valores más altos de saturación de Al, con 13,91% y 27,76% respectivamente, mientras todos los demás presentan valores muy bajos (< a 8%).

Por otro lado, si bien los niveles de P en el suelo en los ensayos de Puerto Montt y Puerto Aysén no fueron muy distintos de otros (por ejemplo Chimbarongo), y a pesar que se fertilizaron en el primer año, aplicando dosis de este elemento, dicha fertilización no tuvo efecto debido a que el aluminio extractable en Puerto Montt y Puerto Aysén presentó niveles de 2.092 y 1.950 ppm, lo que implicó que la eficiencia de dicha fertilización haya sido muy baja (5-7%). Chimbarongo, por el contrario, teniendo un nivel similar de P en el suelo, y haber sido objeto también de fertilización, al poseer un nivel de Al extractable de sólo 246 ppm, posibilitó una eficiencia de fertilización de 18 a 30%, obteniendo así los más altos rendimientos.

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados se puede concluir que la especie de mejor rendimiento en biomasa es *Salix viminalis*, Angol (especie 4), con un valor medio de 15,7 t seca/ha/año, seguida de *S. viminalis*, Chimbarongo (3) y *Salix viminalis*, Coyhaique (5), ambas con 13 t seca/ha/año, como valor medio para las localidades desde Salamanca (IV región) hasta Temuco (IX región).

Los resultados obtenidos, confirman que la localidad con mejor rendimiento de cosecha es Chimbarongo (VI región), zona tradicional de producción de mimbre, con 13,6 t seca/ha/año, como valor medio para el conjunto de especies *Salix* analizadas. Sigue en importancia Yumbel y Temuco, con 12,4 y 9,1 t seca/ha/año, respectivamente. En Chimbarongo, *Salix viminalis*, Angol, logra rendimientos medios de 26,9 t/ha/año.

Los rendimientos de cosecha en las localidades de Coelemu, Salamanca y Parral, si bien son inferiores a los obtenidos en la zona tradicional de cultivo: Chimbarongo, se justifica el cultivo de *Salix*, y específicamente de *Salix viminalis* para la producción de mimbre, con las cuales se alcanzan entre 10 y 12 t seca/ha/año.

En calidad de varas producidas, Chimbarongo destaca también por obtener un 72% de éstas con un grado de calidad 1-2 (excelentes) de acuerdo a la Nch. 2039 of. 98. El resto de las localidades obtiene también grados de calidad aceptables, con una proporción que no excede el 17% de varas desclasificadas, excepto en Yumbel y Temuco con un 30% y 40%, respectivamente.

Salix purpurea (especie 2) y *S. alba* var. *vitellina* (11) surgen como especies de interés en todas las localidades, por sus características de flexibilidad, número de varas y baja proporción de defectos, aún cuando los rendimientos no son comparables a los de *S. viminalis*, dado que alcanzan en promedio entre 4 y 8 ton seca/ha/año. No obstante, sus cualidades permiten su utilización en trabajos finos de cestería y su cultivo contribuye a diversificar la producción minimizando los riesgos asociados al monocultivo de *Salix viminalis*. La selección de mejores clones de estas especies y el mejoramiento genético puede llevar a ganancias importantes en rendimiento.

Las especies *S. humboldtiana* (7 y 8), *S. x rubens* (12) y *S. alba* (especie 1) , por la cantidad de ramas secundarias, diámetros mayores y características de flexibilidad, no son apropiadas para su utilización en cestería, sin embargo su rápido crecimiento y rendimientos en biomasa seca justifican su estudio en nuevos usos (fibra, biocombustibles, madera, otros).

Las especies *S. caprea* (6 y 9) presentan rendimientos muy variables de entre 6 y 16 t seca/ha/año, dependiendo de la localidad, sin embargo aún cuando poseen una baja proporción de defectos, su uso en cestería es muy incierto, pues sus varas son de menor longitud, de mayor conicidad (diferencia en diámetro entre el extremo superior e inferior) y presentan marcas muy conspicuas debido a lo prominente de sus yemas foliares y florales; características que pueden ser mejoradas a través de programas de hibridación.

El modelo causal elaborado en base a los rendimientos en biomasa seca obtenidos y los antecedentes climáticos y edáficos de cada uno de los ensayos, permite concluir que las variables explicativas más importantes son el nivel de fósforo disponible y la saturación de aluminio del suelo.

El alto nivel de saturación de Al, que determina un efecto tóxico sobre el sistema radicular, y el bajo nivel de P disponible, debido a la cantidad de Al extractable, explicarían los casi nulos rendimientos obtenidos en Puerto Montt y Puerto Aysén (inferiores a 0,5 t verde/ha/año). Esta situación sería específica a los lugares de ensayo, por lo que no se desechan ambas zonas para el cultivo de *Salix*. Es más, debido a que *Salix* crece en ambas zonas en forma natural a orillas de cursos de agua, se puede afirmar que las condiciones de clima no son el factor limitante, sino más bien las condiciones de suelo como las descritas. Es aconsejable realizar nuevos estudios en estas zonas, eligiendo sitios que no presenten problemas como los descritos, o bien realizar las correcciones requeridas para minimizar dicho efecto.

De los resultados anteriores se deduce la importancia de realizar un análisis de suelo antes de establecer un cultivo de *Salix*, de manera de detectar deficiencias y corregir niveles inadecuados de algún elemento del suelo.

Finalmente, un programa de fertilización anual que considere: las demandas específicas del cultivo conforme al rendimiento de cosecha esperado, la disponibilidad de nutrientes del suelo y los requerimientos internos de la especie, permitirá aprovechar su máximo potencial y cumplir las metas de rendimiento propuesto, conjuntamente con aumentar la vida útil del cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Los resultados presentados en este trabajo no habrían sido posibles sin la valiosa colaboración del Sr. Marcos Cohen, Ing. Forestal, quién elaboró las bases de datos con los antecedentes de las mediciones de los años 1998/1999 y 2000 y del Sr. Carlos Alvear, Dr. en Ciencias Agrarias, quién realizó los análisis estadísticos.

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, H.; PAPADOPOL, C. Y ZSUFFA, L. 1983. Wood Energy Plantations in Temperate Climates. Forest Ecology and Management 6, 281-306.

CAMPOS, H.; IBAÑEZ, C.; SOTO, B. 2000. Análisis Molecular en Sauce-Mimbre. En: Silvicultura y Producción del Sauce-Mimbre (*Salix* spp.). Instituto Forestal. Santiago, Chile, pp: 56-79.

CANOV, C. 1965. Planting Density for *Salix viminalis*. Gorsko Stopanstvo 21 (11), 8-10.

CHRISTERSSON, L.; SENNERBY-FORSSE, L. Y ZSUFFA, L. 1993. The Role and Significance of Woody Biomass Plantations in Swedish Agriculture. Forestry Chronicle 69: 6, 687-693.

FAO. 1980. El Alamo y los Sauces en la Producción de Madera y la Utilización de las Tierras. Colección FAO: Montes N° 10. Roma. 349 p.

GARAY, R. 2000. Caracterización Físico-Mecánica de *Salix* spp. En: Silvicultura y Producción del Sauce-Mimbre (*Salix* spp.). Instituto Forestal. Santiago, Chile, pp: 222-240.

GREZ, I.; SERRA, M.; VITA, A. 1992. Obtención de Antecedentes Básicos para el Estudio de la Silvicultura del Mimbre (*Salix viminalis*). Informe Técnico. Departamento de Silvicultura, Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.

INFOR. 1998. Mimbre & Wiker...de la Producción al Consumo. Marta Abalos (Ed.). Instituto Forestal. Santiago, Chile. 83 p.

MALDONADO, M. 1926. Tratado de Arboricultura Forestal y de Adornos. Tomo II. Imp. Artes y Letras. 584 p.

MOSSELER, A.; ZSUFFA, L.; STOEHR, M. Y KENNEY, W. 1988. Variation in Biomass Production, Moisture Content and Specific Gravity in some North American Willows (*Salix* L.) Can. J. For. Res. 18: 1535-1540.

OPAZO, R. 1939. Agricultura. Talleres gráficos La Nación. Santiago, Chile, 3 vol. pp: 579-583.

PARRA, P.; COHEN, M.; FAUNDEZ, J. 2000. Situación Fitosanitaria de las Especies del Género *Salix* Presentes en Chile. En: Silvicultura y Producción del Sauce-Mimbre (*Salix* spp.). Instituto Forestal. Santiago, Chile, pp: 145-171.

POHJONEN, V. 1984. Biomass Production with Willows. What did we Know Before the Energy Crisis? In: Perttu, K. (Ed.) Ecology and Management of Forest Biomass Production Systems. Dept. Ecol. And Environ. Res. Swed. Univ. Agric. Sci. Rep. 15: 563-587.

TSANOV, TS. 1974. Growth and Yield of Osier Willows in Relation to Soil Conditions and Plantations Density. Gorskostopanska Nauka 11: 4, 38-50.

ANEXO

Cuadro 1. Número de atados[2] por hectárea, según especie

Especie	Número de atados/ha			
	1998	1999	2000	Promedio
1	567	590	633	599
2	206	358	411	332
3	624	724	634	663
4	676	900	977	862
5	568	804	832	744
6	153	279	386	297
7	695	432	115	415
8	547	462	263	424
9	326	719	685	592
10	425	726	562	580
11	228	457	523	413
12	522	837	668	685

Cuadro 2. Peso de una atado, según especie

Especie	Kg/atado			
	1998	1999	2000	Promedio
1	14,7	29,3	32,1	26,0
2	17,6	32,8	21,7	24,4
3	19,6	55,3	44,0	41,1
4	27,3	45,5	49,0	41,3
5	19,4	47,4	44,4	38,0
6	21,9	37,5	29,9	31,3
7	26,4	37,6	40,4	34,8
8	19,6	42,1	52,2	37,9
9	17,6	32,1	36,2	29,3
10	27,3	42,6	50,8	41,0
11	17,3	23,5	33,0	25,0
12	33,6	46,4	44,2	41,8

2 Corresponde a un atado de mimbre de 1 metro de perimetro, medido en la base.

EVALUACION DE LA TASA DE CRECIMIENTO Y ABSORCION DE N-P-K EN *Salix viminalis* EN EL PRIMER AÑO DE ESTABLECIMIENTO

Vivianne Palma[1], Alex Moscoso[2], Paola Cicarelli[3] y Carolina Iturriaga[3]

1 Ing. Agrónomo M.Sc Departamento Suelo y Fertilidad, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, U. Católica de Temuco; 2 Ing. Forestal, Departamento de Cs. Forestales, U. Católica de Temuco; 3 Tesistas Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad Católica de Temuco, Chile.

RESUMEN

En este estudio se presentan los resultados obtenidos en la aplicación del método racional para la determinación de las dosis de N-P-K en la fertilización de plantaciones de *Salix viminalis* en el primer año de su establecimiento, lo cual constituye un valioso aporte para la silvicultura de la especie, dado que hace posible mejorar la calidad del cultivo aportando a su rentabilidad económica.

INTRODUCCION

La fertilización tiene por objetivo el mejoramiento de la productividad de los cultivos y la conservación de la fertilidad del suelo, tratando de compensar la exportación de elementos minerales resultantes de la extracción de las plantas y de mantener una adecuada actividad biológica.

Actualmente se están produciendo cambios significativos en la adopción de estas prácticas y su tecnología, debido a que anteriormente no existían métodos de diagnóstico objetivos para determinar las necesidades de fertilización de las especies en los ecosistemas forestales del país; eran fundamentalmente métodos empíricos para la determinación de las dosis. Hoy se está intentando aplicar el método racional que es utilizado hace un tiempo en el sector agrícola (SUAREZ *et al.*, 1997).

El modelo racional se basa en el hecho de que la biomasa del cultivo alcanzable en un delimitado agroecosistema, genera una demanda de nutrientes necesaria para satisfacer sus necesidades metabólicas. La demanda de nutrientes, en especial N y P, no es satisfecha cabalmente con los nutrientes que es capaz de entregar el suelo, produciéndose un déficit nutricional. El objetivo de la fertilización es satisfacer este déficit de forma de obtener la producción alcanzable del cultivo (RODRIGUEZ, 1993).

El cultivo no utiliza todo el fertilizante agregado, ya que éste sufre diversas pérdidas en su interacción con el suelo. Esto hace necesario determinar la eficiencia de la fertilización de los cultivos de los distintos agroecosistemas. En la eficiencia se considera, tanto la proveniente de las interacciones suelo – fertilizante, como también la interacción cultivo – fertilizante. Por lo tanto, la norma de fertilización considera por la demanda de nutrientes de un cultivo, el suministro de nutrientes del suelo y la eficiencia de la fertilización,

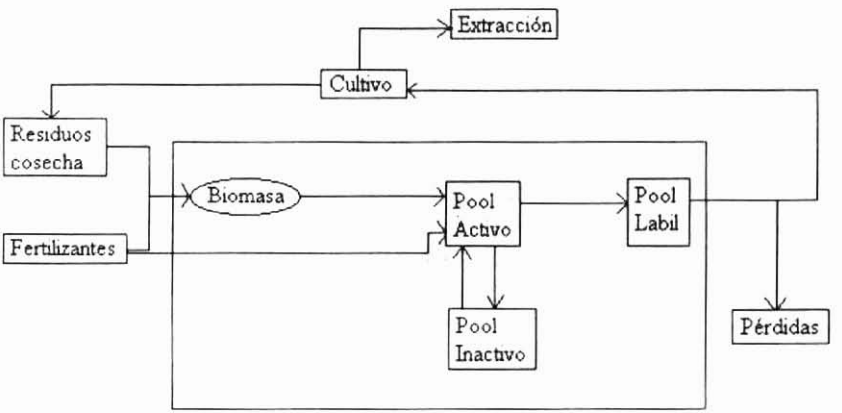
aspectos con los cuales se puede determinar la dosis de fertilización necesaria, a través de la siguiente expresión (RODRIGUEZ, 1993):

$$\text{Dosis Fertilización} = \frac{\text{Demanda de nutrientes} - \text{Suministro de nutrientes del suelo}}{\text{Eficiencia de la fertilización}}$$

El modelo, conceptualmente es simple, racional y sistemático; simple porque no abarca toda la complejidad de la fertilización, racional porque descansa en los principios de la nutrición y sistemático en el sentido de que la fertilización se inserta en el subsistema de nutrientes del ecosistema. La característica holística del modelo propuesto permite predecir la respuesta a la fertilización en cualquier condición, y es válido para todas las especies vegetales. Dicho modelo depende del conocimiento y comprensión del sistema de nutrientes en las diferentes especies vegetales y en las distintas condiciones edafoclimáticas (RODRIGUEZ, 1993).

En la figura 1 se muestra un esquema general del subsistema de nutrientes en un agrosistema, con su estructura y componentes. El esquema es válido para todos los nutrientes.

Figura 1. Subsistema de nutrientes en el suelo (RODRIGUEZ, 1993)



Las entradas al sistema están dadas por el reciclaje de los residuos orgánicos, por la biomasa del suelo y por la fertilización. Las salidas del sistema derivan de las pérdidas de nutrientes por lixiviación, volatilización o desnitrificación y por la extracción de nutrientes en los productos de cosecha. El balance entre los flujos de entrada y salida da lugar a su acumulación o desacumulación en pooles o componentes de distinta labilidad o actividad

desde el punto de vista de la nutrición de cultivos. El flujo de nutrientes de los residuos orgánicos de las cosechas es transformado por la biomasa en productos microbiales que se acumulan en un pool activo. Por otra parte, del flujo de nutrientes de la fertilización, una fracción es incorporada en productos microbiales y la mayor proporción pasa directamente al pool de la solución del suelo de donde las raíces absorben los nutrientes. Sin embargo, desde este pool, todos los nutrientes (a excepción del N) fluyen hacia el pool activo, que de acuerdo a determinadas tasas, distribuye los nutrientes acumulados en el sistema hacia el pool poco activo, con una tasa lenta pero continua en el tiempo, y con una tasa rápida hacia el pool de la solución.

En conclusión, el pool activo es el responsable de mantener una concentración de nutrientes en el pool de la solución del suelo capaz de satisfacer la tasa de absorción de las raíces. El tamaño de los pooles o componentes del sistema, depende del balance entre las entradas y las salidas (RODRIGUEZ, 1993). En la dinámica de los nutrientes del suelo, la demanda de nutrientes de los cultivos juega un papel determinante. Por una parte, los cultivos son responsables de la extracción de nutrientes y, por otra de la entrada de residuos orgánicos de la cosecha. La demanda de nutrientes de los cultivos está determinada por la producción de biomasa total alcanzable (parte aérea y raíces) y la concentración ponderada del nutriente en los distintos tejidos vegetales (RODRIGUEZ, 1993).

La predicción de los nutrientes disponibles en el suelo, su movilidad hacia las raíces y su influencia en el crecimiento vegetal, está poco desarrollada. La relación entre absorción y crecimiento es, sin embargo, más difícil de cuantificar debido a las dificultades que se presentan al tratar de definir las demandas de nutrientes por las cosechas y sus relaciones posteriores con otros procesos fisiológicos (WILD, 1992).

MATERIAL Y METODO

El estudio se llevó a cabo a través de un convenio establecido entre la Universidad Católica de Temuco, Chile, y el Instituto Forestal (INFOR). El material de propagación utilizado, *Salix viminalis*, provino de uno de los ensayos realizado por INFOR en la zona de Yumbel (VIII región, Chile).

Descripción del área de estudio

Ubicación. El ensayo fue realizado en un predio de la Universidad Católica de Temuco, a 21,5 km de esa ciudad, en el sector de Huichahue.

Características del suelo. Corresponde a un suelo de cenizas volcánicas modernas de la IX región, de la serie Pemehue, de textura superficial franco limosa y color pardo oscuro, de suelos profundos y bien drenados, con un régimen de temperatura mésico.

La temperatura media anual del suelo es de 12°C a 13°C, con una media en el mes de de julio de 8°C a 9°C y máxima en el de enero es de 24°C a 26°C (TOSSO, 1985; CIREN, 1989). Las condiciones inicales del suelo se presentan en el cuadro 1.

Precipitaciones. La precipitación anual es de 1500mm a 2000mm; en otoño de 500mm a 700mm; en invierno de 700mm a 1000mm; en primavera de 400mm a 500mm y en verano de 150mm a 250mm.

Cuadro 1. Resultados del análisis de suelo

Ph y Macronutrientes		**Al y Bases del suelo**	
Ph en $CaCl_2$	5,17	Ca interc.meq/100g.	4,57
Ph en Agua	5,52	Mg interc.meq/100g.	0,74
M. orgánica %	10,08	Na interc.meq/100g.	0,14
P disponible ppm	9	K interc.meq/100g.	0,61
K disponible ppm	239	Al interc.meq/100g.	0,054
S disponible ppm	16,07	Suma de bases Meq/100g.	6,11
Micronutrientes		% saturación de Al	0,88
Zn disponible ppm	0,16	Al extractable ppm	3,92
Cu disponible ppm	0,.89	Capac. fijadora de P	Moderada
B disponible ppm	0,45		

Diseño experimental

Para el estudio se utilizó un diseño experimental aleatorio simple balanceado, con tres repeticiones y cinco tratamientos, incluyendo un tratamiento testigo destinado al análisis morfológico. La superficie del ensayo fue de 12 m^2 con una densidad de plantación de 48 plantas a una distancia de 0.5 m x 0.5 m y una hilera con 24 plantas ubicada en todo su perímetro como área buffer. En todos las parcelas se aplicó una formulación general completa, exceptuando el nutriente que se deseaba medir (cuadro 2).

Cuadro 2. Formulación general de fertilizantes

Fertilizante	**Nutrientes (kg/ha)**
N	150
P_2O_5	150
K_2O	50
S	20
Mg	20
Zn	0,8
B	0,6

Evaluaciones

Se realizaron análisis minerales para la determinación de la acumulación de materia seca y absorción de nutrientes a partir de 10 análisis destructivos.

Determinación de la materia seca. A partir del análisis mineral se determinó la materia seca en los distintos órganos de la planta en términos de gramos de materia seca por planta.

Absorción de nutrientes. Se obtuvo mediante la multiplicación de la materia seca de los distintos órganos por la concentración porcentual del nutriente presente en ellos. La absorción total de nutriente se obtuvo mediante la suma de las absorciones parciales determinadas para cada uno de los distintos tejidos (caña[1], tallo y hoja).

Tasa de absorción de nutrientes. Corresponde a la suma del incremento diario de absorción de nutrientes por órgano, la cual se expresa en gramos/planta/día.

Determinación de la biomasa total. El peso seco obtenido en los distintos órganos por planta se multiplica por el factor 40.000 (10.000 m^2/0.25 m^2), obteniendo el rendimiento total por hectárea.

$$\text{Indice de cosecha} = \frac{\text{Materia seca de las varas}}{\text{Materia seca total}} \times 100$$

Requerimiento Interno (RI): Permite conocer la concentración porcentual promedio de nitrógeno en la materia seca total de la parte aérea de la planta.

$$\text{Requerimiento interno (\%)} = \frac{\text{Absorción total de nutrientes}}{\text{Biomasa seca total}} \times 100$$

Con esta fórmula también se puede calcular el grado de absorción total de nutrientes:

Absorción total de nutriente = RI. de nutriente (%) x Biomasa seca total

Si se calcula de este modo la absorción de nutriente por las plantas en el tratamiento testigo, se obtiene el suministro de éste por el suelo (SNs).

Eficiencia de la fertilización (Ef). Se define como el porcentaje de un nutriente que, aplicado como fertilizante, fue efectivamente utilizado por la planta.

$$Ef = \frac{\text{Absorción tratamiento} - SNs}{\text{Dosis de fertilizante}} \times 100$$

Evaluación de variables morfológicas. Se realizaron 9 muestreos a intervalos aproximados de 30 días, desde septiembre hasta mayo, midiendo la altura del brote dominante; al momento de la cosecha se midió el diámetro de cada vara y el peso verde.

1/ Se denomina caña a la estaca madre, de donde se obtienen las varas de mimbre

Análisis estadísticos. Los resultados fueron sometidos a análisis de la varianza a una vía, mediante el test ANOVA. Se analizaron también las medias de los tratamientos con el método de Duncan, LDS y Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ritmo de crecimiento

La figura 2 muestra las curvas de crecimiento de acumulación de materia seca para los distintos órganos y para el total global en un período de 250 días (28 agosto – 7 mayo). Los antecedentes graficados, expresados en términos de crecimiento relativo, se detallan en el cuadro 3, mientras el cuadro 4 presenta la información en términos absolutos (g. ms/planta).

Figura 2. Ritmo de acumulación de materia seca en distintos órganos del mimbre

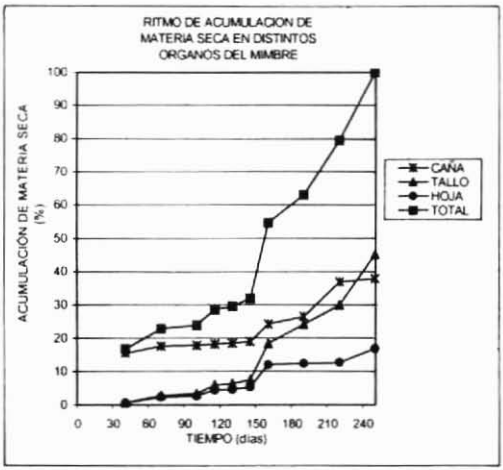
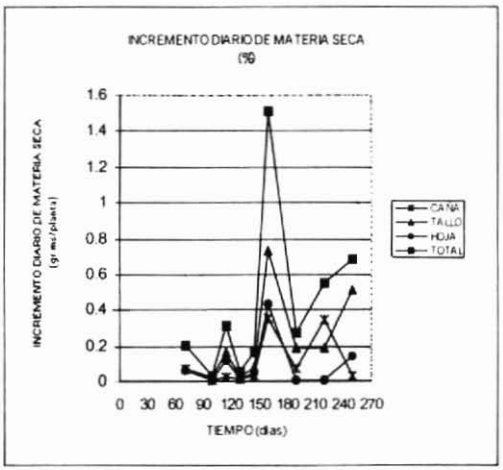


Figura 3. Incremento diario de materia seca



La figura 2 muestra que entre los 30 y 130 días el crecimiento vegetativo se incrementó lentamente desde un 16,72% del total de materia seca al momento de la primera medición, hasta un 31,95%, comprendiendo un período de 105 días. Posteriormente, la biomasa sigue incrementándose aceleradamente hasta los 250 días. Lo anterior se puede visualizar en la figura 3 que muestra la tasa de incremento diario para los nueve períodos muestrales (cuadro 5). En el cuadro 6 se muestra el incremento diario absoluto (gramos de materia seca por planta) alcanzado por el cultivo durante el período de duración del ensayo.

Cuadro 3. Ritmo de acumulación relativa de materia seca en distintos órganos de *Salix viminalis*

Ritmo de acumulación relativa de materia seca según en órganos (%)										
(Días)	**40**	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	15,53	17,67	17,82	18,22	18,48	19,01	24,28	26,51	36,87	37,90
TALLO	0,65	2,84	3,44	5,95	6,32	7,50	18,44	24,18	29,93	45,21
HOJA	0,54	2,38	2,67	4,44	4,69	5,45	11,97	12,32	12,67	16,89
TOTAL	**16,72**	**22,89**	**23,93**	**28,61**	**29,49**	**31,95**	**54,69**	**63,02**	**79,47**	**100,00**

Cuadro 4. Ritmo de acumulación absoluta de materia seca en distintos órganos de *Salix viminalis*

Ritmo de acumulación absoluta de materia seca según en órganos (g/planta)										
(Días)	**40**	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	10,57	12,03	12,13	12,40	12,58	12,94	16,53	18,05	25,10	25,80
TALLO	0,44	1,94	2,34	4,05	4,31	5,10	12,55	16,46	20,38	30,78
HOJA	0,37	1,62	1,82	3,03	3,19	3,71	8,15	8,39	8,63	11,50
TOTAL	**11,38**	**15,59**	**16,29**	**19,48**	**20,08**	**21,75**	**37,23**	**42,90**	**54,10**	**68,08**

Cuadro 5. Incremento diario de materia seca (%)

Materia seca incremento diario entre mediciones (%)									
(Periodo)	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**5-6**	**6-7**	**7-8**	**8-9**	**9-10**
(Días)	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	0,071	0,005	0,026	0,018	0,035	0,352	0,074	0,345	0,034
TALLO	0,073	0,020	0,167	0,025	0,078	0,729	0,191	0,192	0,509
HOJA	0,061	0,010	0,118	0,016	0,051	0,435	0,012	0,012	0,141
TOTAL	**0,206**	**0,035**	**0,312**	**0,059**	**0,164**	**1,516**	**0,278**	**0,548**	**0,684**

Cuadro 6. Incremento diario de materia seca (g/planta)

Materia seca incremento diario entre mediciones (g/planta)									
(Periodo)	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**5-6**	**6-7**	**7-8**	**8-9**	**9-10**
(Días)	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	0,049	0,003	0,018	0,012	0,024	0,239	0,051	0,235	0,023
TALLO	0,050	0,014	0,114	0,017	0,053	0,497	0,130	0,131	0,347
HOJA	0,042	0,007	0,080	0,011	0,035	0,296	0,008	0,008	0,096
TOTAL	**0,140**	**0,024**	**0,212**	**0,040**	**0,112**	**1,032**	**0,189**	**0,373**	**0,466**

Basándose en lo expuesto anteriormente, se pueden establecer dos etapas de crecimiento para esta especie:

Crecimiento inicial lento. Durante los meses de octubre, noviembre, diciembre y parte de enero, *Salix viminalis* presenta una tasa de incremento diario no superior al 0,31% del total, equivalente aproximadamente 8,4 Kg de materia seca por ha/día. En este período comienza la brotación de las yemas y la posterior diferenciación y desarrollo de tallos, hojas y raíces a partir de los brotes presentes en las cañas (estacas).

Crecimiento acelerado. Este periodo comprende desde fines de enero a mediados de mayo. La tasa de incremento diario llega entre la sexta y séptima medición, hasta 1,52% del total, equivalente a un máximo de 45,2 Kg de materia seca por ha/día. En este periodo ocurre la finalización del desarrollo de los órganos tallo y hojas, además la planta presenta la mayor tasa fotosintética por existir una mayor superficie foliar, y por ende, mayor actividad vegetativa.

A partir de fines de febrero y durante el mes de marzo existe una disminución del ritmo de crecimiento, siendo cercano a 0,28%, equivalente a 7,6 Kg de materia seca por ha/día. Las plantas están ya maduras y comienza a ser constante la acumulación de materia seca en las hojas. El ritmo de crecimiento sigue incrementándose aceleradamente por una mayor acumulación de materia seca en el tallo y caña, respecto a las hojas.

Se puede inferir que el crecimiento de la biomasa producida inicialmente, corresponde a la formación de tallos y hojas, representando hasta la sexta medición inclusive, un 23,46% y 17,05%, respectivamente. La caña representa inicialmente más del 92,87% de la biomasa producida en este periodo, va disminuyendo a medida que avanza el desarrollo de tallos y hojas, hasta llegar a un valor de 59,49% al finalizar este periodo (cuadro 7).

En la segunda etapa de crecimiento acelerado, se mantiene una incidencia relativa y absoluta cada vez mayor, el crecimiento de la biomasa seca lo constituyen los tallos y hojas en la primera etapa alcanzando un 33,71% y 21,89% del total, respectivamente, mientras que en la caña sigue disminuyendo la acumulación de materia seca (cuadro 7).

El incremento de la biomasa producida corresponde a la acumulación de materia seca en la caña y tallo, disminuyendo en las hojas producto de su senescencia. Hacia el termino del ensayo, comienza a ser mayor la acumulación de materia seca en el tallo respecto a la caña, situación que se matiene hasta la última medición.

El decrecimiento porcentual diario notado en la caña, tallo y hojas, inmediatamente después del máximo incremento diario alcanza sólo un 0,07%; 0,19% y 0,01%, respectivamente, probablemente porque la planta una vez que ha alcanzado su máximo crecimiento comienza a acumular sustancias antes de entrar en el periodo de receso vegetativo (cuadro 7).

Por último, la cantidad de biomasa seca correspondiente a los tallos al término de las mediciones fue de 45,20% del total, equivalente a 1231 Kg de materia seca por hectárea, porcentaje definible como "índice de cosecha" (cuadro 4).

Se debe tomar en cuenta que en este estudio no se consideró el ciclo completo de la planta, por no estar incluida la floración, ya que esta ocurre fuera del ciclo productivo de la especie en el primer año de establecimiento.

Cuadro 7. Distribución relativa de materia seca total acumulada en distintos órganos de *Salix viminalis*

Distribución relativa de materia seca total acumulada en órganos(%)										
(Días)	**40**	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	92,87	77,19	74,46	63,67	62,67	59,49	44,40	42,07	46,40	37,90
TALLO	3,89	12,42	14,37	20,80	21,44	23,46	33,71	38,37	37,66	45,21
HOJA	3,24	10,39	11,17	15,53	15,89	17,05	21,89	19,56	15,94	16,89

Ritmo de absorción de nutrientes

Ritmo de absorción de nitrógeno

En la figura 4 y cuadro 8 se muestra el ritmo de absorción relativa de nitrógeno, para cada órgano de la planta y para el total global durante el período de duración del ensayo, lo que permite conocer la distribución del nitrógeno total. En el cuadro 9 se muestran los resultados en términos absolutos.

Cuadro 8. Ritmo de absorción relativa de nitrógeno en distintos órganos de *Salix viminalis*

Ritmo de absorción relativa de nitrógeno en distintos órganos (%)										
(Días)	**40**	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	5,27	9,15	4,77	10,73	9,40	6,96	6,72	11,83	7,24	22,66
TALLO	0,31	1,65	4,30	4,19	3,78	3,48	11,35	17,70	13,62	41,15
HOJA	0,87	5,12	6,28	10,27	10,62	8,55	27,57	29,15	8,25	36,18
TOTAL	**6,45**	**15,91**	**15,34**	**25,20**	**23,80**	**18,99**	**45,64**	**58,68**	**29,12**	**100,00**

Cuadro 9. Ritmo de absorción absoluta de nitrógeno en distintos órganos de *Salix viminalis*

Ritmo de absorción de nitrógeno en distintos órganos (g/planta)										
(Días)	**40**	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	0,04	0,07	0,04	0,08	0,07	0,05	0,05	0,09	0,06	0,17
TALLO	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,09	0,13	0,10	0,31
HOJA	0,01	0,04	0,05	0,08	0,08	0,07	0,21	0,22	0,06	0,28
TOTAL	**0,05**	**0,12**	**0,12**	**0,19**	**0,18**	**0,14**	**0,35**	**0,45**	**0,22**	**0,76**

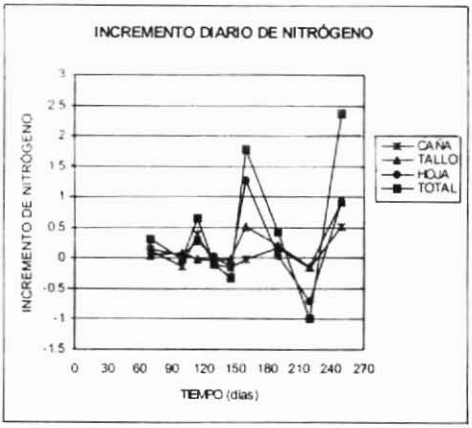


Figura 4. Ritmo de absorción de nitrógeno en mimbre

La curva de nitrógeno observada en la figura 4, al igual que en el caso de incremento relativo de materia seca, define claramente dos etapas de absorción. La absorción inicial es lenta, siendo al momento de la primera medición de un 6,45%, para finalizar con un 18,99% al momento de la sexta medición. En la segunda etapa se incrementa la absorción inicialmente a un 45,64% (séptima medición), siendo levemente inferior al incremento porcentual de materia seca. A los 220 días el ritmo de absorción decrece fuertemente. La absorción nitrógeno total llega a un 29,12%. Finalmente, la absorción de nitrógeno aumenta nuevamente hasta el momento de la última medición (cuadro 8).

La distribución del nitrógeno absorbido para los distintos órganos de la planta a través del tiempo (cuadro 10), muestra que en la primera etapa ocurre una disminución paulatina en el nitrógeno absorbido por la caña, en cambio existe un marcado aumento en el nitrógeno absorbido por el tallo y hojas, por la traslocación del nitrógeno absorbido por la caña a estos órganos producto del inicio de su desarrollo.

Esta situación se mantiene hasta el comienzo de la segunda etapa de absorción acelerada llegando a un máximo en la hoja de 60,40% a los 160 días, y en el tallo y caña a los 220 días de 46,79 y 24,86%, respectivamente, por lo que puede observarse que inicialmente en esta etapa se produce una mayor absorción de nitrógeno en las hojas seguida por el tallo y la caña, situación que cambia hacia la mitad del período con un aumento del nitrógeno absorbido por la caña y tallo y una disminución del nitrógeno absorbido por las hojas.

