

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA F1 EN  
HÍBRIDOS INTERESPECÍFICOS DE *Eucalyptus grandis* x  
*Eucalyptus globulus ssp. globulus* Y DE *Eucalyptus grandis* x  
(*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus globulus ssp. globulus*)

por

Luis BENTANCOR BOSSIO  
Daniel ROMERO SALAS

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2009

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Rafael Escudero Rodríguez

-----

Ing. Agr. Oscar José Bentancur Murguiondo

-----

Ing. Agr. MSc. Carmelo Esteban Centurión Fagúndez

Fecha: -----

Autor: -----

Luis Francisco Bentancor Bossio

-----

Daniel Nicolás Romero Salas

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su profundo agradecimiento a todas aquellas personas que contribuyeron a la realización de este trabajo. En general al Departamento Forestal de la Facultad de Agronomía y a la empresa Forestal Oriental S.A.

Especialmente queremos agradecer a nuestras familias por el apoyo brindado y a las siguientes personas, cuya colaboración ha sido realmente invaluable: Ing. Agr. Rafael Escudero; Ing. Agr. Oscar Bentancur; Sr. Alejandro Vidal; Ing. Agr. Ana Bentancor, Tec. For. Robert Silvestre, Sr. Adrián Del Río.

Pero muy especialmente queremos agradecer al Ing.Agr. MSc. José García de León, que fue quien ideó este trabajo y nos dio la oportunidad de realizarlo, pero que por lamentables circunstancias de la vida en el momento en que se estaba realizando el mismo dejó de estar entre nosotros. Por tal motivo este trabajo lo queremos dedicar en su memoria.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	4
2.1. ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES EN EL PAÍS.....	4
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EVALUADAS.....	5
2.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE URUGUAY.....	11
2.4. MEJORAMIENTO GENÉTICO.....	12
2.4.1. <u>¿Qué es un híbrido?</u> .....	15
2.4.2. <u>Vigor híbrido (heterosis)</u> .....	16
2.4.3. <u>Híbridos naturales</u> .....	17
2.4.3.1. Determinación de híbridos naturales.....	20
2.4.3.2. Importancia de los híbridos naturales para el mejoramiento forestal.....	22
2.4.4. <u>Híbridos artificiales</u> .....	22
2.4.4.1. Producción de híbridos artificiales.....	23
2.4.5. <u>Híbridos en <i>Eucalyptus</i></u> .....	25
2.4.5.1. Subgénero <i>Symphyomyrtus</i> .....	28
2.4.6. <u>Cruzamientos controlados</u> .....	30
2.4.6.1. Técnicas de polinización controlada.....	31
	36
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	37
3.1. RECURSOS NATURALES.....	39
3.1.1. <u>Descripción de suelos</u> .....	40
3.1.2. <u>Clima</u> .....	40
3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGENITORES UTILIZADOS.....	42
3.3. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE POLINIZACIÓN.....	47
3.4. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO EN ESTUDIO.....	48
3.5. TRABAJO DE CAMPO.....	51
3.6. ANALISIS ESTADÍSTICO.....	52
	55
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	57
4.1. SOBREVIVENCIA.....	57
4.2. ÁRBOLES NORMALES.....	59
4.3. ÁRBOLES BIFURCADOS O MUY RAMIFICADOS.....	61
4.4. ÁRBOLES SUPRIMIDOS.....	63

4.5. ÁRBOLES QUEBRADOS.....	65
4.6. ÁRBOLES CAÍDOS CON BROTES MÚLTIPLES.....	66
4.7. ÁRBOLES TORCIDOS.....	68
4.8. ANÁLISIS DE DAP, ALTURA Y VOLUMEN.....	70
4.8.1. <u>Dap</u> .....	71
4.8.2. <u>Altura</u> .....	72
4.8.3. <u>Volumen</u> .....	73
4.9. SÍNTESIS.....	75
4.10. FLORES Y FRUTOS.....	77
4.11. CARACTERIZACIÓN FOLIAR Y DE CORTEZA.....	78
4.12. OBSERVACIONES.....	82
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	84
5.1. RECOMENDACIONES.....	84
6. <u>RESUMEN</u> .....	86
7. <u>SUMMARY</u> .....	87
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	88
9. <u>ANEXOS</u> .....	90

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Descripción morfológica y fenológica de <i>E. grandis</i> .....	7
2. Descripción morfológica y fenológica de <i>E. globulus ssp globulus</i> .....	9
3. Descripción morfológica y fenológica de <i>E. urophylla</i> .....	11
4. Subgéneros y secciones de la clasificación de Pryor y Johnson.....	27
5. <i>Eucalyptus</i> que tienen origen híbrido.....	35
6. Datos meteorológicos para la zona y periodo en estudio.....	42
7. Descripción de los cruzamientos evaluados.....	52
8. Árboles con mayor volumen individual del ensayo.....	73
9. Caracterización de las familias con mejor volumen promedio individual.....	74
10. Número de individuos, número de individuos con flor, porcentaje de individuos con flor según familia.....	77
Figura No.	
1. Mapa de distribución natural de <i>E. grandis</i> .....	7
2. Mapa de distribución natural de <i>E. globulus ssp globulus</i> .....	9
3. Mapa de distribución natural de <i>E. urophylla</i> .....	10
4. Ubicación de la zona donde se encuentra el ensayo.....	39
5. Mapa de uso y manejo de suelos.....	40
6. Evolución de la temperatura mínima para el periodo evaluado.....	43
7. Evolución de la temperatura máxima para el periodo evaluado.....	44

8. Evolución de la temperatura promedio para el período evaluado.....	45
9. Ocurrencia de heladas para el periodo evaluado.....	46
10. Evolución de las precipitaciones para el periodo evaluado.....	47
11. Ejemplo de flores embolsadas para evitar polinización natural.....	49
12. Ejemplo de estigma receptivo.....	49
13. Ejemplo de estigma marchito.....	50
14. Ubicación del ensayo en predio “El Jagüel”.....	51
15. Croquis del ensayo.....	53
16. Ejemplo de árbol seco.....	57
17. Proporción estimada de individuos secos más faltantes e intervalo de confianza según familia.....	58
18. Ejemplo de árbol normal.....	59
19. Proporción estimada de individuos normales e intervalo de confianza según familia.....	60
20. Ejemplo de árbol muy ramificado.....	61
21. Proporción estimada de individuos bifurcados o muy ramificados e intervalo de confianza según familia.....	62
22. Ejemplo de árbol suprimido.....	63
23. Proporción estimada de individuos suprimidos e intervalo de confianza según familia.....	63
24. Ejemplo de árbol quebrado.....	64
25. Proporción estimada de individuos quebrados e intervado de confianza según familia.....	65
26. Ejemplo de árbol caído con brotes múltiples.....	66

27. Proporción estimada de individuos caídos con brotes múltiples e intervalo de confianza según familia.....	66
28. Ejemplo de árbol torcido.....	68
29. Proporción estimada de individuos torcidos e intervalo de confianza según familia.....	68
30. Proporción estimada de DAP e intervalo de confianza según familia.....	70
31. Proporción estimada de altura e intervalo de confianza según familia.....	71
32. Proporción estimada de volumen e intervalo de confianza según familia.....	72
33. Ejemplo de árbol florecido.....	76
34. Ejemplo de diferentes tipos de corteza observadas a campo.....	78
35. Ejemplo de cortezas con heridas observadas a campo.....	79
36. Ejemplo de diferentes tipos de hojas observadas a campo.....	80
37. Ejemplo de diferentes tipos de hojas no típicas observadas a campo.....	81
38. Detalle de una hoja de <i>E. grandis</i> x <i>E. globulus</i> ssp. <i>globulus</i> con presencia de <i>Thaumastocoris peregrinus</i> .....	82

## **1. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años el país ha tenido un gran desarrollo en el sector forestal como consecuencia de la instalación de grandes proyectos industriales tales como las fabricas de celulosa, aserraderos, etc. Esto conlleva a una demanda continua y creciente de madera, la cual se puede satisfacer únicamente con una adecuada planificación de las áreas productivas.

En tal sentido los programas de mejoramiento genético resultan una herramienta clave para incrementar la calidad y eficiencia productiva de las plantaciones.

Debido al desarrollo de las técnicas que permiten propagar los *Eucalyptus* de forma vegetativa, en los últimos años se ha comenzado a trabajar con híbridos intra e interespecíficos a través de cruzamientos controlados los cuales permiten combinar características favorables y en algunos casos la obtención de vigor híbrido. Esto conlleva a la producción de individuos con características únicas que naturalmente no se podrían mantener.

El presente trabajo se realizó en la empresa Forestal Oriental S. A. La plantación se encuentra ubicada en la localidad Sánchez, tercera sección policial del departamento de Río Negro. La plantación fue realizada el primero de noviembre de 2006, por lo que al momento de la evaluación los individuos tenían una edad de 16 meses.

Los híbridos evaluados son el resultado del cruzamiento entre *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (utilizado como madre) y *Eucalyptus globulus* Labillardière ssp *globulus* (utilizado como padre) así como también entre *Eucalyptus grandis* (utilizado como madre) y *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* (utilizado como padre).

Para la obtención de estos individuos se realizan cruzamientos de polinización controlada utilizando árboles élite como progenitores, de esa forma se obtienen semillas con variabilidad genética pero de padres conocidos y superiores genotípicamente.

*E. grandis* es una especie con gran importancia en el Uruguay, con una superficie forestada de 179.672 hás., en un total de 744.676 hectáreas (URUGUAY. MGAP. DGF, 2008). El destino principal de esta madera en Uruguay es la producción de rolos para pulpa de celulosa, por lo que se ha dirigido el mejoramiento genético de los últimos años a la producción clonal a partir de árboles élite, con mayor incremento anual de volumen y peso específico elevado. La producción de dichos clones permite multiplicar a gran escala un material genéticamente superior y de comportamiento conocido.

*E.globulus ssp globulus* también es una importante especie en Uruguay, dónde se cuenta con una superficie cubierta por esta especie de 234.164 hás (URUGUAY. MGAP. DGF, 2008). El destino principal de esta madera en Uruguay es la producción de trozas con destino pulpa de celulosa.

*E. urophylla* no es una especie plantada en Uruguay. En Brasil fue introducida en el año 1919 con el nombre de *Eucalyptus alba* y la progenie de esta introducción se usó para establecer grandes áreas de plantación. En la actualidad en Brasil es utilizada para la producción de híbridos con *E. grandis*. Esta especie pura ha crecido sumamente bien en Brasil, Camerún, Costa de Marfil y República Popular del Congo.<sup>1</sup>

Este trabajo se centra en el estudio del comportamiento de la F1 en híbridos *E.grandis* x *E.globulus ssp. globulus* e híbridos *E.grandis* x (*E.urophylla* x *E.globulus ssp. globulus*) para poder establecer una caracterización tanto cuantitativa como cualitativa de los individuos en cuestión.

<sup>1</sup> García, 2008. Com. personal.

**Los objetivos del trabajo son:**

- 1- Clasificar los individuos de las diferentes familias según lo observado a campo.
- 2- Determinación del volumen aparente en función de las medidas recabadas a campo (DAP, altura).
- 3- Caracterización de las diferentes familias para determinar cual o cuales mostraron un mejor comportamiento para las características evaluadas.
- 4- Determinar fenotípicamente en función de la corteza y de las hojas tanto juveniles como adultas a que especie parental se asemejan más los individuos de cada familia.
- 5- Poder establecer si existen diferencias tanto cuali como cuantitativas en función de los padres utilizados.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ANTECEDENTES DE LAS ESPECIES EN EL PAÍS**

Las primeras plántulas de *Eucalyptus* obtenidas por siembras en almácigo, se realizaron en el año 1853, de semilla traída a Uruguay por Hodgskin desde el cabo de Buena Esperanza, Sudáfrica (Brussa, 1994).

El *E. grandis* se difunde en la década de 1960 luego de que se introdujera en 1963 desde huertos semilleros de Sudáfrica, aunque ya existían algunas plantaciones en los departamentos de San José (Tuset) y Rivera (Krall), citados por Brussa (1994). En la actualidad el 68% de las plantaciones de *E. grandis* se encuentran en los departamentos de Paysandú, Río Negro y Rivera. (URUGUAY. MGAP. DGF, 2008).

El empleo de *E. grandis*, se ha extendido en gran medida por el buen comportamiento que ha demostrado esta especie en nuestras condiciones climáticas y edáficas y por las características que posee: ya sea por su elevado crecimiento anual o por sus cualidades madereras (Harrand y Schenopne, 2002a).

La otra especie en estudio, *E. globulus ssp. globulus*, Se introdujo al Uruguay en el año 1853, difundándose su cultivo en forma masiva, al igual que en otros países. La mala calidad de los primeros árboles y la elevada consanguinidad llevaron a cierto desprestigio de la especie, retomándose activamente en la actualidad el cultivo con lotes de semillas adecuadas para las condiciones ecológicas del Río de la Plata. El excesivo calor estival constituyó un obstáculo para el mejor desarrollo vegetativo de los primeros ejemplares, los que fueron fuente de semilla de casi todos los montes del país, evidenciándose abundantes ramas secas en aquellos sitios poco propicios (Brussa, 1994).

Actualmente el 51% de las plantaciones se encuentran distribuidas en el sur del país, en los departamentos de Lavalleja, Florida y Rocha. (URUGUAY. MGAP. DGF, 2008).

La aptitud como materia prima para producción de celulosa kraft ha valorizado la madera de *E. globulus*, y son numerosas las fábricas que la utilizan como materia prima. Uno de los indicadores más relevantes de la importancia específica de esta especie puede visualizarse si se tienen en cuenta los consumos específicos en m<sup>3</sup> de madera por tonelada de pasta producida: en el caso de *E. globulus ssp. globulus*, para fabricar 1 tonelada métrica de pasta, se consumen, promedialmente, 3 m<sup>3</sup> de madera; en el caso del *E. grandis*, para fabricar 1 tonelada métrica de pasta, se consumen más de 4 m<sup>3</sup> de madera.<sup>1</sup>

*E. urophylla* fue introducido a Brasil en el año 1919 por Edmundo Navarro de Andrade, hibridándose con *E. tereticornis* y *E. saligna*. Procedencias de ese país fueron introducidas al Uruguay a comienzo de la década de 1960. Posteriormente se realizaron nuevas introducciones en ensayos de comportamiento. Su cultivo es muy escaso, existen ensayos en Bañados de Medina y Azuforest (Brussa, 1994).

Es una especie apta para construcciones en general, carpintería de obra, combustible. También para celulosa (Golfari, citado por Brussa, 1994).

## **2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES EVALUADAS**

*E. grandis* es un árbol alto a muy alto, generalmente posee una altura de 45-55m y un DAP de 1.2-2m, pero en ocasiones puede alcanzar una altura de 75m y un DAP que excede los 3m. Su forma generalmente es excelente con fustes claros, rectos con ausencia de ramas hasta dos tercios de su altura total (Boland et al., 2006).

*E. grandis* tiene un área de distribución alrededor de Newcastle en Nueva Gales del Sur a alrededor de Bundaberg en Queensland (latitud 25-33°S). Los sitios más reducidos ocurren al oeste de Mackay en Queensland central (alrededor de 21°S), y en el rango del noroeste de Townsville al oeste de Bloomfield al norte de Queensland (alrededor de 16-19°S). La altitud varía desde cerca del nivel del mar a alrededor de 600m en las áreas de mayor distribución, y de alrededor de 500-1100m en las áreas Norteñas. El clima es principalmente caluroso-húmedo. En las áreas de mayor distribución la temperatura máxima en los meses más calientes se encuentra en el rango de 24-30°C y las mínimas en los meses más fríos está alrededor de 3-8°C. Las temperaturas correspondientes para las áreas Norteñas son de 29-32°C y 10-17°C. Las áreas costeras son generalmente libres de heladas, mientras que en los sitios de mayor altitud lejos de la costa es en dónde pueden ocurrir escarchas ocasionales. Las precipitaciones anuales se encuentran en el rango de 1000-3500mm con un máximo en verano particularmente en las regiones centro y norte de Queensland (Boland et al., 2006).

Esta especie se encuentra en las llanuras o pequeñas pendientes ubicadas en valles que poseen suelos profundos y fértiles. Prefiere suelos húmedos, bien drenados, profundos, arcillosos de origen aluvial o volcánico (Boland et al., 2006).

*E. grandis* se encuentra desarrollando bosques altos y abiertos. Las especies asociadas incluyen a *E.intermedia*, *E. pilularis*, *E. microcorys*, *E. resinifera*, *E. saligna*. Otros árboles asociados son *Syncopia glomulifera*, *Tristania conferta* y *Casuarina torulosa* (Boland et al., 2006).

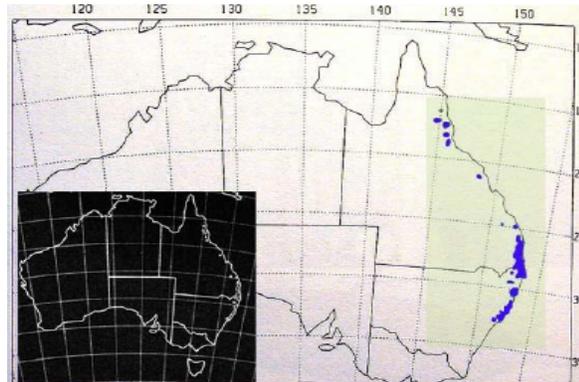


Figura 1. Mapa de distribución natural de *E. grandis*  
Fuente: Brussa (1994)

**Cuadro 1.** Descripción morfológica y fenológica de *E. grandis*

Corteza	Primeras hojas	Hojas juveniles	Hojas adultas	Flores	Botón floral	Fruto	Floración
Caduca en fajas largas, persistente en la base de 1 a 3m	Ovales opuestas	Ovales alternas	Lanceoladas alternas	7-11 dispuestas en inflorescencias simples axilares	Ovoide, operculo cónico a rostrado	Piriforme, pedicelados, disco plano incluso, 4,5,6 valvas, ápices convergentes	Fin de verano, principio de otoño  y segunda floración a comienzos de primavera

Fuente: elaboración propia en base a datos extraídos de Brussa (1994).

*E. globulus* es un árbol que varía de un tamaño mediano (15-20m de altura) con ramas retenidas a menos de la mitad de la altura total, a un árbol grande con forma excelente que puede alcanzar 70m de altura y 2m diámetro, con presencia de ramas hasta dos terceras partes de la altura total del fuste. De vez en cuando crece en sitios muy rigurosos y expuestos como islas Flinders y King donde puede reducirse a un arbusto (Boland et al., 2006).

*E. globulus* se distribuye a lo largo de la costa este de Tasmania alejado a una distancia máxima del mar de 20 Km., aunque en muchas áreas puede encontrarse hasta

60-70 Km tierra adentro. También se encuentra en las islas Flinders y King en el estrecho de Bass, alrededor de Cabo Otway, Strzelecki Ranges y en Cabo Wilsons en la costa sur de Victoria. El rango latitudinal es de aproximadamente  $38 \frac{1}{2}$  -  $43 \frac{1}{2}$  °S, mientras que el rango altitudinal varía desde el nivel del mar hasta alrededor de 450m. El clima es cálido a fresco, húmedo a subhúmedo, con una temperatura máxima en los meses más calientes de 20-23°C y una temperatura mínima en los meses más fríos de 0-8°C aproximadamente. Las heladas ocurren en la mayoría de las zonas en las que se encuentra, incluso en los lugares cercanos a la costa. Cada año se registran alrededor de 5 a 40. Las precipitaciones anuales rondan de 600 a 1400mm con un máximo invernal para la mayoría de las situaciones, aunque algunas áreas tienden a tener una distribución anual (Boland et al., 2006).

Esta especie crece en las regiones suavemente onduladas de Australia cerca del mar pero el mejor desarrollo ocurre en los valles húmedos en las áreas montañosas que poseen suelos con arcillas de buena calidad como dolerita y en suelos húmicos poco profundos ubicados encima de limo. En las áreas costeras se encuentra a menudo en las arenas bastante pobres (Boland et al., 2006).

*E. globulus* se encuentra en tierras boscosas, bosques abiertos o en altas formaciones de bosques abiertos. Las especies de *eucalyptus* asociadas a este son *E. viminalis*, *E. ovata*, *E. oblicua*, *E. amygdalina*, *E. nitida*, *E. pulchella*, *E. delegatensis* y *E. regnans* (Boland et al., 2006).

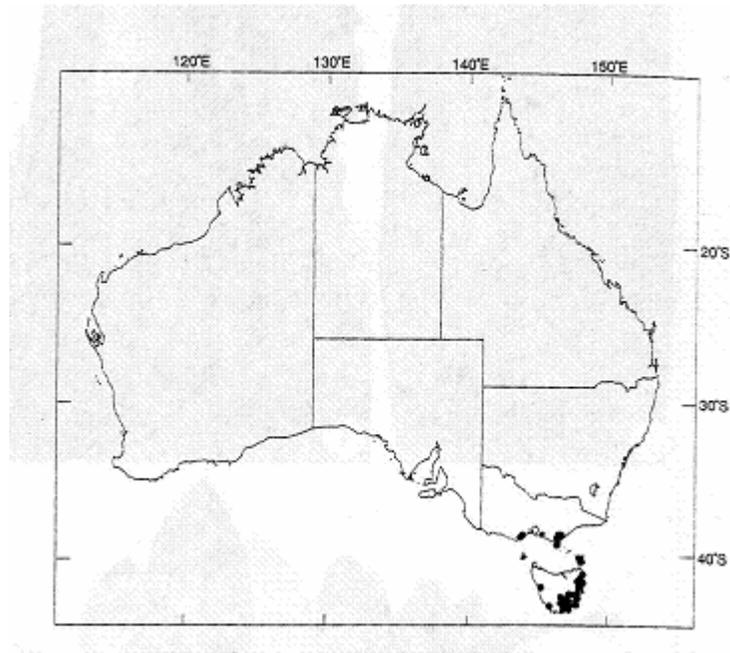


Figura 2. Mapa de distribución natural de *E. globulus ssp. globulus*  
Fuente: Boland et al. (2006)

**Cuadro 2.** Descripción morfológica y fenológica de *E. globulus ssp. globulus*

Corteza	Primeras hojas	Hojas juveniles	Hojas adultas	Flores	Botón floral	Fruto	Floración
Caduca en fajas largas	Sésiles, opuestas, elípticas a oval elípticas	Sésiles, opuestas, elípticas a oval elípticas	Pecioladas, alternas, falcadas	Solitarias, excepcionalmente 2-3	Obovoide, pruinoso, con 4 costillas muy marcadas. Operculo umbonado, verrucoso	Sésiles, obcónicos a subglobosos, disco plano a nivel o algo exerto. Valvas 4-5 +/- a nivel	Principalmente a fines de otoño y en invierno

Fuente: elaboración propia en base a datos extraídos de Brussa (1994)

*E. urophylla* es uno de los pocos Eucalyptus que no crece naturalmente en Australia. Forma masas boscosas en islas de Indonesia: Timor, Flores, Adonara, Lomblen, Pantar, Alor y Wetar entre 8° 30' y 10°S, en altitudes de 350 a casi 3000m sobre el nivel del mar; clima tropical variable de acuerdo con la altitud, con un promedio de temperaturas

máximas de 27-29°C (400m) a 17-21°C (1900m) sin diferenciación estacional; húmedo con lluvias monzónicas del orden de 1400-2400 mm en 6 a 7 meses con estación seca en el resto del año (Turnbull y Brooker, citados por Brussa, 1994).

Crece en suelos profundos, bien drenados, de origen variado y textura franca o franco arcillosa (Brussa, 1994).

En altitudes inferiores a 1500m se asocia con *E. alba*, con el cual presenta afinidad (Brussa, 1994).

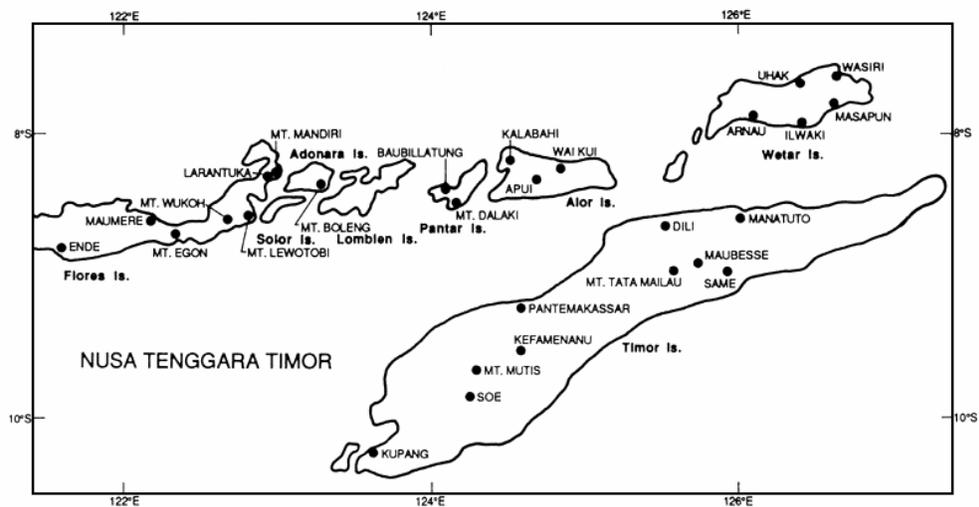


Figura 3. Mapa de distribución natural de *E. urophylla*  
Fuente: FAO (1992)

**Cuadro3.** Descripción morfológica y fenológica de *E. urophylla*

Corteza	Primeras hojas	Hojas juveniles	Hojas adultas	Flores	Botón floral	Fruto	Floración
Subfibrosa, persistente hasta variable altura. En la porción superior caduca en fajas	opuestas	Subopuestas, ovales u oval lanceoladas	Alternas, lanceoladas, pecioladas	7-11 dispuestas en inflorescencias simples axilares	Globoso, opérculo hemisférico apiculado	Globoso-truncados a obcónicos, pedicelados. Disco plano, incluso. 4 valvas con ápice a nivel	invierno

Fuente: elaboración propia en base a datos extraídos de Brussa (1994)

### 2.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE URUGUAY

De acuerdo con la clasificación de Köppen, el clima del territorio uruguayo en su totalidad es del tipo Cfa: mesotermal húmedo, definido por la temperatura media del mes mas frío menor de 18°C pero mayor de -3°C, temperatura media del mes mas cálido mayor de 22°C y ausencia de estación seca, con una precipitación mayor de 30mm en el mes mas seco del verano. La CIDE en el año 1697 definió al clima de Uruguay como mesotérmico húmedo y subhúmedo, con invierno benigno y verano caluroso, añadiendo que aunque existen pocas diferencias en el monto estacional de las precipitaciones, debido a las condiciones de evapotranspiración hay un período de lixiviación de los suelos (otoño-invierno y principio de primavera) y uno con déficit de humedad (fines de primavera-verano).

La precipitación media anual es de 1250mm, pero varía entre 1100mm en el sur y 1600mm en el norte y la media mensual está en el entorno de 90 a 120mm con valores mínimos de 60-70mm y máximos de 140-170mm. Si bien el clima de Uruguay es claramente húmedo, la confiabilidad de las lluvias, sin embargo, es bastante reducida debido a la alta variabilidad interanual, habiéndose registrado por ejemplo una media nacional de sólo 607mm en 1916 pero de 1785mm en 1914. La variabilidad de la precipitación se manifiesta en la ocurrencia de las sequías e inundaciones, tan conocidas y de efectos perjudiciales para la producción agropecuaria.

El régimen térmico del territorio puede caracterizarse adecuadamente por la distribución geográfica de la temperatura media anual y su variación mensual que determina la amplitud térmica en el año. La temperatura media del verano (diciembre, enero y febrero), del orden de 23°C, alcanza su valor máximo en Artigas con 24,7°C y un mínimo de 21.1°C en Rocha, lo que indica un gradiente de dirección similar al de la temperatura media anual. En cuanto a la temperatura media del invierno (junio, julio y agosto), sus valores oscilan entre 13.5°C en Artigas y 11.1°C en Montevideo y Rocha, con una media para el país de 11.8°C. La diferencia entre las temperaturas medias del mes más cálido y el mes más frío representa la amplitud térmica anual, que varía entre un máximo de 13.4°C en Mercedes y un mínimo de 10.8°C en Rocha, con una media de 12.4°C. La temperatura máxima media se registra en enero y alcanza valores de 30 a 32°C en el norte y litoral oeste y de 27 a 28°C en el sur, en tanto que la mínima media es del orden de 7 a 8°C en casi todo el territorio, casi sin diferencias entre el sur y el norte. En resumen aunque no hay diferencias muy importantes en el régimen térmico dentro del país, puede señalarse el carácter ligeramente más “continental” hacia el norte y más “marino” hacia el sur-sureste.

Dada la influencia decisiva de las temperaturas por debajo de 0°C sobre el crecimiento de las plantas, el régimen de heladas cobra especial importancia en la caracterización térmica del país. Al respecto interesa conocer el período de ocurrencia de heladas y el número de las mismas; las probabilidades de ocurrencia del fenómeno en otoño y primavera (heladas tempranas y tardías) son críticas a efectos de planificar adecuadamente las fechas de siembra, según la susceptibilidad y ciclo de los cultivos. Corsi (1978) señaló que el período libre de heladas en Uruguay es mínimo en el centro del territorio-253 días en Durazno-y aumenta hacia el norte-341 días en Bella Unión-y hacia el sur-327 días en La Estanzuela y 313 en Montevideo-pero la desviación estándar de la fecha media de la primera y última helada es de 20 a 30 días en el país (Durán y García, 2007).

## **2.4 MEJORAMIENTO GENÉTICO**

Según Zobel y Talbert (1992) en términos generales el mejoramiento genético forestal es una herramienta adicional de la silvicultura, que estudia el tipo y constitución genética de los árboles utilizados en las operaciones forestales.

La variación genética es la principal herramienta con que se cuenta en el mejoramiento genético. Previo a incluir una especie arbórea en un programa de mejoramiento, es necesario determinar la cantidad, causa y naturaleza de la variación presente y saber como usarla Zobel, citado por Zobel y Talbert (1992).

Las especies forestales son por lo general genéticamente variables y además han sido relativamente poco influenciadas por las actividades humanas. Se considera que los árboles poseen una mayor variabilidad que el resto de los organismos.

En rodales naturales la variación presente dentro de una especie se puede encontrar entre procedencias geográficas, entre sitios dentro de una procedencia, entre rodales en un mismo sitio y entre árboles individuales en un rodal. Este último es el principal tipo de variación a ser usado en un programa de mejoramiento genético.

La mayor parte de las características de interés relacionadas con la mejora genética de los árboles forestales son caracteres cuantitativos: están controlados por muchos genes de efecto aditivo. La herencia de los caracteres cuantitativos debe estudiarse en poblaciones.

La aplicación del mejoramiento genético forestal consiste en desarrollar árboles genéticamente superiores y producir material mejorado en masa. Esto se puede conseguir por semilla o propagación vegetativa.

Los programas de mejoramiento genético forestal persiguen como principal objetivo la obtención de árboles de crecimiento rápido, rectitud de fuste y resistencia a plagas y enfermedades, aunque es posible incluir en los mismos otras características, como una mejora de la calidad de la madera o diámetro y ángulo de inserción de ramas.

Los métodos de mejora se basan en la selección de individuos que cumplen determinados requisitos para las características de interés. La apariencia externa del árbol, o sea su fenotipo, es la primera orientación del mejorador. Aún cuando es sabido que el fenotipo es función de dos componentes, genotipo y ambiente, se parte de la

probabilidad de que un buen fenotipo tenga una base genética suficiente como para mostrar cierto grado de adaptabilidad en diferentes ambientes.

El grado de mejora genética a alcanzar mediante la selección depende de tres factores: variabilidad, heredabilidad ( $h^2$ ) y diferencial de selección (**S**). El grado de mejora se expresa como ganancia genética (**R**), que es el producto de la heredabilidad por el diferencial de selección:

$$\mathbf{R} = \mathbf{h}^2 * \mathbf{S}$$

La variabilidad de la característica a mejorar es condición previa y punto de partida para todo programa.

Todo programa de mejoramiento genético considera en alguna de sus etapas la producción de semilla comercial, aún cuando se utilice propagación vegetativa. Existen varios métodos para obtener semilla genéticamente mejorada, generalmente se utilizan hasta que se dispone de un huerto semillero. Este tipo de fuente normalmente no permite obtener beneficios importantes pero se consiguen mejoras en la calidad del árbol y resistencia a plagas <sup>2</sup>.

Según Zobel y Talbert (1992) todo programa incipiente sobre mejoramiento genético forestal depende y constan de lo siguiente:

1. determinación de las especies, o fuentes geográficas dentro de una especie, que deben utilizarse en una determinada área.

<sup>2</sup> Gallo, L. 2007. Mejoramiento genético forestal (sin publicar).

2. determinación de la cantidad, tipo y causas de la variabilidad dentro de la especie.
3. agrupamiento de las cualidades deseadas en individuos mejorados, para obtener árboles con combinaciones de las características deseadas.
4. producción a gran escala de los individuos mejorados con fines de reforestación.
5. desarrollo y mantenimiento de una población con una base genética lo bastante amplia para satisfacer las necesidades de las generaciones avanzadas.

La tarea principal del mejorador forestal es ser capaz de reconocer la variabilidad, aislarla, reunirla en un árbol deseado, multiplicarlo.

El proceso de mejoramiento genético forestal implica el desarrollo de poblaciones genéticamente superiores en una o varias características como crecimiento, forma, etc., respecto de las corrientemente utilizadas en lo comercial, y su utilización operativa a través de la producción de semillas o clones de individuos mejorados. Los objetivos principales son el aumento de la productividad y la mejora de aquellos factores que condicionan la calidad de lo producido (Marco y Harrand, 2001).

El desarrollo de híbridos se encuentra dentro de los conceptos anteriormente expresados, y tienen como finalidad la obtención de una población de genotipos que presenten mejor respuesta hacia la forestación de áreas consideradas marginales por aspectos edáficos o climáticos, o que exhiban alguna característica maderera específica no hallada dentro de las especies puras (Harrand, 2002b).

### **2.4.1 ¿Que es un híbrido?**

El término “híbrido” se refiere generalmente a cruzas entre especies. Sin embargo, no es erróneo aplicarlo a cruzas intraespecíficas, como aquellas entre razas, o incluso a cruzas entre dos diferentes genotipos de una misma población.

Los híbridos heredan las características de sus progenitores. Por lo tanto si se desea que la hibridación produzca mejores características de crecimiento, forma o resistencia a plagas, los progenitores deben seleccionarse cuidadosamente para proporcionar las características deseadas. Las mejores y mas convenientes características de las especies progenitoras serán evidentes en el híbrido pero las peores características de cada progenitor también pueden aparecer en la progenie híbrida.

Por lo común el híbrido posee características intermedias entre sus progenitores. Sin embargo, en ocasiones el híbrido posee marcadamente una característica conveniente de un progenitor y no presenta mediación.

En ocasiones, las cruzas de híbridos dan como resultado individuos raros que poseen características ajenas a la gama de las especies progenitoras. Dichos individuos pueden ser bastante sobresalientes y poseen un gran valor potencial, especialmente cuando la propagación vegetativa puede explotar los genotipos poco comunes y deseables (Zobel y Talbert, 1992).

### **2.4.2 Vigor híbrido (heterosis)**

El término “vigor híbrido” se refiere a una superioridad de tamaño sobre ambos progenitores, pero el termino puede también utilizarse adecuadamente para otras características distintas del tamaño como ser, calidad de la madera, resistencia al frío, capacidad de resistir plagas, etc.

En el caso de ciertas especies como por ejemplo *Pinus*, el vigor híbrido es reducido, sin embargo existen numerosos ejemplos de vigor híbrido en sauces, álamos, eucaliptos e híbridos intraespecíficos de alerce.

Históricamente, los híbridos han sido más valiosos como fuente de nuevas combinaciones de genes que como fuente de vigor extra, pero esto podría cambiar a medida que se conozca más de ellos.

Debe tenerse cuidado al valorar el vigor híbrido debido a que el tiempo y la localización son muy importantes. Los híbridos pueden exhibir vigor en una etapa de su desarrollo y dejar de hacerlo en otras etapas o bajo ciertas condiciones ambientales, pero no en otras (Zobel y Talbert, 1992).

### **2.4.3 Híbridos naturales**

Muchas combinaciones de híbridos existen naturalmente. Con bastante frecuencia, estas combinaciones son pasadas por alto y se consideran variantes de una de las especies progenitoras. Estos híbridos pueden ser muy difíciles de determinar, especialmente cuando los progenitores son bastante similares. En ocasiones, los híbridos son fáciles de distinguir debido a su mediación entre dos especies ampliamente distintas. Los híbridos aparecen con bastante frecuencia cuando las especies se cultivan como exóticas (Marien y Thibout, citados por Zobel y Talbert, 1992), y especialmente cuando se cultivan en arboreta donde las especies que nunca existen juntas en la naturaleza se reúnen, de modo que puede existir intercambio genético. Un ejemplo clásico de este tipo de situación es el de *Eucalyptus* en una arboreta de Río Claro, Brasil, y del cual han surgido numerosos híbridos (Brune y Zobel, citados por Zobel y Talbert, 1992).

Cuanto más intensivamente se estudian las poblaciones naturales de árboles forestales, más híbridos se encuentran. Sin embargo, debe tenerse cuidado; sólo porque un árbol difiera considerablemente de su especie “tipo” no significa que sea necesariamente un híbrido. La tarea más difícil a trabajar con híbridos es distinguir entre ellos y las variantes normales dentro de una especie. Con frecuencia, los híbridos F1 no son demasiado difíciles de distinguir, pero a medida que se encuentran los híbridos F2, F3 y otras combinaciones de híbridos, la tarea de distinguir entre los híbridos y las

variantes dentro de una especie se torna más difícil. Para complicar más la situación, con frecuencia los híbridos se retrocruzan con la especie progenitora (llamadas **retrocruzas** y designadas como B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, etc.), creando un grupo de individuos intergradantes, por lo que se vuelve casi imposible determinar con exactitud si los individuos son híbridos, retrocruzas o variantes de especies.

Cuando dos especies que crecen juntas se hibridizan libremente y se retrocruzan, se produce una población conocida como **enjambre híbrido**, en la cual se producen muchas combinaciones, siendo evidentes pocas barreras aparentes (Zobel y Talbert, 1992).

Se han llevado a cabo estudios intensivos dentro del género *Eucalyptus* por investigadores como Pryor, Clifford, citados por Zobel y Talbert (1992). Ciertas especies de éste género se hibridizan libremente, por lo que el número de especies varía ampliamente dependiendo del criterio del investigador. Los pinos de México y Centroamérica son un gran grupo de especies en las cuales la hibridación en rodales naturales es de importancia fundamental. No es raro encontrar una especie en las partes bajas de una montaña que gradualmente cambia y se intergrada a medida que se asciende en la montaña hasta que recibe otro nombre.

La **introgresión** (llamada también hibridación introgresiva) puede definirse como el flujo limitado de material genético de una especie a otra como resultado de hibridación, seguido de retrocruza repetida del híbrido y su progenie con una o ambas especies progenitoras. Así, el resultado de la introgresión es que, en algunos casos, los genes de una especie se incorporan al acervo genético de otra. A través de la introgresión puede encontrarse que un individuo o población ocasionales de una especie conveniente, poseen ciertas características buenas de una especie generalmente menos conveniente. El parecer general entre los genetistas forestales, es que la introgresión tiene un efecto importante sobre la estructura de la población y, por ende, sobre los esfuerzos de selección y mejoramiento genético.

Sin considerar los efectos a largo plazo sobre los procesos de evolución y especiación, la hibridación ha creado un excelente acervo de variabilidad genética que el fitomejorador necesita reconocer, valorar y utilizar. Con mucha frecuencia, esta fuente de variabilidad en árboles forestales ha sido pasada por alto.

Los híbridos naturales se encuentran con mayor frecuencia en áreas geográficamente perturbadas, como regiones montañosas o volcánicas. Dichas regiones perturbadas abundan particularmente en Centroamérica, donde la hibridación tanto en coníferas como en latifoliadas es un proceso común. Grandes cambios en el ambiente ocurren dentro de cortas distancias, dando así la oportunidad de que ocurran la mezcla de especies y el establecimiento de híbridos. Resultados similares ocurren cuando el hábitat ha sido disturbado por las actividades del hombre.

En la naturaleza se producen en mayor grado híbridos que siempre se encuentran creciendo en condiciones naturales, ya que sus semillas no germinan ni crecen hasta la madurez. En general las especies que crecen en un área están bien adaptadas a sus ambientes, de modo que los híbridos producidos tienen poca o ninguna ventaja selectiva. Sin embargo cuando el hábitat es muy diverso y ha cambiado naturalmente o a sido alterado por el hombre, con frecuencia está disponible un “nicho ambiental” que es idealmente apropiado para el híbrido y en el cual este prospera “hibridación del hábitat” por Anderson, citado por Zobel y Talbert (1992), y en general es un prerrequisito para establecer híbridos y sus derivados a gran escala. Todos los tipos de alteraciones ambientales, tales como la quema frecuente o muy severa o la tala con equipo pesado que perturba drásticamente el suelo, dan como resultado un hábitat híbrido potencial perturbado. Algunas veces el impacto sobre el hábitat es tan intenso que permite el establecimiento de un enjambre híbrido Chapman, Namkoog, citados por Zobel y Talbert (1992).

Con frecuencia, los híbridos pueden producirse, pero no tienen la oportunidad de establecerse debido a que el ambiente es más adecuado para una o ambas especies parentales. La única forma real de determinar si los híbridos se están produciendo, es coleccionar las semillas de los árboles que crecen en la supuesta área de hibridación y cultivarlas entonces bajo condiciones controladas. Dicha determinación debe hacerse a gran escala debido a que el número de híbridos formados puede variar de unos cuantos (menos de 1%) hasta un porcentaje relativamente grande.

Si se pretende encontrar o estudiar árboles híbridos creciendo en poblaciones silvestres, el muestreo debe hacerse donde exista un gran número de especies parentales que crezcan entremezcladas en el rodal. Si predomina una especie, la colecta de las semillas debe hacerse en la especie más común. Debe buscarse también sitios forestales que hayan sido severamente perturbados y que permitirán que los híbridos se establezcan. En rodales no perturbados, suele observarse lo que Pryor, citado por Zobel

y Talbert (1992) encontró en *Eucalyptus*, dónde la ocurrencia de híbridos interespecíficos fue común. Los híbridos crecían en las uniones del rodal, pero sus progenies eran limitadas, por lo que no invadieron los rodales de los progenitores. Es sorprendente la frecuencia con que se encuentran híbridos naturales si se busca en hábitats perturbados o intermedios. Una necesidad básica para trabajar con híbridos naturales, es conocer completamente las características de ambas especies progenitoras de modo que puedan reconocerse los híbridos.