Cuadro 10. Distribución relativa a través del tiempo del nitrógeno total absorbido por los distintos órganos de *Salix viminalis*

Distribución relativa del nitrógeno total absorbido en distintos órganos (%)										
(Días)	40	70	100	115	130	145	160	190	220	250
CAÑA	81,66	57,48	31,09	42,58	39,49	36,63	14,72	20,17	24,86	22,66
TALLO	4,77	10,36	28,00	16,65	15,89	18,32	24,88	30,16	46,79	41,15
HOJA	13,57	32,16	40,91	40,77	44,62	45,05	60,40	49,68	28,35	36,18

A partir del cuadro 10 que muestra las tasas de absorción de nitrógeno, se puede determinar al igual que en el caso de la materia seca, el porcentaje de incremento diario en la absorción de nitrógeno para los distintos órganos (cuadro 11).

Cuadro 11. Nitrógeno. Incremento diario entre mediciones (%)

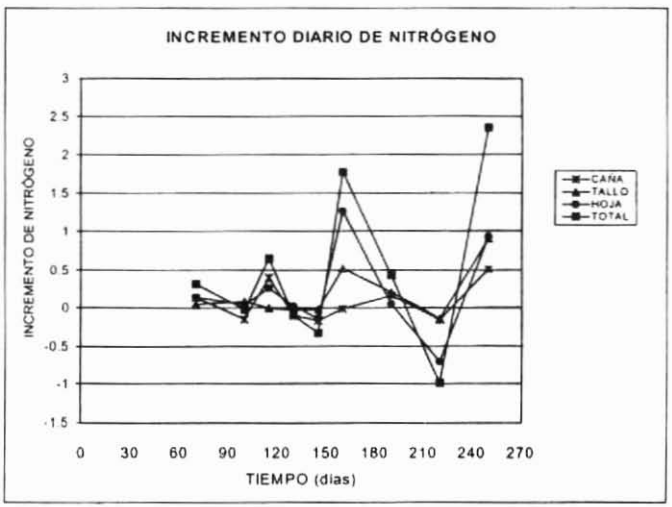
Incremento diario de nitrógeno (%)									
(Período)	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**3-5**	**5-6**	**6-7**	**7-8**	**8-9**	**9-10**
(Días)	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	0,597	0,641	0,412	0,200	0,063	0,026	0,027	0,113	0,580
TALLO	0,045	0,089	0,007	0,028	0,020	0,528	0,029	0,047	0,923
HOJA	0,142	0,039	0,268	0,024	0,139	1,275	0,106	0,542	0,937
TOTAL	**0,784**	**0,513**	**0,674**	**0,204**	**0,222**	**1,829**	**0,050**	**0,608**	**2,440**

La figura 5, grafica el porcentaje de incremento diario en la absorción de nitrógeno para los distintos órganos. Similarmente el cuadro 12 muestra el incremento diario absoluto (en gramos por planta-día).

Cuadro 12. Nitrógeno. Incremento diario entre mediciones (g/planta)

Incremento diario de nitrógeno(g/planta)									
(Período)	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**3-5**	**5-6**	**6-7**	**7-8**	**8-9**	**9-10**
(Días)	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	0,001	-0,001	0,003	-0,001	-0,001	0,000	0,001	-0,001	0,004
TALLO	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,004	0,002	-0,001	0,007
HOJA	0,001	0,000	0,002	0,000	-0,001	0,010	0,000	-0,005	0,007
TOTAL	**0,002**	**0,000**	**0,005**	**-0,001**	**-0,002**	**0,014**	**0,003**	**-0,008**	**0,018**

Figura 5. Nitrógeno. Incremento diario (%)



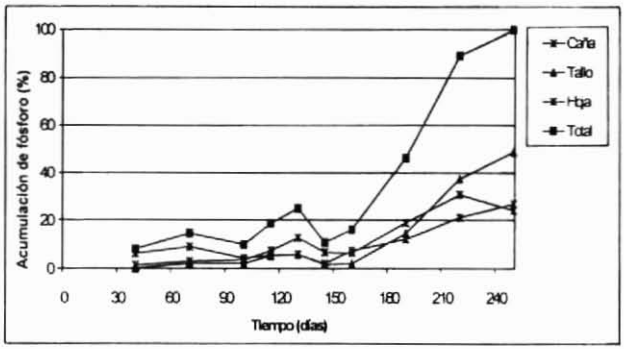
Ritmo de absorción de fósforo

La figura 6, muestra la absorción relativa de fósforo para cada órgano evaluado durante los 250 días del ensayo, lo que permite conocer la distribución de fósforo total. En el cuadro 13, se muestran estos valores en términos absolutos.

Cuadro 13. Ritmo de absorción absoluta de fósforo en los distintos órganos de *Salix viminalis* para el primer año de establecimiento.

Acumulación absorción P en órganos (g/planta)										
(Días)	**40**	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	0,005	0,008	0,004	0,005	0,005	0,002	0,006	0,010	0,018	0,023
TALLOS	0,000	0,002	0,002	0,005	0,005	0,001	0,002	0,012	0,031	0,040
HOJAS	0,001	0,003	0,003	0,006	0,011	0,006	0,005	0,016	0,026	0,020
TOTAL	**0,007**	**0,012**	**0,008**	**0,016**	**0,021**	**0,009**	**0,014**	**0,038**	**0,074**	**0,083**

Figura 6. Ritmo de absorción relativa de fósforo en *Salix viminalis* L0



Como se puede ver en la figura 6, existen dos períodos marcados de absorción, una absorción lenta y otra acelerada, al igual que la curva de acumulación de materia seca, los cuales se pueden corroborar en la figura 4.

La primera etapa se inicia con una absorción de 8,3%, alcanzando un valor máximo de 25%, culminando con una absorción del 10,9%. La segunda absorción se produce a partir de los 160 días, con un valor de 16,3% que aumenta hasta el final del ensayo.

Cuadro 14. Distribución relativa de fósforo total acumulado en los distintos órganos de *Salix viminalis*

Distribución P Total Acumulado en órganos (%)										
(Días)	**40**	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	74,9	63,2	42,1	30,3	24,1	20,4	46,5	26,6	23,7	27.1
TALLOS	4,8	14,7	20,8	28,9	24,3	16,0	13,2	31,8	41,8	48.6
HOJA	20,3	22,1	37,2	40,8	51,6	63,6	40,3	41,6	34,5	24.2
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

En el cuadro 14 se puede observar que en la primera etapa existe una disminución paulatina en la absorción de fósforo en caña, en cambio existe un aumento en el fósforo absorbido en las hojas y en los tallos. Las hojas absorben un 63,6% al final de esta etapa, lo cual equivale a 240 gramos de fósforo/hectárea.

En la segunda etapa, caña y hojas, aumentan su absorción al comienzo, disminuyendo su concentración hacia finales del periodo, donde alcanzan un 24,2% y 27,1%, respectivamente. En cambio, el tallo presenta un aumento continuado de absorción, probablemente debido a que debe acumular este nutriente para las etapas posteriores de desarrollo, alcanzando un 48,6% de fósforo, lo cual equivale a 1,6 kg de fósforo/ha.

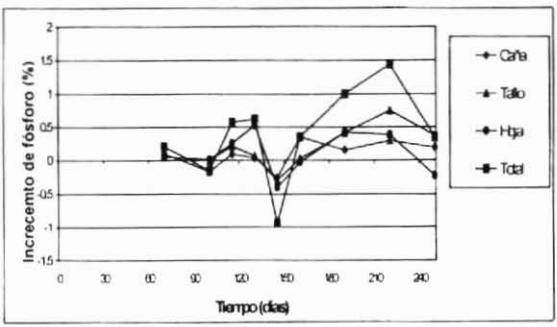
Lo anterior, según Wild (1992), se debe a que a medida que la planta se desarrolla se van produciendo nuevos tejidos; el fósforo, por ser un nutriente móvil, se redistribuye por traslocación y se presentan las variaciones anteriormente mencionadas.

El cuadro 15 muestra el porcentaje de incremento diario en la absorción de fósforo.En cuanto a la absorción y el incremento de materia seca, existe cierta similitud en la tendencia de las curvas. En la figura 7, se puede observar la distribución de incremento relativo de la absorción de fósforo.

Cuadro 15. Incremento diario relativo de fósforo en los distintos órganos de *Salix viminalis*

Incremento diario relativo de Fósforo (%)									
(Días)	**40-70**	**70-100**	**100-115**	**115-130**	**130-145**	**145-160**	**160-190**	**190-220**	**220-250**
CAÑA	0,10	-0,17	0,09	0,03	-0,25	0,36	0,16	0,30	0,20
TALLOS	0,06	0,00	0,22	0,07	-0,29	0,03	0,42	0,76	0,38
HOJAS	0,05	0,02	0,26	0,52	-0,40	-0,03	0,42	0,39	-0,22
TOTAL	**0,21**	**-0,15**	**0,58**	**0,63**	**-0,94**	**0,35**	**1,00**	**1,44**	**0,35**

Figura 7. Tasa de absorción de fósforo en términos de g/planta/día



Incremento de absorción inicial lenta. Esta etapa comprende desde octubre hasta finales de enero. La absorción de fósforo alcanza su mayor intensidad, que corresponde a 0,63% (13,8 g P/ha/día). Esta mayor tasa de incremento, se produce 15 días después del muestreo en el cual ocurre un mayor incremento diario de acumulación de materia seca (cuadro 15).

Incremento de absorción acelerada. Este período comprende desde febrero hasta mayo, donde se alcanza un incremento máximo de 1,44% (47,91 g P/ha/día).

Ritmo de absorción de potasio

En la figura 8 y cuadro 16 se muestran la absorción relativa de nitrógeno, para cada órgano de la planta y total global durante el período de duración del ensayo. En el cuadro 17 se muestran los resultados en términos absolutos.

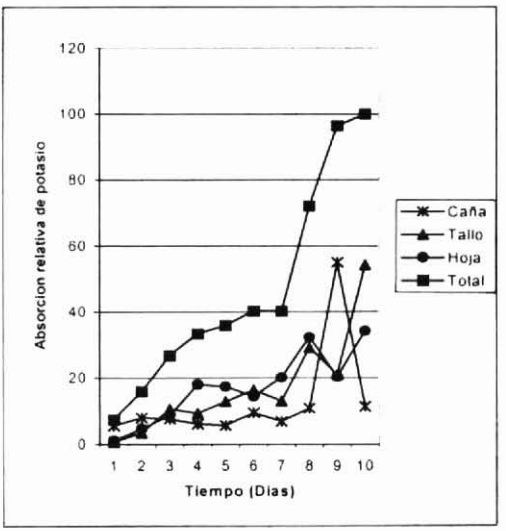
Cuadro 16. Ritmo de absorción relativa de potasio en distintos órganos de *Salix viminalis*

Ritmo de absorción relativa de Potasio en distintos órganos para mimbre (%)										
(Días)	**40**	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	5,58	7,91	7,58	9,45	6,84	6,086	5,67	55,12	10,81	11,37
TALLO	0,67	3,43	10,55	16,39	13,01	9,259	12,88	21,01	29,07	54,31
HOJA	1,18	4,63	8,61	14,47	20,19	18,01	17,39	20,33	32,29	34,27
TOTAL	**7,43**	**15,97**	**26,74**	**40,31**	**40,31**	**33,35**	**35,94**	**96,46**	**72,18**	**100,00**

Cuadro 17. Ritmo de absorción absoluta de potasio en distintos órganos de *Salix viminalis*

Ritmo de absorción de potasio en distintos órganos para mimbre (g/planta)										
(Días)	**40**	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	0,020	0,029	0,028	0,034	0,025	0,022	0,021	0,201	0,039	0,041
TALLO	0,002	0,013	0,038	0,060	0,047	0,034	0,047	0,077	0,106	0,198
HOJA	0,004	0,017	0,031	0,053	0,074	0,066	0,063	0,074	0,118	0,125
TOTAL	**0,027**	**0,058**	**0,098**	**0,147**	**0,146**	**0,122**	**0,131**	**0,352**	**0,263**	**0,365**

Figura 8. Ritmo de absorción de nitrógeno en mimbre



La curva de potasio observada en la figura 8, al igual que en el caso de incremento relativo de materia seca define claramente dos etapas de absorción.

La absorción inicial es lenta, siendo al momento de la primera medición de un 7,435%, para finalizar con un 26,47% al momento de la tercera medición (100 días).

En la segunda etapa se incrementa la absorción llegando a los 190 días con un 72% del total de potasio absorbido por la planta.

La distribución del potasio absorbido para los distintos órganos de la planta, a través del tiempo (cuadro 18), muestra que las cañas comienzan la translocación de potasio a partir de los 190 días, lo cual coincide con la absorción acelerada de potasio por parte de la planta.

Cuadro 18. Distribución relativa, a través del tiempo, del potasio total absorbido por los distintos órganos de *Salix viminalis*

Distribución relativa del Potasio total absorbido en distintos órganos (%)										
(Días)	**40**	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	75,10	49,52	28,35	23,44	17,10	18,25	15,78	57,14	14,98	11,37
TALLO	9,05	21,47	39,46	40,66	32,49	27,76	35,84	21,78	40,28	54,35
HOJA	**15,84**	**29,01**	**32,19**	**35,90**	**50,42**	**54,00**	**48,38**	**21,08**	**44,74**	**34,28**

A partir del cuadro 18 que muestra las tasas de absorción de potasio, se puede determinar al igual que en el caso de la materia seca, el porcentaje de incremento diario en la absorción de potasio para los distintos órganos (cuadro 19) y el incremento diario absoluto, en gramos por planta-día, (cuadro 20).

Cuadro 19. Potasio. Incremento diario (%)

Incremento diario de potasio (%)									
(Período)	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**3-5**	**5-6**	**6-7**	**7-8**	**8-9**	**9-1**
(Días)	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	0,0775	-0,0110	0,1245	-0,1734	-0,0509	-0,0277	1,6483	-1,4769	0,0185
TALLO	0,0919	0,2375	0,3892	-0,2251	-0,2504	0,2415	0,2710	0,2686	0,8427
HOJA	0,1152	0,1325	0,3911	0,3814	-0,1458	-0,0415	0,0983	0,3986	0,0661
TOTAL	**0,2846**	**0,3590**	**0,9049**	**-0,0171**	**-0,4472**	**0,1724**	**2,0176**	**-0,8096**	**0,9273**

Cuadro 20. Potasio. Incremento diario (g/planta)

Incremento diario de potasio (g/planta)									
(Período)	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**3-5**	**5-6**	**6-7**	**7-8**	**8-9**	**9-1**
(Días)	**70**	**100**	**115**	**130**	**145**	**160**	**190**	**220**	**250**
CAÑA	0,0003	0,0000	0,0005	-0,0006	-0,0002	-0,0001	0,0060	-0,0054	0,0001
TALLO	0,0003	0,0009	0,0014	-0,0008	-0,0009	0,0009	0,0010	0,0010	0,0031
HOJA	0,0004	0,0005	0,0014	0,0014	-0,0005	-0,0002	0,0004	0,0015	0,0002
TOTAL	**0,0010**	**0,0013**	**0,0033**	**-0,0001**	**-0,0016**	**0,0006**	**0,0074**	**-0,0030**	**0,0034**

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento en altura

Curva de incremento de altura

La figura 9, muestra el incremento promedio de la altura. Las curvas indican que las plantas en los distintos tratamientos detienen su crecimiento a partir del mes de marzo, luego de alcanzar su máximo incremento (cuadro 21).

Cuadro 21. Incremento de altura

Incremento altura (cm.)									
(Días)	30	60	90	120	150	180	210	240	270
TRAT0	2,2	14,5	27,4	23,8	21,4	25,5	27,8	2,5	1,2
TRAT1	2,3	14,9	20,6	18,4	26,5	32,9	32,9	3,3	0,7
TRAT2	2,4	13,6	32,0	20,5	27,4	35,1	32,0	3,3	0,4
TRAT3	2,3	16,9	27,8	19,4	25,8	38,4	34,5	2,1	0,4
TRAT4	2,4	15,1	29,5	19,0	28,6	39,0	41,1	2,1	0,3

El tratamiento 4 alcanza el máximo incremento en altura y el tratamiento testigo el mínimo, hecho que se explica por las diferentes cantidades de nitrógeno aplicadas en los distintos tratamientos, por ende, a mayor dosis mayor es el incremento. Lo anterior esta corroborado por Wild.(1992), que señala que el incremento del aporte de nitrógeno tiene efectos sobre las hojas y en el aumento del crecimiento de las plantas.

Figura 9. Incremento de altura

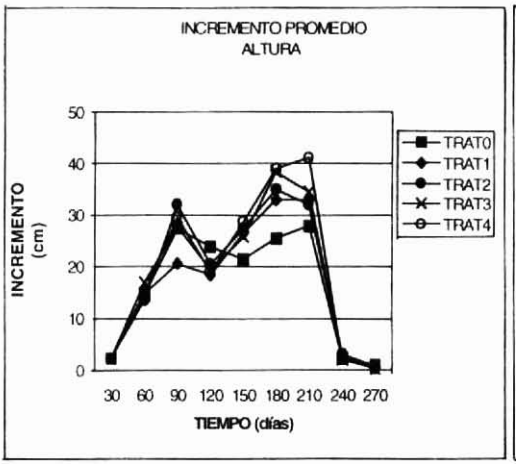
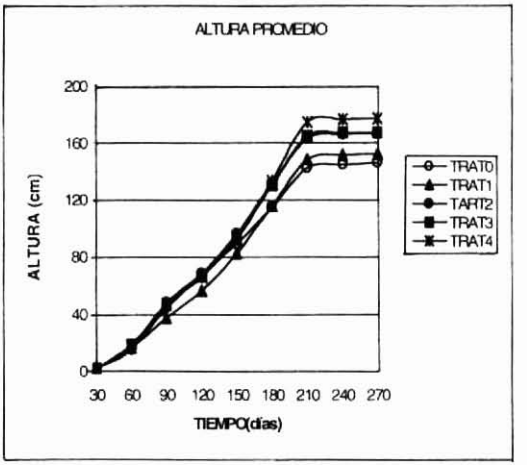


Figura 10. Altura promedio



De la figura 9, se desprende también que el momento oportuno de la cosecha del cultivo debe ser después de marzo donde se detiene su crecimiento.

Curva de altura total

La figura 10, muestra la evolución de la altura en los distintos tratamientos durante la duración del ensayo. Se aprecia que hasta los 150 días de establecido el ensayo las alturas en los distintos tratamientos no se diferencian unas de otras, a partir de este período comienzan a marcarse diferencias entre los distintos tratamientos que se prolongan hasta la finalización del ensayo (cuadro 22). La mayor altura promedio la alcanza el tratamiento 4, siendo un 17,4% superior al tratamiento testigo que presenta la menor altura.

Las diferencias de alturas observadas entre los tratamientos 2, 3 y 4 no son significativas a simple vista, por lo que al momento de decidir a la aplicación de una dosis de fertilización nitrogenada hay que considerar aquella dosis que proporcione mayor retorno económico.

Cuadro 22. Altura promedio

Altura promedio (cm).									
(Días)	**30**	**60**	**90**	**120**	**150**	**180**	**210**	**240**	**270**
TRAT0	2,2	16,7	44,2	68,0	89,4	114,9	142,7	145,2	146,4
TRAT1	2,3	17,2	37,8	56,2	82,7	115,6	148,5	151,7	152,4
TRAT2	2,4	16,0	48,0	68,5	95,9	131,0	163,0	166,2	166,6
TRAT3	2,3	19,3	47,0	66,5	92,3	130,7	165,2	167,3	167,6
TRAT4	2,4	17,4	47,0	65,9	94,6	133,6	174,7	176,8	177,2

Análisis de la altura sobre los distintos tratamientos de nitrógeno

El cuadro 23, compara las diferencias significativas estadísticamente de alturas para los distintos tratamientos. La diferencia observada en las alturas de los distintos tratamientos (4,3,2) se explica por el hecho de que el tratamiento testigo y el tratamiento 1 no son estadísticamente diferentes entre ellos, pero diferentes a los tratamientos 2, 3 y 4, que entre ellos son iguales. Por lo tanto, la fertilización afecta el crecimiento, y la decisión de cuál tratamiento elegir está dada por el fin perseguido con un determinado cultivo que permita el máximo retorno económico. En este caso, no existen diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos 2, 3 y 4, pero económicamente es más conveniente aplicar el tratamiento 3, que alcanza el máximo de producción de biomasa seca en el cultivo.

Cuadro 23. Diferencias de alturas en los distintos tratamientos aplicados, de acuerdo al método LSD de comparación múltiple

Tratamiento	Altura promedio final (cm)
Testigo	146,36 a
1	152,44 a
2	166,64 b
3	167,63 b
4	177,17 b

* *valores con la misma letra, no son estadísticamente diferentes, LSD=0,05.*

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento final en términos de peso verde

Concluyendo, en el cuadro 24, se presentan los rendimientos de biomasa obtenidos en los distintos tratamientos al momento de la cosecha, los resultados por parcela fueron llevados a toneladas por hectárea. El máximo rendimiento al momento de la cosecha es alcanzado por el tratamiento 4 y el mínimo por el tratamiento 1 de 7,5 y 3,2 t/ha, respectivamente.

Cuadro 24. Diferencias de pesos verdes en distintos tratamientos aplicados, de acuerdo al método LSD de comparación múltiple

Tratamiento	Dosis	Biomasa promedio final (t/ha)
Testigo	-	3,667 a
1	50 KgN/ha	3,167 a
2	100 KgN/ha	6,833 b
3	150 KgN/ha	6,167 b
4	200 KgN/ha	7,500 b

* *valores con la misma letra, no son estadísticamente diferentes, LSD=0,05.*

CONCLUSIONES

Sobre la base de los antecedentes obtenidos se puede concluir que el cultivo del sauce mimbre presenta dos etapas claras de acumulación de biomasa, las cuales son fundamentales de mantener, de tal forma que la planta exprese su potencial de rendimiento. Estas etapas son: una de crecimiento inicial lento y otra de crecimiento acelerado.

La absorción de nitrógeno presenta igualmente dos etapas de absorción, lo que permite parcializar las aplicaciones en por lo menos dos dosis que permitan aumentar la eficiencia de absorción de este elemento.

La absorción de P y K es rápida en su primera etapa lo cual obliga a incluir estos elementos en el inicio de la plantación.

Los altos rendimientos y la gran extracción de potasio que realiza el cultivo hacen pensar en una fertilización completa nuevamente en la temporada siguiente.

BIBLIOGRAFIA

DURAN, C. 1998. Caracterización de *Salix viminalis* L. Acorde a su Contenido de Extraibles y Capacidad Energética Total. Concepción, Chile. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. 43 p.

ESCOBAR, R. 1998. Nutrición y Fertilización en Viveros Forestales. Revista Agroanálisis, Segundo semestre. Pp: 6-10.

FAO. 1980. Los Alamos y los Sauces en la Producción de Madera y la Utilización de las Tierras. Roma, Italia. Colección FAO: Montes N° 10. 349 p.

INFOR. 1998. Mimbre & Wicker - Chile: De la Producción al Consumo. Santiago, Chile. 83 p.

MATUS, F. 1997. Mineralización de Nitrógeno en los Suelos Agrícolas; Recomendaciones de Fertilización para los Cultivos. Temuco, Chile. En: Estrategias de Fertilización para la Modernización del Sector Silvoagropecuario. 9as Jornadas de Extensión Agrícola, Universidad Católica de Temuco. sp.

RODRIGUEZ, J. 1992. Manual de Fertilización. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Colección en Agricultura. 362 p.

RODRIGUEZ, J. 1993. La Fertilización de los Cultivos, un Método Racional. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 1ª Edición. 291 p.

SILVA, H; RODRIGUEZ, J. 1995. Fertilización de Plantaciones Frutales. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Fac. d e Agronomía. Colección en agricultura. 519 p.

SUAREZ, D; BONOMELLI, C; RODRIGUEZ, J. 1997. Fertilización Forestal. Temuco, Chile. En: Estrategias de Fertilización para la Modernización del Sector Silvoagropecuario, 9as Jornadas de Extensión Agrícola. Universidad Católica de Temuco. sp.

WILD, A. 1992. Condiciones del Suelo y Desarrollo de las Plantas según Russell. Madrid, España. Ediciones Mundi - Prensa. 1045 p.

SITUACION FITOSANITARIA DE LAS ESPECIES DEL GENERO *Salix* PRESENTES EN CHILE

Patricio Parra[1], Marcos Cohen[1], Jorge Faúndez[1]
1 Ing.Forestal, Subgerencia de Tecnologías Silvícolas, Instituto Forestal, INFOR, Chile

RESUMEN

El presente documento tiene por objetivo dar a conocer los resultados obtenidos en las prospecciones fitosanitarias realizadas en 1998 y 1999 a los ensayos de especies de *Salix* establecidos por el Instituto Forestal (INFOR) en el marco del proyecto "Desarrollo Integral del Cultivo y la Industrialización del Sauce-mimbre" Entre los principales agentes de daño se encuentran la avispa *Nematus desantisi* y el hongo *Melampsora humboldtiana*, mientras que la principal causa de muerte fue el déficit hídrico. Esta labor se orienta a contribuir con antecedentes que minimicen las pérdidas económicas causadas por agentes de daño y mejorar las condiciones de sustentabilidad económica de la actividad productiva relacionada con la especie.

INTRODUCCION

Las plantaciones de sauce-mimbre como cualquier cultivo intensivo están expuestas a ser afectadas por diferentes tipos de agentes de daño (insectos, enfermedades, ambientes adversos, etc.). Los problemas de pestes son frecuentemente agravados con el establecimiento de plantaciones en sitios marginales para la especie y/o el manejo inadecuado de ellas, lo cual representa una extensión de sustrato con condiciones ideales para el establecimiento de las pestes. En el caso de plagas exóticas, cuando éstas ingresan a una nueva área para su colonización, lo hacen sin sus enemigos naturales y en consecuencia su reproducción y dispersión puede llegar a presentar características alarmantes. Bajo estas condiciones, estos problemas podrían ser graves, especialmente en plantaciones clonales de restringida variabilidad genética, cuyo sustrato homogéneo, como es el caso del sauce-mimbre, es favorable para el desarrollo de determinados agentes.

Existen especies para las cuales el medio ambiente es insuficiente para satisfacer sus necesidades específicas, generando individuos estresados y susceptibles de ser afectados por estos agentes, que inicialmente pueden existir en forma natural sin provocar mayores daños, pero que en ciertas condiciones ven facilitado su establecimiento y reproducción, convirtiéndose en una plaga. Una adecuada selección del sitio debe ser considerada como un factor fundamental dentro de la planificación de las plantaciones de sauce-mimbre, ya que es sabido que existe una relación inversa entre el vigor de las plantas en general, y su susceptibilidad al ataque de agentes de daño.

Debido a lo anterior, es fundamental prospectar y evaluar continuamente dichas plantaciones puesto que el desconocimiento de agentes dañinos en cultivos extensivos es un factor negativo que puede desencadenar una situación desventajosa, dejando a las grandes inversiones en un umbral de incertidumbre y riesgo económico innecesario. Sólo por medio de la detección precoz, lograda gracias a programas de prospecciones periódicas, es posible evitar la dispersión y proliferación de los agentes de daño.

OBJETIVOS

Detectar e identificar los principales agentes causales de daño que afectan a las especies del género *Salix* establecidas en ensayos en las regiones IV a XI.

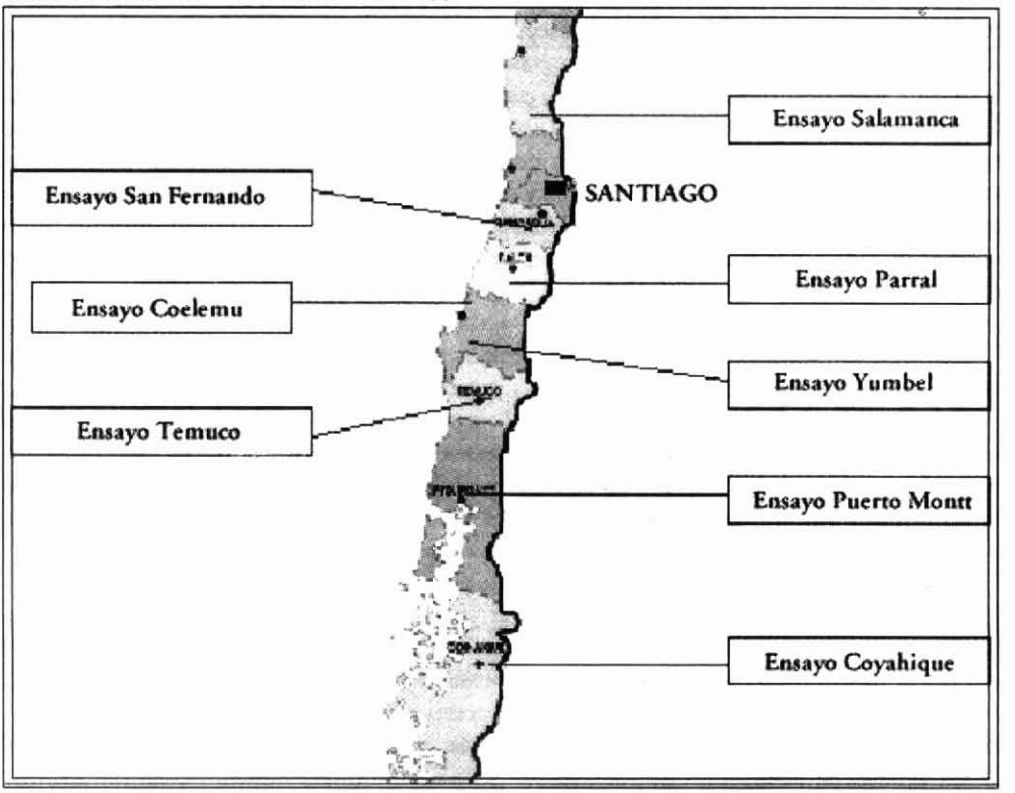
Determinar la magnitud del daño provocado y la dispersión geográfica de los agentes detectados.

MATERIAL Y METODO

La prospección fitosanitaria se efectuó en 8 ensayos de especies de *Salix*, que el Instituto Forestal (INFOR), estableció entre la IV y XI Regiones del país en 1997 como parte del proyecto « Desarrollo integral del Cultivo e Industrialización del Sauce-mimbre ».

La ubicación de cada uno de los ensayos se muestra en la figura 1.

Figura 1. Localización de ensayos de *Salix* spp



Las especies y lugar de procedencia de individuos *Salix* presentes en los ensayos se indican en el cuadro 1.

Cuadro 1. Especies y lugar de procedencia de *Salix* spp

Número	Especie	Lugar de procedencia
1	*Salix alba*	Coelemu
2	*Salix purpurea*	Angol
3	*Salix viminalis*	Chimbarongo
4	*Salix viminalis*	Angol
5	*Salix viminalis*	Coyhaique
6	*Salix caprea*	Longaví
7	*Salix humboldtiana* var. *fastigiata*	Cogotí
8	*Salix humboldtiana*	Quirihue
9	*Salix caprea*	Valdivia
10	*Salix viminalis*	Coyhaique
11	*Salix alba* var. *vittellina.*	Llanquihue
12	*Salix x rubens*	Yumbel

El diseño de cada uno de los ensayos corresponde a parcelas al azar con 3 repeticiones, en el que cada parcela corresponde a una de las 12 especies ensayadas, cada una con 30 individuos, completando un total de 90 individuos por especie y ensayo.

Las prospecciones y evaluaciones de daños fueron efectuadas en marzo de 1998 y marzo de 1999.

En ambos casos las variables medidas para cada especie y ensayo correspondieron a:

a)Porcentaje de plantas vivas y muertas, subdivididas en:
Plantas muertas según agente de mortalidad (biótico y abiótico)
Plantas vivas sanas
Plantas vivas atacadas según agente de daño (biótico y abiótico)

b)Intensidad promedio de daños: representada por la media aritmética del grado de daño porcentual observado en cada individuo atacado, para cada agente de daño en particular. Para los agentes que afectan el follaje se consideró el porcentaje de defoliación del individuo; y en el caso de daño por lagomorfos, se consideró la zona afectada porcentual de la altura de éste.

Para los agentes causales desconocidos y sus respectivos daños, se tomaron muestras las que fueron enviadas al Laboratorio de Diagnóstico del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para su identificación.

RESULTADOS

La prospección y evaluación fitosanitaria en los ensayos de especies del género *Salix* determinó qué agentes dañinos tanto bióticos como abióticos afectan negativamente el crecimiento y supervivencia de las plantaciones.

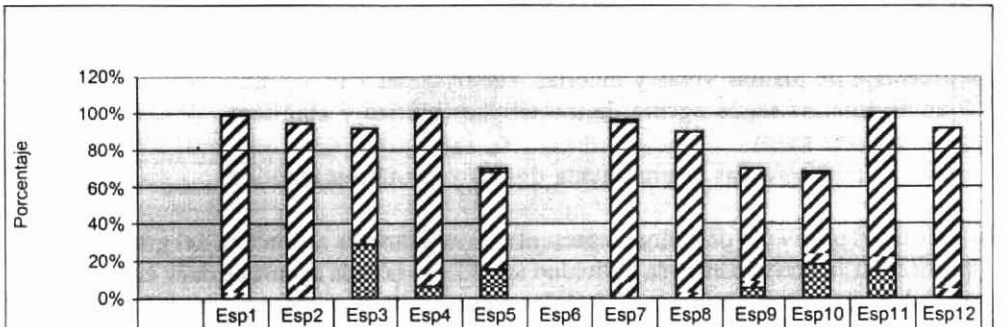
A partir de las prospecciones y análisis realizados, se pudo establecer los principales agentes de daño que están provocando merma en la productividad de las diferentes especies ensayadas.

A continuación se presenta un análisis detallado de la situación fitosanitaria de cada uno de los ensayos prospectados.

ENSAYO SALAMANCA

En el ensayo ubicado en Salamanca los agentes de daño que presentaron mayor incidencia durante 1998, fueron la mosca sierra del sauce *Nematus desantisi* (*Hymenoptera*: *Tenthredinidae*), cuya larva causa importantes defoliaciones, y el hongo *Melampsora humboldtiana* (gráfico 1). Sin embargo la intensidad del daño de estos agentes es baja y en ningún caso fueron causa de mortalidad (cuadro 2). En 1999 *M. humboldtiana* siguió siendo el principal agente aunque con bajos niveles de daño medio, mientras que no fue detectada la presencia de *N. desantisi*, probablemente a causa de los tratamientos químicos aplicados (gráfico 2 y cuadro 3).