La barrera mas común que impide la formación de híbridos naturales es cuando las especies parentales no están separadas geográficamente y pueden producir híbridos artificialmente es la época de floración. Muchas cruza en otras circunstancias compatibles, no ocurren en la naturaleza debido a que las épocas de floración de los progenitores no coinciden. El mejor ejemplo de esto es la cruza de *P. taeda* x *P. echinata*. La receptividad de los conillos y la liberación del polen suelen estar separadas por un intervalo de 3 semanas en estas dos especies, y normalmente la receptividad de los estróbilos femeninos del pino “loblolly” concluye mucho antes de la liberación del polen del pino “shortleaf”. Sin embargo, a pesar de esta barrera de tiempo que aparentemente produce aislamiento, los híbridos se desarrollan (Zobel, citado por Zobel y Talbert, 1992). En determinados años, el período de receptividad y la época de liberación del polen de ambas especies pueden coincidir un poco como resultado de un clima extraordinario, que es por lo general una primavera fría y húmeda. En ocasiones, los insectos afectan los estróbilos masculinos de los pinos “shortleaf” causando la maduración temprana del polen, liberándose este 2 o 3 semanas antes del período normal. Asimismo, los ataques por insectos pueden matar la yema latente del pino “loblolly” y hacer que se forme una nueva yema en la primavera, a partir de la cual se formaran los estróbilos femeninos. Estos estróbilos femeninos tardíos presentan a veces una receptividad que se sincroniza con la liberación de polen del pino “shortleaf”. Sucesos similares ocurren también en otras especies, como lo han descrito para el álamo (*Populus*) Einspahr y Joranson, citados por Zobel y Talbert (1992).

#### **2.4.3.1 Determinación de híbridos naturales**

Antes de que pueda determinarse si un árbol es un híbrido, es fundamental conocer los límites de variación de las especies parentales. Esto suele ser muy difícil y requiere inventariar detalladamente los rodales “puros” de la especie. La mayoría de las especies tienen razas geográficas que se han desarrollado a través de selección diferencial bajo distintos ambientes. No es posible viajar a ambientes diferentes para estudiar una especie

y suponer que se encontrarán las mismas características cuando la especie crezca en un área geográfica distinta. En consecuencia, deben determinarse los límites de variación de las especies parentales en el área cercana a dónde crece el híbrido.

Aún más confuso y difícil de manejar cuando se está determinando si una especie es pura o no, es averiguar si esta lleva genes de otra especie como resultado de hibridación e introgresión anteriores. Por ejemplo, *P. taeda* se hibridiza con *P. echinata*, *P. palustris*, *P. elliotii*, *P. rigida*, *P. serotina* y quizá con otras especies. Debido a esto, no es posible definir cuán puro realmente es *P. taeda*; en cualquier punto a lo largo de su área de distribución, esta especie “promiscua” se hibridiza y lleva genes de una o varias especies. Bajo condiciones en las cuales las especies progenitoras no son puras, la determinación de los híbridos se hace más difícil, por lo que se requiere de una metodología muy complicada Smouse y Saylor, Saylor y Kang, citados por Zobel y Talbert (1992).

Se han desarrollado muchos métodos para determinar los híbridos naturales, desde el sistema simple del “índice de hibridación” Anderson, citado por Zobel y Talbert (1992), hasta métodos muy complejos de análisis canónicos Smouse y Saylor, citados por Zobel y Talbert (1992) y otros métodos estadísticos complicados, como el desarrollado por Namkoong, citado por Zobel y Talbert (1992). Cuanto más distintas y definidas son las especies, es más fácil determinar su capacidad de hibridación y son más convenientes los métodos simples. Cuando las especies son similares y las características de los híbridos se superponen marcadamente dentro del límite de variación de la especie pura, se requiere una metodología estadística más compleja.

En el pasado, la mayoría de las determinaciones de híbridos en árboles forestales se hacían utilizando características morfológicas y anatómicas, basadas por lo general en el follaje y las semillas u otras estructuras reproductivas Mergen, citado por Zobel y Talbert (1992), Schütt y Hattemer, citados por Zobel y Talbert (1992). Ocasionalmente se han empleado diferencias de la madera, pero en general las características anatómicas de la madera no han sido muy útiles. En años recientes, se han desarrollado ciertos métodos químicos y enzimáticos para determinar con más precisión el hibridismo. En los pinos, las características de la resina se han utilizado eficazmente por muchos años Zobel, citado por Zobel y Talbert (1992), Mirov, citado por Zobel y Talbert (1992). Algunos de los otros métodos publicados son: la cromatografía de fase de vapor para estudiar resinas Bannister, citado por Zobel y Talbert (1992), la cromatografía en papel y los compuestos flavonoides Riemenschneider y Mohn, citados por Zobel y Talbert

(1992), Feret, citado por Zobel y Talbert (1992) utilizó isoenzimas de peroxidasa para estudiar híbridos de olmo (*Ulmus*), y las isoenzimas son ahora una herramienta muy utilizada para efectuar estudios taxonómicos. Los métodos electroforéticos se han mejorado ampliamente, permitiendo realizar mejores estudios de hibridación, y muchos investigadores han indicado resultados positivos. En *Fraxinus*, Santamour, citado por Zobel y Talbert (1992) utilizó flavonoides y cumarias para identificar híbridos. Moritz, citado por Zobel y Talbert (1992) utilizó técnicas serológicas.

Las investigaciones recientes que combinan métodos anatómicos, morfológicos y químicos así como los patrones de cruza conocidos, están haciendo que la determinación del hibridismo en rodales naturales sea una tarea mucho más exacta. La mejor herramienta de todas, es contar con algunos híbridos artificiales certificados de las especies en cuestión que pueden utilizarse como patrones para comparar los híbridos putativos. Desafortunadamente, con mucha frecuencia no se cuenta con dichos híbridos conocidos y certificados, pero cuando existen, la tarea de determinar la capacidad de hibridación natural se simplifica bastante (Zobel y Talbert, 1992).

#### **2.4.3.2 Importancia de los híbridos naturales para el mejoramiento forestal**

Excepto en unos cuantos géneros como *Eucalyptus*, *Salix*, *Populus*, en los cuales la propagación vegetativa puede utilizarse fácilmente, los híbridos naturales no se han plantado ampliamente a una escala operativa. Los híbridos tienen un gran valor para el mejorador forestal como fuente de variación en los programas de mejoramiento genético. A medida que se perfeccionen las técnicas de propagación vegetativas, los híbridos se utilizarán más ampliamente.

La hibridación suele ocurrir naturalmente en los árboles forestales y los resultados de la hibridación son invaluable para los programas de mejoramiento debido a que se ha creado un gran número de genotipos ampliamente distintos a partir de los cuales el genetista puede seleccionar (Zobel y Talbert, 1992).

#### **2.4.4 Híbridos artificiales**

Si se desea considerar seriamente a los híbridos en un programa de mejoramiento genético, deben desarrollarse híbridos artificiales a partir de individuos adecuados de las especies parentales. Lo que es de gran importancia, es que la hibridación artificial puede reunir especies e individuos que de otra manera no tendrían la oportunidad de cruzarse. Permite producir genotipos que incorporan las características convenientes de dos especies en un solo individuo o en un grupo de individuos (Zobel y Talbert, 1992).

##### **2.4.4.1 Producción de híbridos artificiales**

La producción de híbridos artificiales interespecíficos suele no ser fácil. Con frecuencia, las técnicas utilizadas deben desarrollarse e incluso después que se han perfeccionado estas; un resultado común es que se obtiene bajos rendimientos de semillas viables. Cuando las cruces se hacen entre especies lejanamente emparentadas, a veces nunca se obtienen semillas viables, y cuando se obtiene unas pocas, con frecuencia no germinan satisfactoriamente. En ocasiones, el uso de métodos especiales como la escisión del embrión o la eliminación de la testa de la semilla permite la producción de plantas viables. Aparte de mostrar una germinación irregular, las semillas de los híbridos artificiales suelen ser pequeñas y en ocasiones carecen de vigor cuando germinan.

Las dificultades de obtener semillas de híbridos varían ampliamente según la especie y el género. Por ejemplo, en géneros como *Quercus*, solo puede obtenerse una semilla por flor polinizada, mientras que en otras especies, *Pinus*, *Plátanos*, *Populus*, pueden obtenerse docenas o cientos de semillas viables. El método de propagación más conveniente o económico para producir cantidades masivas de plantas híbridas, dependerá de la facilidad con la cual puedan obtenerse semillas viables de híbridos o la facilidad con la que se realiza la propagación vegetativa. Por ejemplo en los robles la propagación vegetativa de alguna manera sería necesaria para producir económicamente cantidades masivas de plantas híbridas. En aquellas especies donde puedan obtenerse más fácilmente grandes cantidades de semillas viables de híbridos, con el tiempo pueden desarrollarse técnicas de polinización masiva. En el caso de híbridos con un valor especial es posible emplear la polinización manual controlada para obtener grandes cantidades de semilla.

El principal obstáculo ha sido la incapacidad para producirlos fácil y económicamente a gran escala. Se han hecho intentos para producir híbridos utilizando técnicas de polinización masiva complementaria en varias especies.

Un método utilizado exitosamente para producir híbridos de *Eucalyptus* en Florida y Brasil, consiste en establecer un huerto de una especie dentro del cual se plantan individuos de otra especie a partir de los cuales se colectarán las semillas híbridas. Los individuos a partir de los cuales se colectan las semillas deben ser relativa o completamente autoincompatibles. Este método se aplica también con éxito en especies dioicas en cuyo caso la interplantación de especies compatibles y floración sincrónica han permitido producir fácilmente grandes cantidades de semillas híbridas.

Los problemas que surgen en la producción masiva de híbridos pueden superarse en el caso de varios géneros mediante el uso de la propagación vegetativa. Una vez que los híbridos se han producido, probado y seleccionado, los árboles más sobresalientes pueden propagarse vegetativamente a gran escala para la plantación comercial. Este método se ha empleado durante décadas en álamos y sauces, y mas recientemente en *Eucalyptus*.

Con frecuencia, los híbridos son difíciles de producir debido a que los métodos de cruce no se han perfeccionado lo suficiente. Las estructuras reproductivas de los árboles forestales son muy frágiles por lo que los métodos donde no se observan los cuidados esenciales pueden conducir al fracaso o producir rendimientos de semillas muy bajos. Es necesario estudiar detalladamente el sistema reproductivo de la especie en cuestión.

Si bien es muy difícil cruzar dos especies lejanamente emparentadas, muchas veces especies estrechamente emparentadas no se cruzan fácilmente. Existen muchas razones de la incompatibilidad, estas razones son a veces morfológicas o anatómicas, las barreras pueden ser también químicas o fisiológicas. Es habitual enfrentar problemas con las cruza recíprocas en las cuales el híbrido puede producirse fácilmente en una dirección pero difícilmente o de ninguna manera en el caso de la cruce recíproca con los mismos progenitores.

Los híbridos pueden producirse con bastante frecuencia en un ambiente y no en otros. Uno de los mejores métodos de utilizar los híbridos es retrocruzarlos con los individuos sobresalientes de una de las especies parentales. Cuando se hace correctamente, la retrocruza permite transferir las características convenientes de la mejor especie progenitora (Zobel y Talbert, 1992).

#### **2.4.5 Híbridos en *Eucalyptus***

Durante muchas décadas se discutió la capacidad de los *Eucalyptus* de hibridarse y si ciertos nombres se referían a especies estables o a híbridos. Algunos taxones fueron tratados, por parte de coleccionistas de campo, como híbridos y, sin embargo, denominados, por parte de botánicos responsables, como especies estables; otras veces, los botánicos dudaban en reconocer poblaciones que aparecían distintas sobre el terreno. Algunas dificultades se debían a las variaciones clinales, donde una población específica variaba gradualmente de una región a otra, o de una elevación a otra, mientras que, en cada localidad determinada, la población parecía ser estable. Ello provocó confusión en la nomenclatura. Además, había inseguridad sobre si algunos taxones de *Eucalyptus* deberían ser clasificados a nivel de especies o bien de subespecies (FAO, 1981).

Varios investigadores contribuyeron mucho a resolver la relación de los taxones y la cuestión de los híbridos reales o potenciales, ejecutando cruzamientos experimentales entre las especies de *Eucalyptus*, y han demostrado, separando las progenies, que ciertas especies sospechosas eran en realidad derivadas de hibridaciones. Trabajos iniciales sobre este problema los hizo R.G. Brett en Tasmania. Esta labor se ha extendido mucho a partir de la década de 1940–50 con la participación del Profesor L.D. Pryor, de la Universidad Nacional de Australia, sus colaboradores y otros investigadores (FAO, 1981).

Una nota sobre las palabras « **taxón** » y **taxones** o « **taxa** »: Se ha convenido que las palabras « especies » y « variedades » han demostrado ser inadecuadas al referirse a grupos de plantas que parecen ser similares, pero sobre las que hay algunas dudas sobre si se justifica el nivel de « especie » o « variedad ». Recientemente se ha empleado la palabra « taxón » (taxones o « taxa » para el plural) para abarcar grupos de individuos, aparentemente similares, que pueden ser estudiados (FAO, 1981).

Esta labor ha indicado cuáles son los *Eucalyptus* susceptibles de cruzamiento y aquellos entre los cuales la hibridación es aparentemente imposible. Este trabajo ha demostrado que las posibilidades de hibridación dentro del género son enormes. La razón por la cual los cruzamientos no predominan en Australia es que las especies entre las que es factible la hibridación están separadas por grandes distancias en un gran continente, o porque florecen en épocas diferentes. Especialmente a partir de la segunda guerra mundial, muchos países en latitudes medianas y menores del mundo han plantado, a poca distancia unos de otros, una cantidad de *Eucalyptus* australianos originarios de localidades de presencia natural muy separadas. Se ha puesto en evidencia que está teniendo lugar una cantidad notable de cruces entre las especies (FAO, 1981).

Basados en una intensa labor de investigación sobre la capacidad de manipular la hibridación, y numerosos trabajos sobre el terreno en todo el continente australiano e islas adyacentes, el Profesor Pryor y el Dr. L.A.S. Johnson, del Herbario de Sydney, en Nueva Gales del Sur, han publicado “A classification of the eucalypts”, donde se combinan el género *Eucalyptus* de L'Héritier y el género *Angophora* de Cau estrechamente relacionados (FAO, 1981).

La clasificación divide el género *Eucalyptus* de L'Héritier en siete subgéneros. Los subgéneros están divididos en secciones, series, subseries, superespecies, especies y subespecies. A los diferentes taxones identificados en la clasificación se les da un código, que consiste hasta en seis letras mayúsculas. La primera letra indica el subgénero, la segunda la sección, la tercera la serie. En cualquiera de las series, las subseries pueden o no ser usadas. Si un taxón figura en una subserie, la cuarta letra del código identifica la subserie. Si no se emplea la subserie, se reemplaza la cuarta letra por dos puntos (:). La quinta letra indica el estado específico, y se agrega una sexta letra cuando se considera al taxón como una subespecie. La primera letra del código es la primera letra del nombre del subgénero. Las letras subsiguientes aparecen en una especie de orden alfabético descendente dentro de los subgéneros, secciones, etc., pero no implican los nombres aceptados para la especie (FAO, 1981).

La clasificación de Pryor y Johnson no es una clave ni una guía de identificación (FAO, 1981).

Se transcriben a continuación los subgéneros y secciones de la clasificación de Pryor y Johnson y la cantidad de taxones en cada sección:

**Cuadro 4.** Subgéneros y secciones de la clasificación de Pryor y Johnson

<b>Subgénero</b>	<b>Letra de código</b>	<b>Sección</b>	<b>Letras de código y sección</b>	<b>Número de taxones</b>
<i>Blakella</i>	B	<i>Lemuria</i>	BA	10
<i>Corymbia</i>	C	<i>Rufaria</i>	CA	30
		<i>Ochraria</i>	CC	9
<i>Eudesmia</i>	E	<i>Quadraria</i>	EA	12
		<i>Apicaria</i>	EF	5
<i>Gaubaea</i>	G	<i>Curtisaria</i>	GA	2
<i>Idiogenes</i>	I	<i>Gympiaria</i>	IA	1
<i>Monocalyptus</i>	M	<i>Renantheria</i>	MA	106
<i>Symphyomyrtus</i>	S	<i>Equatoria</i>	SB	3
		<i>Tingleria</i>	SD	1
		<i>Transversaria</i>	SE	17
		<i>Bisectaria</i>	SI	104
		<i>Dumaria</i>	SL	36
		<i>Exsertaria</i>	SN	36
		<i>Maidenaria</i>	SP	68
		<i>Umbrawarria</i>	SQ	1
		<i>Howittaria</i>	SS	1
		<i>Adnataria</i>	SU	79
		<i>Sebaria</i>	SW	1

Fuente: FAO (1981)

La hibridación es posible o imposible entre los diferentes taxones según su relación, como se indica con las letras de código de Pryor y Johnson. Nunca se ha tenido conocimiento de que haya entrecruzamiento entre dos taxones cuyas letras iniciales de código difieran, tanto en condiciones naturales como en cualquier programa

experimental. Para aquellos cuya primera letra es la misma, el entrecruzamiento puede tener lugar, con tres excepciones principales dentro del subgénero *Symphyomyrtus* (S). En este subgénero, los taxones cuyos códigos comienzan con las letras SU se entrecruzan libremente, pero sólo raramente con otras especies cuyos códigos comienzan con la letra SS. Lo mismo es válido para los taxones con códigos que inician con las letras SL y, si bien hay pocas oportunidades de hacer un examen, puede suceder lo mismo con los códigos que principian con las letras SB. En la mayor parte del resto del subgénero *Symphyomyrtus*, o sea especies cuyo código empieza con las letras SD, SE, SI, SN, y SP, el entrecruzamiento dentro y entre estos grupos no es sólo posible, sino frecuente, tanto en rodales naturales como en circunstancias de manipulación. Unas pocas especies quedan aisladas y no se han encontrado aún entrecruzadas con otras del subgénero *Symphyomyrtus* o de cualquier otro grupo. Estas son: SQA:A (*Eucalyptus umbrawarrensis*), SSA:A (*E. howittiana*) y SWA:A (*E. microcorys*) (FAO, 1981).

Resulta evidente que el potencial para hibridación está indicado en gran medida por las dos primeras letras (o sea, las secciones) de los códigos de letras en la clasificación de Pryor y Johnson.

#### **2.4.5.1 Subgénero *Symphyomyrtus***

Este grupo es el más grande del género *Eucalyptus* y consiste en aproximadamente 450 especies. Contiene una gran variedad de formas que varía de arbustos recostados a árboles gigantes (Boland et al., 2006).

Las especies se encuentran distribuidas sobre todo el continente australiano y Tasmania, y sobre pocas extensiones de Nueva Guinea, Timor y algunas islas de Indonesia (*E. deglupta*) es la única especie que se extiende al norte del ecuador (9°N) en Mindanao (Phillipinas). Por consiguiente el rango de adaptación dentro del subgénero es sumamente amplio, algunas especies ocupan las áreas más áridas, la mayoría se adaptan a las zonas más húmedas así como también a las regiones templadas o tropicales, mientras algunos ocurren en los límites superiores de las montañas y las regiones frías del continente y Tasmania (Boland et al., 2006).

Algunas especies están confinadas en pequeñas áreas, por ejemplo, *E. pumila*, mientras otros, como *E. camaldulensis*, se distribuyen en una amplia región del continente australiano (Boland et al., 2006).

Varias especies de género *symphyomyrtus* como *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. robusta* y *E. viminalis* tienen gran éxito en las plantaciones extranjeras y su semilla es muy buscada. Al contrario las especies del subgénero *monocalyptus* no han tenido éxito fuera del continente australiano, debido a que presentan menor sobrevivencia (Boland et al., 2006).

La madera que es generalmente más densa se usa para una amplia variedad de propósitos y dentro del género *Eucalyptus* es una de las más coloreadas. La madera y particularmente los lignotuberculos de muchas especies hacen que tengan leña excelente.

El género *symphyomyrtus* es botánicamente complejo y consiste en aproximadamente 15 secciones algunas de las cuales presentan una sola especie, como por ejemplo: *E. cladocalyx* que pertenece a la sección *Sejunctae*. Todas las especies de este subgénero tienen el opérculo dividido en dos, en contraste con aquellas en que no se encuentra dividido como en especies pertenecientes al subgénero *Eucalyptus*. El opérculo exterior se desprende temprano en el desarrollo del brote como en muchas de las especies dejando una cicatriz evidente que es retenida hasta la floración. Un gran grupo corresponde a la sección *Bisectae*, el cual se distingue por presentar los cotiledones profundamente bisectados, mientras el resto de las especies tienen cotiledones bilocados o reniformes. Otro gran grupo perteneciente a la sección *Adnataria* tiene las anteras adheridas, comparadas con las anteras de la mayoría de las otras secciones. Una sección comercialmente importante es la *Latoangulatae* (= el *transversaria* Pryor y Johnson, 1971), es característica por tener hojas adultas discoloras con las nervaduras transversales. Una de las otras tres grandes secciones, llamada *Dumaria*, se distingue generalmente por su hábito arbustivo y la presencia de glándulas en la médula de las ramas jóvenes. Las especies de la sección *Exsertaria* tienen plantas jóvenes con hojas pecioladas mientras que las especies de la sección *Maidenaria* tienen usualmente plantas jóvenes con hojas sésiles. Las agrupaciones botánicas son definidas por la asociación de muchos caracteres, existen generalizaciones pero también pueden encontrarse excepciones en cada grupo, como por ejemplo las especies de la sección

Maidenaria, correspondiente a la serie Ovatae las cuales tienen a menudo plantas jóvenes con hojas cortamente pecioladas (Boland et al., 2006).

## SECCIÓN TRANSVERSARIA

Este grupo está compuesto por más de 20 especies incluyendo muchas de las cuales son importantes especies maderables (Boland et al., 2006).

Estas especies están distribuidas en la costa y en un rango adyacente a la costa desde Bairnsdale en el este de Victoria (*E. botryooides*) hasta Iron range en el norte de Coen al norte de Queensland (*E. pellita*). Muchas de las especies más grandes e importantes en la costa este son por ejemplo: *E. saligna*, *E. deanei* son extraordinarios árboles que pueden alcanzar alturas de hasta 75m y poseen troncos largos y lisos (Boland et al., 2006).

Una especie en la sección, (*E. urophylla*) es endémica fuera de Australia y ocurre naturalmente en muchas islas de Indonesia. Ha sido plantada por muchos años en Brasil, donde ha sido equivocadamente llamada *E. alba* y *E. pellita* en Nueva Guinea (Boland et al., 2006).

Mientras muchas de las especies son árboles de buena forma y excelente altura, especies como *E. pellita* que se encuentra desde el sur de Cessnock hacia la región de la bahía de Batemans puede verse reducido hasta arbusto sobre escarpas de piedra arenisca en la región de Piegon House Range. La madera de muchas de estas especies tiene durabilidad moderada a media-alta y es usada para construcciones, pisos y pasta para celulosa (Boland et al., 2006).

## **Botánica**

Esta sección esta dividida en tres series: Transversaria (*E. grandis*), Annulares (*E. resinifera*) y Lepidotae-Finbriatae (*E. punctata*) (Boland et al., 2006).

La corteza de estos árboles es lisa pero a veces es fibrosa con granulación gruesa. Presentan corteza caduca en fajas largas, la cual deja expuesta coloraciones amarillo a anaranjado luminoso haciendo los árboles muy conspicuos cuando se encuentran mezclados en los bosques naturales con otras especies (Boland et al., 2006).

Otras dos subseries, Transversae y Annulares, están estrechamente relacionadas y muestran un gradiente en lo que respecta a la corteza desde completamente lisa (*E. denae*), hacia una corteza áspera (*E. saligna*) hasta una corteza totalmente áspera (*E. pellita* y *E. resinifera*) (Boland et al., 2006).

Las inflorescencias son simples y axilares. El opérculo varia desde corniculado como en *E. resinifera* hasta hemisférico en muchas formas de *E. scias*. Las anteras son oblongas, versátiles y abiertas por las aberturas longitudinales. Los frutos varían de gran manera en tamaño (ejemplo: *E. propincua* y *E. robusta*) y las características de las valvas esencialmente distinguen las dos especies mas importantes desde el punto de vista comercial (*E. grandis* y *E. saligna*) (Boland et al., 2006).

## **SECCIÓN MAIDENARIA**

Esta sección es muy grande, contiene más de 70 especies dividida en muchas series taxonómicas. Se encuentran distribuidas exclusivamente en la región sur oriental y ocurren desde la península de Eyre hasta el límite occidental a lo largo de la costa y mesetas adyacentes extendiéndose hasta el sur oriental de Queensland. Varias especies se presentan en Tasmania incluyendo algunas endémicas (Boland et al., 2006).

La gran mayoría de estas especies son árboles variando desde la mas pequeña (*E. nicholi*) hasta árboles gigantes (*E. viminalis*). Pocas especies son usualmente arbustos, por ejemplo, (*E. vernicosa*) que aun en plantaciones muchas veces crece como árboles pequeños. Las especies ocupan una gran variedad de hábitats y una gran variación altitudinal. *E. ovata*, *E. aggregata* se encuentran adaptados a pantanos de agua dulce, *E. scoparia* crece exclusivamente en la cima de colinas de granito erosionados, *E. cuadrangulata* crece sobre las franjas selváticas, *E. rubida* puede presentarse hasta en altas altitudes donde la nieve se encuentra situada sobre el suelo por mucho tiempo en el año, *E. viminalis*, la especie mas extendida de esta sección se encuentra adaptada a hábitats desde el nivel del mar hasta los valles montañosos. Ninguna especie de este grupo se extiende hasta los trópicos o zonas áridas. Talvez la especie mas remota es *E. goniocalix ssp. exposita* que se encuentra en las crestas norteñas de Flinders en el sur de Australia (Boland et al., 2006).

El grupo más importantes de especies de esta sección son los árboles gomosos del sur los cuales son productores de madera valiosa, ejemplo: *E. cypellocarpa*, *E. nitens* y *E. globulus*. Los últimos dos son particularmente importantes en plantaciones de Australia y en plantaciones extranjeras (Boland et al., 2006).

Varias especies son ornamentales como por ejemplo *E. mannifera*, *E. scoparia*, *E. crenulata* y *E. cinerea*. *E. parvula*, *E. nitens* y *E. glaucescens* son notablemente tolerantes al frío y son importantes en plantaciones de esta característica (Boland et al., 2006).

## **Botánica**

La sección Maidenaria se encuentra dentro del subgénero symphyomyrtus por la presencia de cotiledones bilovados, la mayor o menor presencia de hojas sesiles en plantas jóvenes y la presencia de inflorescencias axilares (Boland et al., 2006).

La corteza varía de especie a especie. *E. cuadrangulata* tiene una corteza finamente fibrosa. *E. macarthurii* tiene una corteza fibrosa asurcada. *E. smithii* y *E. badjensis* tienen

una corteza muy compacta y a la distancia estas dos especies se pueden confundir con *E. elata* que tiene una corteza similar. *E. cinerea* tiene una corteza casi fibrosa. Las especies de importancia comercial son *E. viminalis* que tiene una corteza áspera y *E. glaucescens* quien siempre tiene un tronco con corteza áspera (Boland et al., 2006).

Muchas especies son maduras en la fase de hoja juvenil (*E. crenulata*, *E. pulverulenta* y *E. cinerea*) aunque en las últimas dos especies son intermedias y ocasionalmente las hojas adultas se desarrollan en las plantas más viejas (Boland et al., 2006).

La heterofilia es probablemente más marcada en la sección Maidenaria que en cualquier otro grupo en *Eucalyptus* y el cambio de la fase juvenil de larga duración en *E. globulus ssp. globulus* hacia la notablemente diferente fase intermedia es vista al instante en árboles nuevos tanto en rodales naturales como en plantaciones. *E. globulus ssp. globulus* y su pariente cercano *E. globulus ssp. bicostata* son notables a su vez por producir las más grandes hojas adultas en el género.

Numerosos brotes son útiles para identificar muchas especies individuales y grupos de especies. Algunas especies son trifloras como *E. viminalis*, *E. cinerea* y *E. bicostata* y muchas de las especies endémicas de Tasmania como son *E. subcrenulata*, *E. gunnii* y *E. archeri*. Otras especies son regularmente siete floras como por ejemplo *E. macarthurii* y *E. smithii*, mientras *E. vernicosa* tiene de uno a tres flores y *E. globulus* regularmente tiene una sola flor. Cuando se ven inflorescencias maduras con números inusuales como por ejemplo 2, 5 o 6 estos casos es muy probable que pueda haber ocurrido a través de la pérdida de uno o más brotes durante el desarrollo. En muchas de las especies del continente los filamentos estaminales son irregularmente encorvados, excepciones a esto son *E. cinerea* y algunas especies relacionadas. Las especies endémicas de Tasmania principalmente no tienen estambres corvados. Las anteras de todas las especies son oblongas, versátiles y abiertas una abertura longitudinal (Boland et al., 2006).

El tamaño de los frutos es muy variable. Los frutos de por ejemplo *E. aggregata* se encuentran entre los más pequeños del género mientras que los frutos de *E. globulus* se encuentran dentro de los más grandes comparados con otras especies orientales (Boland et al., 2006).

La pruinosidad es un rasgo que se da en muchas especies, especialmente en las hojas juveniles por ejemplo: *E. bridgesiana*, *E. globulus*, *E. rubida*, *E. pulveruleta* y *E. cinerea*. En contraste las hojas juveniles de *E. angophoroides*, *E. smithii*, *E. viminalis* y *E. badjensis* son verdes. La serosidad blanca se pierde en muchas especies después de la fase juvenil pero es generalmente mantenida en las estructuras de las inflorescencias en especies que se encuentran en la etapa de hoja preadulta ejemplo *E. crenulata*, *E. pulverulenta* y *E. cinerea*. “The southern blue gum” en contraste desarrollan un follaje adulto verde pero tienen brotes y frutos pruinosos (Boland et al., 2006).

En la siguiente lista figuran los nombres de los taxones estudiados que hoy se considera que tienen un origen híbrido. En lo posible, se indican los probables progenitores (FAO, 1981).

**Cuadro 5.** *Eucalyptus* que tienen origen híbrido

<b>Taxón</b>	<b>Probables progenitores</b>
<i>E. affinis</i> Deane y Maiden	<i>E. albens</i> × <i>E. sideroxylon</i>
<i>E. algeriensis</i> Trabut	<i>E. camaldulensis</i> × <i>E. rudis</i>
<i>E. antipolitensis</i> Trabut	<i>E. globulus</i> × <i>E. viminalis</i>
<i>E. biangularis</i> Simmonds in Maiden	<i>E. globulus</i> × <i>E. urnigera</i>
<i>E. bourlierii</i> Trabut	<i>E. globulus</i> × ?
<i>E. cordieri</i> Trabut	Posible híbrido de <i>E. nortonii</i>
<i>E. globulus</i> var. <i>compacta</i> L.H. Bailey	Cultivar
<i>E. gomphocornuta</i> Trabut	<i>E. gomphocephala</i> × <i>E. cornuta</i>
<i>E. huberana</i> Naudin. (como aplicado por Blakely)	Bastante común en Australia:
	<i>E. viminalis</i> × varias especies relacionadas, produciendo siete umbelas florecidas en contraste con las tres flores de <i>E. viminalis</i> . Chippendale (1976) afirma que <i>E. huberana</i> Naudin. se acepta ahora como taxón.
<i>E. insizwaensis</i> Maiden	<i>E. globulus</i> × ?
<i>E. kirtoniana</i> F. Muell.	<i>E. robusta</i> × <i>E. tereticornis</i>
<i>E. longifolia</i> var. <i>multiflora</i> Maiden	<i>E. longifolia</i> × <i>E. robusta</i>
<i>E. maidenii</i> var. <i>williamsonii</i> Blakely	<i>E. botryoides</i> × <i>E. pseudoglobulus</i>
<i>E. mcclatchiei</i> Kinney	<i>E. globulus</i> × <i>E. ovata</i>
<i>E. nortoniana</i> Kinney	<i>E. pseudoglobulus</i> × <i>E. maidenii</i>
<i>E. occidentalis</i> var. <i>oranensis</i> Trabut	Estado dudoso
<i>E. oviformis</i> Maiden y Blakely	<i>E. pseudoglobulus</i> × <i>E. tereticornis</i>
<i>E. patentinervis</i> R.T. Bak.: Sinón. <i>E. kirtoniana</i>	<i>E. robusta</i> × <i>E. tereticornis</i>
<i>E. populifolia</i> Hook. var. <i>obconica</i> Blakely	<i>E. microtheca</i> × <i>E. populnea</i>
<i>E. trabutii</i> Vilmorin	<i>E. botryoides</i> × <i>E. camaldulensis</i>

Fuente: FAO (1981)

El empleo de la hibridación en *Eucalyptus* no es nuevo y a nivel mundial ha sido utilizada para transferir resistencia al cancro del *Eucalyptus* en *E. grandis* mediante su cruzamiento con *E. urophylla* y para transferir tolerancia a heladas a *E. globulus* en cruzamientos con varias especies tolerantes. Se ha informado también la existencia de heterosis para incremento volumétrico en híbridos de *E. toreliana* x *E. citriodora* y *E. camaldulensis* x *E. tereticornis* (Harrand, 2002b).

Los individuos seleccionados contribuyen de diversas maneras al programa de mejora genética. Sirven para integrar nuevas poblaciones de producción (Huertos Semilleros), sustentan un programa de propagación vegetativa de clones, participan en el desarrollo de un plan de cruzamientos controlados para la producción de híbridos intra e interespecíficos y forman parte de una nueva población base para la siguiente ronda de selección (Marco y Harrand, 2001).

#### **2.4.6 Cruzamientos controlados**

Según Frampton, citado por Cassim et al. (2004), la polinización controlada es una técnica usada en árboles mejorados para producir progenies que reciban genes de padres conocidos. Consiste en transferir polen desde un árbol a los órganos reproductivos femeninos receptivos de otro.

Esta técnica es útil para:

- 1- establecer y mantener el pedigree de las poblaciones de cría
- 2- controlar la endocría en poblaciones de cría
- 3- hibridar y cruzar especies.

Según Williams et al. (1999) en especies hermafroditas en las que el estilo esta rodeado por las anteras, y la polinización se da naturalmente por insectos; se hace necesario una serie de pasos para realizar una segura polinización controlada, es decir que las flores fueran polinizadas por el polen aplicado.

Es importante cuando se plantea realizar un cruzamiento entre dos especies, analizar su factibilidad de acuerdo a la afinidad sistemática existente entre ellas. La ubicación de las especies en la clasificación de Pryor y Johnson es un indicador útil de la capacidad de hibridación. De acuerdo con esta clasificación, dentro de un mismo subgénero, los cruzamientos dentro y entre otras secciones son posibles y frecuentes tanto naturalmente como en forma controlada (Harrand, 2002b).

En nuestro país todas las especies de interés se encuentran dentro del subgénero *Symphyomyrtus*, razón por la cual los cruzamientos son posibles entre ellas, aunque no siempre sencillo.

#### **2.4.6.1 Técnicas de polinización controlada**

La polinización controlada es una técnica que sirve de apoyo a los programas de mejoramiento genético el cual permite realizar los cruzamientos entre los individuos que nos interesen controlando a los progenitores.

Dicho procedimiento consume tiempo y es costoso, se requieren equipos especiales para trabajar en altura, mano de obra especializada y debe ser rápido; para lo cual se han desarrollado diferentes técnicas descriptas a continuación:

**a- Método Convencional:** Este método consiste en emasculiar y aislar las flores, retornando una semana después cuando el estigma está receptivo para polinizar y es aislado nuevamente. Luego de tres semanas finalmente se remueve la bolsa de aislamiento una vez que el estigma pierde receptividad con la caída del estilo (Cassim et al., 2004).

**b- Método de Griffin et al., modificado por Espejo:** esta técnica implica la realización de un aislamiento físico (bolsa de tela) de las flores castradas (eliminados sus estambres) y su polinización días después. El inconveniente de esta práctica es la necesidad de conocer con precisión el momento óptimo de polinización o el recurrir a la aplicación de polen por varios días para asegurarse una correcta polinización (Harrand, 2002b).

**c- Método One-Step Pollination (OSP):** El método consiste en inducir la receptividad del estigma realizándole un corte diagonal a través del estigma después de emasculada la flor. Luego se realizan los mismos pasos como en los métodos convencionales. En el método original no se utilizan bolsas de aislamiento. En lugar de esto se utiliza un fino tubo de plástico sobre la flor polinizada la cual cae cuando cae el estilo (Harbard, 1999).

Este método posee la ventaja de poder realizar la polinización en el mismo momento de la castración, disminuyendo sensiblemente el tiempo promedio por flor e incrementando el porcentaje de formación de frutos (Harrand, 2002b).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO**

A continuación se muestra un mapa de la región dónde se encuentra el ensayo.



Figura No 4. Ubicación del ensayo

### 3.1 RECURSOS NATURALES

#### 3.1.1 Descripción de suelos

El ensayo se encuentra ubicado sobre suelos 09.3. La zona 9 corresponde a suelos de textura media a liviana, bien diferenciados y suelos pesados poco diferenciados.

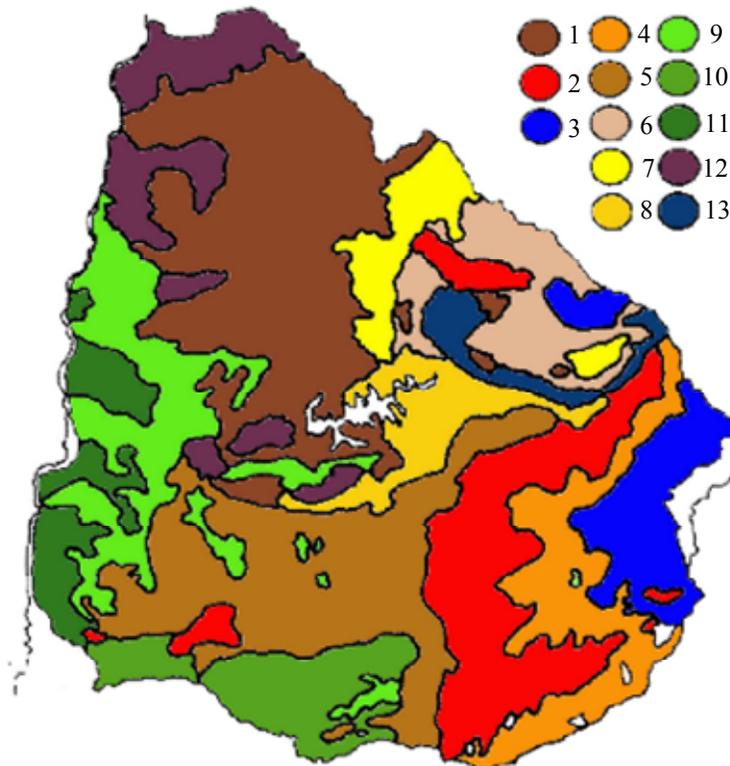


Figura 5. Mapa de uso y manejo de suelos (CIDE, 1963)

**Zona 9:** Zona de lomadas, lomas y lomas mesetiformes de sedimentos del Período Cretáceo con predominio de suelos profundos y moderadamente profundos de texturas gruesas, drenaje bueno y algo pobre, fertilidad media y algo baja.

**Zona 09:** Zonas de lomas y grupos de sedimentos de texturas medias a gruesas y muy gruesas de fines de Terciario y Cuaternario, con suelos profundos, de texturas medias a livianas de drenaje moderadamente bueno y de texturas livianas, bien drenados y fertilidad algo baja (Durán, 1987).

Las áreas de mayor extensión se localizan en el Dpto. de Paysandú, siendo de destacar la gran región que se desarrolla al este de Porvenir, observable por ruta 90 y extendida hacia el sur (comprendiendo, en los alrededores de Piedras Coloradas, las plantaciones forestales de la Caja Notarial), Algorta y la región localizada en los alrededores de Quebracho (Colonia Ros de Oger) y Palmar del Quebracho. En el Dpto. de Río Negro se expresa significativamente en los alrededores de Greco, y en el Dpto. de Soriano, en extensiones dispersas que comienzan al suroeste de la ruta 2, a la altura de Risso-Egana hasta las proximidades de la ciudad de Mercedes. En el Dpto. de Durazno es reconocida en pequeñas áreas en los alrededores del poblado Álvarez. El material geológico corresponde a areniscas con cemento arcilloso, frecuentemente de tonos rosados, a veces rojizos o blancos grisáceos. El relieve en general es suavemente ondulado con predominio de 1 a 3% de pendientes. Es una combinación de laderas extendidas de 1-2% de pendiente, predominando sobre laderas de disección de mayor convexidad y pendiente (3 a 5%), que corresponden a las litologías más gruesas del sedimento. Los suelos predominantes corresponden a Planosoles Dúricos Ócricos, a veces Melánicos y Argisoles Dúricos Ócricos Abrúpticos, a veces Típicos (Planosoles arenosos, Praderas Planosólicas y Praderas Pardas máximas arenosas). El color de los horizontes superiores es pardo grisáceo oscuro, la textura es arenosa franca y son de fertilidad baja e imperfectamente drenados. En las laderas de mayor convexidad y pendiente, los Planosoles Dúricos Ócricos presentan mayor espesor de horizonte A, de color pardo grisáceo, textura arenosa y fertilidad muy baja. Como asociados, en laderas medias y bajas de pendiente máxima de 1%, existen Brunosoles Subéuticos, a veces Dúricos Típicos y Lúvicos (Praderas Pardas medias y máximas). Son de color pardo muy oscuro, textura franco arenosa, fertilidad media y drenaje moderadamente bueno a imperfecto. El uso predominante es pastoril y la vegetación es de praderas estival en general con baja densidad de malezas, aunque casi siempre con la presencia de *Paspalum quadrifarium* en los bajos y concavidades húmedas y *Andropogon* y *Schizachyrium* en las laderas. Existen áreas bajo cultivo, fundamentalmente de verano, dependiendo la densidad de los mismos de la localización geográfica de la unidad. Este grupo corresponde a la unidad Algorta e integra la unidad Cuchilla del Corralito (Dpto. de Soriano) en la carta a escala 1:1.000.000 (Durán, 1987).

### 3.1.2 Clima

En el siguiente cuadro se presentan los datos de temperaturas máximas, mínimas y promedio, así como también los datos de precipitaciones y heladas registradas para el periodo correspondiente entre la instalación del ensayo y el momento de la evaluación.