Gráfico 1. Principales agentes de daño, ensayo Salamanca, prospección 1998



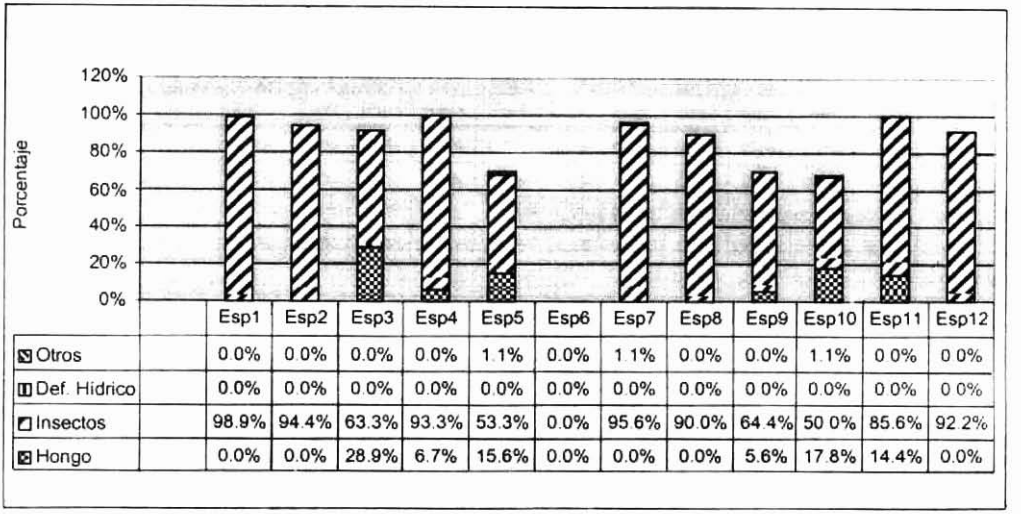
	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Otros	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%
Def. Hídrico	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Insectos	98.9%	94.4%	63.3%	93.3%	53.3%	0.0%	95.6%	90.0%	64.4%	50.0%	85.6%	92.2%
Hongo	0.0%	0.0%	28.9%	6.7%	15.6%	0.0%	0.0%	0.0%	5.6%	17.8%	14.4%	0.0%

Nota: El porcentaje de ataque puede ser más de un 100%, cuando un individuo ha sido afectado por más de un agente de daño

Cuadro 2. Intensidad promedio del daño, ensayo Salamanca, prospección 1998 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Otros					70,0		5,0			5,0		
Def. Hídrico												
Insecto	5,0	5,0	7,4	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	5,1	8,7	5,0
Hongo			5,6	5,0	5,0				5,0	5,0	50,8	

Gráfico 2. Principales agentes de daño, ensayo Salamanca, prospección 1999



	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Otros	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%
Def. Hídrico	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Insectos	98.9%	94.4%	63.3%	93.3%	53.3%	0.0%	95.6%	90.0%	64.4%	50.0%	85.6%	92.2%
Hongo	0.0%	0.0%	28.9%	6.7%	15.6%	0.0%	0.0%	0.0%	5.6%	17.8%	14.4%	0.0%

Cuadro 3. Intensidad promedio del daño, ensayo Salamanca, prospección 1999 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Descon.												
Otros		18,8	22,5	12,5	21,3	35,6	62,5	31,4	25,0	29,2	33,9	21,2
Def. Hídrico												
Insecto												

En cuanto a la mortalidad, de acuerdo a la prospección realizada en 1998,este fenómeno se presentó en 9 de las especies plantadas, llegando a casi un 100% en la especie 6 (gráfico 3), debido principalmente al déficit hídrico provocado por una plantación tardía y deficiente adaptación de las plantas a las condiciones ambientales. Sin embargo durante 1999 no fue detectada mortalidad por este factor, debido a un replante realizado en la temporada 98 (gráfico 4).

Gráfico 3. Causas de mortalidad de *Salix* spp, 1998

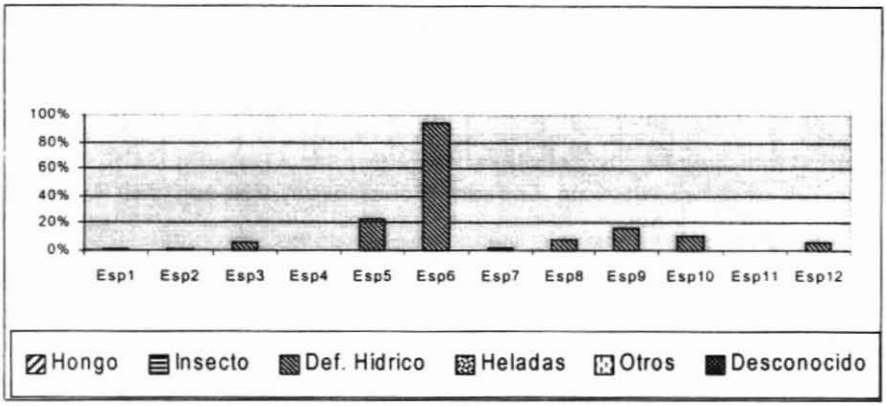
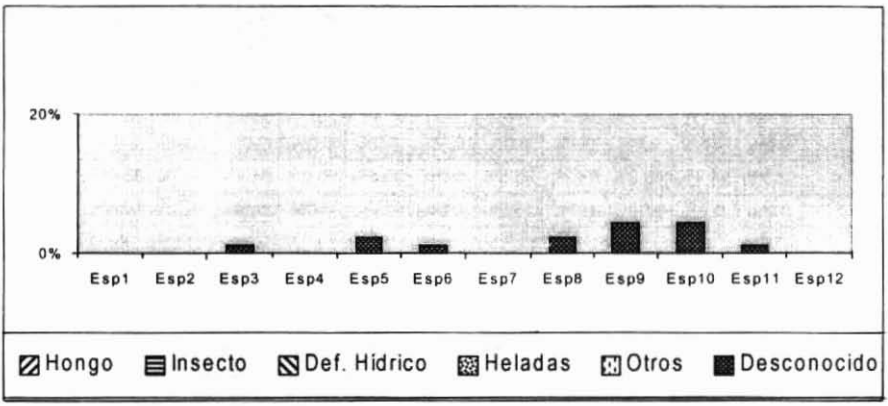


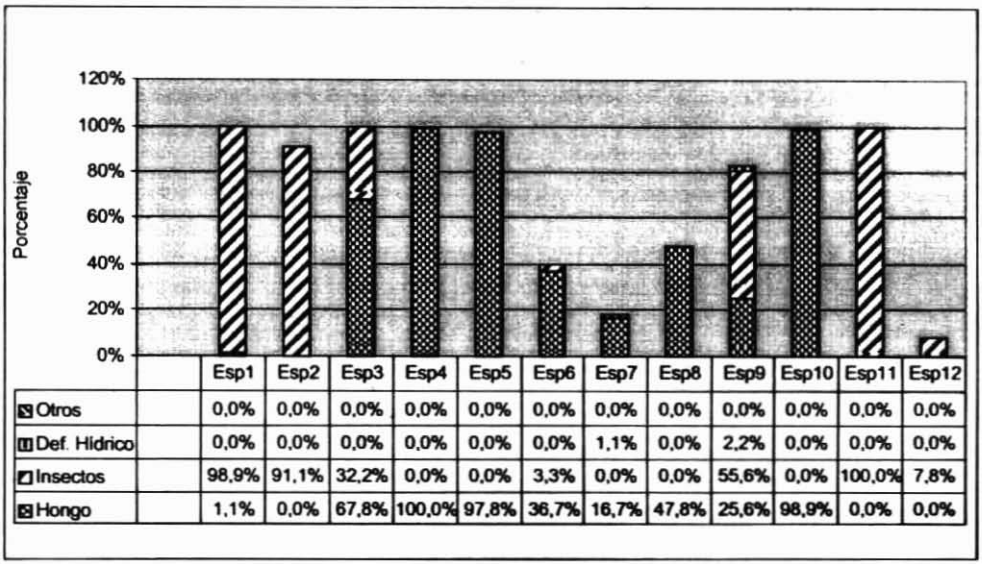
Gráfico 4. Causas de mortalidad de *Salix* spp, 1999



ENSAYO SAN FERNANDO

En el ensayo San Fernando se presentó una situación parecida a la de Salamanca, siendo *N. desantisi y M. humboldtiana* los principales agentes de daño durante 1998, en cuanto a presencia, pero con bajos niveles de daño, sin llegar a producir casos de mortalidad (gráfico 5 y cuadro 4) y, aunque en 1999 hubo persistencia de ambos agentes estos presentaron menor incidencia e intensidad de daño, debido a los tratamientos aplicados (gráfico 6 y cuadro 5).

Gráfico 5. Principales agentes de daño, ensayo San Fernando, prospección 1998

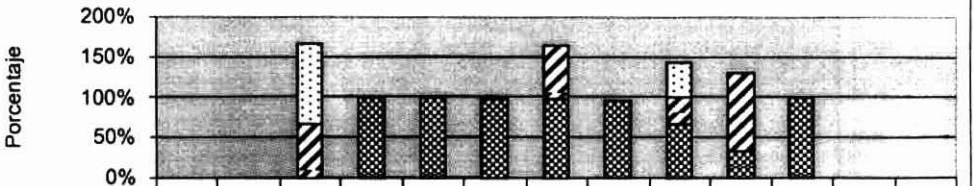


	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Otros	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Def. Hídrico	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%
Insectos	98,9%	91,1%	32,2%	0,0%	0,0%	3,3%	0,0%	0,0%	55,6%	0,0%	100,0%	7,8%
Hongo	1,1%	0,0%	67,8%	100,0%	97,8%	36,7%	16,7%	47,8%	25,6%	98,9%	0,0%	0,0%

Cuadro 4. Intensidad promedio del daño, ensayo San Fernando, prospección 1998 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Otros												
Def. Hídrico									27,5			
Insecto	41,2	21,1	78,6			66,7			15,5		49,4	8,6
Hongo	30,0		84,3	85,8	65,2	53,3	10,7	9,7	21,3	83,9		

Gráfico 6. Principales agentes de daño, ensayo San Fernando, prospección 1999



	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Desconocido	0,0%	100,0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	43,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Def. Hídrico	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Insectos	0,0%	66,7%	0,0%	0,0%	0,0%	65,4%	0,0%	33,3%	98,9%	0,0%	0,0%	0,0%
Hongo	0,0%	0,0%	100,0	100,0	97,8%	98,7%	96,7%	66,7%	33,3%	100,0	0,0%	0,0%

Nota: El porcentaje de ataque puede ser más de un 100%, cuando un individuo ha sido afectado por más de un agente de daño

Cuadro 5. Intensidad promedio del daño, ensayo San Fernando, prospección 1999 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Descon.		37,5						12,5				
Otros												
Def. Hídrico												
Insecto		25,0				12,5		37,5	16,4			
Hongo			41,4	59,7	45,7	37,8	62,5	37,5	37,5	42,5		

En este ensayo el déficit hídrico nuevamente resultó ser la principal causa de mortalidad durante 1998, debido a la tardía fecha de plantación; situación que fue remediada en 1999, gracias a un replante realizado (gráficos 7 y 8).

Gráfico 7. Causas de mortalidad de *Salix* spp, 1998

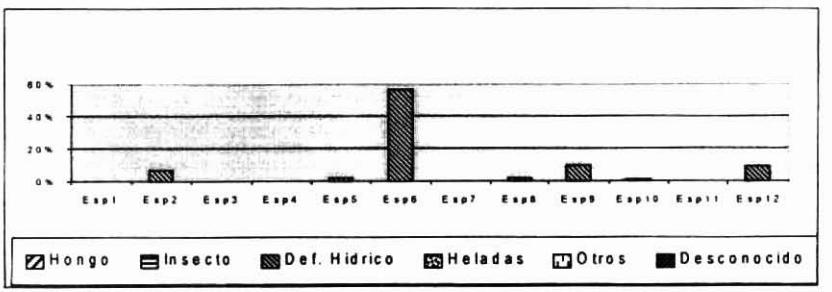
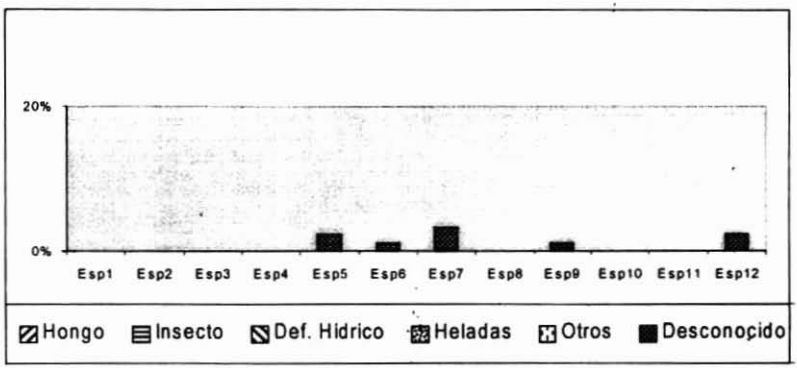


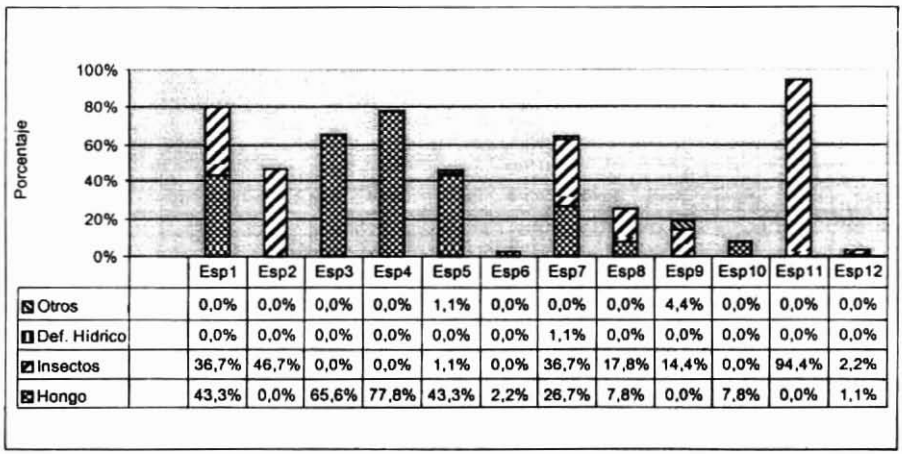
Gráfico 8. Causas de mortalidad de *Salix* spp. 1999



ENSAYO PARRAL

En el ensayo Parral se repitió la misma situación que en los ensayos anteriores, con respecto a los principales agentes de daño durante 1998 (gráfico 9 y cuadro 6); *N. desantisi* y *M. humboldtiana* presentan una alta incidencia pero con una relativa baja intensidad. En el segundo año *N. desantisi* desaparece y *M. huboldtiana* persiste, pero con menor intensidad de daño (gráfico 10 y cuadro 7).

Gráfico 9. Principales agentes de daño, ensayo Parral, prospección 1998

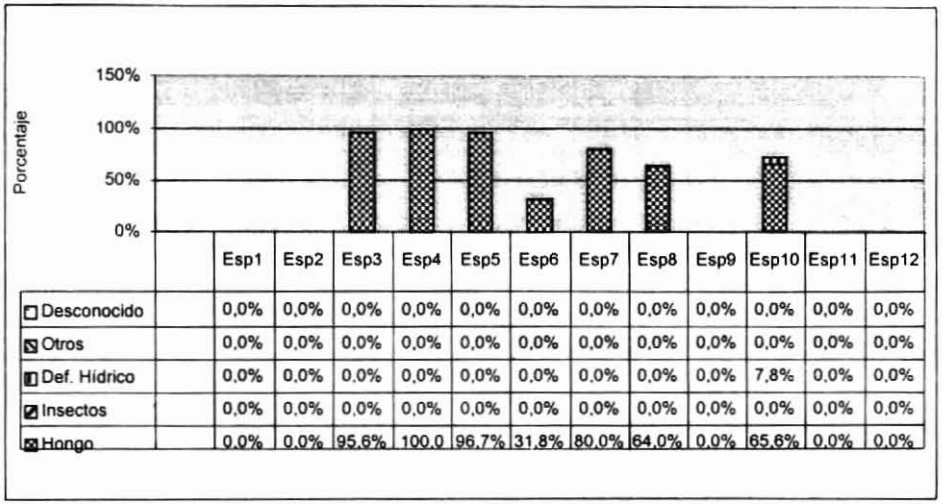


	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Otros	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	4,4%	0,0%	0,0%	0,0%
Def. Hídrico	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Insectos	36,7%	46,7%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	36,7%	17,8%	14,4%	0,0%	94,4%	2,2%
Hongo	43,3%	0,0%	65,6%	77,8%	43,3%	2,2%	26,7%	7,8%	0,0%	7,8%	0,0%	1,1%

Cuadro 6. Intensidad promedio del daño, ensayo Parral, prospección 1998 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Otros												
Def. Hídrico							25,0					
Insecto	9,6	8,3			2,0		13,0	19,8	6,4		25,8	12,5
Hongo	7,3		10,3	20,7	23,5	7,5	8,1	7,4		15,7		

Gráfico 10. Principales agentes de daño, ensayo Parral, prospección 1999



	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Desconocido	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Def. Hídrico	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,8%	0,0%	0,0%
Insectos	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hongo	0,0%	0,0%	95,6%	100,0	96,7%	31,8%	80,0%	64,0%	0,0%	65,6%	0,0%	0,0%

Cuadro 7. Intensidad promedio del daño, ensayo Parral, prospección 1999 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Descon.												
Otros												
Def. Hídrico										12,5		
Insecto												
Hongo			13,4	12,5	26,6	12,5	12,5	12,5		24,8		

En el caso de los agentes de mortalidad, la situación no varía mucho, ya que el déficit hídrico provocado por una plantación tardía sigue siendo la principal causa de mortalidad durante 1998 (gráfico 11), situación que cambia al año siguiente producto del replante y mejoras en las prácticas culturales (gráfico 12).

Gráfico 11. Causas de mortalidad de *Salix* spp., 1998

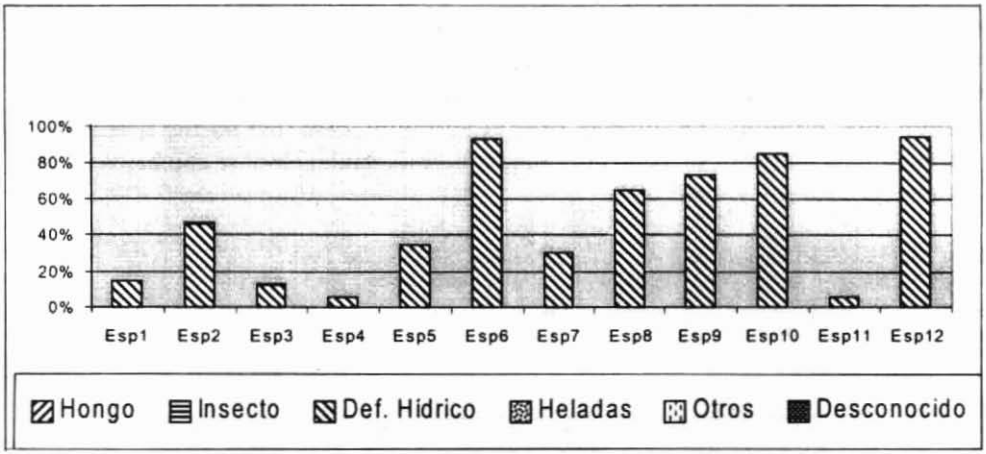
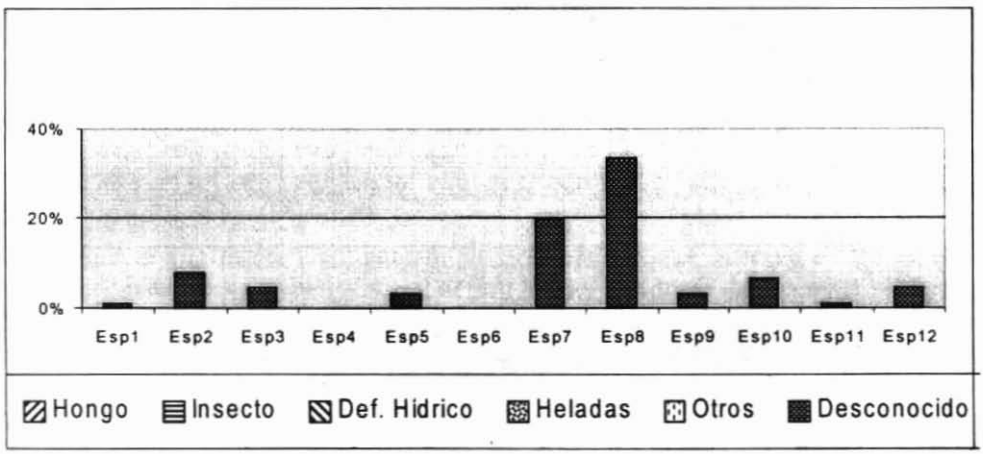


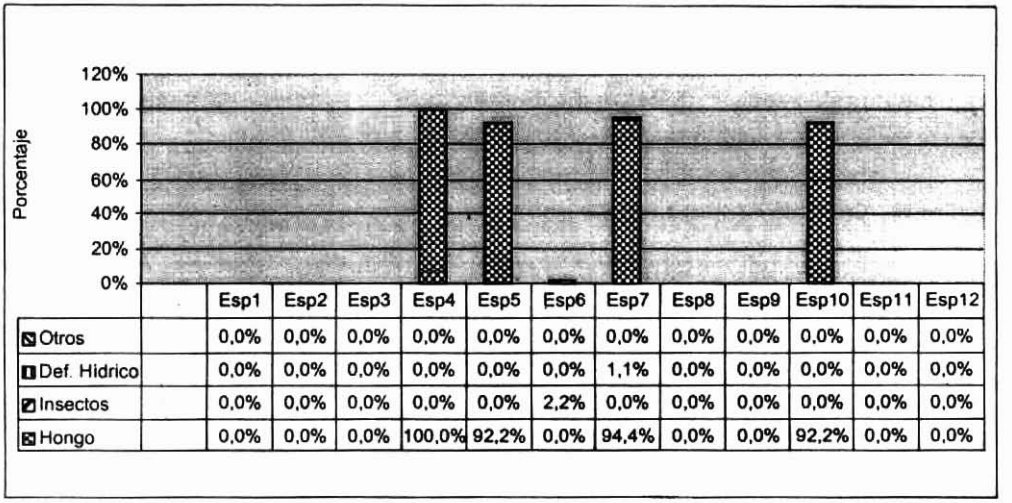
Gráfico 12. Causas de mortalidad de *Salix* spp., 1999



ENSAYO COELEMU

En el ensayo Coelemu los agentes *N. desantisi y M. humboldtiana* vuelven a ser los principales agentes de daño durante 1998, pero con valores de incidencia y nivel de daño medio muy por debajo de los observados en los otros ensayos (gráfico 13 y cuadro 8). Cabe destacar que en este ensayo se presentó un alto porcentaje de individuos sin ataque de ningún tipo; mientras que durante 1999 el agente *N. desantisi* no fue detectado, y *M. humboldtiana* aumentó su incidencia aunque siguió manteniéndose con bajos niveles de ataque (gráfico 14 y cuadro 9).

Gráfico 13. Principales agentes de daño, ensayo Coelemu, prospección 1998

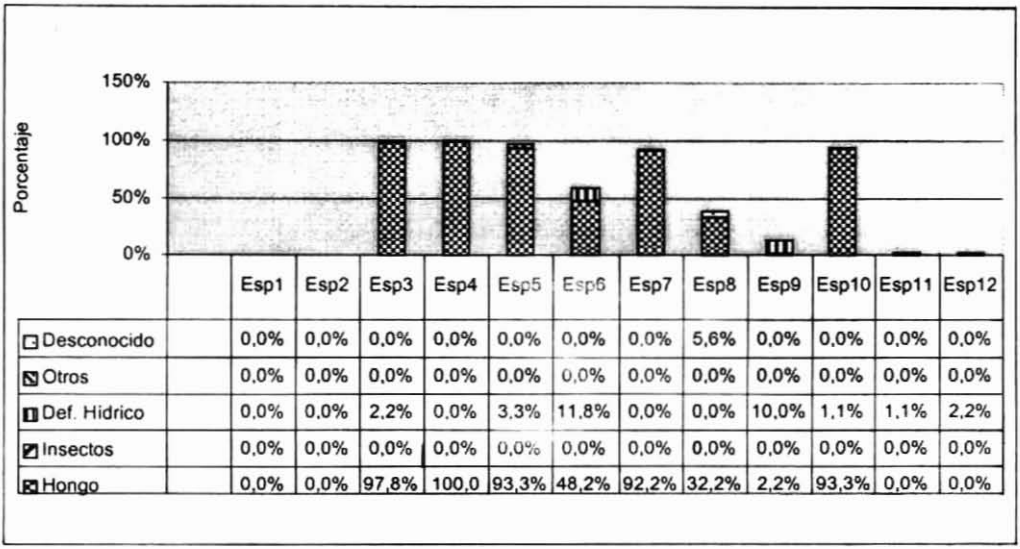


	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Otros	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Def. Hidrico	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Insectos	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hongo	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	92,2%	0,0%	94,4%	0,0%	0,0%	92,2%	0,0%	0,0%

Cuadro 8. Intensidad promedio del daño, ensayo Coelemu, prospección 1998 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Otros												
Def. Hidrico							10,0					
Insecto						5,0						
Hongo				6,9	10,0		8,1			7,3		

Gráfico 14. Principales agentes de daño, ensayo Coelemu, prospección 1999



	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Desconocido	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Otros	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Def. Hídrico	0,0%	0,0%	2,2%	0,0%	3,3%	11,8%	0,0%	0,0%	10,0%	1,1%	1,1%	2,2%
Insectos	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Hongo	0,0%	0,0%	97,8%	100,0	93,3%	48,2%	92,2%	32,2%	2,2%	93,3%	0,0%	0,0%

Cuadro 9. Intensidad promedio del daño, ensayo Coelemu, prospección 1999 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Descon								12,5				
Otros												
Def Hidrico			50,0		37,5	43,8			73,6	37,5	62,5	12,5
Insecto												
Hongo			21,0	19,7	12,5	26,5	53,5	12,5	37,5	20,2		

Con respecto a la mortalidad, aunque en 1998 ésta solo se observó en las especies 6 y 9, provocada principalmente por el déficit hídrico producto de una mala selección de la fecha de plantación, los valores son inusualmente altos (gráfico 15). Pese a que se realizó un replante y se modificaron las medidas culturales, se siguió observando mortalidad en 9 de las especies ensayadas, nuevamente a causa del déficit hídrico (gráfico 16).

Gráfico 15. Causas de mortalidad de *Salix* spp., 1998

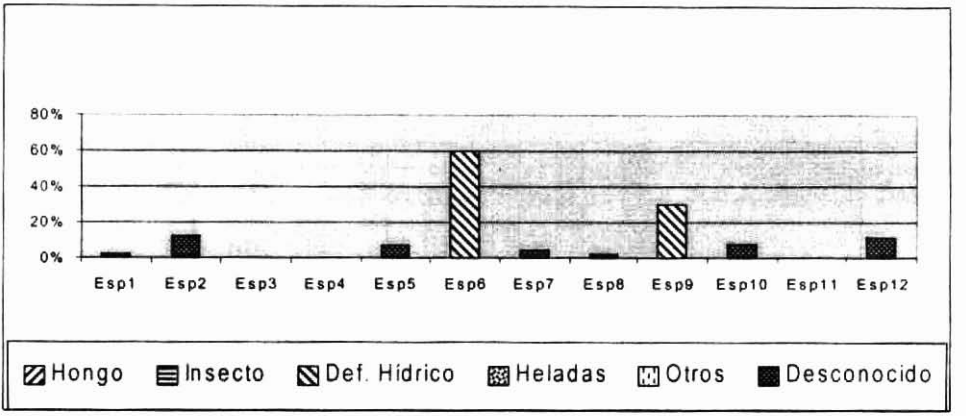
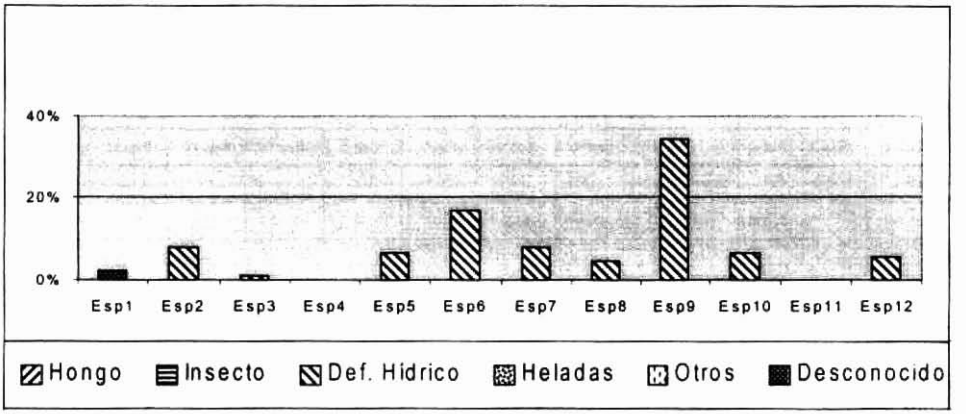


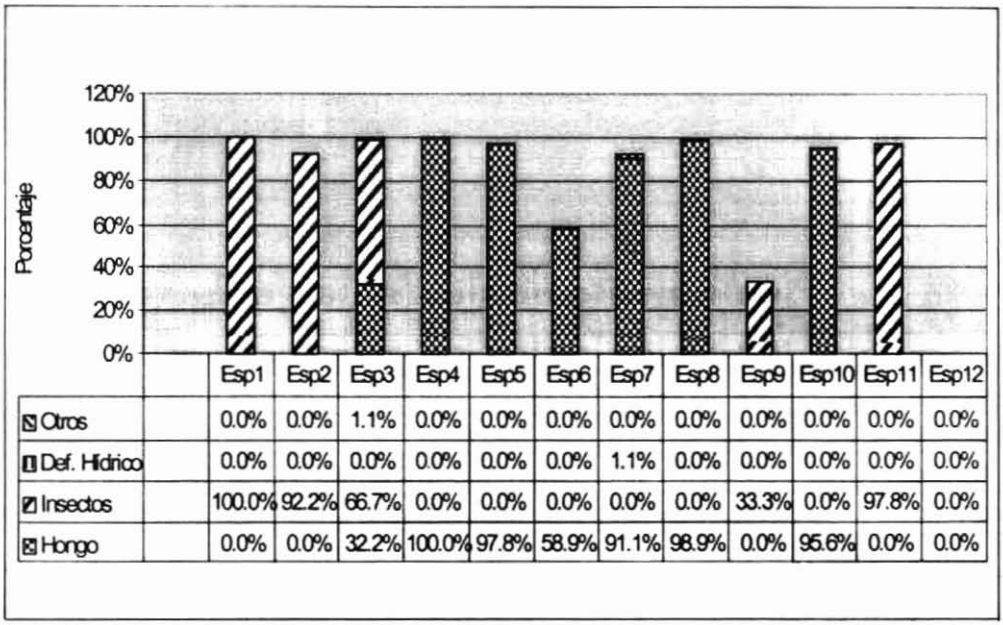
Gráfico 16. Causas de mortalidad de *Salix* spp., 1999.



ENSAYO YUMBEL

En Yumbel los principales agentes de daño siguen siendo *N. desantisi y M. humboldtiana*, sin embargo es posible observar, a excepción de la especie 12 que no presenta ningún daño y la especie 3 que presenta ambos ataques, que las demás especies solo presentaron el ataque de uno sólo de los agentes de daño (gráfico 17 y cuadro 10). En la prospección realizada en 1999, el agente *N. desantisi* disminuyó significativamente su incidencia, atacando sólo a la especie 7, con una mediana intensidad de daño, mientras que *M. humboldtiana* siguió atacando a las mismas especies con mayor incidencia aún, pero con una intensidad menor y más pareja entre especies (gráfico 18 y cuadro 11).

Gráfico 17. Principales agentes de daño, ensayo Yumbel, prospección 1998

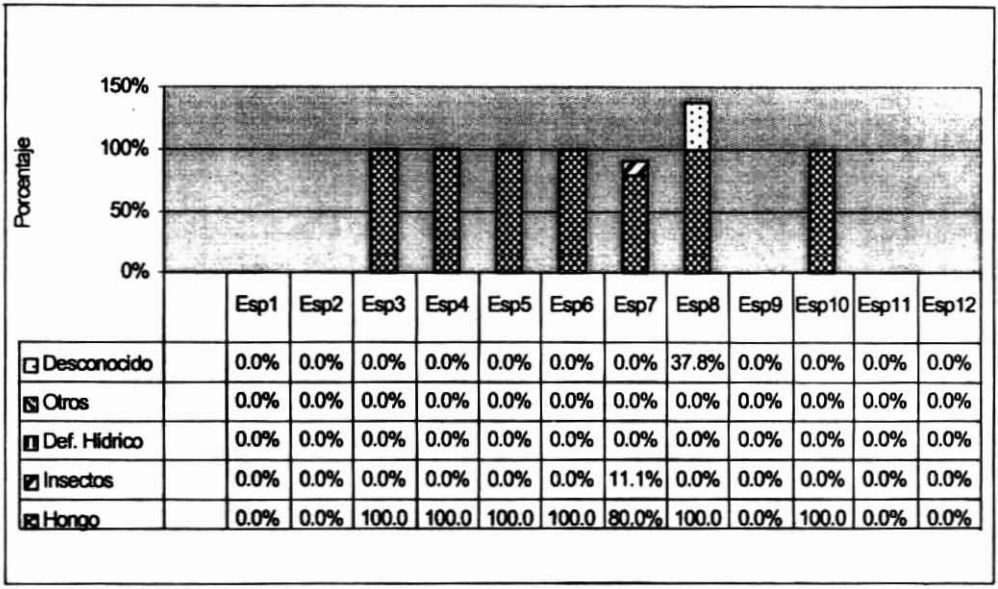


	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Otros	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Def. Hídrico	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Insectos	100.0%	92.2%	66.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	33.3%	0.0%	97.8%	0.0%
Hongo	0.0%	0.0%	32.2%	100.0%	97.8%	58.9%	91.1%	98.9%	0.0%	95.6%	0.0%	0.0%

Cuadro 10. Intensidad promedio del daño, ensayo Yumbel, prospección 1998 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Otros			5,0									
Def. Hídrico							80,0					
Insecto	17,4	18,0	13,4						11,5		16,4	
Hongo			12,4	80,0	40,0	25,0	80,0	99,8		70,0		

Gráfico 18. Principales agentes de daño, ensayo Yumbel, prospección 1999



	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Desconocido	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	37.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Otros	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Def. Hídrico	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Insectos	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Hongo	0.0%	0.0%	100.0	100.0	100.0	100.0	80.0%	100.0	0.0%	100.0	0.0%	0.0%

Nota: El porcentaje de ataque puede ser más de un 100%, cuando un individuo ha sido afectado por más de un agente de daño

Cuadro 11. Intensidad promedio del daño, ensayo Yumbel, prospección 1999 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Descon.								12,5				
Otros												
Def. Hídrico												
Insecto							52,5					
Hongo			54,2	45,8	37,5	45,8	49,0	29,2		45,8		

En este ensayo el déficit hídrico sigue siendo la principal causa de mortalidad, sin embargo la incidencia detectada es más baja que en los demás ensayos en términos de número de especies e individuos afectados, ya que solo afectó a las especies 6 y 9, con valores que no superaron el 30 %, mientras que en 1999 no se detectó mortalidad por este agente, registrándose una pequeña proporción de individuos muertos de la especie 7, por razones no determinadas (gráficos 19 y 20).