**Cuadro 6.** Datos meteorológicos para la zona y período en estudio

Mes	Temp. Min.	Temp. Prom.	Temp. Máx.	PP (mm)	Heladas
Nov-06	5	13	38	175	
Dic-06	11	17.8	39	184	
Ene-07	9	18	41	81	
Feb-07	9	17.7	40	265	
Mar-07	9	16.6	36	476	
Abr-07	18	12.1	20	99	
May-07	10	5.1	20	221	10
Jun-07	-3	6.7	25	40	11
Jul-07	-5	3.9	23	6	14
Agost-07	0	6.4	29	79	7
Set-07	0	12.3	32	128	
Oct-07	6	13	32	223	
Nov-07	2	11.4	38	31	
Dic-07	9	16.2	42	69	
Ene-08	24	16.3	30	105	
Feb-08	12	18.4	40	86	
Mar-08	9	16.3	41	64	
Abr-08	0	11.4	34	20	5

Fuente: Elaboración propia en base a los datos suministrados por Forestal Oriental

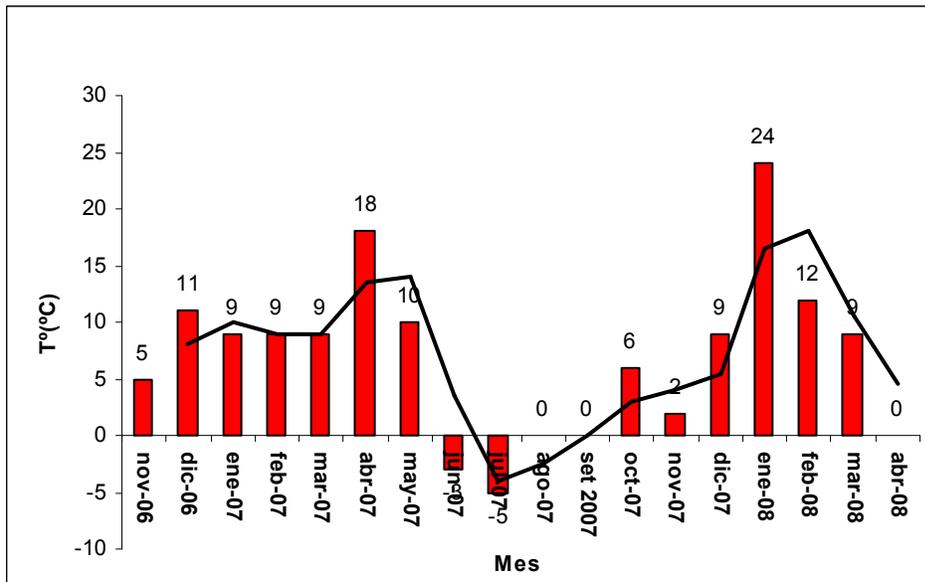


FIGURA 6. Evolución de la temperatura mínima para el período evaluado  
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Forestal Oriental

Como se observa en el gráfico, el mes en el que se registraron las temperaturas mínimas más bajas es julio. A su vez la temperatura mínima más alta ocurrió en el mes de enero. Cabe destacar que hay trece meses donde la temperatura mínima fue superior a la temperatura necesaria para la ocurrencia de heladas.

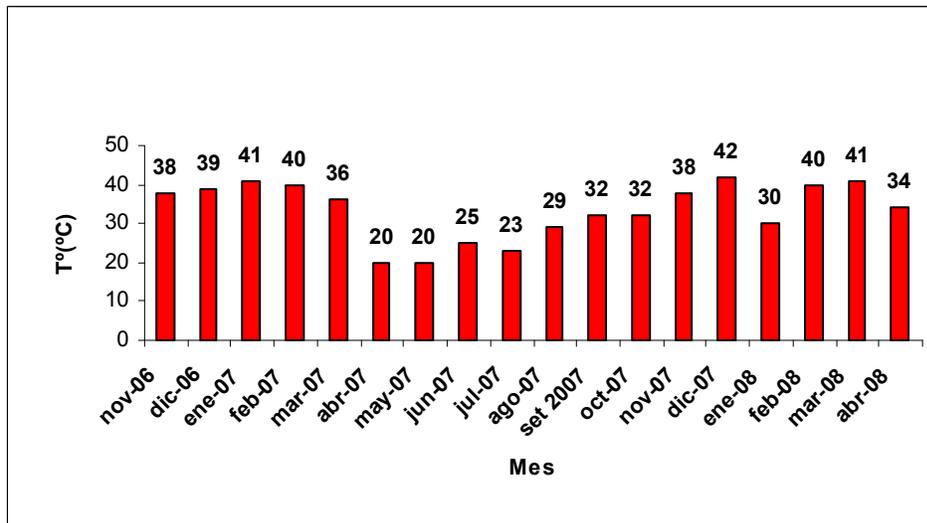


Figura 7. Evolución de la temperatura máxima para el período evaluado  
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Forestal Oriental

Como es de esperar las temperaturas máximas mas elevadas se dan en los meses más cálidos a excepción de enero del 2008 donde la temperatura máxima registrada es sensiblemente inferior a las temperaturas máximas de diciembre del 2007 y febrero del 2008. El mes en el que se registró la temperatura máxima mas elevada corresponde a diciembre del 2007. En contraposición la temperatura máxima mas baja se dió en los meses de abril y mayo del 2007.

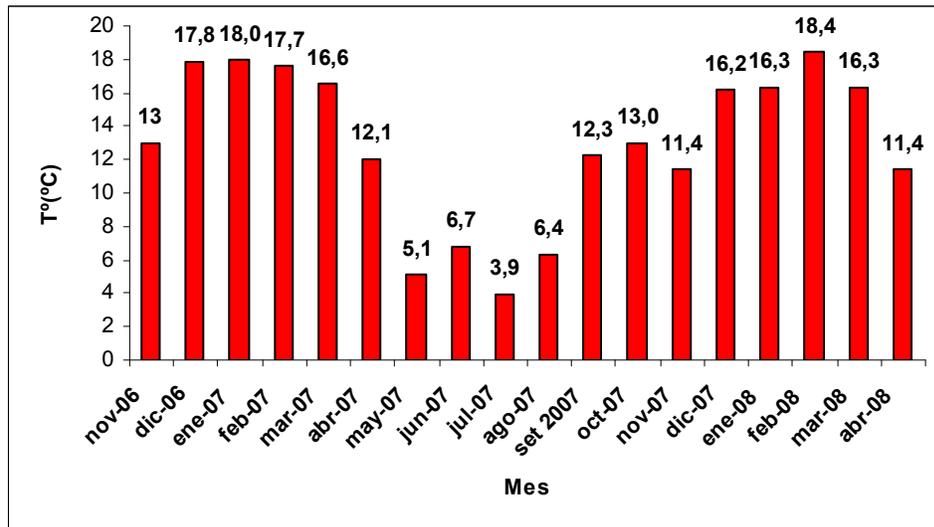


Figura 8. Evolución de la temperatura promedio para el período evaluado  
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Forestal Oriental

Observando el grafico se desprende que las temperaturas promedio más elevadas corresponden a los meses de diciembre del 2006, enero, febrero y marzo del 2007 y febrero del 2008. También se destaca que los menores valores observados ocurrieron de mayo a julio del 2007, destacándose julio como el mes mas frío.

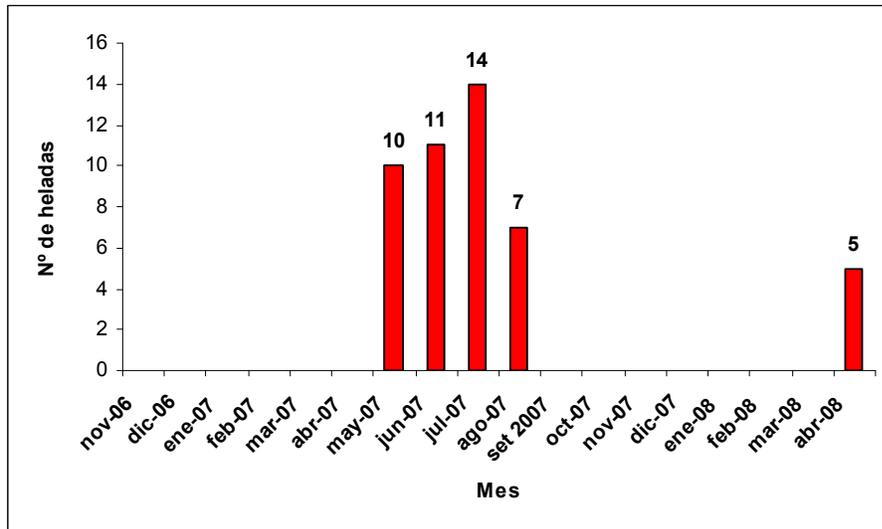


Figura 9. Ocurrencia de heladas para el período evaluado  
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Forestal Oriental

En el gráfico se observan los meses en los cuales se registraron heladas. El mes que presenta mayor número de heladas es julio del 2007. Es de destacar que en el mes de abril del 2008 se registraron cinco heladas tempranas. El hecho de que se registraran un total de 52 días con heladas en el invierno del 2007 pudo haber repercutido de forma negativo para las especies mas sensibles como es el caso de *E. urophylla*.

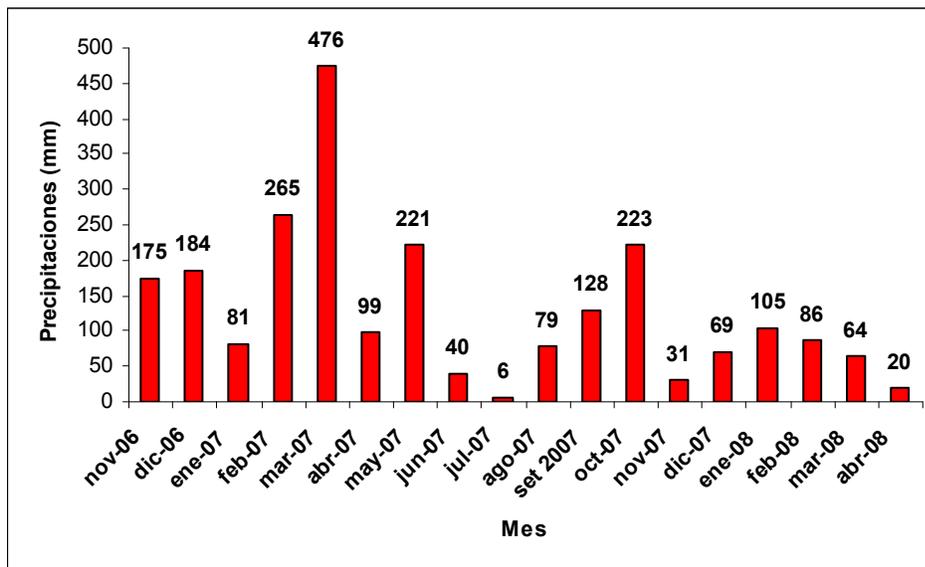


Figura 10. Evolución de las precipitaciones para el período evaluado  
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Forestal Oriental

Como se observa, la evolución de las precipitaciones es muy variable registrándose picos máximos de 476mm para marzo del 2007 y picos mínimos de 6mm para julio de 2007. También se puede decir que la primavera- verano del 2007 fue más lluviosa que la primavera- verano del 2008. El hecho de que se registraran buenas precipitaciones al momento de la instalación del ensayo puede significar una ventaja para el buen establecimiento del mismo.

### 3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROGENITORES UTILIZADOS

Las características utilizadas para seleccionar las madres fueron: alta densidad, rápido crecimiento, buena forma y sanidad. Además de estas características al clon 107 también se lo seleccionó por sus buenas características pulpables. En lo que respecta a los padres, el híbrido *E. urophylla* x *E. globulus ssp. globulus* el polen utilizado es de SAPPI (Sudáfrica) y no se cuenta con la información de cuantos padres y madres se utilizaron para llegar a el, pero se presume que se utilizó una madre *E. urophylla* y no menos de 10 padres *E. globulus ssp. globulus*. Tal híbrido fue seleccionado por presentar buenas características en cuanto a: sanidad, altura, forma, volumen, densidad y aporte en el enraizamiento.

En el caso de *E. globulus ssp. globulus* puro de Chile (FAMASA) y Bañado Medina se utilizó una mezcla de 12 padres por cada madre de *E. grandis* usada.

A los padres *E. globulus ssp. globulus* de Bañado Medina se los seleccionó por poseer buenas características en: sanidad, forma, volumen y calidad de madera.

Y por último a los padres *E. globulus ssp. globulus* de FAMASA (Chile), se los seleccionó por sus buenas cualidades en cuanto a enraizamiento y tolerancia al frío.

### **3.3 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE POLINIZACIÓN**

La técnica de polinización controlada utilizada fue el método convencional, el cual consiste en que una vez que las yemas florales se encuentran maduras y a punto de perder el opérculo, se realiza la emasculación. A continuación se describen los pasos:

1- La emasculación consiste en cortar el anillo estaminal con tijera o bisturí, para quitar los estambres (órgano masculino de la flor).

2- Dejar el estigma y estilo, expuestos.

3- Luego de la Emasculación, las flores deben protegerse con una bolsa para evitar la polinización natural, rotulando la rama con una etiqueta numerada.



Figura 11. Ejemplo de flores embolsadas para evitar polinización natural  
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Forestal Oriental

4- Alrededor de los 5 días el estigma empieza a quedar receptivo, lo indica la producción de un exudado pegajoso y húmedo.



Figura 12. Ejemplo de estigma receptivo  
Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Forestal Oriental

5-Se retira la bolsa, aprovechando la receptividad del estigma se poliniza e inmediatamente se vuelve a colocar la bolsa, para evitar contaminación.

6-Se retira la bolsa cuando los estilos ya se han marchitado, alrededor de los 12 días de la polinización.



Figura 13. Ejemplo de estilo marchito

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Forestal Oriental

7-Las cápsulas maduras son recolectadas aproximadamente 10 meses después de la polinización.

### 3.4 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO EN ESTUDIO

El ensayo se encuentra ubicado en el departamento de Río Negro, en el establecimiento “El Jagüel”, perteneciente a la empresa Forestal Oriental S.A.



Vista general del ensayo.

Figura 14. Ubicación del ensayo en el predio “El Jagüel”  
Fuente: Forestal Oriental<sup>3</sup>

La plantación se realizó el primero de noviembre del año 2006 sobre suelos 09.3. Para la implantación del mismo se realizó una plantación en fajas con una densidad de 3 x 2 m (1666 pl/há). La preparación del suelo consistió de dos pasadas de excéntrica seguidos de acamellonadora. Se realizó una fertilización con fosfato de amonio (18-46-0) a razón de 60 gr/ planta inmediatamente después de la plantación.

<sup>3</sup> Forestal Oriental S.A. s.f. Vista general del ensayo (material sin publicar).

### 3.5 TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se llevo a cabo del 10 al 22 de marzo del 2008 momento en el cual los individuos evaluados tenían 16 meses de edad.

El ensayo esta constituido por 10 familias de las cuales 6 son cruzamientos interespecíficos entre *E. grandis* (madre) y *E. globulus ssp globulus* (padre), las restantes 4 familias resultan del cruzamiento entre *E. grandis* (madre) y un híbrido *E. urophylla* x *E. globulus ssp globulus* (padre).

**Cuadro 7.** Descripción de los cruzamientos evaluados

<b>No</b>	<b>Madre</b>	<b>Padre</b>	<b>No</b>
<b>4654</b>	<i>E. grandis</i> Elite T-1039	( <i>E. uro</i> x <i>E. glo</i> )	95
<b>4655</b>	<i>E. grandis</i> Elite T- 1027	<i>E. glo/glo</i> –Mix 12 -BM	50
<b>4656</b>	<i>E. grandis</i> Elite T- 1027	( <i>E. uro</i> x <i>E. glo</i> )	85
<b>4659</b>	<i>E. grandis</i> Elite T- 1027	<i>E. glo/glo</i> –Mix 12 -FAMASA	13
<b>4661</b>	<i>E. grandis</i> Elite T- 1026	<i>E. glo/glo</i> –Mix 12 -FAMASA	700
<b>4662</b>	<i>E. grandis</i> Elite T- 1026	( <i>E. uro</i> x <i>E. glo</i> )	1550
<b>4664</b>	<i>E. grandis</i> Elite T- 1026	<i>E. glo/glo</i> –Mix 12 -BM	1355
<b>4671</b>	<i>E. grandis</i> Elite T- 1023	( <i>E. uro</i> x <i>E. glo</i> )	425
<b>4672</b>	<i>E. grandis</i> Elite T- 1023	<i>E. glo/glo</i> –Mix 12 -FAMASA	141
<b>4784</b>	Clon X 107	<i>E. glo/glo</i> –Mix 12 -BM	45
<b>Total</b>			4459

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por Forestal Oriental

A continuación se presenta un croquis del ensayo dónde se puede observar la ubicación de las familias en el mismo así como también el número de árboles por familia.

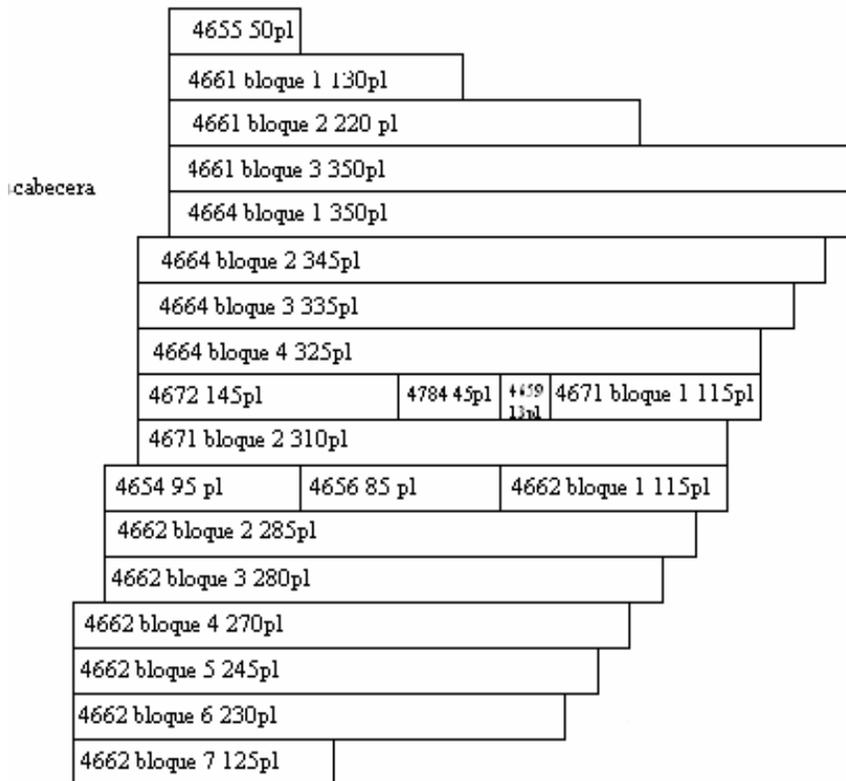


Figura 15. Croquis del ensayo en estudio  
Fuente: Forestal Oriental <sup>4</sup>

Para la realización del trabajo de campo se procedió a realizar la medición (únicamente para los individuos considerados normales) de DAP, altura, espesor de corteza, así como también se llevó a cabo una caracterización morfológica considerando: tipo de corteza, forma, disposición y tamaño de las hojas. Posteriormente con esta información recabada se procedió a la determinación de volumen usando la siguiente formula:  $\pi /4 * Dap^2 * h$ .

<sup>4</sup> Forestal Oriental S. A. s.f. Croquis del ensayo (material sin publicar).

Para la realización de las mediciones se utilizaron los siguientes instrumentos: regla telescópica, cinta diamétrica y medidor de corteza.

De acuerdo a lo observado en el trabajo de campo se definieron las siguientes categorías:

**1.- Normal:** compuesta por individuos con fuste recto y con crecimientos acordes o superiores para su edad.

**2.- Caído con brotes múltiples:** compuesta por individuos cuyo fuste se encontraba sobre el suelo y a partir del mismo se observaban varios brotes. En esta categoría también se incluye a árboles que presentaban problemas de raíz.

**3.- Suprimidos:** compuesto por individuos cuyo tamaño es menor en comparación con los árboles considerados normales.

**4.- Bifurcados o muy ramificados:** compuesto por individuos que no presentan un fuste recto definido, así como también ejemplares que a pesar de ser fustales se caracterizan por poseer excesiva ramificación.

**5.- Secos:** compuesto por individuos que se encuentran parcial o totalmente secos.

**6.- Faltantes:** ausencia de individuos en el lugar correspondiente a un árbol.

**7.- Torcidos:** compuesto por individuos que se caracterizan por no presentar fuste recto a distintas alturas, observándose mayoritariamente este defecto a nivel del suelo.

**8.- Quebrados:** compuesto por aquellos individuos que presentan quebraduras en cualquier parte del fuste.

En las familias evaluadas no necesariamente se encontraban todas las categorías anteriormente descritas. Sin embargo cinco de ellas son comunes a todas las familias (Normales, Secos, Faltantes, Suprimidos y Bifurcados o muy Ramificados). En el anexo No 1 se muestran las familias con sus individuos discriminados según categoría así como también graficas sobre eso.

Además durante la recorrida de campo se hizo especial énfasis en la observación de aquellos ejemplares que presentaran botones florales o frutos teniendo en cuenta la época en que se realizo la recorrida.

### 3.6 ANALISIS ESTADÍSTICO

#### Volumen, Diámetro y Altura

Con el objetivo de determinar el efecto de los cruzamientos sobre dap, altura y volumen, se ajustaron modelos lineales con la siguiente forma general:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  es la variable estudiada

$\mu$  es la media general

$\tau_i$  es el efecto del i-ésimo cruzamiento

$\varepsilon_{ij}$  es el error experimental

Las medias fueron comparadas a través de intervalos de confianza del 95%. Se consideraron las diferentes varianzas en cada cruzamiento. Se usó el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS Institute, Cary, NC, 2006).

### **Características de fuste**

Con el objetivo de estudiar el efecto de los cruzamientos sobre la probabilidad de obtención de cada característica de fuste en los diferentes cruzamientos, se ajustaron modelos lineales generalizados asumiendo que el número de individuos con determinada característica en relación al número total, tuvo distribución binomial. Los modelos ajustados tuvieron la siguiente forma general:

$$\text{Ln}(p_i / (1-p_i)) = \beta_0 + \tau_i$$

Dónde:

**$\text{Ln}(p_i / (1-p_i))$** : es la función logit de la probabilidad de ocurrencia de determinada característica en el i-ésimo cruzamiento

**$\beta_0$** : es un intercepto

**$\tau_i$** : es el efecto del i-ésimo cruzamiento

Las probabilidades fueron comparadas a través de intervalos de confianza del 95%. Se usó el procedimiento GENMOD del mismo paquete estadístico.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En función de los datos relevados a campo se procedió a la realización del análisis estadístico correspondiente (ver anexo No. 2), a partir del cual se elaboraron las siguientes gráficas en las que se observan los valores de la proporción estimada (estimador) y su intervalo de confianza.

### **4.1 SOBREVIVENCIA**



Figura 16. Ejemplo de árbol seco

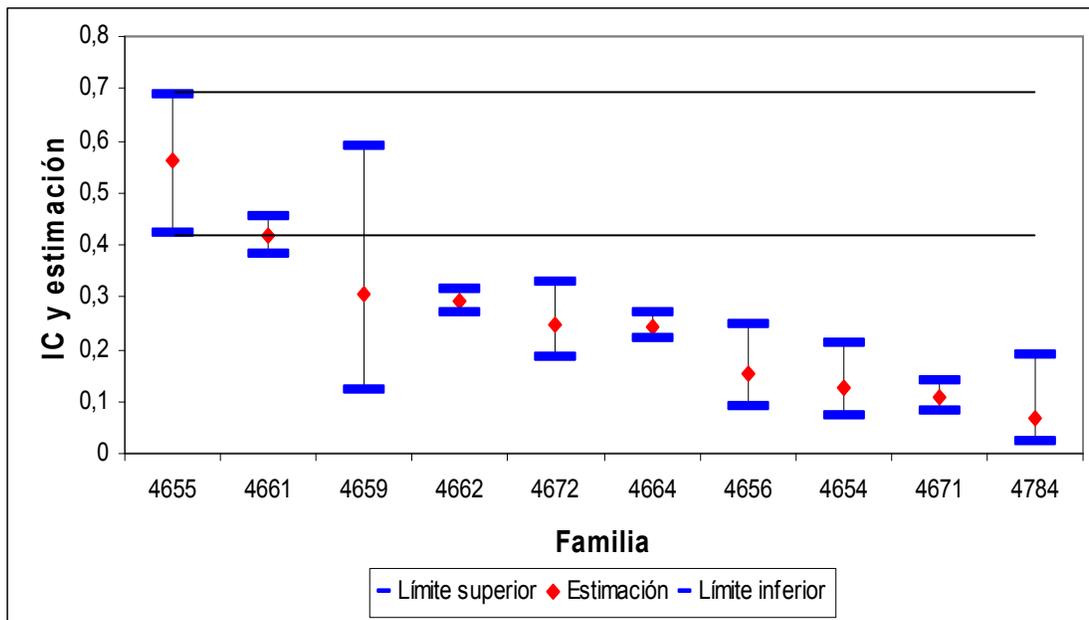


Figura 17. Proporción estimada de individuos secos más faltantes e intervalo de confianza según familia

En lo que respecta a la sobrevivencia de los árboles, para poder obtener un indicador de la misma, durante el trabajo de campo se procedió al conteo de los árboles que faltaban y de los árboles secos.

De acuerdo a esto se puede decir que la familia que presenta mayor proporción de individuos secos más faltantes (0.56) es la familia 4655, no existiendo diferencias significativas con las familias 4661 y 4659. Por otro lado las familias que presentaron mayor sobrevivencia son la 4784, 4671, 4654, 4656, no existiendo diferencias significativas entre ellas. Además se observa que la familia 4662 presenta un valor intermedio de sobrevivencia, existiendo diferencias significativas con las familias que presentan mayor y menor sobrevivencia.

De las cuatro familias que presentan mayor sobrevivencia, tres de ellas se caracterizan por tener diferentes madres pero padres *E. urophylla* x *E. globulus* ssp.

*globulus*. En cambio las familias con menores valores de sobrevivencia tienen como padres a *E. globulus ssp. globulus*.

Cabe destacar que:

a) de las tres familias con menor sobrevivencia, dos de ellas tienen padre *E. globulus ssp. globulus* de FAMASA.

b) la única familia que presenta altos valores de sobrevivencia con padre *E. globulus ssp. globulus* es la 4784 siendo ésta la única familia que tiene como madre al clon 107.

## 4.2 ÁRBOLES NORMALES



Figura 18. Ejemplo de árbol normal

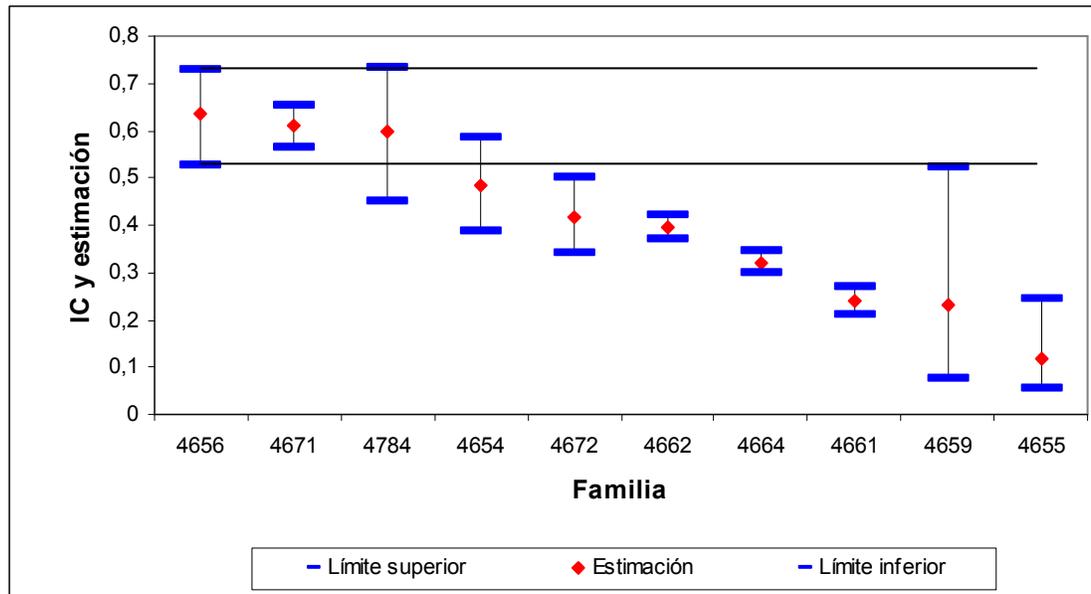


Figura 19. Proporción estimada de individuos normales e intervalo de confianza según familia

Como se observa en el gráfico la familia que presentan mayor proporción de árboles normales es la 4656, la cual no se diferencia de forma significativa de las familias 4671, 4784 y 4654. En cambio las familias 4655 y 4661 se caracterizan por presentar la menor proporción no existiendo diferencias significativas entre ambas. Si bien la familia 4659 también tiene una baja proporción, al estar compuesta por pocos individuos (13) tiene un intervalo de confianza amplio, lo que hace que esta no se diferencie de forma significativa de las familias con la mayor proporción de individuos normales. Con proporciones intermedias a los dos grupos anteriores se encuentran la familia 4672, 4662 y 4664.

Dos de las tres familias que presentaron mayor proporción de individuos normales tienen como padre al híbrido *E. urophylla* x *E. globulus ssp. globulus*. La familia restante es la 4784 la cual si bien tiene padre *E. globulus ssp. globulus* tiene como madre al clon 107. En cambio las familias que presentaron menores proporciones de individuos normales tienen como padre a *E. globulus ssp. globulus*.

Por lo que al igual que en la sobrevivencia queda la incertidumbre de que si estas características se encuentran influenciadas por la madre, el padre o ambos en mayor o menor proporción ya que no existe ningún cruzamiento entre el híbrido *E. urophylla* x *E. globulus* ssp. *globulus* y el clon 107.

Tanto para la sobrevivencia como para la categoría árboles normales se observó una distribución muy similar de las familias para dichas categorías ya que aquellas que presentan mayor sobrevivencia son las que presentan mayor cantidad de árboles normales, las que tienen menor sobrevivencia tienen menor cantidad de árboles normales y por último las familias que presentaron un comportamiento promedio para ambas categorías también fueron las mismas.

### 4.3 ÁRBOLES BIFURCADOS O MUY RAMIFICADOS



.Figura 20. Ejemplo de árbol muy ramificado

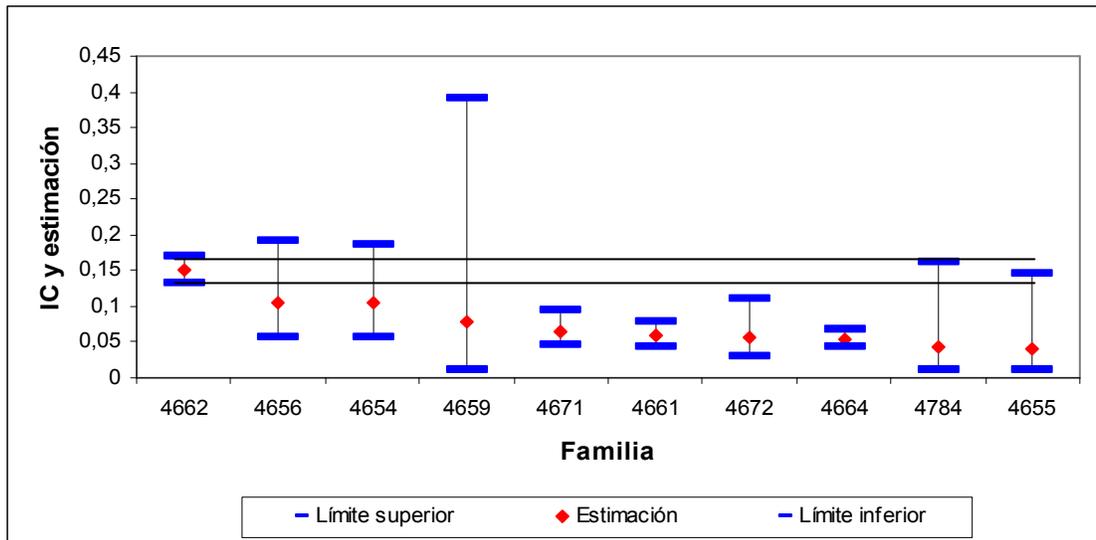


Figura 21. Proporción estimada de individuos bifurcados o muy ramificados e intervalo de confianza según familia

De acuerdo al gráfico anterior se puede decir que la familia 4662 que presenta la mayor proporción de árboles bifurcados o muy ramificados, se diferencia de forma significativa de las familias 4671, 4661, 4672 y 4664, las cuales presentan menores proporciones de árboles bifurcados o muy ramificados junto con las familias 4784 y 4655, pero las 2 últimas familias tiene un intervalo de confianza mas amplio lo q hace q no se puedan diferenciar de forma significativa de las familias que presentan las mayores proporciones.

La familia que presenta la mayor proporción de individuos con esta característica tiene como padre a *E. urophylla* x *E. globulus ssp globulus*. Además de las cuatro familias que tienen las menores proporciones, tres de ellas tienen como padre a *E. globulus ssp. globulus* y solo una tiene como padre a *E. urophylla* x *E. globulus ssp. globulus*. Por tales motivos es de suponer que esta característica podría estar asociada con el padre utilizado.

Cabe destacar que la menor proporción de árboles bifurcados o muy ramificados con padres *E. urophylla* x *E. globulus ssp. globulus* ocurre cuando se utiliza la madre *E. grandis* T-1023.

#### 4.4 ÁRBOLES SUPRIMIDOS



Figura 22. Ejemplo de árbol suprimido

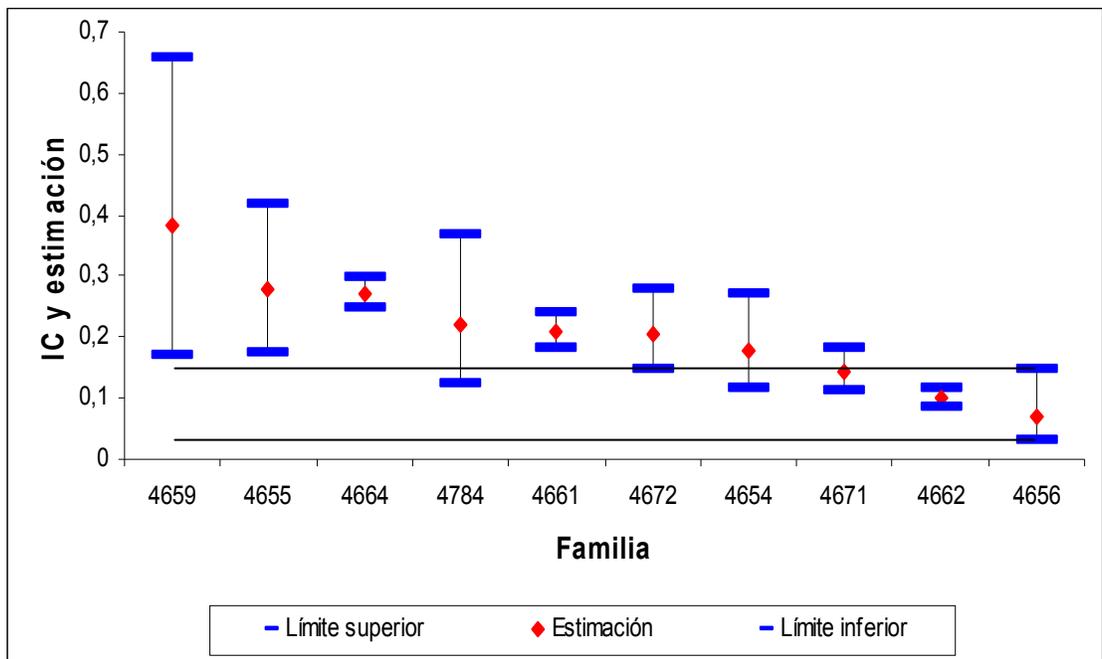


Figura 23. Proporción estimada de individuos suprimidos e intervalo de confianza según familia

La familia que presenta mayor proporción de individuos suprimidos es la 4659, la cual presenta diferencias significativas solo con las familias 4662 y 4656, las cuales a su vez son las que presentan las menores proporciones para esta característica.

Las familias 4662 y 4656 tienen como padre a *E. urophylla* x *E. globulus* ssp. *globulus*, en cambio las familias 4659, 4655, 4664 y 4661 tienen como padre a *E. globulus* ssp. *globulus*.

Se podría pensar que existe un efecto paterno en cuanto a la mayor o menor proporción de individuos suprimidos ya que tanto la familia 4659 como la 4656 la madre utilizada es *E. grandis* T-1027.

#### 4.5 ÁRBOLES QUEBRADOS



Figura 24. Ejemplo de árbol quebrado

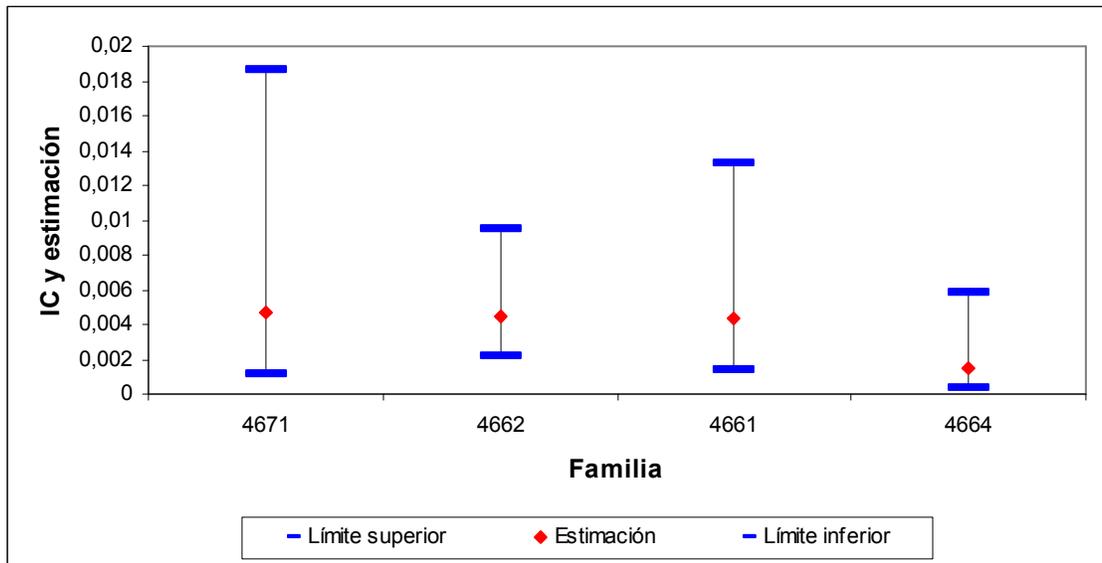


Figura 25. Proporción estimada de individuos quebrados e intervalo de confianza según familia

En lo que respecta a esta categoría, de acuerdo a los datos observados, se manifiesta que no existen diferencias significativas entre las familias que presentan esta característica. Cabe destacar que en tres de las cuatro familias dónde se observó la presencias de individuos quebrados se caracterizan por presentar como madre a *E. grandis* T-1026.

Otra de las cosas que se destacan del gráfico es que los valores de la proporción estimada de individuos quebrados son muy bajos (el mayor valor no supera el 0.4%) por lo que esta característica no revestiría mayor importancia.

#### 4.6. ÁRBOLES CAÍDOS CON BROTES MÚLTIPLES



Figura 26. Ejemplo de árbol caído con brotes múltiples

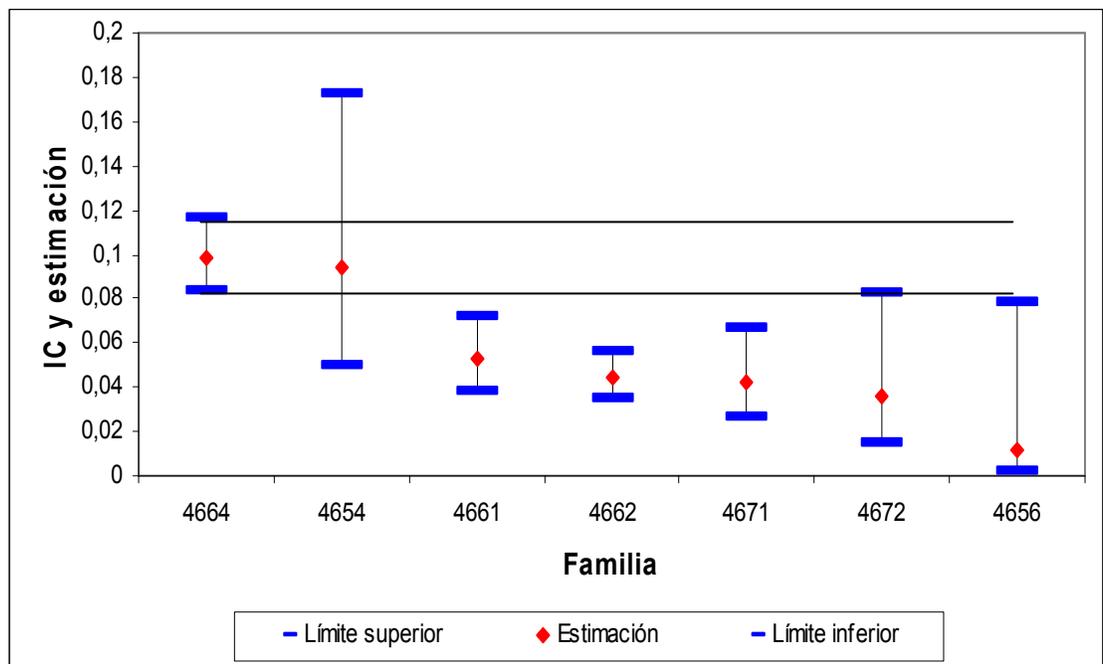


Figura 27. Proporción estimada de individuos caídos con brotes múltiples e intervalo de confianza según familia

De acuerdo a lo observado en el gráfico la familia 4664 es la que presenta mayor proporción de individuos caídos con brotes múltiples, la misma a su vez no presenta diferencias significativa con la familia 4654, pero si con las restantes familias.