Gráfico 19. Causas de mortalidad de *Salix* spp., 1998

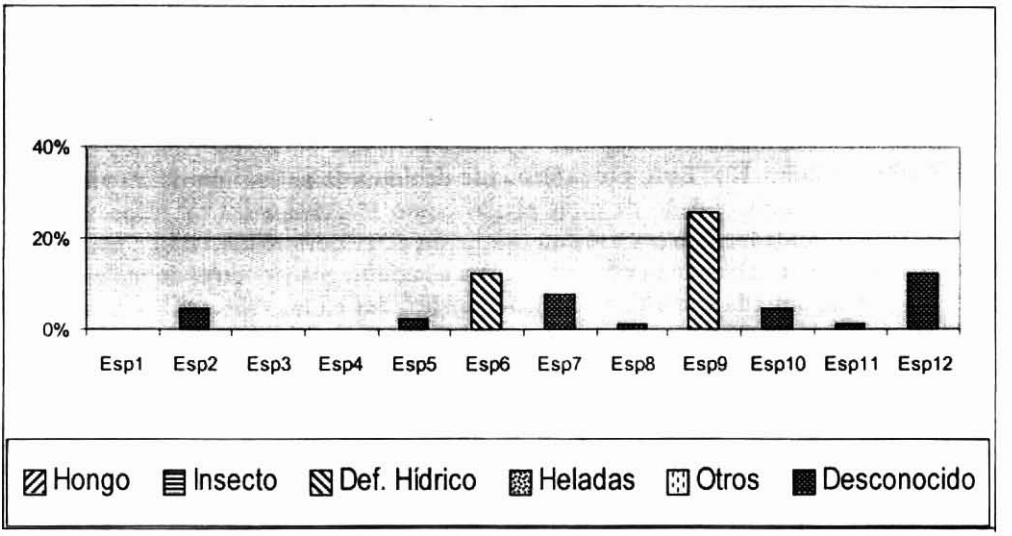
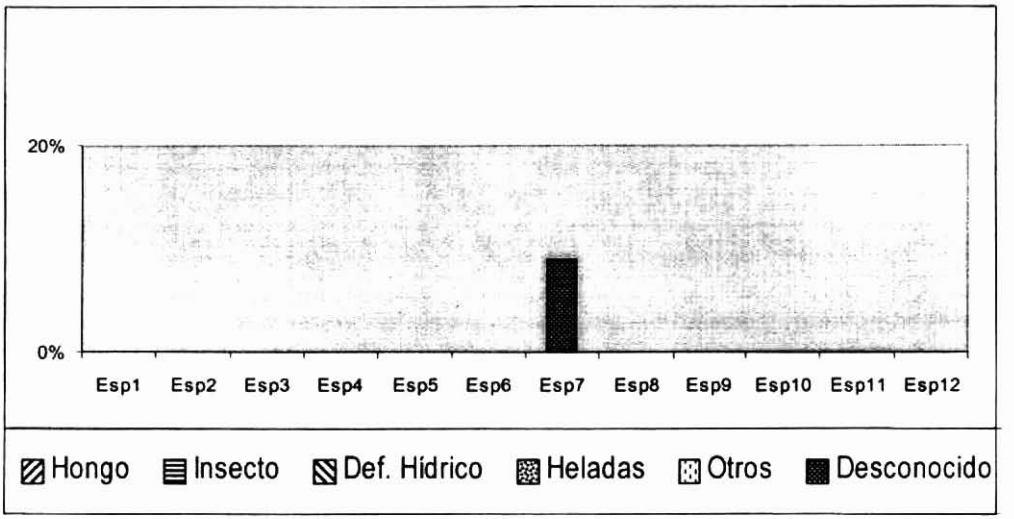


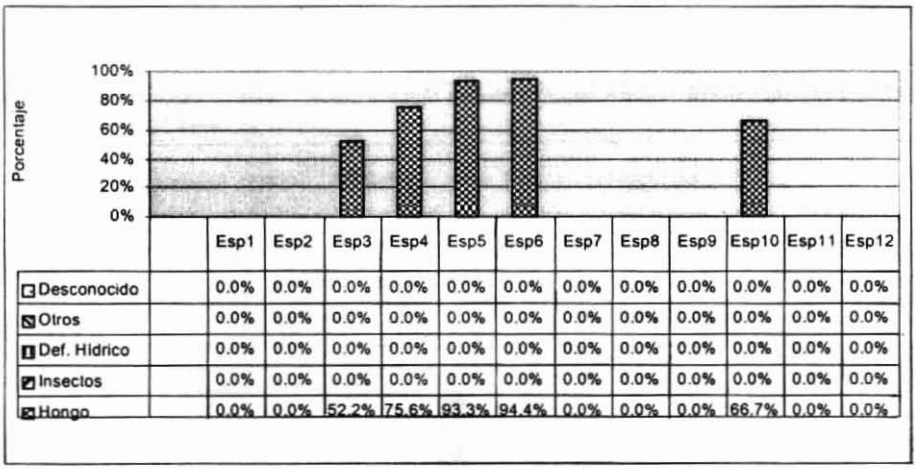
Gráfico 20. Causas de mortalidad de *Salix* spp., 1999



ENSAYO TEMUCO

En el ensayo Temuco no se realizó toma de datos en marzo de 1998, pues este ensayo se estableció recién en julio de ese año por lo que no fue posible contrastar los datos existentes para 1999, sin embargo es posible destacar que se detectó la misma situación que en los ensayos anteriores con respecto a los agentes de daño, ya que solo se encontró a *M. humboldtiana* atacando a algunas especies, pero con bajas intensidades de daño (gráfico 21 y cuadro 12). Esto, probablemente debido a la aplicación de tratamientos químicos para mitigar el daño de otras plagas como *N. desantisi*. Con respecto a los agentes de mortalidad, como ocurrió anteriormente, no se detectó mortalidad por déficit hídrico, debido a la aplicación oportuna y adecuada de riegos y control de malezas, sin embargo fue encontrada una alta mortalidad por heladas en las especies 7 y 8, además de una pequeña, pero significativa proporción de individuos de varias especies, para los que no fue posible identificar el agente de mortalidad (gráfico 22).

Gráfico 21. Principales agentes de daño, ensayo Temuco, prospección 1999

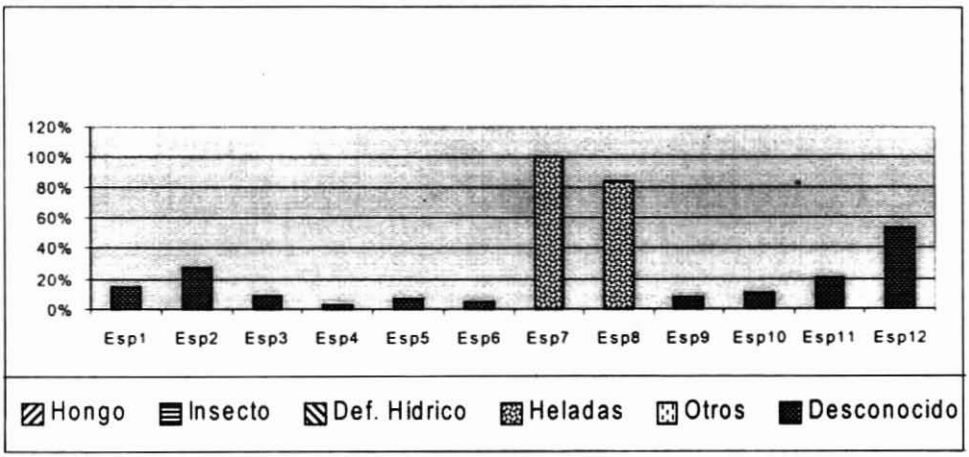


	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Desconocido	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Otros	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Def. Hídrico	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Insectos	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Hongo	0.0%	0.0%	52.2%	75.6%	93.3%	94.4%	0.0%	0.0%	0.0%	66.7%	0.0%	0.0%

Cuadro 12. Intensidad promedio del daño, ensayo Temuco, prospección 1999 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Descon.												
Otros												
Def. Hídrico												
Insecto												
Hongo			17,8	23,2	26,2	39,9				12,5		

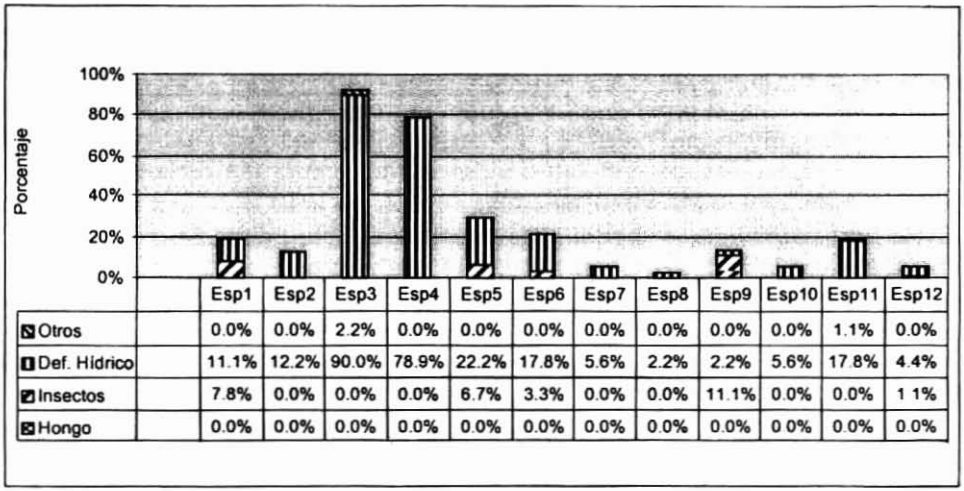
Gráfico 22. Causas de mortalidad de *Salix* spp., 1999



ENSAYO PUERTO MONTT

El ensayo ubicado en Puerto Montt, varió con respecto a los otros ensayos en los agentes de daño, ya que el principal agente detectado fue el déficit hídrico, mientras *N. desantisi* solo se encontró en 5 especies (especies 1, 5, 6, 9, 12) y con bajo nivel de intensidad media de daño , mientras que el agente *M. humboldtiana* no fue detectado en esta prospección (gráfico 23 y cuadro 13). Sin embargo, esta situación varió notoriamente en 1999, ya que no fue detectado el daño por déficit hídrico en ninguna especie y *N. desantisi* sólo afectó a la especie 7, con un bajo nivel de daño medio, mientras que se detectó una alta incidencia de *M. humboldtiana* en todas las especies, pero con bajos niveles de intensidad media de daño (gráfico 24 y cuadro 14).

Gráfico 23. Principales agentes de daño, ensayo Puerto Montt, prospección 1998

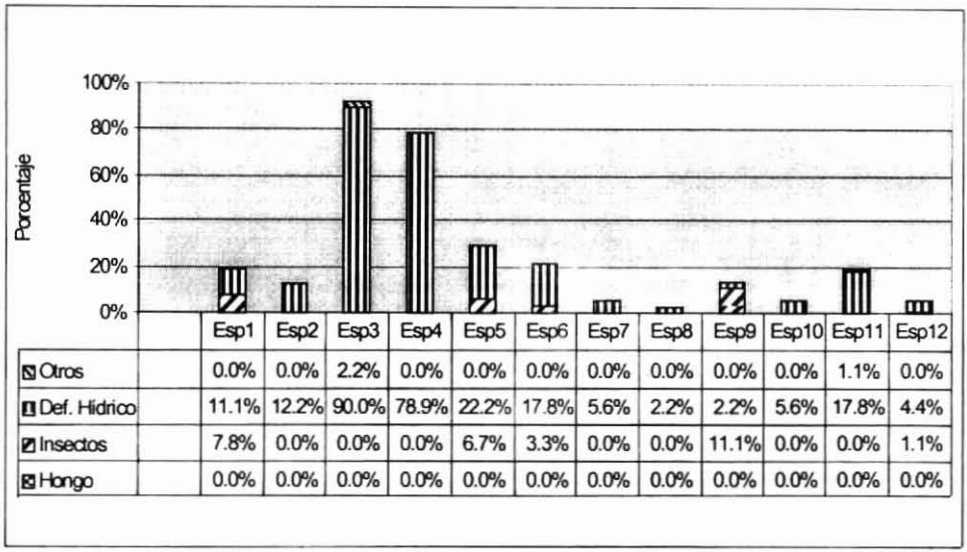


	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Otros	0.0%	0.0%	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%
Def. Hídrico	11.1%	12.2%	90.0%	78.9%	22.2%	17.8%	5.6%	2.2%	2.2%	5.6%	17.8%	4.4%
Insectos	7.8%	0.0%	0.0%	0.0%	6.7%	3.3%	0.0%	0.0%	11.1%	0.0%	0.0%	1.1%
Hongo	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Cuadro 13. Intensidad promedio del daño, ensayo Puerto Montt, prospección 1998 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Otros			5,0									
Def. Hídrico	19,0	35,5	8,8	9,5	27,8	29,4	7,0	10,0	5,0	35,0	9,7	37,5
Insecto	12,9				15,0	6,7			10,5			10,0
Hongo												

Gráfico 24. Principales agentes de daño, ensayo Puerto Montt, prospección 1999



	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Otros	0.0%	0.0%	2.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%
Def. Hídrico	11.1%	12.2%	90.0%	78.9%	22.2%	17.8%	5.6%	2.2%	2.2%	5.6%	17.8%	4.4%
Insectos	7.8%	0.0%	0.0%	0.0%	6.7%	3.3%	0.0%	0.0%	11.1%	0.0%	0.0%	1.1%
Hongo	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Nota: El porcentaje de ataque puede ser más de un 100%, cuando un individuo ha sido afectado por más de un agente de daño

Cuadro 14. Intensidad promedio del daño, ensayo Puerto Montt, prospección 1999 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Otros			5,0									
Def. Hídrico	19,0	35,5	8,8	9,5	27,8	29,4	7,0	10,0	5,0	35,0	9,7	37,5
Insecto	12,9				15,0	6,7			10,5			10,0
Hongo												

Con respecto a la mortalidad, durante 1998 el déficit hídrico fue el principal agente de mortalidad para todas las especies (gráfico 25), mientras que en 1999 este agente no fue detectado en todo el ensayo, pero si se detectó una alta mortalidad sin que fuera posible identificar el agente causal (gráfico 26).

Gráfico 25. Causas de mortalidad de *Salix* spp., 1998

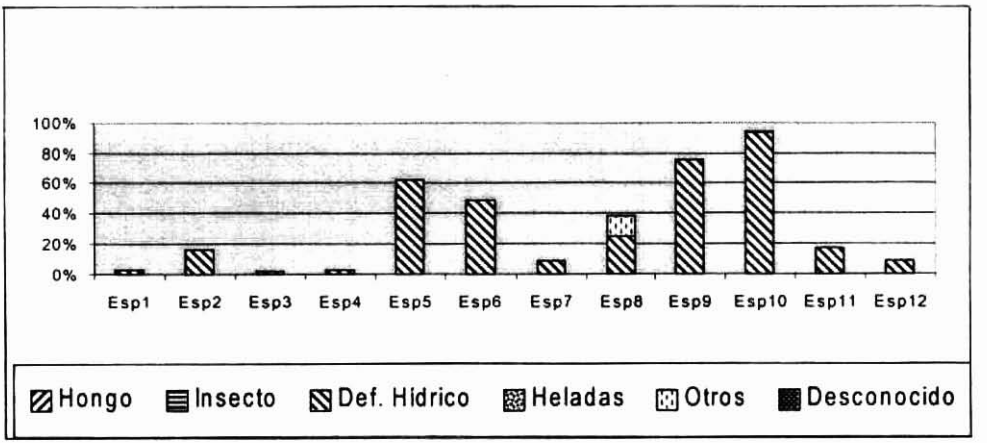
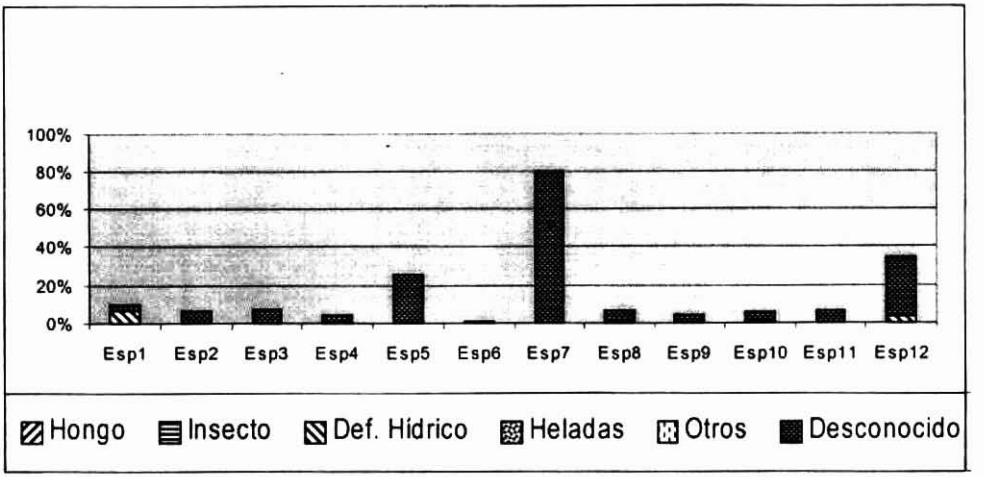


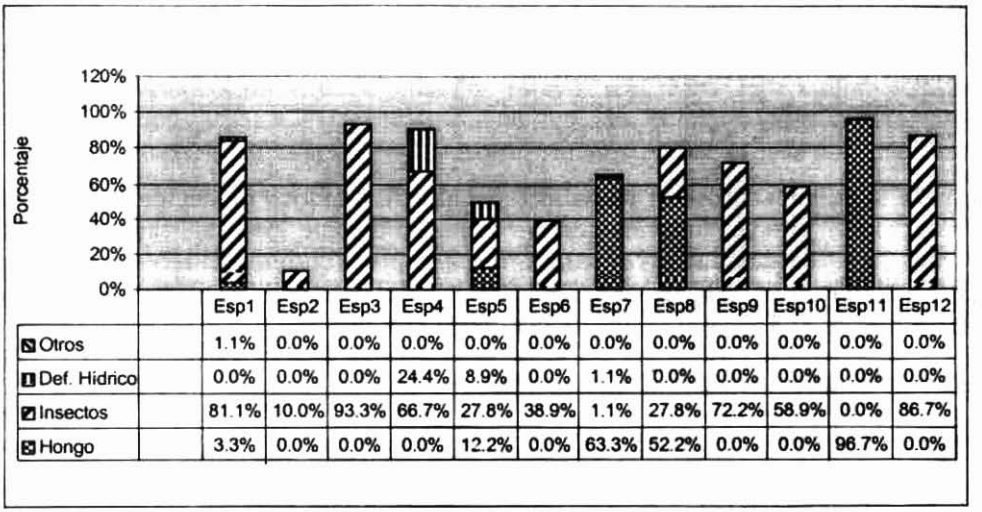
Gráfico 26. Causas de mortalidad de *Salix* spp. ,1999



ENSAYO COYHAIQUE

En el ensayo Coyhaique los agentes *N. desantisi* y *M. humboldtiana* vuelven a ser los principales agentes de daño durante 1998. Además se observó alguna incidencia de daño por déficit hídrico en las especies 4, 5 y 7 y un mínimo de intensidad de daño mecánico en la especie 1 (gráfico 27 y cuadro 15). En 1999 *M. humboldtiana* pasa a ser el principal agente de daño, mientras que *N. desantisi* solo se encontró atacando a una especie, y no se detectó daño por déficit hídrico (gráfico 28 y cuadro 16).

Gráfico 27. Principales agentes de daño, ensayo Coyhaique, prospección 1998

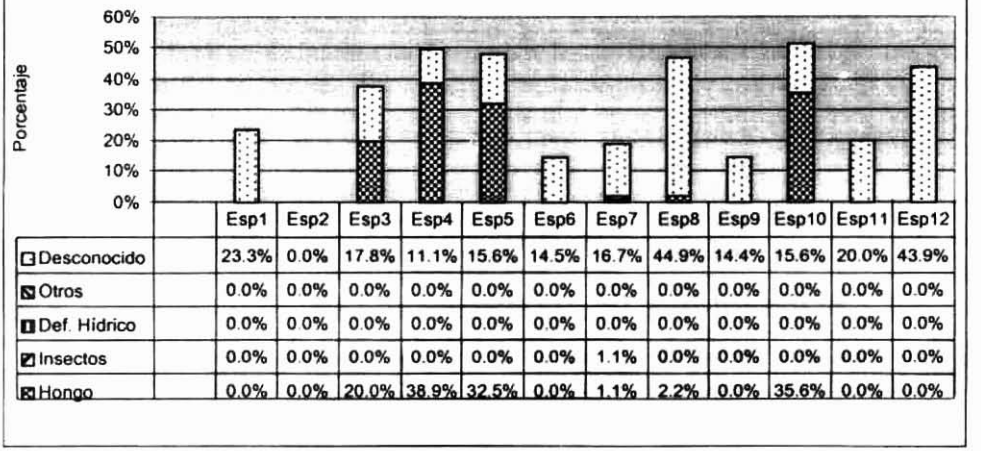


	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Otros	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Def. Hidrico	0.0%	0.0%	0.0%	24.4%	8.9%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Insectos	81.1%	10.0%	93.3%	66.7%	27.8%	38.9%	1.1%	27.8%	72.2%	58.9%	0.0%	86.7%
Hongo	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	12.2%	0.0%	63.3%	52.2%	0.0%	0.0%	96.7%	0.0%

Cuadro 15. Intensidad promedio del daño, ensayo Coyhaique, prospección 1998 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Otros	5,0											
Def. Hídrico				65,9	75,0		20,0					
Insecto	57,21	16,7	62,1	46,8	57,6	52,8	40,0	33,6	46,0	49,0		45,9
Hongo	21,7				48,2		47,3	33,2			80,6	

Gráfico 28. Principales agentes de daño, ensayo Coyhaique, prospección 1999



	Esp1	Esp2	Esp3	Esp4	Esp5	Esp6	Esp7	Esp8	Esp9	Esp10	Esp11	Esp12
Desconocido	23.3%	0.0%	17.8%	11.1%	15.6%	14.5%	16.7%	44.9%	14.4%	15.6%	20.0%	43.9%
Otros	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Def. Hidrico	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Insectos	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Hongo	0.0%	0.0%	20.0%	38.9%	32.5%	0.0%	1.1%	2.2%	0.0%	35.6%	0.0%	0.0%

Cuadro 16. Intensidad promedio del daño, ensayo Coyhaique, prospección 1999 (%)

Agente	Esp 1	Esp 2	Esp 3	Esp 4	Esp 5	Esp 6	Esp 7	Esp 8	Esp 9	Esp 10	Esp 11	Esp 12
Descon	87,5		82,8	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5
Otros												
Def Hidrico												
Insecto							12,5					
Hongo			16,7	12,5	23,5		12,5	12,5		26,6		

En 1998 la principal causa de mortalidad fue el déficit hídrico producido por la falta de riegos en el ensayo, situación que fue corregida durante 1999, aplicándose riegos oportunos y adecuados, además de realizar replante, por lo que no se observaron muertes por este factor en ese año, sin embargo hubo una alta incidencia de mortalidad debido principalmente al hongo *M. humboldtiana* (gráficos 29 y 30).

Gráfico 29. Causas de mortalidad de *Salix* spp.,1998

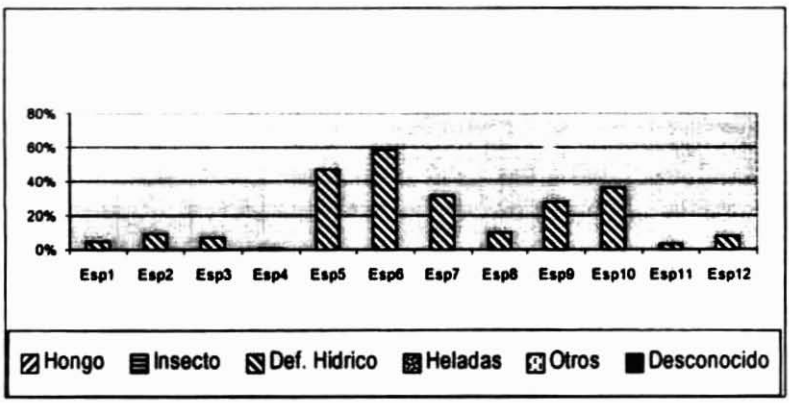
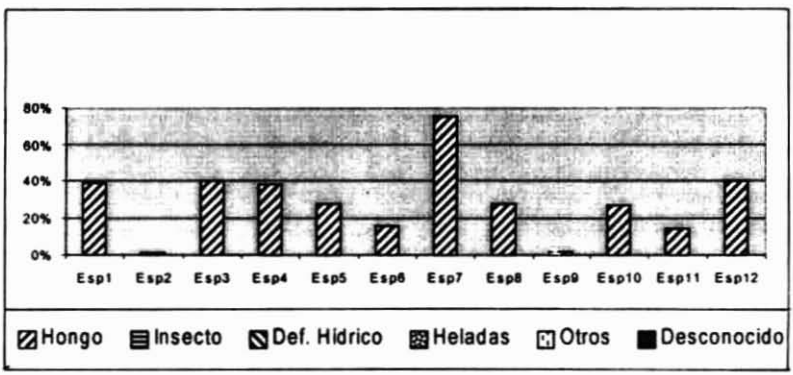


Gráfico 30. Causas de mortalidad de *Salix* spp., 1999



DISCUSION

Del análisis de los resultados obtenidos en los ensayos de especies del género *Salix*, se obtiene que el principal agente de daño durante 1998 fue la mosca sierra del sauce, *Nematus desantisi*, presente en todos los ensayos realizados. Este insecto es la causa de fuertes defoliaciones, llegando a producir mermas en el crecimiento de las plantas. Le siguen en importancia el hongo *Melampsora humboldtiana*, el daño por déficit hídrico y el daño por heladas. Sin embargo, en 1999 hay una notoria disminución de la incidencia y nivel de daño medio de *N. desantisi*, esto debido a la aplicación de tratamientos químicos para mitigar el daño producido por esta plaga, los que no tuvieron el mismo efecto sobre *M. humboldtiana*, ya que su persistencia en todos los ensayos es bastante evidente. El cuadro 17 resume los principales problemas sanitarios de los ensayos de *Salix* establecidos en el país.

Cuadro 17. Principales agentes de daño según ensayos

	Principales Agentes de Daño			
Ensayo	1998		1999	
Salamanca	*N. desantisi*	*M. humboldtiana*	*M. humboldtiana*	
San Fernando	*N. desantisi*	*M. humboldtiana*	*M. humboldtiana*	*N. desantisi*
Parral	*N. desantisi*	*M. humboldtiana*	*M. humboldtiana*	
Yumbel	*N. desantisi*	*M. humboldtiana*	*M. humboldtiana*	*N. desantisi*
Coelemu	*N. desantisi*	*M. humboldtiana*	*M. humboldtiana*	*N. desantisi*
Temuco	Sin información	Sin información	*M. humboldtiana*	
Puerto Montt	Déficit hídrico	*N. desantisi*	*M. humboldtiana*	*N. desantisi*
Coyhaique	*N. desantisi*	*M. humboldtiana*	*M. humboldtiana*	

Con respecto a la mortalidad, cabe destacar que en 1998 esta no fue provocada por ninguno de los dos principales agentes de daño, *N. desantisi* ni *M. humboldtiana*, sino por déficit hídrico. Este déficit hídrico fue inducido por riego deficiente y una inadecuada fecha de plantación, realizada en forma tardía produciendo un sistema radical poco desarrollado y no apto para la demanda evapotranspirativa del ambiente. Esta situación fue remediada para 1999, donde además de realizarse un replante en la fecha correspondiente, se estableció un programa de riego, de manera de suministrar la cantidad suficiente de agua, de acuerdo a la demanda del ambiente. Lo anterior queda demostrado por los datos registrados durante la prospección de 1999, donde solo se detectó mortalidad por déficit hídrico en una pequeña proporción en algunas especies del ensayo Coelemu; sin embargo en todos los ensayos se detectó alguna proporción de mortalidad en todas las especies, atribuida a factores ambientales adversos.

Dos situaciones particulares fueron detectadas en la prospección de 1999, la primera en el ensayo Coyhaique, donde se descubrió una alta mortalidad atribuida a la acción de un hongo desconocido y la segunda en el ensayo Temuco, donde el factor heladas produjo una mortalidad de casi el 100% en las especies 7 y 8; dichas situaciones no habían sido registrada el año anterior ni en ningún otro ensayo.

En el cuadro 18 se resumen los principales agentes de mortalidad detectados en los dos años de prospecciones.

Cuadro 18. Principales agentes de mortalidad según los distintos ensayos

Principales Agentes de Mortalidad		
Ensayo	1998	1999
Salamanca	Déficit Hídrico	Desconocido
San Fernando	Déficit Hídrico	Desconocido
Parral	Déficit Hídrico	Desconocido
Yumbel	Déficit Hídrico	Desconocido
Coelemu	Déficit Hídrico	Déficit Hídrico
Temuco	Sin información	Heladas
Puerto Montt	Déficit Hídrico	Desconocido
Coyhaique	Déficit Hídrico	Hongo

A nivel de especies es prematuro determinar si existe alguna susceptibilidad o alguna inmunidad de alguna de éstas a cualquier agente de daño y/o mortalidad, ya que todas sufrieron el ataque de algún factor en los ensayos realizados. Además, se requieren estudios específicos para probar los niveles críticos de tolerancia o resistencia de las especies a estos agentes dañinos.

CONCLUSIONES

Los principales agentes de daño bióticos encontrados en los ensayos de especies del género *Salix* en Chile son la mosca sierra del sauce *N. desantisi* y la roya *M. humboldtiana*, para los cuales no existe suficiente información acerca de su la biología, especialmente en lo referido a ciclos de vida, información que es considerada muy necesaria para una adecuada toma de decisiones en lo que respecta a la oportunidad en la aplicación de los tratamientos de control o de mitigación del daño.

En general, existe una especial sensibilidad de las distintas especies del género *Salix* al déficit hídrico, lo que queda demostrado con las altas tasas de mortalidad detectadas en la prospección de 1998. Sin embargo, el riesgo de incidencia de este factor de mortalidad puede ser prevenido mediante un adecuado programa de medidas culturales entre las que se encuentran una oportuna fecha de plantación, de manera de asegurar un sistema radical lo suficientemente desarrollado al momento en que la planta llegue a la época de mayor demanda hídrica, y un adecuado programa de riego basado en la oferta hídrica del suelo y la demanda evapotranspirativa de la planta. A lo anterior se agrega el respectivo programa de fertilización y control de malezas para evitar la competencia.

Además, como en toda plantación, resulta fundamental una adecuada selección del sitio, de acuerdo a las necesidades de cada especie, de manera de disminuir los costos por enmiendas al suelo y asegurar el éxito de la plantación y un buen vigor de las plantas durante todas las etapas de desarrollo.

Finalmente, es necesario destacar que *Salix* requiere de cuidados culturales intensivos, de lo contrario podría encontrarse bajo la amenaza constante de una amplia variedad de agentes de daño a lo largo de su distribución en Chile. Se debe considerar también las plagas y enfermedades potenciales, no presentes en el país, pero susceptibles de ser introducidas, por lo que se hace necesaria la realización de prospecciones periódicas, como medida básica e imprescindible en cualquier plan de protección sanitaria de plantaciones. Esto permite detectar en forma precoz cualquier agente de daño que esté amenazando la productividad y sobrevivencia de este recurso, disminuyendo al mínimo posible cualquier pérdida que se llegara a producir.

BIBLIOGRAFIA

AGRIOS, G. 1988. Plant Patology. USA, 3ra ed. Academic Press. 803 p.

ARTIGAS, J. 1996. Entomología Económica. Insectos de Interés Agrícola, Forestal, Médico y Veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Concepción. Ediciones Universidad de Concepción. v. I, 1126 p.

BALDINI, A. ; OJEDA, P. 1994. *Nematus desantisi* Smith (*Hymenoptera*: *Tenthredinidae*) avispa-Sierra del Sauce. Santiago, CONAF. v. 14, nº 25. 4 p.

CHRISTERSSON, L.; RAMSTEDT, M.; FORSBERG, J. 1996. Pest, Diseases and other Injuries in Short Rotation Forestry. In Ledin, S. Willebrand, E. Ed. Handbook on How to Grow Short Rotation Forests. Swedish, University of Agricultural Sciences. IEA Bioenergy Department of Short Rotation Forestry. 13 p.

GONZALEZ, R.; BARRIA, G.; GUERRERO, M. 1986. *Nematus desantisi* Smith, Nueva Especie de Importancia Forestal en Chile (*Hymenoptera: Tenthredinidae*). Revista Chilena de Entomologia. 14: 13-15.

GONZALEZ, R.1989. Insectos y Acaros de Importancia Agrícola y Cuarentenaria en Chile. Santiago. Universidad de Chile. BASF. 310 p.

AGENTES DE DAÑO EN PLANTACIONES DE *Salix* spp. EN CHILE

INTRODUCCION

En Chile existen pocos agentes de daño en *Salicaceas*, comparado con otros paises, en los cuales se presentan grandes dificultades en el control de plagas y enfermedades.

El adecuado control ejercido por el Servicio Agrícola y Ganadero de Chile (SAG), ha dificultado el ingreso de plagas y enfermedades al país. Sin embargo, la cercania a naciones con menor control, como es el caso de Argentina, con el cual se comparte una larga frontera, no ha permitido impedir, el ingreso de la plaga del insecto *Nematus desantisi*.

Los agentes bióticos, tales como insectos, hongos y bacterias, y los abióticos como heladas, herbicidas y sequía, aunque no constituyen aún un riesgo económico para las plantaciones de *Salicaceas* en Chile, especialmente en plantaciones de *S. viminalis* (sauce-mimbre), a futuro pueden constituir un importante factor que limite la producción de materia prima.

En Suecia, las plagas y enfermedades son manejadas a través de metodologías no contaminantes para el medio ambiente, en particular a través de la utilización de clones resistentes. Este sistema es de mucha utilidad si se piensa que el uso del control químico, además de producir problemas de contaminación, puede limitar la exportación de materia prima a países con una mentalidad de producción limpia, sin mencionar los problemas que pudiera acarrear en la certificación de los productos, exigida por la mayoría de los compradores europeos.

De lo anterior, se desprende la necesidad de conocer a estos agentes de daño, para realizar un control adecuado, es decir, conocer su asociación con el cultivo y la importancia económica de los daños que ocasionan.

Las fichas técnicas que se incluyen a continuación tienen como propósito describir los posibles agentes de daño en plantaciones de *Salix* en Chile, señalando aspectos de su distribución, biología, infestación y control, entre otros. Además, de presentar un listado de agentes potenciales de daño no presentes en Chile, pero que por su accionar en sus áreas de origen, podrían causar a futuro un daño a las plantaciones de *Salicaceas* en el país.

Nematus desantisi Smith

Avispa-sierra del sauce (Willow sawfly), Orden *Hymenoptera*, Familia *Tenthredinidae* y Subfamilia *Nematinae*.

Descripción del agente
De acuerdo a BALDINI Y OJEDA (1994), esta avispa posee una longitud de 5,5 a 8 mm, con antenas de 5 mm de largo de color oscuro. La cabeza de color verde amarillento presenta un aparato bucal prominente. El tórax es de textura lisa, brillante amarillo verdoso. Las patas también se aprecian de un color verde amarillento. El abdomen es de color verde intenso, excepto los últimos tres segmentos que son más amarillentos.

Los huevos tienen una forma ligeramente arriñonada y alcanzan un largo de 1,6 a 1,8 mm, presentando un color verde pálido.

La larva de color verde pálido, alcanza los 2 mm al eclosar, llegando a medir 15 mm en su desarrollo máximo. Posee 7 pares de patas falsas abdominales, ubicadas desde el 2º al 8º segmento (GONZALEZ *et al.*, 1986). El último segmento abdominal carece de patas, característica que permite diferenciarla claramente de las larvas de lepidópteros, las cuales siempre poseen patas falsas en el último segmento. La carencia de patas falsas en el último segmento produce la impresión que, al caminar, esta avispa arrastra el extremo posterior de su abdomen.

Las pupas se ubican entre las hojas dobladas o unidas, en las irregularidades de la corteza, en el suelo o vegetación cercana al árbol, formando un capullo cilíndrico, con la parte inferior plana. Su tamaño alcanza los 9 mm de longitud y su ancho es de 4 mm. Presenta una coloración café amarillenta.

Distribución
Según BALDINI Y OJEDA, 1994, la primera especie forestal que se encontró como hospedante de este insecto en Chile corresponde a *Salix babylonica*, para después continuar con *Salix humboldtiana*, ambas especies de gran susceptibilidad al ataque. Recientemente se ha observado sobre *Salix viminalis* y *Populus* sp.

Se encontró por primera vez en el valle inferior del Río Chubut (Argentina) y fue descrito como especie nueva (DAPOTO Y GIGANTI, 1994). En Chile su presencia data de 1983/84, en Colina y norte de Santiago distribuyéndose después explosivamente a lo largo de la carretera Longitudinal Sur, hasta alcanzar la VIII Región en 1985 (GONZALEZ, 1989), extendiéndose en estos momentos entre las Regiones III y IX (ARTIGAS, 1996).

Infestación
Esta etapa transcurre en los inicios de primavera con la oviposición. La hembra encastra los huevos en las hojas, cortando y levantando la cuticula foliar con el ovopositor en forma de sierra. Las posturas son colocadas en forma dispersa, numerosa y colocadas preferentemente en el haz de la hoja.

Las larvas pueden pupar en las hojas, corteza o en la superficie del suelo.

Al inicio del ataque se presenta perforación de hojas de 1 a 2 mm que se producen al momento de eclosionar las larvas del huevo. Los ataques pueden ir desde hojas consumidas dejando solamente la nervadura, hasta la defoliación y muerte del árbol por ataques severos y reiterados. (fotos 1 y 2, Anexo).

Biología del agente
De acuerdo a DAPOTO Y GIGANTI (1994), se han detectado de 4 a 5 generaciones por año en las regiónes de Río Negro y Neuquén, Argentina.

Según GONZALEZ *et al.*, (1986), en Chile se presentan 2 generaciones por año. Las hembras emergen desde comienzos de octubre, completando la primera generación en 2 meses. El segundo periodo de postura ocurre entre diciembre y enero.

Las hembras pueden colocar 30 o más huevos por hoja. Lo máximo encontrado es 100. En laboratorio el nivel de postura varía entre los 13 y 24 huevos, siendo el número más frecuente entre 13 y 14.

Según BALDINI Y OJEDA (1994), el inicio de la oviposición es a comienzos de primavera. El nacimiento de la larva se produce a los 6-7 días, las que se alimentan en el lugar de la eclosión. El periodo larval se prolonga por espacio de tres semanas, aproximadamente. Las larvas maduras empiezan a empupar, tejen el capullo sobre la lámina foliar, sus restos o la nervadura principal. Si el follaje se hace escaso, se dirigen a las quebraduras de la corteza. Cuando llega el momento de la hibernación, las larvas se dirigen al suelo, se entierran y forman una cámara dentro de la cual tejen el capullo, al que se le adhieren partículas de tierra, permaneciendo en este estado resistiendo el invierno.

Una vez concluido el capullo, la larva comienza a transformarse en pupa, inmediatamente en la época de condiciones favorables para su desarrollo y en la primavera siguiente si se trata de larvas invernales. El desarrollo de este estado comprende un lapso entre 4 y 8 días.

Las hembras, partenogénicas telitóquicas, comienzan inmediatamente a oviponer. La longevidad de los adultos varía entre 3 y 7 días, no observándose alimentarse a los adultos. La postura de huevos se realiza en el período de aparición de las hojas.

La duración del ciclo biológico es de 31 a 36 días, determinado en laboratorio.

Posee una gran agresividad, ya que en solo 6 años este insecto ha diezmado los sauces desde la IV a la IX Regiones.

Control del agente
De acuerdo a BALDINI Y OJEDA (1994), una manera de controlar a este insecto, a comienzos de primavera y cuando los niveles poblacionales son altos, es la aplicación de un insecticida. El tratamiento debe hacerse, antes de que se produzca un daño más significativo.

En superficies pequeñas, puede aplicarse tratamientos selectivos, aprovechando el movimiento de las larvas hacia la base del tronco.

Algunos productos utilizados para el control del insecto son:
Triflumuron (Alsystin 480 SC), o Diflubenzuron(Dimilin 25 WP), en aspersión al follaje.
Dimetoato (Dimetoato 40 EC), o Tiometon (Ekatin), mediante inyección al tronco.
Metamidofos + Cyfluthrin (Magnum 525 SL), en pulverización restringida al tronco (sobre larvas agrupadas).

Puede ser conveniente el uso de inhibidores de quitina en el follaje y el empleo de métodos de inyección de insecticidas sistémicos al tronco.

La mezcla de un fosforado más un piretroide (Magnum 525 SL) es de amplio espectro de acción, razón por la cual sólo debería usarse en forma localizada en aplicación al tronco, nunca en pulverizaciones al follaje.

Otra forma de controlar este insecto, sin el uso de productos químicos, es remover en otoño el suelo y la hojarasca alrededor de los árboles afectados, dejando al descubierto los capullos con larvas. Esta medida puede ser complementada, colocando bandas de cartón corrugado de unos 20 a 30 cm. de manera de cubrir enteramente el tronco de los árboles afectados. Esta faena debe realizarse antes que las larvas bajen a invernar. Estas bandas se renuevan y destruyen hacia fines de invierno, a más tardar en septiembre, que es el período de transformación de larva a pupa.

Melampsora sp.

"Roya (Rust)", Orden *Uredinales*, Familia *Melampsoraceae*

Descripción del agente
Pertenece a las royas de los *Basidiomycetes*, del orden *Uredinales*, los cuales están entre los más destructivos agentes de daño de plantas. Estos hongos atacan hojas y tallos y ocasionalmente partes florales y frutos. Estos aparecen como numerosos mohos de color amarillo o anaranjado, dando como resultado la ruptura de la epidermis, la formación de engrosamientos, e incluso agallas (AGRIOS, 1988).

Distribución
El género se encuentra extendido en Europa, Asia; Cuenca mediterránea y Africa del Norte. En Chile este género está representado *por Melampsora humboldtiana. En general Melampsora sp.* se puede encontrar afectando a *Salix*, *Populus* y algunas coníferas.

Infestación
Las esporas al germinar forman las espermagonias y aecias sobre las hojas nuevas al comienzo de la brotación de primavera. Las aecias poseen un color amarillo-anaranjado. Las pústulas formadas corresponden a las uredias las que son fácilmente observadas en verano por debajo de las hojas presentando el tipico color amarillo-anaranjado. El micelio uredinial puede pasar el invierno sobre las hojas del *Salix* sp., produciendo en primavera las urediniosporas continuando la infección del árbol año a año.

Las aecioesporas y uredosporas pueden ser transportadas por el viento, por los pájaros, por insectos y por el hombre.

La probabilidad de que una espora viable alcance un hospedante susceptible es muy baja, problema que han resuelto liberando grandes cantidades de esporas. Algunas royas alcanzan a producir 4 billones de uredosporas por hectárea y por día.

Se presentan como manchas amarillentas en las hojas. En el envés de la hoja corresponden a fructificaciones amarillentas y posteriormente fructificaciones negruzcas en la cara superior de ésta. Las hojas basales son las primeras afectadas, las cuales se secan y caen prematuramente, pudiendo observarse una defoliación total en un período de tres semanas. (foto 3 y 4, Anexo)

Estos hongos producen una defoliación ligera a fuerte, la cual influye en el crecimiento y vigor del árbol. Los ataques fuertes pueden desencadenar una susceptibilidad al frío y a otros daños, especialmente al ataque de cancros (*Cytospora*).

Biología del agente
Se disemina muy fácilmente dándose las condiciones de humedad y temperatura. En climas suaves, muchas royas pueden perpetuarse repitiendo ciclos de uredosporas sobre los cultivos.

Las royas han desarrollado un ciclo de vida complejo en el que pasan hasta cinco etapas distintas con cinco tipos de esporas y en el que generalmente están implicados dos hospedantes que suelen ser muy diferentes taxonómicamente.

Esta clase de roya es un parásito obligado y ataca principalmente a *Salix* y *Populus*. Muchas de las especies de *Melampsora* son heteroecios, es decir, necesitan otro hospedante para completar su ciclo de vida sexual. Se podría pensar que existe un hospedante alterno para estas 2 especies de *Salicaceas,* los cultivos agrícolas.

Las especies heteroecios desarrollan uredosporas (esporas de verano) sobre las hojas del hospedante en el verano. La primera infección puede aparecer muy temprano en la estación originada por la aeciospora proveniente del hospedante primario. Al aumentar la infección se infectan otras hojas repetidamente durante el verano. La severa infección usualmente aparece al final de la estación. La alta humedad y temperatura(16-20 °C), favorecen el proceso de infestación, mientras que el calor y la baja humedad mantienen bajo el nivel de las royas.

Antes de que se produzca la defoliación, las royas forman las teleutosporas en el tejido de las hojas, forma en la cual pasan el invierno. Cuando comienza la primavera, las teleutosporas germinan y dan lugar a los basidios; con las basidiosporas infectan al hospedante primario, donde más tarde se desarrollarán a aeciosporas, reinfectando a la planta. Esta roya necesita un hospedante vivo, e incluso se desarrolla mejor cuando la planta está en buenas condiciones en contraste a muchos otros patógenos que prefieren infectar plantas en dormancia o en malas condiciones.

A comienzos de verano, los primeros síntomas de infección aparecen en la zona baja, para luego esparcirse poderosamente encontrándose manchas dispersas amarillo-anaranjadas en el envés de la hoja.

En la mitad y a fines de verano, las manchas se incrementan y las dos caras de las hojas son afectadas. Los bordes de las hojas comienzan a tomar un color café y la infección empieza a esparcirse a través del árbol, pero la copa usualmente no es afectada hasta el final de la estación. Las hojas que son afectadas por sobre el 50% de su área comienzan a caer. Los tejidos no lignificados favorecen la introducción de este hongo.

A fines de verano, aparecen las costras amarillo-anaranjadas en las hojas, las que más tarde se tornarán de color café oscuro a negro. Si se produce una fuerte infestación, el árbol se defolia completamente.

En condiciones de climas húmedos y temperaturas relativamente altas se favorece la diseminación de la enfermedad. En climas desfavorables las royas pueden sobrevivir la estación en forma de esporas de resistencia (teliosporas y anfisporas) o en forma de micelio, sobre todo en especies perennes.

De acuerdo a RAMSTEDT *et al.*, (1992), la intensidad de ataque se reduce al presentarse temperaturas altas de aproximadamente 25 °C. En cambio las bajas temperaturas dan un mayor tiempo de latencia de las uredias y un alto nivel de infestación.

Control del agente

Una medida de control, es realizar una selección de clones de *Salix* o *Populus* resistentes, o bien plantaciones con mezcla de clones, evitando el monocultivo. De acuerdo a PETERSON Y STACK(1986), cualquier clon resistente puede llegar a ser susceptible a nuevas razas en el futuro.

De acuerdo a RAMSTEDT *et al.*, (1992), ciertos clones a determinada temperatura y a una respuesta de defensa hipersensitiva, pueden inhibir la infección. Por lo tanto, se disminuye el número de esporas y la posterior diseminación.

Tuberolachnus salignus Gmelin

Pulgón gigante del sauce (Large Willow aphid), Orden *Homoptera*, Familia *Aphididae*.

Descripción del agente
Es de tamaño grande, 4-5 mm. De color pardo con manchas negras en hileras transversales; corniculos anchos, no tubulares, cónicos y oscuros. Tubérculos aguzados en la linea media dorso abdominal. Hemolinfa de color rojo sanguíneo (GONZALEZ, 1989).

Distribución
En Chile se distribuye entre la I y XII regiones. Se puede encontrar en Norteamérica, Europa, Noráfrica, Asia (Holártico) y Sudamérica.

Sus hospedantes primarios son *Salix babylonica*, *Salix humboldtiana y Salix* en general. Ocasionalmente se alimenta de perales y manzanos en las regiones I y II.

Infestación
La infestación se realiza por la postura de huevos en follaje y raíces, para luego eclosionar e infectar a la planta. El traspaso de la plaga de una planta a otra la realizan especialmente las hembras aladas.

Como síntomas, se presentan hojas cloróticas, caída de hojas y presencia de malformaciones. Grandes poblaciones en pequeñas plantas pueden provocarles la muerte. La producción abundante de melecilla por estos insectos, permite el desarrollo de hongos como la fumagina.

Se ubica preferentemente en las ramillas y secundariamente en las hojas. Este insecto produce un daño directo, por la picadura y succión de la savia de ramillas tiernas y hojas. (foto 5, Anexo)

Biología del agente
Entre las regiones I y VII, hibernan como adultos, formando apretados grupos en ramas y troncos (GONZALEZ, 1989).

Una gran capacidad de multiplicación es característica de esta familia, desde inicios de primavera se producen sucesivas generaciones de hembras partenogenéticas en pequeños lapsos de tiempo, lo que resulta en grandes y densas poblaciones cubriendo en poco tiempo los brotes en crecimiento de la planta hospedante.

El estudio del ciclo biológico se hace en la mayoría de los casos difícil de determinar.

En primavera se inicia la reproducción vivípara partenogenética con rápido aumento de la población, la que se mantiene durante toda la época de verano alimentándose de la savia de las hojas y tallos. Las poblaciones no logran grandes proporciones debido a un fuerte control biológico. El ciclo se completa sin la concurrencia de machos, especialmente en *Salix*.

Los áfidos son polimórficos y de complejo ciclo biológico en el cual se involucran: Partenogénesis, oviparia, viviparía y generaciones con muy diversas proporciones de los dos sexos, donde los machos pueden ser muy escasos o simplemente no existir (ARTIGAS, 1996).

Durante el otoño las hembras sexuadas ponen huevos que eclosionaran en primavera, dando origen a hembras partenogenéticas, vivíparas y ápteras, que son las fundadoras. Estas producen nuevas generaciones de formas similares a ellas, y así sucesivamente, produciéndose varias generaciones a lo largo del verano, quedando compuesta la población exclusivamente por hembras, entre las cuales

unas pocas son aladas. Al final del verano y otoño las formas aladas vuelan al hospedero primario. Las hembras ginóparas producen en el hospedero primario las ovíparas, las que copulan con los machos y depositan sus huevos en la planta.

Estos insectos prefieren hojas y brotes nuevos. Las hojas fláccidas son desatendidas por los pulgones por la falta de presión osmótica, necesaria para la ingestión y la excesiva concentración de nutrientes, en especial azúcares. La senectud de las hojas, estimula la postura de huevos invernales.

Control del agente
Existe una variedad de insecticidas en el comercio que pueden actuar sobre los pulgones.

Aegorhinus phaleratus Erichson

Cabrito del duraznero (Peach root weevil), Orden *Coleoptera*, Familia *Curculionidae*

Descripción
El adulto presenta 16 a 20 mm de largo y 5 mm de ancho. La cabeza, protórax y patas son de color negro y están cubiertos por escamas blancas. Los élitros presentan tres franjas blancas en cuyo borde anterior tiene una franja angosta de color anaranjado. Posee la frente hundida, punteada y escamosa, con arcos superciliares muy elevados. El surco postocular es ancho y profundo. (foto 6, 7 Anexo).

El protórax se presenta con los tubérculos pronotales muy bajos. Los élitros presentan estrías finas y regulares.

La larva madura puede alcanzar entre 23,5 y 26 mm de largo. Presenta un color blanco crema, cubierta de pelos abundantes y carece de patas. La cabeza libre presenta un color castaño pardo y la mandíbula con una seta cortada. El abdomen muy segmentado, presenta el pronoto con 9 setas.

Distribución
Es endémico de Chile, encontrándose desde las regiones V a la VIII. Se puede encontrar en almendro, cerezo, ciruelo, damasco, duraznero, frutilla, membrillo, manzano, peral, sauce-mimbre y nogal

Infestación
La hembra coloca sus huevos de preferencia en el cuello de la planta, entre las grietas de la corteza, a unos 10 cm. de profundidad. En ocasiones los huevos son colocados en la superficie del suelo, en grietas o debajo de hojas descompuestas. Los huevos se colocan en forma individual o en grupos de a 4 o 5. Junto a los huevos la hembra coloca alimento semidigerido de color castaño oscuro. Después de 10 a 17 días (fines de febrero) las larvas emergen, alimentándose de esa sustancia. Las larvas posteriormente se alimentan de corteza y de tejido leñoso. Se ha observado larvas comiendo en corteza de brotes o en el corazón de los brotes (ARTIGAS, 1994).

Los adultos dejan pequeñas zonas longitudinales de corteza dañada de 2 a 5 cm de largo, consumiendo además hojas y los peciolos de las frutas. Se puede detectar el daño al encontrar hojas frescas en el suelo.

La larva es el principal agente de daño, ya que se alimenta de corteza en los primeros estadíos y posteriormente compromete el floema, xilema y raíces principales. Las galerías superficiales se cubren con aserrín y deyecciones, presentando, las más profundas, la exudación de goma de la planta como sistema de defensa de ésta.

En estado de larva subterránea produce amplias galerías superficiales y, en estado adulto, provoca la muerte de ramillas nuevas.

Biología del agente
Es un insecto que demora 2 años en completar su ciclo. Cada postura puede contener huevos individuales o en grupos de 4 a 5.

Los adultos emergen entre principios de octubre y diciembre. La postura se inicia a fines de enero y se prolonga hasta mediados de mayo. Los huevos tardan entre 10 y 17 días en eclosar. Las pupas se producen en donde las larvas han completado su desarrollo, usualmente cercano a la superficie del suelo, formando una celda profunda en la madera. Estas se encuentran entre la primera y tercera semana de octubre. El ciclo total dura 20 meses.

Control del agente
De acuerdo a FAO (1980), para insectos perforadores se han utilizado los insecticidas organofosforados o derivados orgánicos de cloro: paratión, paratión-metilo, pentoato, triclorfón, etc. En el caso de los adultos, estos pueden ser eliminados con insecticidas polivalentes, dieldrina, HCH, DDT, azinfós-metilo, etc.

Epicauta pilme Molina

Pilme de la papa (Potato pilme beetle, Black Blister beetle), Orden *Coleoptera*, Familia *Meloidae*.

Descripción
De acuerdo a ARTIGAS(1996), este coleóptero posee un cuerpo alargado y élitros blandos y flexibles, de color negro brillante sin marcas, con las patas y la parte ventral ligeramente rojizas. El segundo par de alas membranosas negras. Su longitud alcanza 14 mm. Posee antenas largas y simples. Los 2 primeros pares de patas con 3 segmentos tarsales y el tercer par con 4 segmentos. Los fémures son de color pardo anaranjado a rojizo. El tórax en vista dorsal es más angosto que la cabeza y el resto del cuerpo. Sus movimientos son lentos y está permanentemente comiendo sobre el follaje. Con frecuencia se observan cópulas prolongadas. Cabeza prognata, con palpos maxilares negros. La cabeza y el protórax punteados, con escasa pilosidad gris.

Cuando están en un cultivo, vuelan sólo cuando son exigidos, dejándose caer cuando son molestados. Poseen una sustancia aceitosa denominada Cantaridina que irrita la piel.

Distribución
En Chile se distribuye desde las regiones V a la IX. En Argentina (Nahuel Huapi), es un insecto nativo (ARTIGAS, 1996).

Dentro de los hospedantes primarios están la acelga y la papa. Para los secundarios y ocasionales están la alfalfa, betarraga, col forrajera, lupino, trébol blanco y rosado (GONZALEZ, 1989).

Infestación
Los adultos se presentan desde fines de octubre y por todo el verano en los cultivos, en pequeños grupos. De gran voracidad, destruyen el follaje dejando sólo la nervadura principal (GONZALEZ, 1989).

El adulto se ubica en el follaje alimentándose de las hojas, mientras que las larvas se ubican cerca de los huevos principalmente de acrídidos (langostas), ya que son depredadores de éstos, cumpliendo

el papel de controlador biológico.

El agente es solamente dañino en su estado adulto. Sin embargo, el abundante excremento negro de estos insectos perjudica los cultivos agrícolas, dándole un feo aspecto, un mal olor y una mala palatabilidad (ARTIGAS, 1996).

Biología del agente
Su nivel poblacional va a depender del nivel poblacional del hospedero, en este caso los huevos de langosta (GONZALEZ, 1989).

Presenta un ciclo de reproducción anual, pudiendo aumentar a 2 en los casos que existan problemas de sequia, caso en que la larva puede permanecer inactiva por 2 años. La hembra puede colocar los huevos en grupos de 40 a 250 unidades.

Las hembras fecundadas, se dirigen a los lugares de posturas como laderas con buen drenaje y protegidas del frio. Los huevos son depositados en grupos a una profundidad de 2 a 3 cm. en el suelo. Las larvas emergen en una semana. Estos empiezan a devorar los huevos de langostas que oviponen en los mismos lugares.

El desarrollo continúa en varios estados que difieren entre si (hipermetamorfosis). Los estados segundo a quinto son más gruesos y se alimentan también de huevos de acrididos. El sexto estado denominado coarctado, es rigido, fuertemente endurecido, de patas cortas, y poco funcionales. La especie hiberna en este estado, el cual es muy resistente a la sequia. En condiciones normales, a los 18 dias muda a un séptimo estado, para luego pasar a una pupa exarata que a las pocas semanas se transforma en adulto, los cuales se dirigen ràpidamente a los cultivos. En la zona centro y norte de Chile este insecto aparece en el mes de octubre, mientras que en la zona sur se presenta en noviembre. Dependiendo de las condiciones climáticas de las zonas en la cual habita el insecto, este variará la duración de su ciclo de vida. Además la época de salida de los adultos también va a depender de estos factores (ARTIGAS, 1996).

Control del agente
El control de este agente va a estar muy ligado a lo que pueda realizar como controlador biológico de las langostas. Su eliminación de algunos sectores por uso de pesticidas, podria hacer aumentar el ataque de las langostas en los cultivos. Se debe balancear lo que es el ataque de *Epicauta pilme* y lo que podrian producir los acrídidos.

***Armillaria mellea* (Fr.) Karst.**

Pudrición de raíz, Orden de los *Agaricales*, Familia *Tricholomataceae*.

Descripción del agente
Este hongo vive bajo la forma de agregados micelianos, los rizomorfos caracteristico de este hongo se presentan como láminas blanquecinas que poco a poco toman la consistencia de piel de gamuza.

En contacto con el suelo, los rizomorfos toman el aspecto de unos haces de cordones negros, que se pueden entrecruzar.

En el otoño, aparecen en el suelo alrededor del árbol atacado o al pie del mismo los carpóforos del hongo agrupados y con una morfologia variable. Principalmente presentan un pie alargado, fibroso, con un anillo sin volva, un sombrerillo globoso después aplanado amarillo-marrón, con numerosas laminillas blanquecinas.

Distribución
Los hongos del género *Armillaria* son comunes parásitos facultativos en más de 600 especies de plantas a través de todo el mundo.

Muchos bosques de coníferas y latifoliadas, como también árboles y arbustos ornamentales, son susceptibles a este patógeno.

Infestación
El hongo puede vivir como parásito activo y matar los árboles que ataca. Puede subsistir en el suelo, entre restos de madera o en estado saprófito. También puede atacar una gran cantidad de especies vegetales convirtiéndose, por lo tanto, en lugares de tránsito para el parásito. Este hongo vive principalmente sobre la corteza de las raíces y en la base del tronco.

Los rizomorfos pueden crecer considerables distancias a través del suelo e inician la infección parasítica o colonización saprofítica. Cuando los rizomorfos encuentran una raíz hospedante o cuello de raíz, este se adhiere a la superficie de la corteza. A su vez, por presión directa y acción enzimática, el micelio coloniza el cambium del susceptible hospedante e inicia la formación del cancro.

Se puede visualizar en la copa de los árboles una disminución en el crecimiento en altura, follaje clorótico, caída prematura de las hojas, marchitamiento y muerte. Puede también presentarse en su parte basal resinación o gomosis.

El hongo produce un característico abanico miceliar por debajo de la corteza de color crema, presentándose también en la zona cambial, en las raíces, y en el cuello de las raíces. Los rizomorfos pueden ser encontrados sobre la superficie de las raíces, en suelo adyacente o bajo corteza desprendida.

El signo más positivo es la producción de cuerpos fructíferos. Este produce un comestible hongo de color miel en pequeños a grandes racimos cercanos al hospedante muerto o en el suelo cercano.

Biología del agente
La difusión de este hongo es muy rápida. Se produce invasión por las esporas producidas y por los rizomorfos en el suelo que viven en forma parasítica o saprófita.

Durante los climas favorables de otoño y de veranos tardíos, *A. mellea* puede ser un prolífico productor de esporas. Las esporas de este hongo raramente inician el daño. Este se esparce primero como micelio vegetativo, y posteriormente por contactos de raíz con raíz o por los rizomorfos.

Los rizomorfos pueden extenderse a grandes distancias hasta encontrar una raíz hospedante. Luego se forman los cancros dañando las raíces. El hospedante finalmente muere cuando se produce el anillado del collar del cambium de la raíz.

Posteriormente, *A. mellea* comienza la colonización saprofítica del tejido de la madera por debajo del cambium infectado.

Los extensos períodos de sequía determinan una disminución de las defensas de los árboles a la invasión de este hongo. La competencia por la luz y los nutrientes hacen que los árboles se estresen y queden propensos al ataque. El ataque por otros agentes patógenos predispone al ataque de este hongo. Arboles de 15 a 20 años son más tolerantes al ataque de este parásito.

Control del agente
La plantación de clones resistentes al ataque puede servir como un control. La lucha química es otro método de control que consiste en una desinfección del suelo, después del arranque de plantas,

con cal o sulfuro de carbono, pero ello resulta muy caro y su eficacia es parcial. Al arrancar un árbol afectado, se debe dejar el hoyo abierto por lo menos un año, y volver a rellenarlo con la misma tierra, añadiendo 2 a 5 Kg/m^3 de cal (ARTHAUD Y TARIS, 1979).

Otra forma es realizar ciertas prácticas culturales que permitan un desarrollo radicular importante como es el laboreo del suelo, riegos regulares, fertilizaciones, etc (FAO, 1980).

Pantomorus cervinus (Boheman)

Capachito de los frutales (Fuller rose beetle), Orden *Coleoptera*, Familia *Curculionidae*.

Descripción del agente
El adulto alcanza los 9 mm de largo. Es de color gris a castaño, cubierto de pelos cortos escamiformes, ovalados, de color castaño, gris o dorado. Cabeza con el rostro levemente cónico, carenas laterales fuertes, escotadura apical en V; escapo antenal extendido más allá del borde posterior del ojo. Los segmentos antenales tercero al séptimo más allá de 3.5 veces más largo que ancho; clava cerca de 3 veces más larga que ancha. El pronoto con lados convexos y una mancha blanca en cada ángulo posterior. Los élitros llevan una mancha alargada oblícua, blanquecina, entre la quinta y la séptima interestria elitral (ARTIGAS, 1996).

En el extremo posterior de los élitros hay cerdas escamiformes blancas, largas, tiesas, dirigidas hacia atrás. Los machos son ligeramente más grandes que las hembras, y presentan una depresión longitudinal en la base del abdomen. El oviscapto tiene 3 pares de setas en la mitad posterior de la parte ventral. Las larvas, tipicamente curculioniformes, son de color blanco ambarino, de 6 a 9 mm de largo, de vida exclusivamente subterránea (ARTIGAS, 1996).

Los huevos son esféricos, de color amarillento, tornándose posteriormente a un color castaño claro.

Distribución
Se distribuye en Australia, Hawaii, Estados Unidos, Europa, Nueva Zelandia, Sudamérica. En Chile se ubica desde la IV hasta la X Región. También se ha encontrado en la Isla de Pascua e Islas Juan Fernández (ARTIGAS, 1996).

De acuerdo a Artigas (1996), ésta se presenta tanto en plantas cultivadas como silvestres. Ha producido daños importantes en frutales como ciruelo, cítricos, damascos y otros. Además, se ha registrado en papas, habas, maíz, frutilla, etc.; en plantas ornamentales como banano, camelia, palto, rosal, etc. El entomólogo Olalquiaga, citado por GREZ *et al.*, (1992), describió a esta especie atacando al sauce mimbre.

Infestación
La hembra coloca sus huevos cerca de las plantas que servirán de alimento. Algunos autores mencionan la postura en orificios bajo la corteza. Al emerger las larvas, éstas se alimentan de la corteza de la raiz, mientras que los adultos se ubican en el follaje consumiendo hojas y brotes.

Al hospedante le produce una pérdida de crecimiento, lo hace menos resistentes a la sequía y al ataque de enfermedades. En el caso de ataques severos las plantas mueren.

Biología del agente
Los adultos están activos en primavera y verano, consumiendo principalmente follaje. Después de 15 días de la cópula, la hembra deposita sus huevos. La incubación dura 10 a 15 días, o más, dependiendo de la temperatura y humedad. Las larvas eclosan entre noviembre y diciembre o más temprano si

la temperatura es más elevada. El estado larvario dura, con varias mudas, cerca de un mes y medio. Esta larva permanece en el suelo por todo un año (GONZALEZ, 1989). Las larvas tempranas pueden pupar a partir de mediados de octubre en la IV Región; luego de 18 a 22 días emergen los adultos. Para el caso de las otras regiones los adultos emergen a principios de diciembre. Estos adultos permanecen bajo tierra hasta enero. Las larvas tardías entran en latencia pupando sólo a comienzos de la primavera siguiente. Este insecto puede colocar entre 150 a 180 huevos y posee una sola generación al año (ARTIGAS, 1996).

Control del agente
Existe un control natural, en el cual se menciona a un himenóptero de la familia *Braconidae: Centistes* sp. (ARTIGAS, 1996).

Hemiberlesia rapax (Comstock)

Escama rapaz (Greedy scale), Orden *Homoptera*, Familia *Diaspididae*.

Descripción
Escamas ovales grises a pardo amarillentas, muy convexas, algo inclinadas, con la mayor altura bajo las exuvias.

El escudo de la hembra es oval, de 1,5 mm de diámetro, amarillo grisáceo a castaño, muy convexo, de apariencia inclinada, con la mayor altura sobre las exuvias. Las exuvias son excéntricas y más oscuras que el escudo. El escudo del macho es de forma y color semejante al de la hembra pero de tamaño más reducido. El cuerpo de la hembra adulta mide 0.9 mm de largo, piriforme y membranoso. Presenta 2 placas entre el lóbulo mediano y el segundo par y 3 placas entre el segundo y el tercer lóbulo. Las placas son anchas y sobrepasan a los lóbulos en largo y carecen de poros perivulvares. Se presentan numerosos microductos ventrales en todos los segmentos abdominales, abertura anal muy grande, mayor en diámetro que el largo de los lóbulos medianos y separada de la base de estos por una distancia igual a su diámetro (ARTIGAS, 1996).

Distribución
Es cosmopolita. Se encuentra principalmente en Estados Unidos, Europa, Nueva Zelanda, Austria, Puerto Rico y Argentina. En Chile se encuentra desde las Regiones I a la XI (ARTIGAS, 1996).

Se encuentra en numerosos árboles y arbustos forestales, silvestres y frutales. El entomólogo Olalquiaga, citado por GREZ *et al.*, (1992), describió a esta especie atacando al sauce mimbre.

Infestación
Las hembras y machos copulan bajo el manto, luego los huevos y los juveniles son mantenidos bajo este manto hasta que estos últimos salen constituyendo la fase migratoria. Estos son ágiles caminadores durante el primer estadio y pueden mantenerse activos varios días sin comer, hasta que se fijan e inician el desarrollo del manto. Esta se ubica en las zonas leñosas y el follaje del hospedero, succionando savia (ARTIGAS, 1996).

La familia *Diaspididae* puede ser transportada pasivamente por el viento, aves u otros insectos. Además tiene una elevada capacidad de distribución y adaptación en una gran variedad de hospedantes (GONZALEZ, 1989).

Entre los síntomas que se presentan se encuentra: la pérdida de crecimiento de las plantas, el secado de ramillas, y si la colonia cubre gran parte de la rama, secamiento de partes importantes.

Biología del agente
Esta es una especie vivípara, que da origen a larvas. Se reproduce sexualmente y en la zona central del país se presentan 2 generaciones al año.

La hembra da origen a las larvas en primavera y verano. En algunos países como Estados Unidos, la raza es uniparental, en donde las hembras originan nuevas hembras sin intervención de machos. En Chile y Argentina se reproducen sexualmente. Existen dos generaciones al año en la zona central, a fines de octubre y en verano. Invernan como ninfas en primer y segundo estado (CAMPOS Y SAZO, 1983 cit. por ARTIGAS, 1996).

Control del agente
Existe mucha información para combatir las escamas como son los aceites minerales activos y otros. Son muy sensibles a la generalidad de los insecticidas de contacto.

Epidiaspis leperii (Signoret)

Escama blanca del peral (Italian pear scale), Orden *Homoptera*, Familia *Diaspididae*.

Descripción del agente
Escamas circulares blancas a grises en las hembras y alargadas, blancas, ligeramente acanaladas en los machos. Bajo el escudo, el cuerpo de la hembra adulta es violáceo.

El escudo de la hembra es circular, de 1 mm de largo, color blanco a grisáceo, convexo, con exuvias excéntricas amarillo anaranjadas a castaño y cubiertas por una secreción en algunos casos. El escudo del macho es alargado, estrecho, de bordes paralelos, muy frágil, de 0,7 mm de largo y 0,3 mm de ancho, blanco, ligeramente acanalado y con la exuvia terminal amarilla. El cuerpo de la hembra adulta es piriforme, de color violáceo (ARTIGAS, 1996).