Todas las familias que tienen padres *E. urophylla* x *E. globulus ssp globulus* presentan individuos caídos con brotes múltiples. De las tres familias que tienen como padre a *E. globulus ssp globulus* de Bañado de Medina solo una presenta esta característica, la cual a su vez es la que presenta la mayor proporción, esta familia tiene como madre a *E. grandis* elite T-1026. Y de las familias que tienen como padre a *E. globulus ssp globulus* de FAMASA la única que no presenta individuos con esta característica es la familia 4659 que tiene como madre a *E. grandis* elite T-1027.

Todas las familias que tienen madres *E. grandis* T-1026 y *E. grandis* T-1023 presentan esta característica.

Si bien existen siete familias que presentan esta característica la proporción estimada más elevada no supera el 0.1 (10%), por lo que no representaría un problema de mayor importancia.

Esta característica seguramente se encuentre relacionada con problemas de enraizamiento. Como se mencionó anteriormente hubieron padres que se seleccionaron por presentar buenas características de enraizamiento, pero a pesar de esto, familias que tenían como padres a estos individuos igual mostraron presencia de árboles caídos con brotes múltiples.

## 4.7 ÁRBOLES TORCIDOS



Figura 28. Ejemplo de árbol torcido

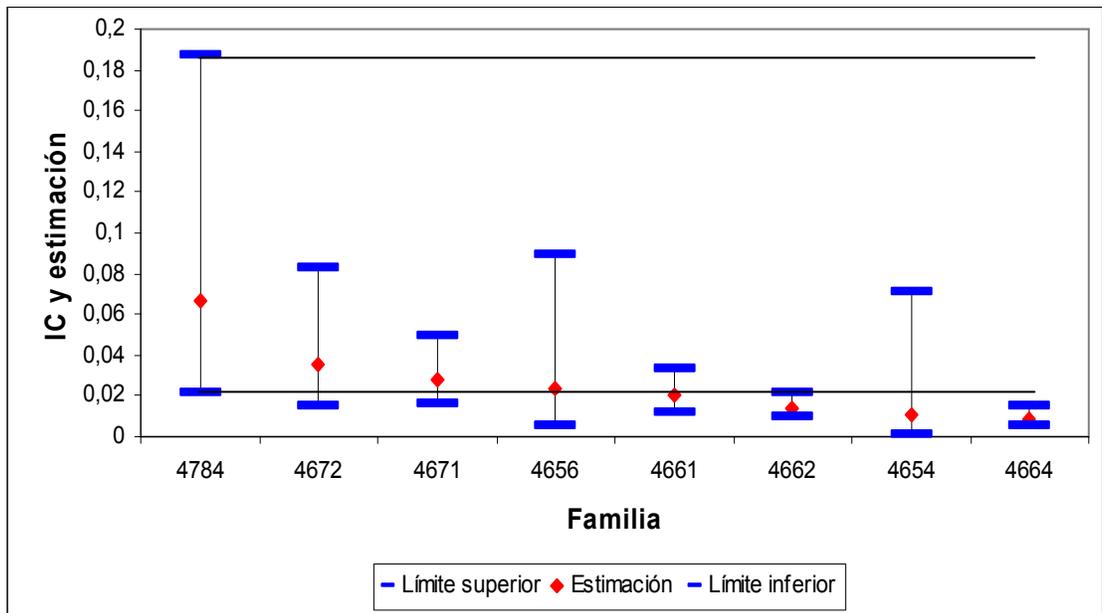


Figura 29. Proporción estimada de individuos torcidos e intervalo de confianza según familia

Si se observan los intervalos de confianza para ésta característica se puede decir que solo existen diferencias significativas entre las familias 4784 y las 4662-4664, dónde la mencionada en primera instancia es la que presenta una mayor proporción de individuos torcidos.

Existen dos familias que no presentan individuos con estas características, ellas son la 4655 y 4659 (que tienen como padre a *E. globulus ssp globulus*), estas a su vez tienen como madre a *E. grandis* T-1027, pero cuando se cruza a esta con *E. urophylla* x *E. globulus ssp globulus* si se observan individuos torcidos.

Tanto la familia que presenta la mayor y menor proporción de individuos torcidos se caracteriza por tener padre *E. globulus ssp globulus* de Bañado de Medina, la diferencia en los valores de ambas radica en la madre utilizada (es mayor cuando se usa como madre al clon 107).

#### 4.8 ANÁLISIS DE DAP, ALTURA Y VOLUMEN

El volumen se determinó solo para los árboles correspondientes a la categoría “normales” ya que eran los únicos a los que se les midió DAP y altura.

Debido a que los árboles no son cilíndricos, sino que tienen cierta conicidad, existe un índice que expresa la misma. Tal índice es el Factor de Forma, el cual se determina para cada especie en particular. Por tal motivo y debido a que los individuos evaluados son híbridos aún no se ha determinado un Factor de Forma que se ajuste a estos individuos.

A causa de lo anterior se determinó el volumen aparente ( $\text{Vol. ap} = \pi/4 * \text{DAP}^2 * h$ ) por lo que el volumen calculado estaría sobreestimado. Además este volumen se calculó con corteza. En el anexo No. 3 se presentan las tablas dónde se encuentran los valores de número de árboles, DAP, espesor de corteza, altura y volumen individual.

#### 4.8.1 DAP

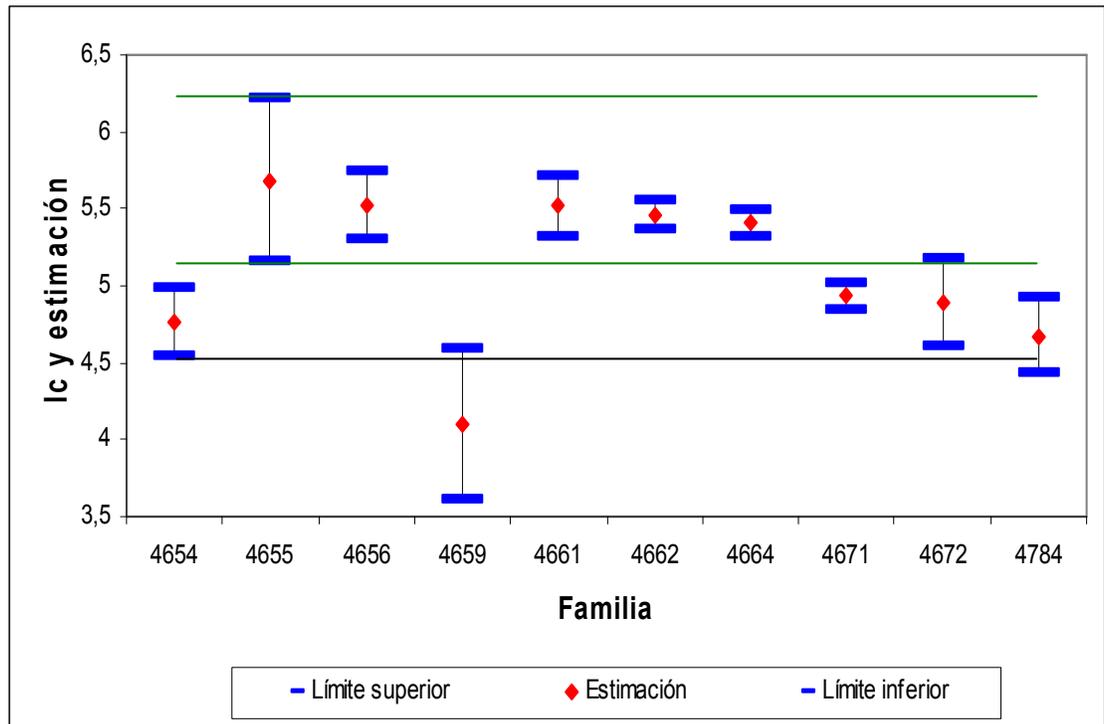


Figura 30. Proporción estimada de DAP e intervalo de confianza según familia  
Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura No. 29 la familia que tiene mayor DAP promedio es la 4655 con un valor de 5.68cm, no diferenciándose significativamente de las familias 4656, 4661, 4662, 4664 y 4672. Por otro lado la familia que posee menor diámetro promedio es la 4659 con un valor de 4.1, no presentando diferencias significativas con las familias 4784 y 4654.

Tres de las familias que mostraron mejor comportamiento, si bien tienen diferentes padres se caracterizan por tener como madre a *E. grandis* T-1026 por lo que se podría decir que esta contribuye a la obtención de individuos con mayor Dap promedio individual. En cambio la restantes dos familias que también cuentan con un elevado Dap promedio individual tienen madre *E. grandis* T-1027, la cual cuando se cruza con padres *E. urophylla* x *E. globulus ssp. globulus* y con *E. globulus ssp. globulus* BM muestra

buenos comportamientos, en cambio cuando se la cruza con el padre *E. globulus ssp. globulus* FAMASA el resultado que se obtiene es el menor Dap promedio individual.

#### 4.8.2 Altura

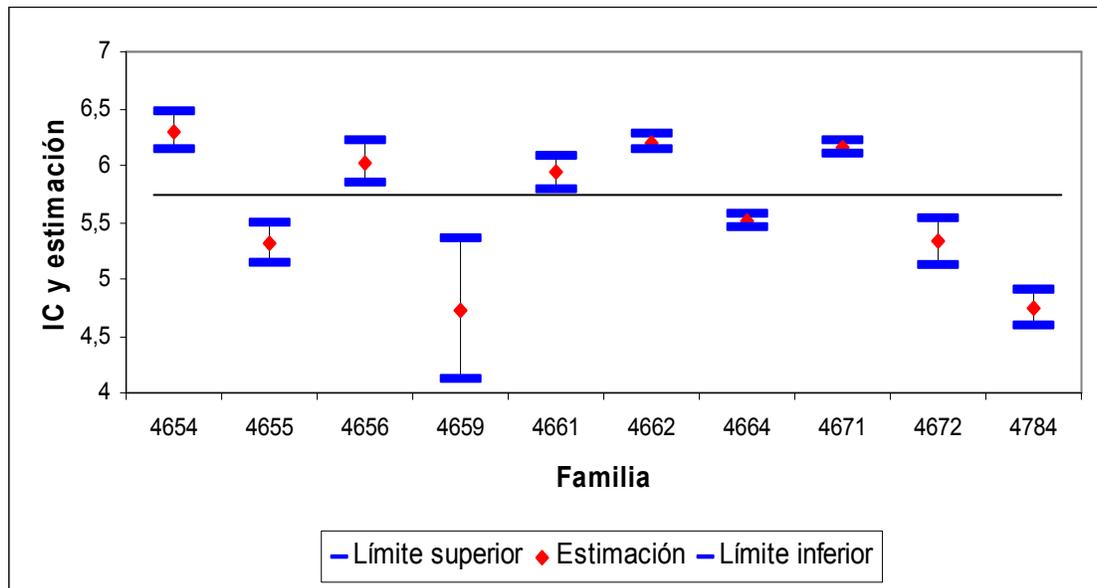


Figura 31. Proporción estimada de altura e intervalo de confianza según familia

En el gráfico se evidencian claramente dos grupos, en los que se observan diferencias significativas. Uno de ellos engloba las siguientes familias: 4654, 4656, 4661, 4662 y 4671, las cuales tienen una mayor altura promedio en comparación con el otro grupo que engloba las restantes familias.

De las cinco familias que tienen mayor altura promedio, cuatro de ellas se caracterizan por tener como padre a *E. urophylla* x *E. globulus ssp. globulus* esto posiblemente pueda estar debido a que dicho progenitor fue seleccionado por altura.

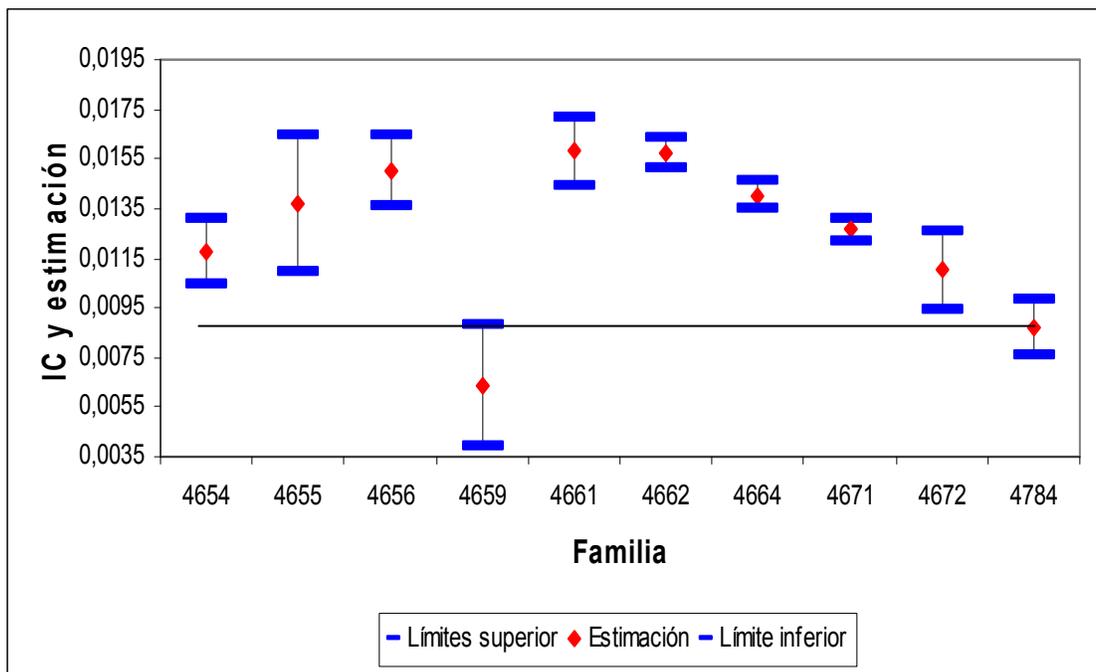


Figura 32. Proporción estimada de volumen promedio individual e intervalo de confianza según familia

De acuerdo a lo observado en el gráfico se pueden distinguir tres grupos de familias que se diferencian significativamente. Un grupo, el que tiene mayor volumen promedio individual, está constituido por las familias 4656, 4661, 4662 y 4664 (la cual presenta diferencias significativas con la familia 4662). Otro grupo, el cual presenta valores intermedios, lo componen, las familias 4654, 4671 y 4672. Y por último se encuentra la familia 4659, la cual presenta los menores valores de volumen promedio. Esta se diferencia de forma significativa del resto de las familias a excepción de la 4784.

Al igual que como ocurrió con el DAP, de las familias que presentaron mayores valores promedio para volumen, tres de ellas se caracterizan por tener como madre a *E. grandis* T-1026. Siendo la familia 4661 la que presentó el mayor volumen promedio individual con un valor de 0.01580m<sup>3</sup> seguido de la familia 4662 cuyo volumen promedio individual fue de 0.01569m<sup>3</sup>.

**Cuadro 8.** Árboles con mayor volumen individual del ensayo

Familia	DAP(cm)	Altura(m)	Vol. individual(m <sup>3</sup> )*
4661(bloque 3)	8.9	7.9	0.049
4661(bloque 1)	8.6	7.6	0.0441
4664(bloque 2)	8.3	8.0	0.043
4664(bloque 1)	8.8	6.9	0.0415
4662(bloque 1)	8.3	7.6	0.041

\* Volumen aparente individual con corteza

Del cuadro se desprende que tres de las cuatro familias que tienen mayor volumen promedio individual se caracterizaron también por presentar los individuos más sobresalientes. En estos individuos se destaca que todos presentan un DAP mayor a 8cm y una altura mayor a 7m.

## 4.9 SÍNTESIS

**Cuadro 9.** Caracterización de las familias con mejor volumen promedio individual

Flia	Categorías								
	Sobrev.	Normales	Bif. o muy ramif.	Sup.	Caídos c/ brotes múltiples	Torcidos	Queb.	Vol. Prom. Ind.	Vol. Ind.
4656	✓	✓	✗	✓	✓	±	✓	✓	±
4661	✗	✗	✓	✗	✓	±	✗	✓	✓
4662	±	±	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓
4664	✓	±	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓

✓ = buen comportamiento.

± = comportamiento intermedio.

✗ = mal comportamiento.

El cuadro anterior muestra el comportamiento que tiene las familias con mayor volumen individual promedio en función de las categorías evaluadas.

La familia que tiene mayor número de categorías con un buen comportamiento es la 4656. Esta familia tiene solo una categoría que mostró un mal comportamiento, dicha categoría es: árboles bifurcados o muy ramificados y además presenta un volumen individual intermedio.

La familia que le sigue en lo que respecta a categorías con un buen comportamiento es la 4662. Dicha familia tiene dos categorías con mal comportamiento las cuales son: árboles bifurcados o muy ramificados y árboles quebrados. Además tiene dos categorías con un comportamiento intermedio, las cuales son: árboles normales y sobrevivencia.

En tercer lugar se encuentra la familia 4664 que tiene tres categorías con un mal comportamiento. Tales categorías son: suprimidos, caídos con brotes múltiples y quebrados. Además presenta un comportamiento intermedio para la categoría árboles normales.

Y por último se encuentra la familia 4661 que tiene cuatro categorías con un mal comportamiento, estas son: sobrevivencia, árboles normales, suprimidos y quebrados. Como categoría intermedia se destacan los árboles torcidos.

Por lo tanto, si se tuviera que elegir entre las familias anteriormente descritas, la que se seleccionaría sería la 4656 ya que es la que presenta mayor número de categorías con un buen comportamiento.

#### 4.10 FLORES Y FRUTOS



Figura 33. Ejemplo de árbol florecido

Cuatro familias presentaron individuos que estaban florecidos o con frutos. Tales familias son la 4671, 4672, 4662 y la 4784.

Las familias cuyo padre es *E. urophylla* x *E. globulus* ssp. *globulus* presentó botones florales similares a *E. urophylla*. A pesar de la similitud morfológica, no se halló una similitud fenológica ya que el *E. urophylla* florece en invierno. La similitud fenológica puede estar dada con *E. grandis* y con *E. globulus* ssp. *globulus*.

En lo que respecta a las familias cuyo padre es *E. globulus* ssp. *globulus* en algunos casos se halló una similitud tanto morfológica como fenológica, en cambio en otros se encontró una similitud fenológica pero no morfológica.

**Cuadro 10.** Número de individuos, número de individuos con flor, porcentaje de individuos con flor según familia

<b>Familia</b>	<b>No. Individuos</b>	<b>No. Individuos con flor</b>	<b>% Individuos con flor</b>
<b>4662</b>	1550	3	0.19
<b>4671</b>	425	5	1.17
<b>4672</b>	141	1	0.7
<b>4784</b>	45	1	2.2

Fuente: elaboración propia en base a los datos extraídos de campo

Del cuadro resalta que independientemente de las familias, los porcentajes de individuos que presentan flores son muy bajos.

Sin embargo debe de considerarse la época en que se realizó la evaluación (fin de verano- principios de otoño) momento en el cual se da la floración para *E. grandis*, se inicia la floración en *E. globulus ssp globulus*, pero no es el momento óptimo de floración para *E. urophylla* (invierno). Además también debe considerarse la edad de los individuos evaluados (16 meses) y que además son híbridos, que generalmente cuando se habla de híbridos la floración y fructificación varía mucho en función de la especie y el género en cuestión.

#### **4.11 CARACTERIZACIÓN FOLIAR Y DE CORTEZA**

De los cuadros presentes en el anexo No. 4 se desprende lo siguiente:

Aquellas familias que tienen como padres a *E. grandis* x (*E. urophylla* x *E. globulus*) se caracterizan por presentar en la mayoría de los casos una corteza híbrida entre *E. Urophylla* y *E. globulus ssp globulus*. En cambio aquellas familias que tienen como padres a *E. grandis* x *E. globulus* presentan una corteza con rasgos de ambos parentales, excepto la familia 4784 cuya corteza es característica de *E. globulus ssp globulus*.

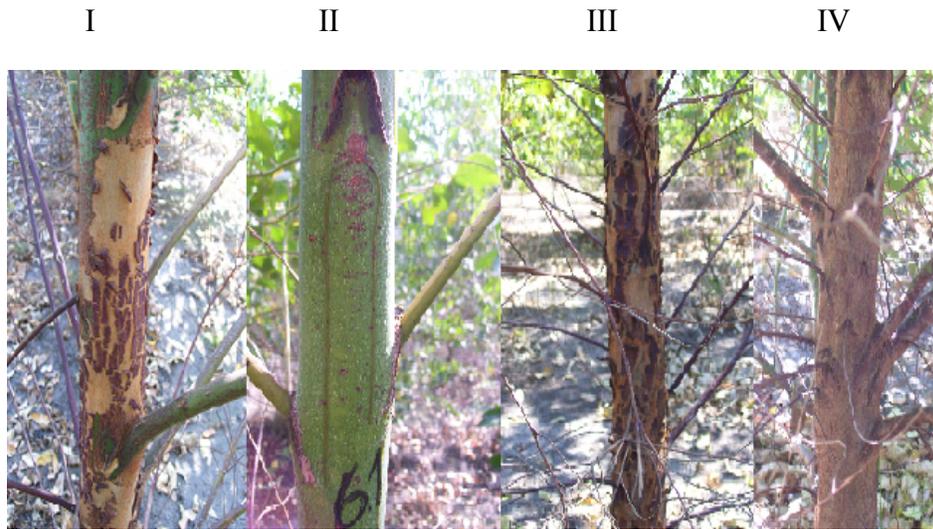


Figura 34. Ejemplo de diferentes tipos de corteza observados a campo

En la figura No. 34 se presentan ejemplos de diferentes tipos de corteza:

Foto I: corteza híbrida entre *E. urophylla* y *E. globulus ssp. globulus*.