Distribución
Es originaria posiblemente de Europa. Fue descrita por primera vez en Francia, en durazno. Es una especie cosmopolita, encontrándose principalmente en Italia, Holanda, Portugal, Francia, Alemania, Estados Unidos y Argentina. En Chile se ubica desde las Regiones II a la VIII (ARTIGAS, 1996).

Se encuentra en ciruelos, *Crataegus* sp., damascos, duraznos, manzanos, nogal y peral (ARTIGAS, 1996). El entomólogo Olalquiaga, citado por GREZ *et al.*, (1992), describió a esta especie atacando al sauce mimbre.

Infestación
La familia *Diaspididae* puede ser transportada pasivamente por el viento, aves u otros insectos. Además tienen una elevada capacidad de distribución y adaptación en una gran variedad de hospedantes (GONZALEZ, 1989). Produce una disminución del crecimiento por efecto de la extracción de savia y raquitismo en el caso de ataque masivo o, la muerte de ramillas.

Estos insectos se ubican en la corteza de ramas y ramillas. Es usual encontrarlo bajo musgos y liquenes, al levantar esta cubierta que los protege de enemigos naturales y condiciones climáticas adversas.

Biología del agente
En Europa presenta una sola generación al año, mientras que en climas más cálidos existe más de una generación. Esta es una especie ovípara.

Las larvas migratorias se observan durante la primavera y temprano en verano. Inverna como hembra adulta en Europa, pero en climas con inviernos menos rigurosos, es posible encontrar en esa época todos los estados de desarrollo (ARTIGAS, 1996).

Control del agente
Existe mucha información para combatir las escamas como son los aceites minerales activos y otros. Son muy sensibles a la generalidad de los insecticidas de contacto.

Tetranychus urticae (Koch)

Arañita bimaculada (Two-spotted mite), Orden *Acarina* , Familia *Tetranychidae*

Descripción
Según GONZALEZ(1989), la hembra es de color verde amarillenta con dos manchas obscuras en el dorso del histerosoma, de 0.8 mm de largo (excluidas las patas). El color de la hembra inactiva, invernante es anaranjado rojizo. Las setas dorsales de color blanco, no implantadas en tubérculos. Tarso del primer par de patas provisto de setas táctiles muy próximas al par de setas duplex.

El macho es más pequeño, idiosoma de 0.6 mm, amarillo verdoso. El edeago doblado en ángulo recto hacia arriba, con la cabeza angulada simétricamente en sentido anterior y posterior.
Los huevos son esféricos, blancos perlados.

Distribución
Es cosmopolita, ubicándose en todo el país. Se puede encontrar en ají, alfalfa, camote, ciruelo, damascos, duraznos, frambuesa, frijol, frutilla, limonero, maíz, manzano, melón, pepino dulce, peral, tréboles, zapallo, apio cerezo, guindo, kiwi, nogal, pepino de ensalada, rosal, vid y numerosas plantas ornamentales, flores y malezas gramíneas y de hoja ancha (GONZALEZ, 1989). De acuerdo a FAO (1980), esta plaga afecta a los géneros *Populus* y *Salix*.

Infestación
Estos ácaros se encuentran invernando en las hojarascas o plantas hospedantes, desde los cuales infectan a plantas sanas. Estos suben por el tronco atacando principalmente el follaje más próximo al suelo, para luego difundirse a toda la planta. Produce una pérdida de vigor puesto que es un agente picador-succionador de savia, además de generar un amarillamiento y caída anticipada de las hojas.

Esta especie forma colonias muy abundantes en hojas y tallos, protegiéndose con abundantes telas sedosas. Durante el otoño la hembra se protege bajo la hojarasca o en depresiones de la corteza (GONZALEZ, 1989)

Biología del agente
De acuerdo a GONZALEZ (1989), se estima que en condiciones abiertas, este insecto posee 10 generaciones al año, las que aumentan en hospedantes de hoja permanente. El número de generaciones está dado por las condiciones ambientales. Bajo condiciones de invernadero, la hembra continua su actividad y postura.

Los huevos son colocados entre los meses de octubre y abril, ubicándose en el haz de las hojas cubiertas por una tela. Durante el otoño la hembra entra en receso pasando el invierno entre las hojarascas o en la corteza del hospedante. A inicios de primavera reasume su actividad alimentándose de la cubierta herbácea para después trasladarse al hospedante principal.

En hospedantes de hoja perenne el número de generaciones aumenta, mientras que en las de hoja

caduca, su ciclo se condiciona a la vida útil de las hojas.

Control del agente
En el comercio existen varios productos que permiten controlar la arañita.

Hemichionaspis minor Maskell

Piojillo del olivo (Lesser snow scale), Orden *Homoptera, Familia Diaspididae*.

Descripción del agente
Según ARTIGAS(1996), las escamas de las hembras son alargadas, de color blanco y forma de cholga. Las escamas masculinas blancas, tricarinadas de menor tamaño y más angostas que las hembras. El escudo de la hembra mide 1 a 1.5 mm de largo, de color blanco, piriforme, en general de apariencia curvada.; exuvias terminales. El escudo del macho mide 0.5 a 1 mm de largo, tricarinado, de color blanco, más angosto que la hembra, lados paralelos y exuvia terminal. Cuerpo de la hembra adulta fusiforme, membranoso, con notoria lobulación lateral en forma de espátula, que corresponde a los márgenes de los segmentos abdominales. Antenas con una sola seta. Espiráculos anteriores asociados a disco-poros.

Distribución
Es cosmopolita, principalmente en la región Indomalásica, Norteamérica, México, Panamá, Puerto Rico, Hawaii y Venezuela. En Chile se ubica en la I Región (ARTIGAS, 1996).

Se puede encontrar en árboles forestales, frutales y algunas especies ornamentales como Palmaceas, *Mangifera indica*, *Aspidistra* sp, *Asparagus* sp, *Euphorbia* sp, *Hibiscus* sp, *Ligustrum obtusifolium*, algodonero y *Magnolia* sp. En Chile se encuentra preferentemente en algodonero, aspidistra, cítricos, mango, olivo, palmera y arbustos nativos. El entomólogo Olalquiaga, citado por GREZ *et al.*, (1992), describió a esta especie atacando al sauce mimbre.

Infestación
Se le encuentra en ramillas y hojas, dependiendo del hospedante. Produce una disminución del crecimiento y de la vida del vegetal, al realizar el succionado de la savia.

Biología del agente
Es una especie ovípara. De acuerdo a ARTIGAS (1996), la literatura no aporta información confiable sobre su ciclo de vida debido a que frecuentemente se la confunde con otras especies. Prefiere climas tropicales y subtropicales.

Control del agente
Existe mucha información para combatir las escamas como son los aceites minerales activos y otros. Son muy sensibles a la generalidad de los insecticidas de contacto.

Principales agentes de daño abióticos en *Salix* y sus efectos

Heladas

Según CHRISTERSSON (1996), no existen antecedentes conocidos para explicar las causas de los daños provocados por las heladas, pero los disturbios que ocurren en la membrana y plasma hacen pensar que éstos juegan un rol importante en los distintos tipos de daños en células y en la planta en general.

La formación de cristales de hielo, toma lugar en el tejido de la planta después de enfriarse a – 2 ó – 3 °C. En un tejido la formación de hielo en el núcleo puede generarse de 2 formas, en la célula dentro del plasmalema (intracelular) o en los espacios intercelulares (extracelular). Muchos científicos consideran que toda formación de cristales de hielo bajo condiciones naturales ocurre como formación extracelular. Cuando esto sucede, el agua es transportada desde la célula a los espacios intercelulares donde se congela. Cuando el agua de las hojas y otras sustancias permanecen en la célula, existen cambios en las condiciones del pH, incrementos en la concentración de iones y cambios dentro y fuera de las condiciones electroquímicas.

En literatura reciente se supuso que la formación de cristales de hielo en un brote o tejido en crecimiento determinaba la muerte de este. En algunos casos cuando la formación de cristales de hielo es cercana a los – 2 °C algunos tejidos pueden recuperarse y adoptar una forma parecida a una S. Pasado este rango en 1 o 2 grados, los tejidos no pueden recuperarse y mueren.

Este daño afectará de distinta forma si se presenta como heladas tempranas de otoño o tardías de primavera.

En otoño, las ramas presentan brotes en crecimiento, sin llegar al endurecimiento de éstos. Estos brotes verdes y suculentos se marchitan al igual que las hojas, colocándose de color negro. La helada de otoño puede causar también daños al cambium. La corteza se contrae, descolorándose y hundiéndose, afectando al cambium.

En primavera, los brotes se encuentran en crecimiento. Las hojas y brotes con las heladas de primavera pueden ser muy dañados, al igual que el cambium. Los efectos de este agente repercuten, sobretodo en el crecimiento. Al dañarse las puntas de los brotes, promueve el desarrollo de yemas laterales. Si las heladas se repiten esto dará como resultado varas bifurcadas y torcidas. La planta además se debilita y puede ser susceptible al ataque de hongos como la *Cytospora* sp. (CANADA, 1996).

Los brotes afectados por las heladas pierden la turgencia, volviéndose flácidos, y luego sus tejidos mueren tornándose de un color café y negro. Existe una muerte de brotes, follaje y tallos, además de un daño al cambium.

Los daños se localizan principalmente en los brotes y a medida que su resistencia disminuye con la intensidad del frío, va comprometiendo otros sectores de la planta, como son ramillas, ramas o fuste. Según TAHVANAINEN *et al* (1996), trabajando con varias especies y clones de *Salix* observó que los daños se restringieron a los brotes nuevos o a las partes cubiertas por la nieve, mientras que el sistema radicular permanecía sin daño.

De acuerdo a lo reportado por CHRISTERSSON(1996), los *Salix* en las épocas de primavera y verano, pueden presentar la muerte de sus brotes a temperaturas de – 2 °C. En cambio, en el invierno, los brotes durmientes presentan una tolerancia mucho más grande llegando a temperaturas de - 80 °C o menos.

Esta resistencia o tolerancia va a depender de la especie e individuos dentro de la especie. Existen especies que pueden iniciar su brotación más temprano que otras o pueden entrar en hibernación mucho antes que otras. Esta variación genética nos determinará que especies o clones serán susceptibles de ser plantados en zonas determinadas.

De acuerdo a lo señalado por TAHVANAINEN *et al* (1996), citando a otro autor, indica que existe una correlación negativa entre la resistencia de las plantas y la productividad de éstas. Este estudio se hizo con especies y clones del género *Salix* introducidas y nativas de Finlandia. Las más productivas eran las introducidas, siendo a su vez las más dañadas por las heladas, debido a que entraban en dormancia mucho más tarde que las especies nativas.

De acuerdo a FAO (1980), los ataques importantes de royas de *Melampsora* o de *Marssonia* perjudican la buena lignificación de los crecimientos anuales, quedando mucho más expuestos a las heladas precoces.

La detección de estos daños se puede realizar visualmente, muestreando las áreas afectadas, observando los sintomas antes descritos.

La susceptibilidad a los daños por heladas está bajo un fuerte control genético. Si se tiene una plantación con el mismo clon dentro de un área específica, éstos serán afectados de la misma forma por las heladas.

Las reacciones fenológicas de las plantas pueden determinar daños por frios. Estas reacciones pueden ser manejadas por los distintos tipos de fertilizantes nitrogenados. Estos determinan un mayor crecimiento de tejidos nuevos, lo que al aplicarlos en fechas no propicias puede activar este tipo de crecimiento demasiado temprano o demasiado tarde, lo que produciria daños por heladas tempranas y tardías. Se debe trabajar en fertilizantes completos y balanceados para que no se produzcan estos daños.

Sequía

Este factor puede ser raro en el género *Salix*, puesto que las plantaciones por lo general se establecen en áreas sin problemas hídricos.

Los sintomas se manifiestan con una coloración característica en las hojas inferiores debido a la pérdida de su clorofila, tornándose de un color amarillento claro a casi blanco amarillo (CHRISTERSSON *et al* , 1996). Posteriormente si la falta de agua es mayor, las hojas caen y poco a poco la planta va sufriendo una necrosis, empezando por los tejidos más nuevos (foto 12, Anexo).

Si la plantación es expuesta a largos períodos de sequía, los estomas también reaccionan, cerrándose por algunas semanas, y ellos no abren inmediatamente luego de disponer de agua. No se conoce cuan largos serán los efectos posteriores entre los diferentes clones o especies de *Salix*, o si esto varía dentro de los diferentes clones. Sin embargo, la reacción de las plantas implica que puede haber un daño de meses antes que comience la producción de la biomasa de la plantación.

Herbicidas

Un gran incremento en el uso de los herbicidas se ha producido desde mediados de 1950. Existen 2 tipos de daños por herbicidas, el primero elimina las malezas por contacto y el otro actúa en forma sistémica. Mal empleados pueden dañar las plantas.

Los insecticidas de contacto, producen la muerte del tejido (color negro) después que las hojas toman contacto con el producto, el cual moja la superficie de ellas. Las hojas se colocan de un color cobrizo y encrespado, apareciendo a menudo marchitas (foto 13, Anexo).

En el caso de los insecticidas sistémicos, éstos son absorbidos por las raices y translocados a las hojas, resultando un daño intervenal. Se produce una clorosis en medio del área ubicada entre las nervaduras de las hojas y en las orillas de éstas. Las hojas se tornan café, llegando a un color cobrizo y produciéndose el encrespado de éstas. A menudo se produce el marchitamiento de las hojas.

Se presentan hojas cobrizadas, márgenes de las hojas curvadas u onduladas, clorosis, presencia de venas paralelas en la hoja en un normal enrejado de venas en las hojas y mal crecimiento. Puede existir una pérdida de crecimiento. Los árboles afectados pueden sufrir una gradual muerte de la corona y eventualmente pueden morir. El crecimiento de las hojas laterales puede ser impedido. Las hojas quemadas pueden indicar daño por herbicidas.

Los herbicidas del tipo no hormonales generalmente no inducen un crecimiento anormal, pero causan clorosis y puede causar la muerte del tejido afectado.

El herbicida se aplica por aspersión sobre el follaje, impregnando la superficie de las plantas con el producto quimico.

La resistencia va a depender de la tolerancia de los *Salix* a los diferentes productos químicos existentes. Los árboles que quedan expuestos a daños por herbicidas, quedan propensos al ataque de insectos, patógenos u otro tipo de daño ambiental

Su detección se hace visualmente, chequeando los síntomas característicos principalmente en las hojas, luego de una aspersión con el producto químico.

Se puede hacer un diagnóstico de los daños, realizando una colecta de muestras y un análisis de residuos.

Los daños pueden ser variados dependiendo de la resistencia de la planta al herbicida. El género *Salix* es muy sensible a los herbicidas (BOUTZ y STACK, 1986).

En el caso de un daño parcial, habria una pérdida de crecimiento que incidiria en la longitud de las varas, en su diámetro y en su maduración. Además el daño a las yemas terminales determinaria el crecimiento de yemas laterales, lo que descalificaria a estas varas para su comercialización.

En el extremo de los casos, se produciria la pérdida de la planta y de la inversión puesta en ésta plantación.

Siguiendo estrictamente la guia de aplicación de los herbicidas y una apropiada mantención de los equipos, se podrá asegurar una plantación libre de estos daños.

Una forma de control de una exposición con algún tipo de herbicida, es lavando inmediatamente el lugar expuesto. Los aplicados al suelo, pueden ser desactivados a una escala limitada con carbón activado o productos similares (BOUTZ Y STACK, 1986).

Es aconsejable emprender ensayos de fitotoxicidad antes de ejecutar estos trabajos sobre las plantas que se quiere favorecer.

Evaluación física y económica de los principales agentes de daño de *Salix* .

Los daños económicos experimentados en plantaciones de *Salix* pueden variar considerablemente, dependiendo del tipo de agente y el grado de daño.
En el caso de *Nematus desantisi*, la pérdida puede llegar al 90% de las hojas, llevando incluso a

la muerte del árbol. La pérdida parcial o total de las hojas implica un atraso en el crecimiento de la planta. Esto lleva a bajar la calidad en los estándares en cuanto a longitud y grosor de vara. Además, la planta con estos daños tenderá a ramificarse lo que impedirá cualquier intento de comercialización.

Según experiencias realizadas por VERWIJST(1989), daños provocados por el ataque de *Melampsora epitea* y posteriores heladas, en clones masculinos de *S. viminalis*, dieron como resultado una disminución en largo, diámetro y peso seco. El peso seco en clones no afectados, alcanzó las 9,5 t de materia seca (ha/año), mientras que para los afectados se obtuvo 3,5 t de materia seca ha/ año). Esto da un 63,15% de pérdida de materia seca.

Información de U.K.(1996), reporta también pérdidas por *Melampsora* sp. en producción de materia seca por sobre el 30%. Por lo común, los brotes dañados son a menudo atacados por un segundo patógeno el cual, en casos de ataques severos, puede causar la muerte del brote. Una comparación entre individuos del borde con los del interior de una plantación dio como resultado, un mayor ataque, en los que se situaban en el interior del ensayo. Esto se debe a un mayor endurecimiento de los individuos del exterior y por un menor ambiente húmedo, comparados a los situados en el interior.

La pérdida prematura de las hojas por esta roya, disminuye el vigor de las plantas y por ende retrasa el crecimiento. También la mayoria de los brotes defoliados no lignifican bien y se pueden doblar y deformar(BEECHE et al., 1993). Este tipo de daño, además de influir en el crecimiento de las varas de mimbre, determina una descalificación de la materia prima a extraer para su comercialización,

Por su parte *Tuberolachnus salignus* y *Tetranychus urticae*, producen una disminución del crecimiento y malformaciones de los tallos lo que descalifica las varas para su uso y comercialización. Además, estos insectos son un excelente vector para difundir virus, lo que trae repercusiones en el uso de las plantas como cepas madres para la multiplicación de éstas.

En *Aegorhinus phaleratus*, se estima que 4 a 6 larvas en árboles nuevos de dos años, pueden dañar o matar a la planta. En árboles adultos, una densidad de 20 a 30 larvas, en un periodo de 4 a 5 años, puede ocasionar la muerte de éstos (ARTIGAS, 1996).

Se ha dado el caso que plantaciones enteras de árboles frutales han debido ser arrancadas por ataques sucesivos de *A. phaleratus*, en un lapso de 4 a 5 años (ARTIGAS, 1996). Todos estos antecedentes dan a entender que este insecto es una plaga potencial. Aunque los daños hasta ahora no han sido perjudiciales, este insecto podria producir daños considerables en el caso de ataques masivos en *Salix* sp.

En el caso de los adultos, éstos se alimentan de hojas, peciolos y ramillas nuevas. Esto provoca una muerte del tejido o de la rama, tendiendo a crecer las ramas curvadas o generando brotes secundarios lo que deprecia totalmente el valor de comercialización de las varas de mimbre.

Las larvas en cambio, producen daño al nivel de la corteza, cámbium, y tejidos de sostén de las varas, matando a éstas o a la planta; indirectamente también favorecen ataques de otros agentes como son los hongos de pudrición.

En *Epicauta pilme*, la pérdida de masa foliar a causa de estos insectos en estado adulto, en el caso de plantaciones de mimbre, provoca un menor crecimiento de las varas, repercutiendo en su longitud, grosor y posiblemente en su maduración. Este último aspecto incide en la flexibilidad de las varas para los trabajos de muebleria y cestería. La pérdida económica puede ser muy grande al presentarse una menor producción de varas de buena calidad.
El daño de *Armillaria mellea*, determina una pérdida en la producción total de varas. En los primeros

años de infección se producirán pérdidas de crecimiento, disminuyendo la cantidad y calidad de las varas.

El adulto de *Panthomorus cervinus*, consume las hojas de las plantas y las larvas viven bajo el suelo, donde descortezan raices causándoles severos daños. El daño de este insecto podría ocasionar pérdidas por muerte de plantas o pérdidas de rendimiento en las cosechas.

Las heridas provocadas por las larvas determinan una menor resistencia a la sequía, además de una susceptibilidad al ataque de otras enfermedades. Los adultos en un ataque masivo, provocan un menor crecimiento y la bifurcación de las varas.

En *Hemiberlesia rapax*, *Epidisapis leperii* y *Hemichionaspis minor* la consecuencia del daño provocado es el bajo crecimiento de las varas. Además, la gran colonización de estos insectos puede provocar un secamiento de toda o parte de la ramilla o vara. Este secamiento provoca además, la bifurcación de la rama a una altura variable sobre el suelo. El mimbre se deprecia al no ser aptas las varas para su utilización industrial.

En general, la influencia de estos agentes de daño en el crecimiento, sobrevivencia y calidad de la materia prima de mimbre, permite concluir que el conocimiento de su biología y el reconocimiento oportuno de ellos permitirá llevar a cabo un control disminuyendo los efectos negativos en la producción de materia prima tanto en cantidad como en calidad.

BIBLIOGRAFIA

AGRIOS, G. 1988. Plant Patology. USA, 3rd ed. Academic Press. 803 p.

ARTHAUD, J. ; TARIS, B. 1979. Las Enfermedades de los Chopos. Bol. Serv. Plagas, 5: 13-24.

ARTIGAS, J. 1996. Entomología Económica. Insectos de Interés Agrícola, Forestal, Médico y Veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Concepción. Chile. Ediciones Universidad de Concepción. v. I, 1126 p.

BALDINI, A. ; OJEDA, P. 1994. *Nematus desantisi* Smith (*Hymenoptera*: *Tenthredinidae*) Avispa-Sierra del Sauce. Santiago, CONAF. v. 14, nº 25. 4 p.

BEECHE, M.; CERDA, L; HERRERA, S; LERMANDA, M; MORENO, I; VERGARA,C. 1993. Manual de Reconocimiento de Plagas Forestales Cuarentenarias. Santiago, Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. 169 p.

BOUTZ, G. ; STACK, R. 1986. Herbicides (Air Pollution). In Riffle,J.; Peterson, G. (eds). Diseases of Trees in the Great Plais. USDA Forest Service. General Technical Report RM-129. Pp: 33-35.

CANADA. 1996. Pest, Diseases and Other Injuries in Short Rotation Forestry. In Ledin,S. Willebrand,E. Ed. Handbook on How to Grow Short Rotation Forests. Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences. IEA Bioenergy Department of Short Rotation Forestry. 15 p.

CHRISTERSSON, L.; RAMSTEDT, M.; FORSBERG, J. 1996. Pest, Diseases and Other Injuries in Short Rotation Forestry. In Ledin, S. Willebrand, E. Ed. Handbook on How to Grow Short Rotation Forests. Swedish, University of Agricultural Sciences. IEA Bioenergy Department of Short Rotation Forestry. (13 p).

DAPOTO, G ; GIGANTI, H. 1994. Bioecología de *Nematus desantisi* Smith (*Hymenoptera:Tenthredinidae*:

Nematinae) en las Provincias de Río Negro y Neuquén (Argentina). Revista Bosque 15(1) :27-32.

FAO. 1980. Los Alamos y los Sauces en la Producción de Madera y la Utilización de las Tierras. Roma, Italia. Colección FAO: Montes Nº 10. 349 p.

FULLER, L.; JAMES, R. 1986 *Armillaria* root rot. In Riffle,J. and Peterson, G. (eds). Diseases of trees in the Great Plais. USDA Forest Service. General Technical Report RM-129. pp: 108-109.

GREZ, I.; SERRA, M.; VITA, A. 1992. Obtención de Antecedentes Básicos para el Estudio de la Silvicultura del Mimbre (*Salix viminalis*). Universidad de Chile. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. Depto de Silvicultura. Informe Técnico. 82 p.

GONZALEZ, R.; BARRÍA, G.; GUERRERO, M. 1986. *Nematus desantisi* Smith, Nueva Especie de Importancia Forestal en Chile (*Hymenoptera: Tenthredinidae*). Revista Chilena de Entomologia. 14: 13-15.

GONZALEZ, R.1989. Insectos y Acaros de Importancia Agricola y Cuarentenaria en Chile. Santiago. Universidad de Chile. BASF 310 p.

LASCOUX, M.; RAMSTEDT, M; ASTRÖM, B; GULLBERG, U. 1996. Components of Resistance of Leaf Rust (*Melampsora laricii epitea* Kleb/*Melampsora ribesii-viminalis* Kleb.) in *Salix viminalis* L. Theor Appl Genet 93: 1310-1318.

PETERSON, G. ; STACK, R. 1986. *Melampsora* Leaf Rust of Cottonwood and Willow. . In Riffle,J. and Peterson, G. ed. Diseases of Trees in the Great Plains. USDA Forest Service. General Technical Report RM-129. Pp: 4-5.

RAMSTEDT, M.; ASTRÖM, B; GULLBERG, U. 1992. Hypersensitive Defense Response-a Useful Tool in Breeding for Resistance in *Salix* spp. Used in Short Rotation Forestry. Florence, Italy. In Hall, D.; Grassi, G.; Scheer, H. Ed. Biomass for Energy and Industry. 7 th E.C. Conference. Proceeding of International Conference on Biomass for Energy and Industry held. pp: 1256-1259.

RUBIALES, D. 1996. Royas. España. En Llácer, G; Lopez, M; Trapero, A.; Bello, A. ed. Patología Forestal.Tomo II. Sociedad Española de Fitopatología. pp: 847-863

U.K. 1996. Pest, Diseases and Other Injuries in Short Rotation Rorestry. Sweden. In Ledin, S. Willebrand, E. Ed. Handbook on How to Grow Short Rotation Forests. Sweden, Swedish University of Agricultural Sciences. IEA Bioenergy Department of Short Rotation Forestry. 6 p.

VERWIJST, T. 1990 Clonal Differences in the Structure of a Mixed Stand of *Salix viminalis* in Response to *Melampsora* and Frost. Canadian Journal of Forest Research 20(5): 602-605.

OTROS AGENTES POTENCIALES DE DAÑO PARA *Salix* sp

Agente Nombre científico	Agente Nombre común	Taxonomía Orden	Taxonomía Familia	Daño	Hospedante	Síntomas y Signos	País o región detectada como plaga	Fuente
Phyllodecta vitellinae L	Brassy willow beetle	Coleóptera	Chrysomelidae	Larves y adultos causan defoliación	Salix sp y Populus sp	Deformación del árbol y pérdida de crecimiento	Reino Unido y en Suecia	FAO 1990
Phyllodecta vulgatissima L	Blue willow borer							
Melasoma lapponica L	Red willow leaf beetle	Coleóptera	Chrysomelidae	Larvas y adultos esqueletizan hojas y dañan yema terminal	Salix spp	Gran pérdida de crecimiento y deformación de varas	Reino Unido	R.U. 1995
Dolerus aeneus Steph	Alder sawfly			Defoliación	Salix spp	Pérdida de crecimiento	Reino Unido	R.U. 1995
Pteronidea salicis L	Large willow sawfly			Defoliación	Salix spp	Pérdida de crecimiento	Reino Unido	R.U. 1995
Leucoma salicis L	Satin moth			Larva causa defoliación	Salix spp	Pérdida de crecimiento seria	Reino Unido	R.U. 1995
Synanthedon formicaeformis Esp		Lepidóptera	Aegeridae	Perfora ramas	Salix spp	Pérdida de varas	Europa y Asia	FAO 1990
Otiorhynchus raricornis Schr		Lepidóptera	Cossidae	Perfora ramas	Populus y Salix	Pérdida de varas	Europa oriental y Siberia	FAO 1990
Cossus cossus L		Lepidóptera	Cossidae	Perfora ramas	Populus y Salix	Pérdida de varas	Europa, Asia hasta Japón, Norte de Africa y America del Norte	FAO 1990
Agrilus acutangulus Thery		Coleóptera	Buprestidae	Perfora ramas	Salix sp	Pérdida de varas	Yugoslavia	FAO 1990
Agrilus politus Say		Coleóptera	Buprestidae	Perfora ramas	Salix sp	Pérdida de varas	América	FAO 1990
Agrilus fulminans Fleh		Coleóptera	Buprestidae	Perfora ramas	Salix sp	Pérdida de varas	América	FAO 1990
Plectrodes scalator		Coleóptera	Cerambycidae	Perfora ramas	Populus sp y Salix sp	Pérdida de varas	Sur de Estados Unidos	FAO 1990
Oberea oculata L		Coleóptera	Cerambycidae	Perfora ramas	Salix sp	Pérdida de varas	Yugoslavia	FAO 1990
Polyplus sculatus Chap		Coleóptera	Platypodidae	Perfora ramas	Populus sp y Salix sp	Pérdida de varas	Argentina	FAO 1990
Gerdrornyza carbonana Zett		Diptera		Perfora ramas	Salix sp	Pérdida de varas	Paises Bajos, Italia, Austria, Francia e Inglaterra	FAO 1990
Gerdrornyza camb. Hendel								FAO 1990
Oxenus krbyi Guild		Lepidóptera	Psychidae	Defoliador	Salix sp	Pérdida de crecimiento	América del Sur	FAO 1990
Hyponomeuta rorellus Hbr		Lepidoptera	Hyponomeutidae	Defoliador	Salix sp	Pérdida de crecimiento	Rumania y Paises bajos	FAO 1990
Tortrix chrotana L		Lepidóptera	Noctuidae	Defoliador	Salix sp y Populus sp	Pérdida de crecimiento	Europa y Norte de Africa	FAO 1990
Tortrix viridana Hb								FAO 1990
Hylesia nigricans Berg		Lepidóptera	Saturniidae	Defoliador	Populus sp y Salix sp	Pérdida de crecimiento	Argentina	FAO 1990
Listrus pallustris Scop		Coleóptera	Curculionidae	Adultos dañas yemas y hojas Larvas dañan raices	Populus sp y Salix sp	Pérdida de crecimiento y deformación de varas.		FAO 1990
Rhynchaenus Clairv		Coleóptera	Curculionidae	Minador de hojas	Populus sp y Salix sp	Pérdida de crecimiento		FAO 1990
Ramphus Clairv								FAO 1990
Saugoptera scutellaris Suffr		Coleóptera	Chrysomelidae	Minador de hojas	Populus sp y Salix sp	Pérdida de crecimiento	America del Norte	FAO 1990
Trichiocampus viminalis Fall		Himenoptera	Tenthredinidae	Defoliador	Salix sp y Populus sp	Pérdida de crecimiento	Europa y America del Norte	FAO 1990
Cimbex Oliv		Himenóptera		Defoliador	Salix sp y Populus sp	Pérdida de crecimiento		FAO 1990
Atta F	Hormigas	Himenóptera		Defoliador	Salix sp y Populus sp	Pérdida de crecimiento	America, particularmente en Argentina	FAO 1990
Acromyrmex Mayr	Hormigas	Himenóptera		Defoliador	Salix sp y Populus sp	Pérdida de crecimiento	America, particularmente en Argentina	FAO 1990
Pterocomyzus passerinii Sign		Homoptera	Aphididae	Chupadores de savia	Salix sp y Populus sp	Pérdida de crecimiento y entrada de virus u otro agente	Paises Bajos, Italia, España, Hungria, Israel, Marruecos e Iran	FAO 1990
Pterocomyzus rederik H.H.L								FAO 1990
Hercomyia laticaperdai Duf		Diptera	Cecidomydae	Productores de agallas	Salix sp	Deformación de varas	Europa, America del Norte, India y Africa	FAO 1990
Rhabdophaga terminalis H.L		Diptera	Cecidomydae	Productores de agallas	Especifica de Salix sp	Deformación de varas	Suecia	FAO 1990
Rhabdophaga rosaria H.L								FAO 1990
Rhabdophaga dieltrix							Noruega	FAO 1990
Rhabdophaga salicis Schrk							Suecia	FAO 1990
Tetranychus urticae Koch	Acaro	Acarina	Tetranychidae	Productor de agallas	Casmepollis	Deformación de varas y pérdida de crecimiento	Estandida por todo el mundo	FAO 1990
Eotetranychus populi Koch	Acaro	Acarina	Tetranychidae	Productor de agallas	Populus sp y Salix sp	Deformación de varas y pérdida de crecimiento	Europa, Asia y América del Norte	FAO 1990
Schizotetranychus schizopus Zacher	Acaro	Acarina	Tetranychidae	Productor de agallas	Salix sp	Deformación de varas y pérdida de crecimiento	Noruega	FAO 1990
Meloidogyne incognita Chit	Nemátodo			Formación de agallas en raices	Salix alba cv. 'Caiva'	Pérdida de vigor y muerte	Argentina	FAO 1990
Chionaspis salicis L		Homóptera	Coccidae	Chupador de savia. Predispone al ataque de hongos	Salix sp y Populus sp	Pérdida de crecimiento y mala lignificación de varas	Noruega	FAO 1990
Operophtera brumata L		Lepidóptera	Geometridae	Defoliador	Salix sp y Populus sp	Pérdida de crecimiento	America, Noruega	FAO 1990
Operophtera bruceata Hulst								

continuación...

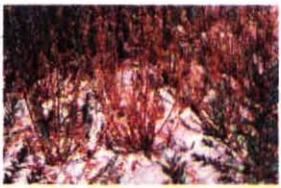
Agente Nombre científico	Agente Nombre común	Taxonomía Orden	Taxonomía Familia	Daño	Hospedante	Síntomas y Signos	País o región detectada como plaga	Fuente
Lymantria dispar L.	polilla gitana (The Gypsy moth)	Lepidóptera	Lymantriidae	Defoliador	Géneros *Populus, Betula, Pinus, Salix* y otros	Pérdida de crecimiento	Europa, Norte de África, zonas templadas de Asia, Estados Unidos, Canadá	Novak et al.
Phymatodes testaceus L.	The tanbark borer	Coleóptera	Cerambicydae	Taladrador	*Quercus* sp, *Salix* sp, Fresno, Aliso y otras	Pérdida de varas	Europa, Asia, Norte de África y América del Norte	Novak et al 1976
Saperda populnea (L.)	Saperda chica o the small poplar longicorn beetle	Coleoptera	Cerambycidae	Talachrador	*Salix* sp y *Populus* sp	Pérdida de ramas	Europa, Asia y America del Norte	Novak et al. 1976 FAO. 1980
Cryptorrhynchus lapathi L.	Gorgojo perforador del alamo	Coleóptera	Curculionidae	Tal. y Def.	*Populus* sp, *Salix* sp, *Alnus* sp y *Betula* sp	Pérdida de ramas	América del Norte, Asia y Europa	Ledesma, 1979 FAO. 1980
Spargonothis pilleriana Denis et Schiff		Lepidóptera	Tortricidae	Defoliador	*Vitis* sp, *Galium* sp, *Ulmus* sp, *Salix* sp y otros	Pérdida de ramas o deformación de varas	Asia y Europa, en zonas paleárticas	Ledesma, 1979
Aphrophora salicina	Salivazo	Homóptera	Aphrophoridae	Succionador	Se conoce solo ataque en sauces	Pérdida de crecimiento y Pérdida de ramas	Zona mediterránea de Europa	Ledesma, 1979
Galerucella linecla Fab		Coleóptera	Chrysomelidae	Defoliador	*Salix* sp	Pérdida de crecimiento	Franja mediterránea de Europa	Ledesma, 1979
Cossus cossus L.	Goat Moth	Lepidóptera	Cossidae	Taladrador	árb. frutales, sauces, alamos, Quercus sp, etc	Pérdida de ramas	Europa y Asia	Novak et al 1976 FAO. 1980
Aegeria apiformis (Clark)	The hornet moth	Lepidóptera	Sesiidas	Taladrador	*Salix* sp y *Populus* sp	Pérdida de crecimiento, ramas y muerte de la planta	Europa, con la excepción de las regiones del norte, en Asia y América del Norte	Novak et al. 1976 FAO. 1980
Phalera bucephala L	The buff tip	Lepidóptera	Notodontidae	Defoliador	abedules, *Salix caprea, Populus* sp, arces y otros	Pérdida de crecimiento	Europa y Asia a excepción de la zona norte	Novak et al. 1976 FAO. 1980
Saperda carcharia L.	Larga Poplar Borer La gran saperda	Coleóptera	Cerambycidae	Taladrador	*Populus* sp y con menor frecuencia *Salix* sp	Pérdida de ramas	Europa y Asia	Novak et al. 1976 FAO. 1980
Stilpnotia salicis L	The satin moth	Lepidóptera	Lymantriidae	Defoliador	*Populus* sp y *Salix* sp	Pérdida de crecimiento	Europa, Asia y Norteamerica	Novak et al. 1976 FAO. 1980
Rhabdophaga heterobia H. Löw	Cecidomyie du bourgeon terminal	Díptero	Cecidomyidae	Defoliador	*Salix* sp	Pérdida de crecimiento	Europa	Julien, 1992
Tortrix viridana L.	The gree oak leaf roller Tortrice verde del sauce	Lepidóptera	Tortricidae	Defoliador	*Quercus* sp. y *Salix* sp.	Pérdida de crecimiento	Europa y Asia menor	Larcux, 1926 Novak et al. 1976
Melasoma populi L. *Melasoma tremulae* Fabr	The poplar leaf beetle The aspen leaf beetle	Coleóptera	Chrysomelidae	Defoliador	*Populus* sp y *Salix* spp	Pérdida de crecimiento	Europa y Norteamérica	Novak et al. 1976 FAO. 1980
Hyphantria cunea Drury	The fall webworm	Lepidóptera	Artidas	Defoliador	*Salix* sp, *Acer negundo*, Alamo blanco y otros.	Pérdida de crecimiento	U.S.A., Canadá, Europa y Japón	Novak et al. 1976 FAO. 1980
Melolontha hippocastani F	The chestnut codichafer	Coleóptera	Melolonthidae	Defoliación y destr	*Quercus* sp, hayas, arce,	Pérdida de crecimiento o	Europa y Asia	Novak et al. 1976
Melolontha melolontha L	beetle- The common codichafer beetle	Coleóptera	Melolonthidae	de raices y raicillas	alamos, *S.caprea* y otros	muerte de la planta	Europa	FAO. 1980
Cytospora chrysosperma (Pers. Fr.) Fr	Cancro	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	Anillamiento	Arce, *Populus* sp y *Salix* sp	muerte de ramas	Hemisferio Norte y Australia	FAO. 1980 Canadá, 1996
Hypoxylon mammatum (Wahl.) P. Karst	Cancro	Sphaeriales	Xylariaceae	Anillamiento	*Populus* sp, *Salix* sp, *Alnus* sp *Quercus* sp y otros		Canadá y Estados Unidos	FAO. 1980
Gloeosporium salicis (Estado asexual de Gnomonia)	Antracnosis	Schuertalet		Defoliador	*Salix* sp	Pérdida de crecimiento	En distribucion natural de sus hospedantes Europa, Norte de América y otras partes	FAO. 1980 Christensen et al, 1996
Nectria cinnabarina (Tode ex Fr.) Fr	Cancro (Coral spots)	Hypocreales	Hypocreaceae	Anillamiento	*Salix* sp, *Spiraea* sp, *Ulmus* sp, y otros	Mortalidad de varas	En casi todo el mundo	U.K 1996 Christensen et al, 1996
Xanthomonas populi (Ridé)	Cancro bacteriano del Alamo	Pseudomonadales	Pseudomonadaceae	Anillamiento	*Salix* sp y *Populus* sp	Mortalidad de varas	Alemania, Bélgica, Gran Bretaña, Polonia, Checoslovaquia, Francia, Holanda y otros	Beoche et al. 1993 FAO. 1980
Cryptodiaporthe populea (Sacc) Butin	Cancro	Sphaeriales		Anillamiento	*Salix* sp y *Populus* sp	Mortalidad de varas	América del Norte, Asia, Europa y América del Sur(Argentina)	Beoche et al. 1993 FAO. 1980
Marssonina spp	Antracnosis	Melanconiales		Defoliador	*Salix* sp	Pérdida de crecimiento	Nativo de Norteamérica y se desarrolla ampliamente en Europa	FAO, 1980
Erwinia salicis(Day)Chester	Watermark disease	Bacteria	Enterobacteriaceae	Defoliador	*Salix* sp	Mortalidad de yemas y deformación de ramas	Gran Bretaña, Paises Bajos y Alemania	FAO. 1980 U.K 1996
Pseudomonas syringae	Desseichement terminal du brin d'osier	Bacteria	Pseudomonas	Defoliador	*Salix* sp y otras especies	Mortalidad de yemas y deformación de ramas	Todo el mundo	Julien, 1992
Agrobacterium tumefaciun	Agalla (Crown gall)	Bacteria	Rhizobiaceae	Hipertrofia e	*Populus* sp, *Salix* sp y	Producción de	Todo el mundo	Ferguson and
Dorset. 1978	Dorset. 1979	Dorset, 1980	Dorset. 1981	Dorset. 1982	Dorset. 1983	Dorset. 1984	Dorset. 1985	Dorset. 1986



1. Daño por animales en S.caprea



2. Efecto de sobredosis de herbicida en S.viminalis



3. Daño por sequía en S.caprea



4. Presencia de pulgón en S.viminalis



5. Daño por roedores en S.viminalis



6. Daño por Melampsora humboldtiana en S.humboldtiana



7. Defoliación en sauce por N. desantisi



8. Ataque de arañitas en S.viminalis



9. Ataque de conchuela en S.alba



10. Ataque de Aegorhinus phaleratus en S.viminalis



11. Aspecto de Aegorhinus phaleratus en S.viminalis



12. Ataque de Nematus desantisi



13. Daño por Melampsora humboldtiana en S.humboldtiana

FICHA TECNICA

ESTUDIO FENOLOGICO DE ESPECIES DEL GENERO *Salix* PRESENTES EN CHILE

Patricio Chung G.[1]
1 Ing. Forestal Subgerencia de Tecnologias Silvicolas, Instituto Forestal, INFOR, Chile

RESUMEN

El estudio consistió en el seguimiento del crecimiento floral y foliar de las especies *S. alba*, *S. purpurea*, *S. viminalis*, *S. caprea*, *S. humboldtiana*, *S. humboldtiana* var. *fastigiata*, *S. alba* var. *vitellina* y *S. x rubens*.

La metodología utilizada para la elaboración de las escalas de valorización de la fenología foliar y floral, fue establecida tomando como base el estudio de CERRILLOS (1993), determinándose escalas de 6 fases, las que fueron aplicadas al ciclo de crecimiento foliar y floral.

Las observaciones realizadas muestran diferencias en el ciclo fenológico de las yemas foliares y florales según la especie, sexo y en algunos casos, según el origen geográfico.

Los resultados obtenidos, aportan conocimientos para futuros trabajos de hibridación en programas de mejoramiento genético de *Salix*.

INTRODUCCION

El género *Salix* es asociado a menudo con sectores húmedos y fríos. Sin embargo, muchas especies se adaptan a sitios secos, incluídas las zonas alpinas y las altas latitudes árticas (ZSUFFA *et al.*,1984). Este género posee una amplia distribución, un rápido crecimiento, se propaga con facilidad por medio del estaquillado y puede ser cultivado en lugares inapropiados para el cultivo agrícola. Para las zonas rurales puede proveer un combustible barato y accesible y material de construcción. Sus ramas y troncos flexibles son fácilmente utilizados para fabricar implementos hogareños. Posee tejidos suculentos y bastante palatables para ser utilizados como una fuente alternativa de ramoneo para la ganadería. Además, posee usos industriales para una variedad de productos, tales como pulpa y papel, y como componente para la fabricación de tableros (FAO, 1980).

En su amplia distribución y complejo rango ecológico, *Salix* presenta varios pleomorfismos, especialmente aquellos de alta tolerancia a las inundaciones, suelos arenosos, suelos arenosos salinos, etc., razón por la cual, el potencial del cultivo de *Salix* para múltiples tratamientos de mejoramiento, alta tolerancia y amplia adaptación es muy alto al utilizar la hibridación.

La diversidad de sitios y climas existentes en Chile obliga a la selección de individuos que sean capaces de crecer en ellos y dar beneficios. La principal especie utilizada y comercializada en Chile es *S. viminalis*, cuya variabilidad está muy restringida lo que podría ser perjudicial por los problemas asociados al monocultivo. Es por esto, que un

buen trabajo de diversificación, necesita llevar a cabo un programa que implique el aumento de la variabilidad genética.

El género *Salix* es dioico (sexos separados) y presenta una alta heterocigosidad. Se pueden producir híbridos espontáneos en donde existen muchas especies distribuidas en el mismo lugar.

No sólo existen algunas variedades, sino que también algunos biotipos con ciertas diferencias morfológicas y buenas cualidades económicamente. Todas estas variaciones intraespecíficas pueden ser utilizadas en un programa de mejoramiento genético.

En la etapa de mejoramiento genético una de las herramientas utilizadas es el cruzamiento inter y entre especies. Para su realización, se debe contar con información del ciclo reproductivo de cada una de las especies que se desea cruzar y de su compatibilidad de combinación inter y entre especies.

El estudio de la fenología de *Salix* apunta precisamente a obtener esa información, pues permite, por ejemplo, determinar la época de receptividad de los ovarios y de maduración de los granos de polen bajo factores climáticos característicos de cada sitio.

En lo que respecta al desarrollo foliar, su estudio permitirá conocer los momentos en que ocurre la diferenciación de los tejidos, lo que puede dar origen a modificaciones foliares en respuesta a características climáticas particulares.

El estudio fenológico aporta importantes elementos al conocimiento de la adaptación de las especies, a la planificación de los ciclos agrícolas y a la identificación taxonómica de especies (CERRILLOS, 1993).

Cabe señalar sí, que los antecedentes obtenidos de los estudios fenológicos responden a las condiciones del lugar de estudio, puesto que las variables ambientales pueden provocar efectos particulares en el inicio del crecimiento de hojas y flores.

OBJETIVOS

Realizar el seguimiento de las fases fenológicas foliar y floral en especies del género *Salix*, aportando al conocimiento taxonómico y al desarrollo de un programa de mejoramiento de estas especies.

MATERIAL Y METODO

El estudio fue desarrollado entre el 25 de julio y el 6 de octubre de 1999 en el vivero Parque las Palmeras de la Municipalidad de Renca, Santiago, Chile. El vivero se ubica

aproximadamente a 500 msnm a 33° 24' latitud sur y 70° 46' longitud oeste.

El material utilizado correspondió a 13 individuos de 18 meses de edad de las especies de *Salix* indicadas en el cuadro 1.

Las plantas fueron generadas a partir de estacas leñosas de 30 cm de longitud obtenida de un ejemplar adulto de las especies y lugares de origenn indicados en el cuadro y figura 1.

Cuadro 1. Especies y procedencias del género *Salix* analizadas fenológicamente

Especie (N°)	Nombre científico	Sexo	Localidad
1	*Salix alba*	Femenino	Coelemu
2	*Salix purpurea*	Femenino	Angol
3	*Salix viminalis*	Femenino	Angol
4	*Salix caprea*	Masculino	Longavi
5	*Salix humboldtiana* var. *fastigiata*	Masculino	Cogoti
6	*Salix humboldtiana*	Masculino	Quirihue
7	*Salix caprea*	Femenino	Valdivia
8	*Salix alba* var. *vitellina*	Sin identificar	Las Cascadas
9	*Salix rubens*	Masculino	Yumbel
10	*Salix viminalis*	Femenino	Coronel
11	*Salix viminalis*	Femenino	Chile Chico
12	*Salix caprea*	Masculino	Coyhaique
13	*Salix viminalis*	Femenino	Puerto Ibañez

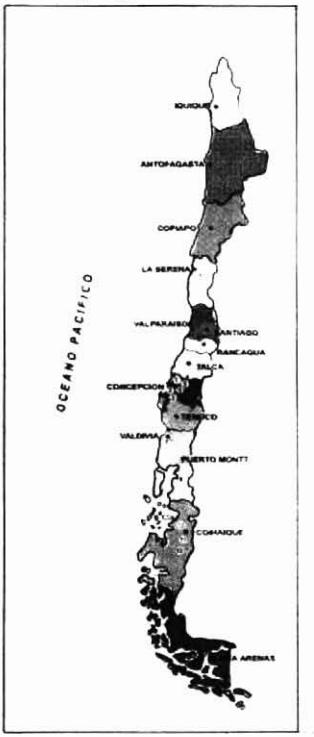


Figura 1. Origen de las procedencias de *Salix* spp.

Para su seguimiento las estacas fueron llevadas a vivero y colocadas en platabandas a 50 cm de distancia unas de otras, completando un total de 10 individuos por especie.

Las observaciones florales y foliares fueron realizadas sobre un tallo de cada planta, manteniendo constante las condiciones ambientales.

Valoración fenológica de yemas foliares y florales

Para efectuar el seguimiento de aparición de hojas y flores, se utilizaron las escalas descritas por CERRILLOS (1993), con una secuencia de 6 fases de desarrollo, indicadas en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Escala fenológica para yemas foliares

Fases de desarrollo	Descripción
Fase 0	Yema en latencia.
Fase 1	Yema con 1 tercio de las hojas descubiertas.
Fase 2	Yema con 2 tercios de las hojas descubiertas.
Fase 3	Yema con las hojas completamente descubiertas pero aún agrupadas.
Fase 4	Hojas divergentes pero el limbo aún replegado. La escama protectora puede estar o no presente.
Fase 5	Hojas completamente abiertas. La escama protectora ausente.

Cuadro 3. Escala fenológica para yemas florales

Fases de desarrollo	Descripción
Fase 0	Yema en latencia, completamente cerrada.
Fase 1	Yema con 1 tercio de la flor abierta o presencia del brote floral, pero cubierta por un grupo de hojas laterales.
Fase 2	Yema con 2 tercios de la flor abierta. En algunos sauces se ve el amento masculino o femenino cubierto por una ligera pilosidad; y la escama protectora está aún presente. En plantas con floración coetánea se encuentran las flores sobresaliendo de las hojas.
Fase 3	En las flores masculinas y femeninas se distinguen los primordios florales y presencia de uno o más pares de hojas. La escama protectora casi siempre ausente.
Fase 4	La flor masculina en proceso de elongación de su base. El amento femenino con flores totalmente visibles pero no receptiva y en proceso de elongación, tomando un color verde opaco.
Fase 5	Flor receptiva en plantas hembras tomando el estigma un color verde claro brillante y casi gelatinoso para los sauces 1, 6 y 7, color purpúreo para el sauce 2, color claro verde amarillento en los sauces 3, 10, 11 y 13. El amento masculino se encuentra totalmente maduro produciéndose la liberación de polen desde las anteras.

RESULTADOS Y DISCUSION

La utilización de las escalas descritas por CERRILLOS (1993), para la identificación de las fases de desarrollo de yemas foliares, no presentó dificultades. El cuadro 4 presenta las fechas de emergencia de las yemas foliares de las diferentes especies.

Cabe señalar que la brotación en la mayoría de las especies se inicia en la base de las plantas, exceptuando *S. humboldtiana*, en que se inicia en el tallo principal y en las ramas secundarias.

Cuadro 4. Observaciones fenológicas en fases foliares de *Salix* spp.

Especie	Fechas de observación													
	26/7	29/7	2/8	4/8	6/8	11/8	13/8	17/8	20/8	23/8	25/8	27/8	30/8	1/9
1 *S.alba*														
2 *S.purpurea*														
3 *S.viminalis*														
4 *S.caprea*									0-1	1-2	1-2	1-2	2-3	3
5 *S.humboldtiana* var. *fastigiata*						0-1	0-1	1-2	2-3	4	4-5	4-5	5	
6 *S.humboldtiana*	0-1	1	1-2	1-2	2-3	3-4	4-5	5						
7 *S.caprea*														
8 *S.alba* var. *vitellina*														
9 *S.x rubens*						0-1	0-1	1-2	1-2	2-3	2-3	3-4	4-5	5
10 *S.viminalis*														
11 *S.viminalis*														
12 *S.caprea*														
13 *S.viminalis*														

Especie	Fechas de observación													
	3/9	7/9	8/9	10/9	13/9	15/9	17/9	20/9	22/9	24/9	27/9	29/9	1/10	4/10
1 *S.alba*				0-1	0-1	1	1-2	3	3-4	4-5	5			
2 *S.purpurea*							0-1	1	1-2	2-3	4-5	5		
3 *S.viminalis*					0-1	1-2	2	2-3	4	4-5	5			
4 *S.caprea*	3-4	4	4-5	5										
5 *S.humboldtiana* var. *fastigiata*														
6 *S.humboldtiana*														
7 *S.caprea*	0-1	1	1-2	2-3	3-4	4	4-5	5						
8 *S.alba* var. *vitellina*						0-1	0-1	1-2	2	2-3	3-4	4	4-5	5
9 *S.x rubens*														
10 *S.viminalis*							0-1	0-1	1-2	2-3	3	3-4	4	5
11 *S.viminalis*						0-1	1	1-2	2	2-3	4	4-5	5	
12 *S.caprea*		0-1	0-1	1-2	2-3	3	3-4	4	4-5	5				
13 *S.viminalis*					0-1	0-1	1-2	2	2-3	3	4	4-5	5	

Del cuadro 4 se desprende una cierta tendencia a una brotación más tardía en los *Salix* procedentes de las zonas de más al sur del país, en comparación a las de las zonas centro y norte, debido probablemente a su adaptación al sector de donde proceden.

En efecto, la especie *Salix caprea* de la localidad de Longaví (especie 4), presenta una precocidad de aproximadamente 14 días en el arribo a la fase 5, en comparación a la del sector de Coyhaique (especie 12), y de 10 días con la especie de la localidad de Valdivia (especie 7).

Si se compara entre las distintas especies, existen en algunos casos grandes diferencias

en el desarrollo de las yemas foliares. Es el caso de *S. humboldtiana* (especie 6) y *S. humboldtiana var. fastigiata* (especie 5) que presentan un temprano inicio de la brotación, en comparación a *S.alba* var. *vitellina* (especie 8). La diferencia en el inicio del crecimiento foliar entre los dos *S. humboldtiana* puede deberse a que la variedad *fastigiata* es perenne y no necesita una emergencia de hojas en forma rápida, pues cambia sus hojas después que se desarrollan las nuevas.

Se observa una relación entre precocidad y posición geográfica en *S. caprea*, sobretodo en la especie localizada en Longaví (especie 4), la cual adelantó en más de una semana a los individuos de las localidades de Valdivia y Coyhaique (especie 7 y 12), mientras que en *S. viminalis* esta tendencia no fue tan notoria.

Los sauces del sexo femenino presentan una emergencia foliar mucho más tardía que los sauces machos. En efecto, *S. humboldtiana* (especie 5 y 6), *S. caprea* (especie 4) y *S. x rubens* (especie 9) fueron los primeros en brotar, siendo todos de sexo masculino. Sin embargo, *S. caprea* (especie 12, Coyhaique), posiblemente por su ubicación geográfica, produjo una brotación más tardía.

La utilización de la valorización fenológica para las yemas florales, produjo ciertas complicaciones en la emergencia de flores (sauces precoces o coetáneos), ya sea por la diferencia de sexos como por la especie (cuadro 5).

Cuadro 5. Observaciones fenológicas en yemas florales de *Salix* spp.

Especie	Fechas de observación													
	11/8	13/8	17/8	20/8	23/8	25/8	27/8	30/8	1/9	3/9	7/9	8/9	10/9	13/9
1 *S.alba*														
2 *S.purpurea*														0-1
3 *S.viminalis*													0-1	1
4 *S.caprea*		0-1	1	1-2	2	2-3	4	4-5	4-5	5				
5 *S.humboldtiana* var. *fastigiata*											0-1	0-1	1	1-2
6 *S.humboldtiana*									0-1	0-1	1	1-2	2-3	
7 *S.caprea*									0-1	0-1	1	1	1-2	2-3
8 *S.alba* var *vitellina*														
9 *S.x rubens*								0-1	1	1	1-2	2-3	3	3-4
10 *S.viminalis*														
11 *S.viminalis*												0-1	0-1	1-2
12 *S.caprea*									0-1	1-2	2	2	2-3	3-4
13 *S.viminalis*													0-1	0-1

Especie	Fechas de observación									
	15/9	17/9	20/9	22/9	24/9	27/9	29/9	1/10	4/10	6/10
1 *S.alba*		0-1	0-1	1	2	3-4	4	4-5	5	
2 *S.purpurea*	0-1	1-2	3-4	4	4-5	4-5	4-5	5		
3 *S.viminalis*	1	1-2	2-3	4	4-5	4-5	5			
4 *S.caprea*										
5 *S.humboldtiana* var. *fastigiata*	2-3	3	3-4	3-4	4	4-5	4-5	5		
6 *S.humboldtiana*	3	3-4	3-4	4	4-5	5				
7 *S.caprea*	2-3	3-4	4-5	4-5	4-5	5				
8 *S.alba* var. *vitellina*										
9 *S.x rubens*	4	4-5	5							
10 *S.viminalis*	0-1	0-1	1	1	1-2	3	3-4	4-5	4-5	5
11 *S.viminalis*	2	2-3	3	3-4	4-5	4-5	4-5	5		
12 *S.caprea*	4	4-5	5							
13 *S.viminalis*	1-2	2-3	3-4	3-4	4	4-5	4-5	5		

La ubicación geográfica de *S. caprea* influyó en la precocidad de la aparición de las flores. Es así como la especie de la localidad de más al norte (Longaví) adelantó en dos semanas a las procedencias Valdivia (especie 7) y Coyhaique (especie 12). Este hecho no afectó mayormente a *S. viminalis* (cuadro 5).

Dentro de la especie *S. caprea*, se observó la precocidad de las flores masculinas sobre las femeninas (cuadro 5). El individuo masculino de la localidad Longaví (especie 4) comenzó el inicio del ciclo floral con dos semanas de diferencia con su par femenino de la localidad de Valdivia (especie 7). En cambio el individuo masculino de la localidad de Coyhaique (especie12), emergió al mismo tiempo que la planta femenina debido probablemente a su adaptación al lugar donde se colectó. Las flores femeninas de *S. caprea* (especie 12) empezaron su emergencia, cuando las flores masculinas de la (especie 4) estaban en las fases 4 y 5.

Se apreciaron diferencias en la aparición de las flores en cuanto al tipo de especie. Es así como entre *S. caprea* (especie 4) y *S. purpurea* (especie 2) la diferencia alcanzó a un mes. Ciertamente las dos especies son de distinto sexo, pero si se realiza esta comparación con *S. humboldtiana*, la diferencia es de al menos dos semanas, respecto a *S. caprea*.

Otro aspecto observado es la precocidad de las flores masculinas sobre las femeninas. Se aprecia en el cuadro 5 a *S. caprea* (especie 4), *S. humboldtiana* (especie 5 y 6) y *S. x rubens* (especie 9), que éstas emergen antes que los sauces hembras, exceptuando a la *S. caprea* (especie 7) de floración femenina, debido probablemente a que la especie florece más precozmente que las demás.

El análisis de estos resultados se debe considerar bajo las condiciones meteorológicas imperantes en el lapso en que fueron tomados los datos. No obstante, tanto la precipitación como las temperaturas corresponden a las de un año normal para el sector.

CONCLUSIONES

En casi todas las especies, exceptuando *S. humboldtiana*, las primeras yemas foliares salen en la base del tallo, lo que indica que estas especies poseen una buena capacidad de retoñación de tocón. En *S. humboldtiana* la brotación comienza en las ramillas y tallo principal.

Existe un desarrollo fenológico anticipado en sauces de sexo masculino con respecto al femenino.

Se observan diferencias en las fechas, tanto en desarrollo floral como foliar, entre las distintas especies. *S. humboldtiana* es la primera especie en desarrollar sus hojas, mientras que la mayoría de las procedencias de *S. caprea* son las primeras en el desarrollo floral.

En *S. caprea* se observa una cierta influencia de la zona geográfica, siendo la procedencia de más al norte (Longaví) la más precoz, en comparación con las de la zona sur (Valdivia y Coyhaique).

La clave utilizada por Cerrillos (1993) se aplicó sin dificultad en el estudio de la colección de *Salix* spp. nacionales, sin embargo, fue necesario realizar algunos ajustes en la descripción de las fases florales, debido a las distintas formas de floración causadas por el tipo de especie. Se presentan especies que desarrollan una floración precoz, emergiendo directamente de la yema. Otras, con una floración coetánea, presentan flores emergiendo después de haber desarrollado los primeros pares de hojas.

El estudio fenológico realizado, puede ser considerado válido para zonas bajo condiciones climáticas similares. El año 1999 fue un año normal tanto en precipitaciones como en temperaturas en la zona de estudio. Los cambios en el clima pueden repercutir en las épocas de floración y producción foliar, presentando respuestas específicas.

Las especies de *Salix* presentan sexos separados (dioicas) lo que facilita el manejo de plantas para trabajos de cruzamientos. La floración de los *Salix* ocurre entre los meses de julio y octubre, dependiendo de la especie. La floración en plantas procedentes de estacas ocurre por lo general al segundo año de plantación, por lo que los cruzamientos pueden comenzar en ese mismo año.

BIBLIOGRAFIA

CERRILLOS, T. 1993. Valoración de la Fenología de Yemas Foliares y Florales de *Salix* L. Buenos Aires, Argentina, Centro de Investigación y Experiencias Forestales (CIEF). 10 p.

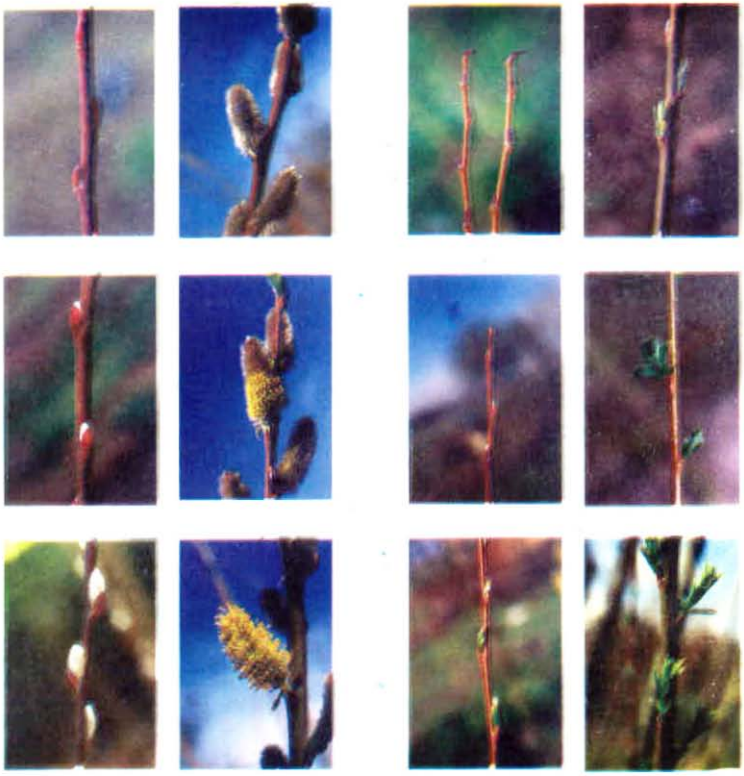
FAO. 1980. Los Alamos y los Sauces en la Producción de Madera y la Utilización de las Tierras. Roma, Italia Colección FAO: Montes N° 10. 349 p.

ZSUFFA, L.; MOSSELER, A.; RAJ,Y. 1984. Prospects for Interespecific Hybridization in Willow for Biomass Production. Sweden. En: Perttu, K.(Ed.). Ecology and Management of Forest Biomass Production Systems. Dept. Ecol. and Environ. Res., Swed. Univ. Agric. Sci. Rep. 15: Pp: 261-281.

ANEXO

Aspecto de yemas florales y foliares en las distintas fases:

Yemas Florales		**Yemas Foliares**	
Fase 0	Fase 3	Fase 0	Fase 3
Fase 1	Fase 4	Fase 1	Fase 4
Fase 2	Fase 5	Fase 2	Fase 5





Uno de los aspectos fundamentales del mejoramiento de la calidad de los productos finales es la incorporación de nuevas tecnologías, al conocimiento de las características físicas y mecánicas de la materia prima y el desarrollo de normas de calidad, resultados presentados en este capítulo.

II PARTE

- *COMPARACION DE POTENCIALIDADES DE EMPLEO INDUSTRIAL DE MIMBRE Y RATAN*
  Rosemarie Garay M.

- *CARACTERIZACION FISICO - MECANICA DE Salix spp.*
  Rosemarie Garay M.

- *IDENTIFICACION DE PRODUCT OS PARA EL CONTROL FITOSANIT ARIO DE SAUCE-MIMBRE*
  Rosemarie Garay M.

- *ENSA YOS NORMALIZADOS A PRODUCT OS TIPO*
  Genaro Gotelli V., Alvaro Briones S.

- *SOLUCIONES CONSTRUCTIV AS EN LA INDUSTRIA DEL MIMBRE*
  Genaro Gotelli V. y Alvaro Briones S.

- *Ficha Técnica 7*
  ESPECIFICACIONES TECNICAS P ARA LA FABRICACION DE MUEBLES DE MIMBRE

- *Ficha Técnica 4*
  NORMA CHILENA OFICIAL NCh2039. Of1998. Mimbr e - Características físicas

- *Ficha Técnica 5*
  NORMA CHILENA OFICIAL NCh2532. 2000. Muebles de mimbr e - Requisitos

- *CURVADO DE MADERA SOLIDA PARA USO COMO COMPONENTE DE MUEBLES DE MIMBRE*
  Genaro Gotelli V. y Alvaro Briones S.

- *EVALUACION DE PINTURAS Y BARNICES, TECNICAS DE APLICACION Y FORMULACION DE RECUBRIMIENT OS PARA EL MIMBRE*
  Rosemarie Garay M.

- *Ficha Técnica 3*
  SISTEMAS DE APLICACION DE RECUBRIMIENT OS PARA MIMBRE
  Rosemarie Garay M.

- *Ficha Técnica 6*
  CONTENIDO DE EXTRAIBLES Y CAPACIDAD ENERGETICA TOTAL EN Salix viminalis
  Cristian Durán S.

- *CONTENIDO LIGNOCELULOSICO DE Salix viminalis PARA PRODUCCION DE BIOENERGIA*
  Diego Gallardo B.

- *PRODUCCION DE CARBON UTILIZANDO DESECHOS DE MIMBRE*
  Mitsumasa Urata, Patricio Chung G. y Marta Abalos R.

COMPARACION DE POTENCIALIDADES DE EMPLEO INDUSTRIAL DE MIMBRE Y RATAN

Rosemarie Garay M.[1]
1 Ing. Forestal, Departamento de Ingeniería de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

RESUMEN

En el contexto del desarrollo del proyecto "Desarrollo Integral del Cultivo y la Industrialización del Sauce-mimbre" se realizó un estudio comparativo de las potencialidades de empleo de mimbre y ratán como materias primas para cestería y mueblería, que consideró forma de crecimiento, extracción y procesamiento industrial. Se evaluó las características químicas, físicas, mecánicas y anatómicas de ambas materias primas y se investigó los aspectos factibles de homologar en la Industria del mimbre en Chile respecto a los países asiáticos, tales como técnicas de preparación, procesamiento y terminación de muebles.

El estudio considera una constatación en terreno de formas y diversidad de aplicaciones para las materias primas mimbre y ratán, realizada en el principal centro productivo del mimbre en el país (Chimbarongo, VI Región), y a través de la realización de una misión tecnológica, efectuada en conjunto con INFOR e INTEC, a los más importantes centros industriales del ratán en Filipinas, Singapur, Malasia e Indonesia.

INTRODUCCION

El presente artículo entrega un análisis comparativo de los atributos más relevantes, desde el punto de vista cualitativo, entre mimbre y ratán, analizando diversos aspectos de la producción de la materia prima, aspectos técnicos de procesamiento y comercialización, dado que el alto nivel de desarrollo alcanzado internacionalmente por la industria del ratán representa un modelo de desarrollo que puede ser seguido por la industria de mimbre en Chile.

Los análisis comparativos de ambos tipos de fibras e industrias, fueron realizados a base de inspecciones en terreno, realizadas tanto en Chimbarongo (VI Región, Chile), como en los principales países productores de manufacturas de ratán (Filipinas, Singapur, Malasia e Indonesia). En el país, las inspecciones tuvieron el propósito de conocer el procedimiento, condiciones de elaboración y tipo de materias primas empleadas en la fabricación de muebles y cestería, como así también, extraer material de muestra para la ejecución de los ensayos para la comparación entre ambas fibras.

En Asia, fue posible conocer en profundidad el desarrollo de la industria del ratán, abordando aspectos relativos a tipos de materia prima, disponibilidad, extracción y manejo. Así como de la fabricación de muebles, potencialidades del ratán en diversas aplicaciones y sistemas de terminación (aplicación de tintes, barnices y otros productos). Se pudo conocer también antecedentes relacionados con su preservación y tratamientos fitosanitarios.

En general se trata de materias primas diferentes, en cuanto a su obtención y características, sin embargo, es posible imitar ciertas condiciones de aplicación en la industria del mueble, con claras ventajas por parte del mimbre, por tratarse de una materia prima homogénea y de alto rendimiento productivo.

DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS GENERALES DEL MIMBRE Y RATAN

MIMBRE

Tipos comúnmente empleados

Genéricamente, el mimbre es conocido en otras latitudes como osier, basket willow, wiker. En Chile la materia prima utilizada es *Salix viminalis*, siendo apreciado por sus múltiples cualidades. Como especie forestal es un arbusto, de 3 a 10 metros de altura, con una longevidad superior a los 30 años, ramillas pubescentes, más tarde glabrescentes. Su producción es a través de cortas anuales en un sistema de manejo como «monte bajo»

Una gran variedad de especies y clones de *Salix* constituyen la riqueza de su cultivo. Investigaciones recientes a nivel mundial están orientadas al mejoramiento genético de especies productivas tanto de interés energético, como de uso industrial en mueblería y cestería.

De las especies investigadas a nivel mundial, las más utilizadas para cestería son: *Salix viminalis* North Ireland, *Salix viminalis* Gigantea, *Salix viminalis* Mullatin, *Salix viminalis Lars* 4/16, *Salix viminalis* English Rod, *Salix viminalis* Bowles Hibrid. De menor importancia se mencionan las especies *Salix purpurea* "sauce colorado", *Salix alba* var. *vitellina* "sauce vitellino", *Salix fragilis*, *Salix amigdaliana* "sauce almendro", *Salix triandra*, *Salix x mollisima* y *Salix x rubra*.

Condiciones de crecimiento, explotación y manejo

La reproducción de *Salix* se efectúa por vía agámica, utilizando estaquillas (pequeñas secciones de ramas vegetativas que no estén brotadas) o de plantas vigorosas, que tengan de 1 a 2 años y posean yemas bien conformadas. Las estaquillas pueden obtenerse de árboles desmochados, brotes epicórnicos de viejos sauces o de plantas jóvenes provenientes de cepas, que constituye la mejor alternativa.

El tamaño de las estaquillas más apropiado es de 20 cm, con un grosor mínimo de 20 mm. Condiciones generales de cuidado indican necesidad de desmalezado, riego, evitar las heladas, falta de agua o sequía extrema, aplicación de herbicidas y fungicidas, ya

que numerosos patógenos pueden afectar las plantaciones.

La cosecha puede comenzar al segundo año extrayendo las varetas en invierno, entre julio y agosto, antes de la próxima estación de crecimiento.

El rendimiento se estima en 700 «atados» (1 metro de diámetro basal) por hectárea, incluyendo un 30% de mimbre considerado como el de mejor calidad y precio. Las varillas se clasifican según diámetro y longitud en tres categorías para su venta (GREZ, 1992).

Categoría	Altura (m)	Diámetro (mm)
Grande	2,0 -3,0	> 12
Mediana	1,25-1,75	5 a 12
Cortas	0,8 a 1,0	< 5

Algunas referencias señalan que en cultivos tradicionales se puede producir 5-6 t/ha/año de varetas finas y 9-11 t/ha/año de varetas gruesas. Los mayores valores bordean las 26 t/ha/año (FAO, 1995).

En cuanto a la existencia de cultivos en Chile, se puede mencionar una superficie de aproximadamente 230 ha, con una producción de 4.000 toneladas secas, distribuidas en grandes, medianos y pequeños agricultores.

Los retornos posibles de obtener con una mayor consolidación de la industria del mueble y la cestería, pasando de su estado artesanal a un nivel industrial o semi-industrial, hacen pensar que existe una ventaja considerable desde el punto de vista del abastecimiento de materia prima para la industria analizada. En otras palabras, es más fácil en Chile la obtención de mimbre, que en los países asiáticos el abastecimiento de ratán.

Tratamiento post-cosecha

El tratamiento básico consiste en sumergir la base de las varetas en agua, pudiendo realizarse en pozos especiales, canales o acequias. Permanecen allí hasta que brotan, para posteriormente ser descortezadas.

En Chile la cocción del mimbre es una faena opcional, con la cual se consigue evitar el largo período de tiempo sumergido en pozos para lograr el descortezado. En este caso el mimbre se sumerge en agua hirviente por algunas horas, en estanques especiales. Con esto se consigue, además de facilitar el descortezado, un oscurecimiento, el cual da a las varas una coloración café-rojiza.

El descortezado del mimbre se efectúa con equipamiento manual rudimentario, que consta

de dos piezas metálicas unidas por una bisagra, donde se introducen las varetas por un extremo y se tiran del lado contrario, se extrae la corteza por el fuerte roce producido. Existen máquinas industriales de accionamiento motriz, sistema poco difundido, pero no desconocido.

El mimbre se puede clasificar, después del descortezado, por largos , grosores (calibre) y defectos (Nch. 2039 of 1998, ficha técnica 3).

Los artesanos compran el mimbre, o en ciertos casos es producido por ellos mismos, siendo la calidad de este material clasificada como regular, debido a la gran heterogeneidad de los atados. Normalmente se encuentran los siguientes defectos: manchas, nudos, varetas curvas, grosores irregulares y poca flexibilidad. Una buena vareta de mimbre debe cumplir los siguientes requisitos: lisa, flexible, recta, delgada, sin nudos, homogénea en calibre y calidad.

Es posible señalar que la mayor parte de este producto se transa como atados de metro de mimbre seco y es labor del artesano preparar el material adecuado para desarrollar sus productos.

Formas de uso

En la industria nacional se emplean varillas de mimbre producto del rebrote anual de las cepas, las que se comercializan en paquetes de 1 m de diámetro en la base. Los largos de las varillas fluctúan desde 0,8 m hasta 4 m, siendo lo más común de 2,5 a 3 m. El diámetro de las varillas varía desde 5 mm a 3 cm, presentando una forma ahusada cónica.

Varillas típicas, extraídas como muestra, presentan las siguientes características: largo de 2,3 m con un diámetro basal de 1 cm; a 1,5 m su diámetro disminuye a 0,6 cm y termina en altura con un diámetro de 0,2 cm; distancia de internudos de 25 a 30 cm.

En la fabricación de muebles en Chile, se emplea mimbre en los tejidos, entramados, amarres y embobinado (el material estructural usado se envuelve con huiras de mimbre o con varillas de pequeño diámetro). La parte estructural del mueble se hace empleando principalmente pino insigne *(Pinus radiata* D. Don*)*.

RATAN

Tipos comúnmente empleados

Existen alrededor de 30 géneros y 104 especies agrupadas bajo el nombre genérico de ratán. Entre los más importantes se encuentra *Calamus* y *Daemonothops*. Las especies más utilizadas son *Calamus manan* (manan), *Calamus scipiomum* (semambu) y *Calamus caesius* (sega) (ONU, 1983).

De los largos troncos trepadores del *Calamus*, se cortan fragmentos para hacer bastones y muebles. Las palmeras trepadoras, como las del género *Calamus*, son de tronco finísimo y muy largo, suben por los árboles gigantescos en las zonas tropicales en busca de luz y agua, sujetándose a ellos gracias a sus espinas. Pueden llegar a medir hasta unos 250 metros.

Condiciones de crecimiento, explotación y manejo previo

El ratán crece en bosques naturales de climas tropicales, como especie hepífita, necesitando para su desarrollo un árbol madre que le sirva de guía. Bajo estas condiciones de crecimiento, existen dificultades de extracción, debido a que se trata de bosques muy cerrados.

La recolección es un método difícil y riesgoso, pues se enredan en los árboles y al caer arrastran ramas muertas, avisperos, incluso los trabajadores deben trepar a los árboles para soltarla. Una vez extraída se frota contra los árboles para quitarle las hojas espinosas. Posteriormente, es cortada en trozos, cuyo tamaño depende de la especie, diámetro de la planta, uso al que se destina o instrucciones del comprador.

Las plantaciones que se han realizado en los países asiáticos, como Indonesia demuestran que probablemente no se pueda alcanzar niveles de plantación de ratán equivalentes al consumo, puesto que por su forma de crecimiento y su forestación resultan faenas de alto grado de dificultad. En este sentido, los productores necesitan materias primas alternativas.

Tratamientos postcosecha

Las varas son tratadas, tanto para el mercado interno como para su exportación con productos preservantes. Algunos tratamientos son: pentaclorofenato, cuyo objetivo es la eliminación de hongos e insectos; cocción con un tipo de kerosene de rápida evaporación (gasoil y aceite de coco en partes iguales), que persigue eliminar las grandes cantidades de goma y resinas y gran parte de la humedad. Otro tratamiento es blanqueo con hipoclorito sódico o peróxido de hidrógeno y soda cáustica. Frecuentemente se emplea bióxido sulfúrico. Luego de tratado se clasifica por diámetro y se corta a la longitud necesaria.

Al iniciar la fabricación de muebles, el ratán es sometido a vaporizado durante varias horas, procedimiento que permite aumentar su flexibilidad y eliminar posibles microorganismos presentes. Cuando el mueble está terminado, se vuelve a tratar con fungicidas e insecticidas para su comercialización.

Una forma de clasificación interesante se reporta en la bibliografía y se refiere a cómo evaluar su flexibilidad de acuerdo a diferentes criterios (NASENDI, 1996).

Duro. Cuando se dobla a mano y se suelta, recupera rápidamente su forma inicial.
Semiduro. Cuando se dobla a mano y se suelta, recupera su forma inicial con bastante lentitud y no del todo.
Blando. Si se dobla se resquebraja por el doblez o se rompe y si se suelta antes de que se resquebraje o se rompa, recupera perfectamente su forma inicial.

Formas de uso

Existiendo una variedad tan grande de especies, resulta difícil establecer con exactitud formas de uso específicos, sin embargo, se intentará aclarar algunos aspectos.

El ratán, es un término común que se aplica a distintas especies de palmas trepadoras, variando en largo, diámetro, flexibilidad y calidad. Se utiliza la vara sin partir y descortezada, para formar las estructuras de los muebles. Su diámetro varía aproximadamente entre 1 a 3,5 cm.

La variedad "Palasan" o similar, es considerada la primera calidad; correspondiendo a varas maduras, limpias, descortezadas y secas. La segunda calidad la constituye el "Tumalin" y, en tercer lugar, el "Kalapi"que es usado como huiras o varillas para amarre.

Entre los distintos países existe cierta arbitrariedad para el nombre otorgado a las distintas especies. Filipinas parece ser el único país que ha intentado establecer cierto orden en los nombres y categorías comerciales. El Departamento de normas entrega las siguientes definiciones (NASENDI, 1996).

Grupo Palasan. Comprende el verdadero Palasan (*Calamus maximus*) y otros ratanes de más de 2,5 cm de diámetro, llegando hasta una categoría de más de 3,5 cm.
Grupo Sika. Comprende el Palasan Sika (*Calamus Caesius*) y otros ratanes brillantes, flexibles, de color amarillo vivo cuando se secan (a veces llamado Sika dorado) y de diámetro inferior a 1,5 cm.
Grupo Tumalin. Comprende los ratanes de menos de 1,5 cm de diámetro, pero de color claro, por consiguiente no incluidos en el grupo Sika.

La comercialización se efectúa con un sistema similar al de Chile, en atados de 100 piezas y, cuando es importado, es comprado por kilos en largos estándares de 8, 12, 14 hasta 20 pies, siendo este último muy poco frecuente.

La mayor parte de las fábricas adquieren el ratán en estos atados iniciando su preparación. Se extrae a partir de una varilla de ratán, una cantidad variable de piezas de diferentes diámetros de acuerdo a los requerimientos de los productos. Este material proveniente de la médula puede tener un diámetro de 2 a 10 mm y es utilizado para entretejer. Otra alternativa es la obtención de huiras planas, también de 2 a 10 mm de ancho, obtenido igualmente de la médula, y se emplea para entretejer o para amarre. Cuando éste es el caso, la varilla no es descortezada, pues se obtiene mayor resistencia.

MATERIAL Y METODO

Características del material analizado

Se utilizó como prototipos mimbre: de Chimbarongo y ratán empleado en mueblería en los países asiáticos.

Mimbre

Orden	: *Salicales*
Familia	: *Salicaceae*
Género	: *Salix*
Especie	: *S.viminalis* L.
Nombre común	: «Sauce-mimbre»

Ratán

Familia	: *Palmaceae*
Subfamilia	: *Calamoideae* (22 géneros)
Género	: *Calamus*
Especies	: *C.Manan, C.caesius, C.trachycoleus*

Las características anatómicas microscópicas fueron obtenidas de cortes anatómicos, transversal, radial y tangencial para caracterizar microscópicamente el material, entregándose antecedentes respecto a los elementos anatómicos presentes en cada caso.

Para la composición química se optó por realizar la determinación sobre material cilíndrico, es decir, varillas de mimbre y ratán, ambos descortezados.

Las determinaciones se realizaron de acuerdo a normas y métodos de uso común en el análisis químico de la madera. A continuación se detallan las normas usadas.

Holocelulosa	: Método del clorito
Celulosa	: ASTM D 1103-60
Poliosas	: Por diferencia
Lignina	: ASTM D 1106-66
Cenizas	: ASTM D 1102-56
Extraíbles	: ASTM D 1105-56

En cuanto a las propiedades físicas, se evaluó la densidad a un contenido de humedad actual y al 12%, igualmente se consideró material cilíndrico. Las determinaciones se realizaron según normas chilenas, pero adaptándola a un material de características distintas. Se tomó 10 muestras del material correspondiendo a los atados de mimbre y ratán.
Para las propiedades mecánicas se decidió establecer comparaciones en términos de la resistencia a la flexión mediante el módulo de elasticidad (MOE) de ambos materiales. Los ensayos mecánicos fueron realizados de acuerdo a normas AFNOR y se utilizó una máquina de ensayo Universal para madera, marca Amsler, de 4000 Kg.

En el ensayo de resistencia a la flexión se mantuvo constante la razón luz/diámetro de ambos materiales, para comparar su deformación. Para la resistencia a la tracción, se empleó 20 muestras de huiras de ambas especies. La sección resistente corresponde a la parte transversal que se tracciona al momento del ensayo, por lo tanto, se comparó ambas especies considerando secciones equivalentes.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Características anatómicas microscópicas

MIMBRE

Poros - vasos. Presenta porosidad difusa, con poros múltiples radiales y algunos solitarios y agrupados. El diámetro tangencial medio es de 35 μ y el número de poros por mm^2 es de más de 50, por lo que se los clasifica como muy numerosos. La presencia de tilosis es escasa. Los vasos presentan perforaciones simples y puntuaciones intervasculares circulares con disposición alterna. La longitud de los vasos es de 300 a 500 μ y el diámetro de las puntuaciones intervasculares es de 8 a 10 μ.

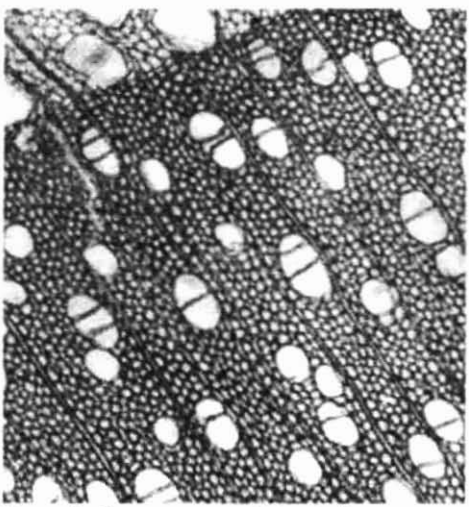


Figura 1. Corte transversal de mimbre

Fibras. Las fibras son del tipo leñosas o libriformes con puntuaciones simples. La longitud es de 460 μ siendo extremadamente cortas, el diámetro es de 10 μ y el espesor de paredes de 2 μ, siendo delgadas.

Radios. Los radios son uniseriados, del tipo heterogéneo III según la clasificación de Kribs. La altura en número de células es de alrededor de 11 y el número de radios por mm es de 13, siendo muy numerosos. Las puntuaciones radio-vasculares son redondas a ovaladas.

Parénquima. El parénquima es apotraqueal difuso y escaso.

Cristales. No se observó la presencia de cristales romboidales.

RATAN

La estructura microscópica de los cortes observados muestra la estructura típica de las Palmaceas con numerosos haces fibro-vasculares dispersos en un parénquima fundamental limitado exteriormente por una epidermis.

Las características anatómicas del mimbre y del ratán son totalmente diferentes, ya que el primero es una Angiosperma-Dicotiledonea con crecimiento secundario y el ratán es una Agiosperma-Monocotiledonea cuya madera consiste de tejidos primarios.

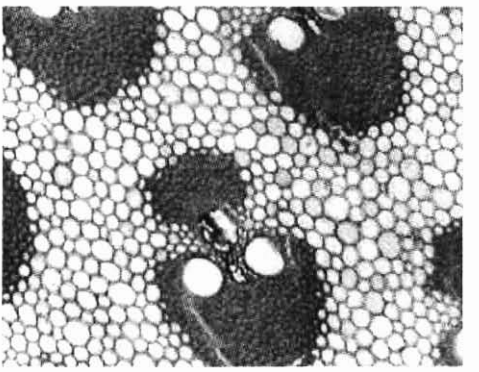


Figura 2. *Corte transversal de ratán*

2. Composición química

En el cuadro siguiente se entregan los resultados obtenidos en las muestras analizadas. Además, a modo comparativo se incluyen datos de composición química de otros *Salix*.

Cuadro 1. Determinaciones químicas de mimbre y ratán

Muestra	Holocel.	Celulosa	Poliosas	Lignina	Ceniza	Extraíbles (%)**			
	(%)*	(%)*	(%)*	(%)*	(%)**	Hexano	Alcohol	Agua	Total
Mimbre	78,8	39,1	39,7	19,8	0,5	2,49	2,78	2,37	7,64
Ratán	74,6	38,4	36,2	22,4	3,0	1,86	5,68	5,54	13,08
Salix spp	77,8	-	24,5	25,4	-	2,00	-	5,30	7,30
Salix alba	-	49,6	-	22,7	0,3	-	-	-	-

Fuente: Determinaciones obtenidas en el Laboratorio de Química de la Madera de la Fc. Cs. Forestales U.de Chile
** % sobre madera anhidra y libre de extraíbles*
*** % sobre madera anhidra original*
Nota: Los valores corresponden al promedio de dos determinaciones

En cuanto a los componentes estructurales se observa un valor bajo de celulosa tanto para ratán como para mimbre, en comparación con madera de latifoliadas.

El otro componente estructural, lignina, es inferior a otras especies del género, lo cual es esperable dadas las características del material, el cual es poco lignificado dado su juvenilidad. Ratán muestra un porcentaje similar al promedio de lignina en maderas de latifoliadas.

De los componentes menores, extraíbles y cenizas, se encuentran en mayor cantidad en ratán que en mimbre. Ratán se encuentra por sobre lo normal para maderas latifoliadas de climas templados, aunque se acerca bastante al de latifoliadas tropicales. Mimbre, por su parte tiene porcentajes de extraíbles y cenizas normales de madera latifoliadas de climas templados y son parecidos a los de *Salix* spp.

3. Propiedades físicas

Las dimensiones de las probetas de mimbre empleadas fueron de 15,8 cm de largo y 0,8 cm de diámetro. Las dimensiones de las probetas de ratan empleadas fueron de 25,6 cm de largo y 1,3 cm de diámetro.

Cuadro 2. Propiedades físicas mimbre y ratán

Muestra	Número Probetas	Densidad (g/cm³) Da	D_{12}	Contenido Humedad (%)
Mimbre	10	0,43	0,37	14,8
Ratán	10	0,38	0,34	11,6

**Da = Densidad inicial; D_{12} = Densidad al 12 % CH.*

La diferencia de densidad encontrada entre ambas especies, aunque no es muy alta, es significativa. Estos valores asociados a los diferentes tejidos anatómicos permiten explicar las diferencias en las propiedades mecánicas analizadas en este trabajo.

El valor promedio de CH para las muestras fue de 11,6%. Este valor es bastante similar al determinado para mimbre, debe tenerse presente que el material en ambos casos es mojado para ser trabajado, por lo que el contenido de humedad es referencial respecto al equilibrio que alcanzan con el ambiente. Además, la humedad tiene influencia en las propiedades mecánicas de los materiales, normalmente la resistencia es menor cuando está verde, pero su flexibilidad aumenta.

4. Propiedades mecánicas

Resistencia a la flexión. Este ensayo tiene por objeto establecer el grado de flexibilidad que posee un material en términos de la aplicación de una carga puntual en el centro de la probeta, materiales más rígidos se deformarán menos, en tanto que los materiales más flexibles se deformarán más. La medición considera la flecha o deformación que alcanza el material con la aplicación de la carga. En materiales que no poseen capacidad de deformarse, se produce la ruptura al absorber la carga aplicada, otros se deforman mientras se esté aplicando la carga y pueden volver a su estado original al dejar de cargarlos, en un tercer caso, la carga aplicada produce deformación permanente en el material superando su comportamiento elástico.

Estos aspectos son explicados para entender el fenómeno que se produce en el mimbre y el ratan. El primero a igual carga se deforma menos, es por lo tanto más rígido y menos flexible que el ratán. Sin embargo, ambos materiales son intrínsecamente flexibles, debido a que es posible deformarlos con alta carga y el límite de ruptura es difícil de alcanzar, lo que significa que en su uso habitual en mueblería y cestería es más moldeable que la madera, a igualdad de diámetro y densidad.

Dimensiones de la probeta de mimbre: 15,8 cm de largo y 0,98 cm de diámetro. Dimensiones de la probeta de ratan: 25,6 cm de largo y 1,6 cm de diámetro.

Razón Luz/diámetro: (15,8/0,98) = 16

Cuadro 3. Carga y deformación para mimbre y ratán

Carga(Kg)	Flecha mimbre (mm)	Flecha ratán (mm)
5	0,128	0,1325
10	0,147	0,4675
15	2,385	5,6
20	5,6	179,4
25	58,4	0,9

Se concluye sobre la base de estos resultados que el mimbre es un material flexible (es posible lograr su deformación sin romperlo), hasta un límite inferior al ratán. En términos prácticos, el esfuerzo que es necesario realizar para trabajarlo es mayor, aspecto que se evidencia al observar la trabajabilidad que se realiza en ambos casos a nivel de elaboración de productos.

Resistencia a la tracción. Este ensayo consiste básicamente en estirar un material desde sus extremos, mediante la aplicación de una carga hasta alcanzar su ruptura.
Sección transversal de la probeta de mimbre : 0,235x0,067 = 0,0157 cm^2
Sección transversal probeta de ratán : 0,235x0,058cm = 0,0144 cm^2

Cuadro 4. Promedio de resistencia a la tracción mimbre y ratán

Muestra	Resistencia a la tracción Kg/cm^2
Mimbre	1.407,6
Ratán	358

Se consideró la resistencia a la tracción como una forma de establecer la resistencia de las huiras de mimbre y ratán cuando son tejidas o utilizadas para amarre. En este sentido en la madera existe una relación directa de la mayoría de las propiedades mecánicas con la densidad. Se comprueba en el caso del mimbre que, por tratarse de madera con tejido secundario y de mayor densidad, presenta una resistencia a la tracción bastante mayor que ratán.

CONCLUSIONES

La comparación aborda dos tipos de materias primas distintas en diversos aspectos. Sus propiedades anatómicas, físicas, químicas y mecánicas son diferentes. Sin embargo, se puede concluir que el mimbre tiene cualidades que permitirían su empleo en productos de características similares a los realizados con ratán. Sus condiciones de crecimiento, explotación y manejo también son distintas. En este sentido falta planificación, mejoramiento de los cultivos y demanda más constante de este tipo de materia prima.

Existe un desconocimiento importante de las potencialidades que pueden tener las especies de *Salix* para Chile, las cuales podrían llegar a cubrir bien los requerimientos como materia prima para la fabricación de productos del más alto nivel en cuanto a calidad y diseño.

A nivel de procesos productivos existe una enorme diferencia, dada por los años de desarrollo de la industria del ratán y el escaso o casi nulo desarrollo industrial del mimbre, el cual se enmarca en un nivel artesanal.

El mimbre sirve para la fabricación de productos de características similares al ratán, debe lograrse estandarizar la calidad de la materia prima, lograr volúmenes constantes y adecuados a los requerimientos de producción.

La industria del ratán se sustenta en una materia prima que es difícil de obtener, aspecto en el que el mimbre tiene ventajas, sin embargo sirve de ejemplo en términos de su desarrollo industrial, enmarcado en un fuerte empleo de mano de obra, más que en el uso de maquinaria de gran tecnología.

Algunos aspectos observados que deberían ser imitados son la incorporación del mimbre, como una materia prima más en una industria del mueble más consolidada, con más experiencia y equipamiento. Además, la importancia creciente del diseño y el *marketing* representan buenas herramientas para el éxito y desarrollo de la industrialización del mimbre.

BIBLIOGRAFIA

GREZ, M.I. 1995. Validación de Pequeñas Industrias Forestales, La Industria del Mimbre en la VI región de Chile. La Serena, Chile. Proyecto Desarrollo Forestal Participativo en Los Andes. Serie Documentos Técnicos N° 10. 72 p.

GREZ, I.; SERRA, M.; VITA, A. 1992. Obtención de Antecedentes Básicos para el Estudio de la Silvicultura del Mimbre (*Salix viminalis*). Universidad de Chile. Fac. de Cs. Agrarias y Forestales. Depto de Silvicultura. Informe Técnico. 82 p.

NASENDI, B. 1996. From Rattan Production to Consumption in Indonesia: Policy Issues and Options For reform. Nasendi. Bogor, Indonesia. In: Nasendi ed., Proceeding of the expose/workshop for socio-economic research on rattan in Indonesia, 4-5 november 1996. FORDA. viii, 97 p.

ONU, 1983. "Manual de Producción de Muebles de Ratán". Naciones Unidas, Nueva York. 120 p.

CARACTERIZACION FISICO - MECANICA DE *Salix* spp.

Rosemarie Garay M.[1]
1 Investigador Responsable, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Ingeniería de la Madera, Universidad de Chile.

RESUMEN

En el contexto del proyecto FONDEF impulsado por el Instituto Forestal (INFOR) "Desarrollo Integral del Cultivo y la Industrialización del Sauce-mimbre", se consideró la necesidad de ampliar el conocimiento respecto de las características de las especies *Salix* utilizadas en el desarrollo del mismo.

En tal sentido se realizó una caracterización de *Salix*, en términos de sus propiedades físicas y mecánicas, aspectos que sirven de sustentación para la utilización de estas especies o variedades en estudio.

La metodología consideró la extracción de muestras de *Salix* spp. de los ensayos silviculturales de INFOR, localizados en distintas zonas geográficas del país. Dicho material fue empleado para realizar determinaciones físicas relevantes, tales como el contenido de humedad y densidad, y determinaciones mecánicas, tales como tracción y flexión.

Las propiedades mecánicas determinadas sirven para orientar sobre las potencialidades de empleo de esta especie en tejido, pues existe una alta correlación entre la densidad y la resistencia a la flexión ; no obstante deben considerarse también otros aspectos técnicos del proceso productivo, como facilidad de descortezado, coloración frente a la cocción, etc.

Las caracterizaciones realizadas son un importante aporte al conocimiento de las características de las especies de *Salix* y sirven de referencia para futuras investigaciones.

INTRODUCCION

Este informe presenta la recopilación de características de *Salix* spp. Los resultados permiten evaluar las propiedades físicas y mecánicas en tres temporadas de crecimiento: 1998; 1999 y 2000, comparando entre especies (12) y localizaciones geográficas (6).

En la primera evaluación, realizada en 1998, se analizaron diferentes especies de *Salix*, recolectados de plantaciones (ensayos) efectuadas dentro del marco del proyecto. Se consideró 3 zonas geográficas: Chimbarongo, Salamanca y Yumbel. Para una segunda evaluación, se consideró la recolección de material proveniente de plantaciones de seis zonas geográficas: Chimbarongo, Salamanca, Yumbel, Temuco, Coelemu y Parral. Finalmente, en la tercera temporada (2000), se evaluó las propiedades de doce especies de *Salix* de la localidad de Chimbarongo.

Entre las propiedades físicas evaluadas, se encuentran los contenidos de humedad (CH): máximo, inicial y de equilibrio, con el fin de aproximarse a las condiciones reales de comercialización y empleo del mimbre.

El tiempo transcurrido entre la recolección de material y las determinaciones físicas en cada temporada, fue aproximadamente de dos días a una semana, aspecto que influye en la obtención del contenido de humedad máximo. Para obviar esta situación se obtuvo un contenido de humedad máximo teórico, a partir de la densidad de cada especie, de tal forma de aproximarse a la máxima cantidad de agua que puede contener cada especie recién extraida.

Se realizaron también ensayos mecánicos para medir la resistencia a la flexión estática de las varetas de *Salix* spp. cosechadas anualmente, y de tracción a las "huiras" obtenidas (material procesado, listo para tejer). Estos ensayos fueron seleccionados por su representatividad con situaciones reales de carga a que se ve sometido este material en uso.

El seguimiento anteriormente descrito permitió obtener una visión más global del comportamiento de los *Salix* considerados, en cuanto a sus potencialidades de uso, puesto que de acuerdo a las diferentes condiciones de índices de sitio, condiciones climáticas, cuidado de las plantaciones, riego, distanciamiento, entre otros, es posible discernir qué especies resultan más apropiadas para conseguir los diversos objetivos propuestos.

OBJETIVOS

Caracterizar tecnológicamente distintas especies de *Salix*, creciendo en seis localidades de Chile, y comparar para una misma especie las variaciones de propiedades físicas y mecánicas para distintas zonas geográficas, estableciendo de acuerdo a las propiedades determinadas la o las especies más apropiadas para cada localidad o condiciones de desarrollo.

MATERIAL Y METODO

El material de ensayo correspondió a diferentes especies de *Salix*, obtenido mediante cosecha al azar de varas, extraídas desde plantaciones efectuadas en el contexto del proyecto de INFOR, ubicadas en las distintas localidades de estudio. Se contempló la obtención de material de la base, centro y extremo de las varas de *Salix*, mezclándose aleatoriamente.

En el cuadro 1 se presentan las especies ensayadas.

Cuadro 1. Especies analizadas

N°	Especie	Lugar de procedencia
1	*Salix alba*	Coelemu
2	*Salix purpurea*	Angol
3	*Salix viminalis*	Chimbarongo
4	*Salix viminalis*	Angol
5	*Salix viminalis*	Coyhaique
6	*Salix caprea*	Longaví
7	*Salix humboldtiana* var. *fastigiata*	Cogotí
8	*Salix humboldtiana*	Quirihue
9	*Salix caprea*	Valdivia
10	*Salix viminalis*	Coyhaique
11	*Salix alba* var. *vittellina*	Lago Llanquihue
12	*Salix x rubens*	Yumbel

Los ensayos se realizaron sobre material recolectado en tres zonas geográficas de Chile: Salamanca, Chimbarongo y Yumbel para el año 1998, seis zonas geográficas para el año 1999: Salamanca, Chimbarongo, Yumbel, Parral, Coelemu y Temuco; y de la localidad de Chimbarongo para el año 2000. Dicho material fue cosechado en un largo estándar de 42 cm, del cual se obtuvo las probetas para las determinaciones físico-mecánicas.

La cantidad de material cosechado consideró el número de muestras suficientes (10 muestras por especie) para generar a lo menos 10 repeticiones de cada propiedad a evaluar.

Determinación de propiedades físicas

Se determinó para cada especie: peso inicial, peso seco, contenido de humedad inicial, contenido de humedad máximo, contenido de humedad de equilibrio, densidad inicial y densidad básica.

Todas las evaluaciones fueron realizadas de acuerdo a los procedimientos descritos en la Norma Chilena NCh 176 parte 1 y 2.

Contenido de humedad. A través del método gravimétrico se determinó peso inicial y peso seco, obtenido en estufa a 105 °C hasta peso constante. Con ambos valores se aplicó la siguiente fórmula:

$$CH\ (\%) = \frac{\text{Peso inicial - Peso seco}}{\text{Peso seco}}$$

Densidad. Se utilizó el método gravimétrico para las determinaciones de peso, y el método volumétrico para las determinaciones de volumen.

$$\text{Densidad inicial (g/cc)} = \frac{\text{Peso inicial}}{\text{Volumen inicial}}$$

$$\text{Densidad básica (g/cc)} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Volumen inicial}}$$

Contenido de humedad máximo (teórico). Corresponde a la máxima cantidad de agua que la especie puede contener y guarda estrecha relación con su densidad. Se calculó la siguiente expresión:

$$\text{CH máx. (\%)} = \frac{1}{D_{0,g}} - 1/1,5$$

$D_{0,g}$ = Densidad básica (g/cc)

Determinación de propiedades mecánicas

Ensayos de flexión. Al no disponer de normas estandarizadas para este ensayo, se asimiló algunas prescripciones relativas a ensayos de la madera. Como sistema de carga se utilizó una carga puntual central y la luz de ensayo se adoptó de modo de evitar el efecto de aplastamiento y corte en los apoyos, eligiendo una relación luz/altura igual a 18, razón que se encuentra dentro del rango donde existe una independencia de la resistencia respecto a la altura de la viga.

El parámetro determinado fue el módulo de ruptura (MOR), a partir del diámetro, densidad y contenido de humedad de equilibrio del material ensayado, de acuerdo a la expresión:

$$\text{MOR (kg/cm}^2\text{)} = 42 \times \frac{P}{D^3}$$

Donde: P : Carga (kg)
D : Diámetro promedio de las varillas (cm)
42 : Largo de la vareta

Ensayos de tracción. Para la realización de esta prueba se utilizó los resultados obtenidos en determinaciones exploratorias. Estos llevaron a considerar una longitud de la zona traccionada de la probeta de 15 cm, lo que implicó tener sólo dos nudos en la referida zona. Se adoptó un sistema de sujeción de las mordazas, de tal forma de evitar el deslizamiento y la fractura de la probeta por compresión normal. En este ensayo se determinó la resistencia a la ruptura y los parámetros físicos asociados de densidad y contenido de humedad.

$$\text{Tracción (kg/cm}^2) = \frac{P}{A}$$

Donde: P : Carga (kg)
A : Sección transversal (cm^2)

RESULTADOS Y DISCUSION

Propiedades físicas y mecánicas según localidad

Los cuadros 2 a 7 entregan los resultados de las propiedades físicas obtenidas para las distintas localidades y los cuadros 10 al 15 el de propiedades mecánicas para las mismas localidades. Las unidades en que se expresan los resultados corresponden a:

Diámetro	: cm
CH inicial	: %
CH equilibrio	: %
CH máximo	: %
Densidad inicial	: peso verde/volumen verde g/cc
Densidad básica	: peso seco/volumen verde g/cc
Flexión	: kg/cm^2
Tracción	: kg/cm^2

Propiedades físicas

Salamanca. Se observa un leve aumento de la densidad para todas las especies, entre 1998 y 1999. Al aumentar la densidad, los valores calculados de contenido de humedad máximo disminuyen. La especie 6, posee una densidad más baja en esta localidad, en comparación a las restantes

Cuadro 2. Propiedades físicas localidad de Salamanca, 1998/1999

Especie	1998				1999			
	D. básica	CH inicial	CH max	CH Eq.	D. básica	CH inicial	CH max	CH Eq
1	0,42	131,6	171,4	13,5	0,42	89,5	171,4	21,32
2	0,56	97,5	111,9	16,4	0,59	75,6	102,8	20,65
3	0,54	88,6	118,5	12,4	0,57	84,8	108,8	19,13
4	0,44	78,9	160,6	17,2	-	-	-	-
5	0,38	85,9	196,5	14,5	-	-	-	-
6	0,30	100,3	266,7	14,3	0,31	155,9	255,9	19,72
7	0,58	150,3	105,7	12,0	-	-	-	
8	0,59	104,9	102,8	20,8	-	-	-	-
9	0,50	92,4	133,3	18,6	0,58	88,8	105,7	21,31
10	0,41	83,5	177,2	15,6				
11	0,47	70,1	146,1	13,3	0,51	67,8	129,4	17,43
12	0,39	110,8	189,7	19,3	0,42	101,1	171,4	28,92

Densidad (g/cc); Contenido de humedad (%)