Foto II: corteza característica de *E. globulus ssp. globulus* en estado juvenil con presencia típica de una “U” invertida.

Foto III: corteza característica de *E. urophylla* en estado juvenil.

Foto IV: corteza característica de *E. grandis* en estado juvenil.



Figura 35. Ejemplo de cortezas con heridas observadas a campo.

En la figura se observan diferentes tipos de heridas presentes en la corteza. Cabe destacar que este tipo de problema se observaba en aquellos individuos que presentaban la corteza característica de *E. globulus ssp globulus*. Donde si bien no se evaluó, se pudo constatar a campo que era bastante frecuente.

En cuanto a las hojas juveniles estas son mas similares a *E. grandis* tanto para las familias que presentan como padres a *E. grandis* x (*E. urophylla* x *E. globulus*) así como también aquellas familias cuyos parentales son *E. grandis* x *E. globulus*. La excepción a esto por un lado lo presenta la familia 4662 donde la mitad de los individuos presentan hojas similares a *E. grandis* y la otra mitad similar a *E. urophylla*, y por el otro, la familia 4784 donde la mitad se asemejan a *E. grandis* y la otra mitad es una mezcla de *E. grandis* y *E. globulus*.

En lo que se refiere a las hojas adultas, aquellas familias que tienen como padres a *E. grandis* x *E. (urophylla* x *globulus)* si bien presentaron una predominancia de *E.*





Figura 37. Ejemplo de diferentes tipos de hojas no típicas observados a campo

Las imágenes de la figura No. 37 muestran tipos de hojas que no correspondían con ninguna de las especies evaluadas ya sea por su morfología, tamaño, color o filotaxia. Cabe destacar que los individuos que presentaban algunas de estas características se encontraban en forma aislada.

#### 4.12 OBSERVACIONES

La chinche del eucalipto *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae), la misma es fitófaga y se ha visto en diferentes especies de *Eucalyptus* como ser *E.*, *camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. dunnii*, *E. grandis*, *E. globulus*, *E. viminalis*, *E. benthamii* y otras. En su estado adulto es un insecto pequeño de entre 2 y 4mm, gregario, que se alimenta succionando savia de hojas adultas; su ciclo es de entre 30 y 35 días. Las hembras pueden poner dos huevos por día, 60 en el ciclo, haciéndolo en forma agregada. La misma representa una amenaza para la producción forestal del Uruguay (González et al., 2009).

Según Noack y Rose, citados por Martínez et al. (2009), a fines de la década de 1990 se registran en Australia daños provocados por brotes epidérmicos de esta especie en eucaliptos del ornato público en la región de New South Wales. Este aumento en las poblaciones determina su dispersión a otros países y a partir del 2003 se la encuentra en

Sudáfrica (Jacob y Naser, citados por Martínez et al., 2009) y posteriormente en Argentina (Noack y Coviella, citados por Martínez et al., 2009), Uruguay y Brasil (Wilcken, citado por Martínez et al., 2009).



Figura 38. Detalle de una hoja de (*E. grandis* x *E. globulus*) con presencia de *Thaumastocoris peregrinus*

En nuestro país, originalmente y desde su detección hacia finales de 2007 se incrementó la población, con un pico de adultos en el verano de 2008 (enero a marzo) en dónde se dieron las condiciones óptimas para su proliferación (altas temperaturas y humedad media-alta). Esta fecha coincide con la realización de la etapa de campo de la presente tesis, en la cual se pudo observar in situ la magnitud del ataque de dicho insecto. Se destaca una marcada diferencia en cuanto a la cantidad de insectos presentes, la cual fue mayor en los híbridos *E. grandis* x *E. globulus* con respecto a los híbridos *E. grandis* x (*E. urophylla* x *E. globulus*).

## 5. CONCLUSIONES

1. En lo que respecta a la sobrevivencia las familias que presentaron las mayores proporciones de árboles secos más faltantes (menor sobrevivencia) son la 4655 y 4661. En contraposición las familias que tienen mayor sobrevivencia son la 4784, 4671, 4654 y 4656.

2. Para la categoría árboles normales las familias con mayor proporción de individuos con estas características son la 4656 y 4671, diferenciándose significativamente de la 4655 y 4661 las cuales presentaron las menores proporciones.

3. Existe una relación directa entre la sobrevivencia y la proporción de individuos normales. A su vez las familias con mayores proporciones para ambas características se caracterizan por tener como padre al híbrido *E. urophylla* x *globulus ssp globulus*.

4. De las cuatro familias que presentaron menor proporción de individuos bifurcados o muy ramificados, tres de ellas tienen como padre a *E. globulus ssp. globulus*. Y la que presentó mayor proporción tiene como padre a *E. urophylla* x *E.globulus*.

5. En lo que respecta a los individuos suprimidos cuando el padre es *E. urophylla* x *E. globulus ssp. globulus* la proporción de éstos es menor.

6. Son cuatro las familias que presentaron individuos quebrados y no se encontraron diferencias significativas entre ellas. De estas cuatro familias, tres tenían como madre a *E. grandis* T-1026.

7. La familia 4664 es la que presenta mayor proporción de individuos caídos con brotes múltiples, la misma a su vez no presenta diferencias significativa con la familia 4654, pero si con las restantes familias. Si bien existen siete familias que presentan esta característica la proporción estimada mas elevada no supera el 0.1 (10%).

8. Dos familias no presentaron individuos torcidos, tales familias son la 4655 y 4659. De las que si presentaron esta característica la que tiene mayor proporción es la 4784.

9. Cuatro de las diez familias estudiadas presentaron individuos con flor y a su vez los porcentajes dentro de éstas son muy bajos.

10. Las familias que presentaron mayor volumen promedio individual son las: 4656, 4661, 4662 y 4664. Estas a su vez se caracterizaron por presentar mayor DAP promedio individual.

11. Tres familias se caracterizaron por poseer individuos con crecimientos individuales sobresalientes. Tales familias son la 4661, 4662 y 4664 que presentaron DAP superiores a los 8cm y alturas cercanas a los 8m.

## **5.1 RECOMENDACIONES**

Como recomendación en función de los resultados obtenidos se debería continuar con las siguientes líneas de investigación:

1- Evaluación de aquellas familias que cuentan con los individuos que mostraron tener los mejores crecimientos tanto promedio como individual.

2- Monitoreo de la evolución del estado sanitario de aquellas familias que demostraron ser superiores.

3- Llevar a cabo una interacción genotipo x ambiente para determinar si verdaderamente las familias que se comportaron mejor en el sitio en estudio lo harán en otros.

4- Considerando que la evaluación del ensayo se realizo cuando este tenia una edad de 16 meses, realizar una nueva evaluación del mismo a futuro para conocer como se

siguen comportando las familias y si se registran cambios en las mismas tanto cuali como cuantitativos.

## 6. RESUMEN

En los últimos años se ha comenzado a trabajar en el desarrollo de híbridos en *Eucalyptus* con la intención de combinar características favorables en un mismo individuo así como también la captación de vigor híbrido. Este trabajo se basa en el estudio del comportamiento de la F1 en cruzamientos interespecíficos entre *E. grandis* x *E. globulus* ssp. *globulus* así como también en *E. grandis* x (*E. urophylla* x *E. globulus* ssp. *globulus*). Este trabajo se realizó con el objetivo de llevar a cabo una caracterización tanto cuali como cuantitativa de todos los individuos presentes en el ensayo. Dicho ensayo se encuentra compuesto por diez familias dónde seis son el resultado del cruzamiento entre *E. grandis* x *E. globulus* ssp. *globulus*, mientras que las restantes cuatro son producto del cruzamiento entre *E. grandis* x (*E. urophylla* x *E. globulus* ssp. *globulus*). Para esto se utilizaron como madre cuatro árboles elite y un clón, asimismo como padre se utilizó dos procedencias (FAMASA y Bañado Medina) y un híbrido. Para llevar a cabo el trabajo de campo se procedió a la mensura de DAP, altura y espesor de corteza de aquellos árboles considerados como normales así como también se realizó una caracterización cualitativa de todos los individuos constituyentes del ensayo. A partir de esto se establecieron ocho categorías, las cuales son: bifurcados o muy ramificados, caídos con brotes múltiples, faltantes, normales, quebrados, secos, suprimidos y torcidos. Los resultados son: que existe una relación directa entre la sobrevivencia y la proporción de individuos normales, tal proporción es mayor cuando el padre es el híbrido *E. urophylla* x *E. globulus* ssp. *globulus*, a su vez cuando se utiliza este padre aumenta la proporción de individuos bifurcados o muy ramificados y disminuye la proporción de individuos suprimidos. Solo se encontraron cuatro familias con individuos quebrados, tres de las cuales se caracterizan por tener como madre a *E. grandis* elite T-1026. Siete familias presentaron individuos caídos con brotes múltiples, pero la proporción estimada mas elevada no supera el 0.1 (10%). Solo dos familias no presentaron individuos torcidos, las mismas se caracterizan por tener como madre a *E. grandis* elite T-1027. También se observó la presencia de individuos con flor en cuatro familias, a su vez el porcentaje de individuos florecidos fue muy bajo. De las cuatro familias que presentaron mayor volumen promedio individual, tres de ellas tienen como madre a *E. grandis* T-1026, y a su vez estas tres familias cuentan con los individuos que presentan mayor volumen individual.

Palabras clave: *Eucalyptus grandis*; *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*; *Eucalyptus urophylla*; Híbridos interespecíficos; Cruzamientos controlados; Estudio de la F1.

## 7. SUMMARY

In the last few years there has been some research in the development of *Eucalyptus* hybrids in order to combine the favourable characteristics in the same individual and capture the hybrid vigour at the same time. This work is based on the study of the performance of the F1 in inter specific crossings between *E. grandis* and *E. globulus ssp. globulus* as well as between *E. grandis* and (*E. urophylla* x *E. globulus ssp. globulus*). It has been carried out aiming to get a characterization both in quality and quantity of all the individuals involved in the experiment. This consists of ten families: six of which are the result of a crossing between *E. grandis* and *E. globulus ssp. globulus* while the other four come from a crossing of *E. grandis* and (*E. urophylla* x *E. globulus ssp. globulus*). For this purpose four elite trees and a clone have been used as mothers and two sources, FAMASA and Bañado Medina and a hybrid as fathers. The work on the site involved measuring the DAP, height and thickness of the bark of those trees considered to be average and also doing a quality characterization of all the individuals in the trial. Based on these facts eight categories were set which are: forked or very ramified, fallen with multiple sprouts, missing, normal, broken, dry, suppressed and twisted. The results are: there is a direct relation between their survival and the proportion of normal individuals, being such proportion bigger when the father is the hybrid *E. urophylla* x *E. globulus ssp. globulus*. Also when this father is used the proportion of forked or very ramified individuals increases while the proportion of suppressed individuals goes down. Only four families with broken individuals were found, three of which are characterized for having an *E. grandis* elite T-1026 as mother. Seven families presented fallen individuals with multiple sprouts but the highest estimated proportion does not exceed 0.1 (10%). Only two families did not present twisted individuals, both of which had an *E. grandis* elite T-1027 mother. In addition, flowering individuals were found in four families, the percentage of flowering individuals being very low. Three out of the four families presenting the highest volume average have an *E. grandis* T-1026 mother, and the trees with the highest individual volumes are members of these three families.

Key words: *Eucalyptus grandis*; *Eucalyptus globulus ssp globulus*; *Eucalyptus urophylla*; Interspecific hybrids; Controlled crossing; Study of the F1.

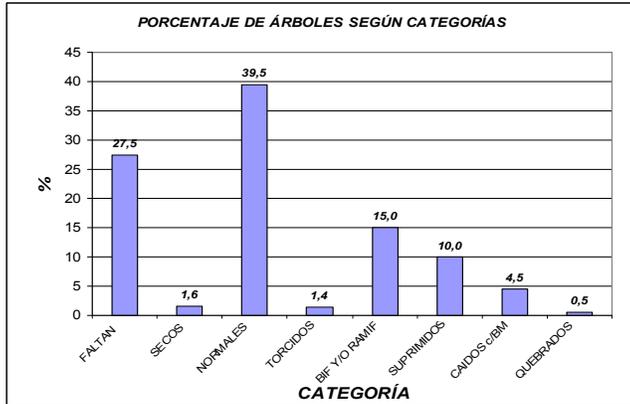
## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. BOLAND, D.J.; BROKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINIG, D.A.; MCDONALD, M.W.; TURNER, J.D. 2006. Forest trees of Australia. 5th. ed. Canberra, Australia, CSIRO. 736 p.
2. BRUSSA, C.A. 1994. Eucalyptus; especies de cultivo más frecuentes en Uruguay y regiones de clima templado. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 328 p.
3. CASSIM, T.; STANGER, T.; JOHNSON, S. 2004. Comparison of three controlled pollination techniques in *Eucalyptus* (symphyomyrtus). In: International IUFRO Conference of the WP2.08.03 on Silviculture and Improvement of Eucalyptus (2004, Aveiro, Portugal).Proceedings. s.n.t. s.p.
4. DURÁN, A; GARCÍA, F. 2007. Suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. v.1, 334 p.
5. FAO. 1981. El Eucalipto en la repoblación forestal; síntesis mundial. Roma. 765 p.
6. FAO. 1992. Boletín de recursos genéticos forestales; síntesis mundial. Roma. 91 p. (Estudio FAO Montes no. 19).
7. GONZÁLEZ, A.; SAVORNIN, P.; AMARAL, L.; ALGORTA, G. 2009. Monitoreo continuo de *Thaumastocoris peregrinus*. In: Jornada Técnica INIA Protección Forestal (2009, INIA Las Brujas). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 37- 49 (Serie Técnica no. 567)
8. HARBARD, J. L.; GRIFFIN, A. R.; ESPEJO, J.1999. Más controlled pollination of *Eucalyptus globulus*; a practical reality. Canadian Journal of Forest Research. 29 (10): 1457-1463. Tomado de: CAB Abstracts 1990 en línea.
9. HARRAND, L.; SCHENONE, R. 2002a. Obtención de individuos híbridos de Eucalyptus a través de la realización de Cruzamientos Controlados. In: Jornadas Forestales de Entre Ríos (17º, 2002, Concordia). Memorias. Concordia, INTA. pp. 1-10.
10. \_\_\_\_\_.2002b. La utilización de híbridos interespecíficos como alternativa forestal. In: Jornadas Forestales de Entre Ríos (17º, 2002, Concordia). Memorias. Concordia, INTA. pp. 165-168.
11. MARCO, M.A.; HARRAND, L. 2001.El mejoramiento genético forestal y su aporte al desarrollo del sector forestal. SAGPyA Forestal. no. 19: 16-19.

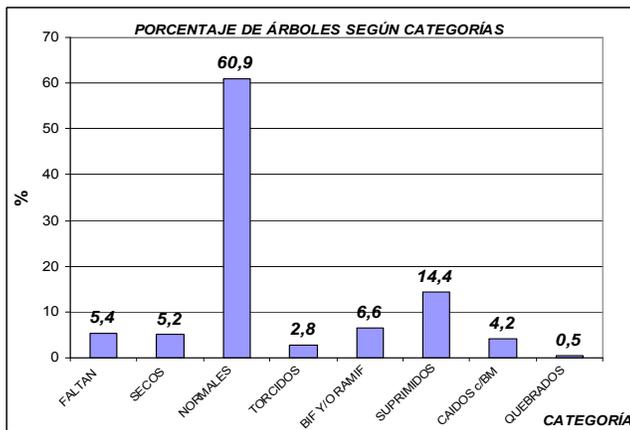
12. MARTÍNEZ, G.; NUÑEZ, P.; GONZÁLEZ, W.; RODRIGUEZ, F., GOMEZ, M. 2009. Distribución vertical de la chinche del eucalyptus *Thaumastocoris peregrinus* carpintero y de llappe 2006 (HEMIPTERA; thaumastocoridae); resultados preliminares. In: Jornada Técnica INIA Protección Forestal (2009, Las Brujas). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 31- 35 (Serie Técnica no. 567).
13. SAS INSTITUTE. 1985. SAS/STAT Guide for personal computer. 6th. ed. Cary, NC. 373 p.
14. URUGUAY. COMISIÓN DE INVERSIONES Y DESARROLLO ECONÓMICO (CIDE). SECTOR AGROPECUARIO. 1963. Estudio económico del Uruguay, evolución del sector agrícola; los suelos del Uruguay, su uso y manejo. Montevideo. 68 p.
15. \_\_\_\_\_. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL. 2007. Estadísticas. Montevideo. Consultado 7 ene. 2009. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>.
16. WILLIAMS, D.R.; POTTS, B.M.; BLACK, P.G. 1999 Testing single visit pollination procedures for *Eucalyptus globulus* and *E. nitens*. Australian Forestry. 62(4). 346-352.
17. ZOBEL, B.; TALBERT, J. 1992 Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México, Limusa. 545 p.

## 9. ANEXOS

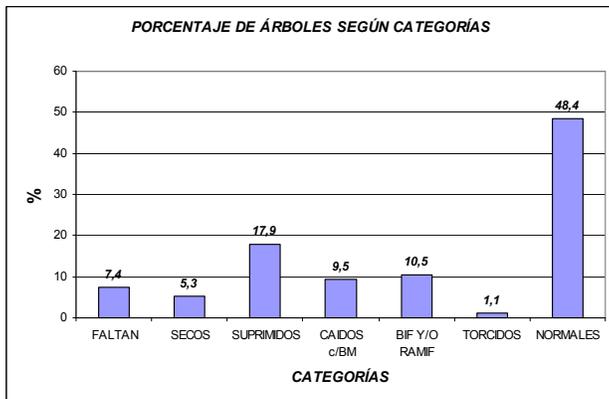
### ANEXO No. 1. Caracterización de cada una de las familias según categoría



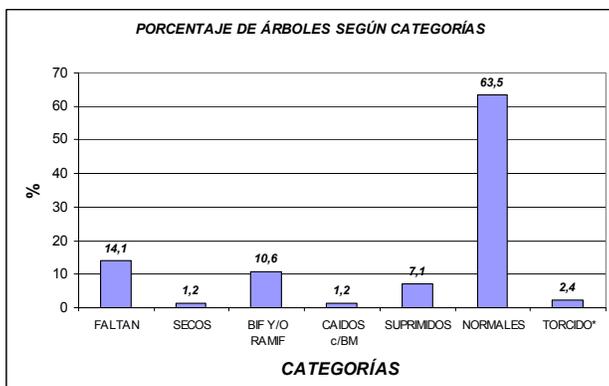
<b>FAMILIA 4662</b>		<b>%</b>
<b>FALTAN</b>	426	27,5
<b>SECOS</b>	25	1,6
<b>NORMALES</b>	613	39,5
<b>TORCIDOS</b>	22	1,4
<b>BIF Y/O RAMIF</b>	233	15,0
<b>SUPRIMIDOS</b>	155	10,0
<b>CAIDOS c/BM</b>	69	4,5
<b>QUEBRADOS</b>	7	0,5
<b>TOTAL</b>	1550	100



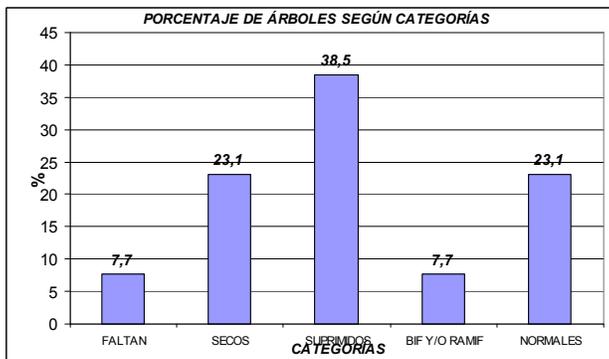
<b>FAMILIA 4671</b>		<b>%</b>
<b>FALTAN</b>	23	5,4
<b>SECOS</b>	22	5,2
<b>NORMALES</b>	259	60,9
<b>TORCIDOS</b>	12	2,8
<b>BIF Y/O RAMIF</b>	28	6,6
<b>SUPRIMIDOS</b>	61	14,4
<b>CAIDOS c/BM</b>	18	4,2
<b>QUEBRADOS</b>	2	0,5
<b>TOTAL</b>	425	100



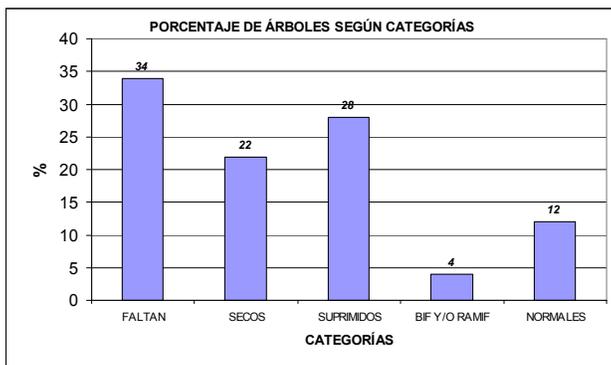
<b>FAMILIA 4654</b>		<b>%</b>
<b>FALTAN</b>	7	7,4
<b>SECOS</b>	5	5,3
<b>SUPRIMIDOS</b>	17	17,9
<b>CAIDOS c/BM</b>	9	9,5
<b>BIF Y/O RAMIF</b>	10	10,5
<b>TORCIDOS</b>	1	1,1
<b>NORMALES</b>	46	48,4
<b>TOTAL</b>	95	100



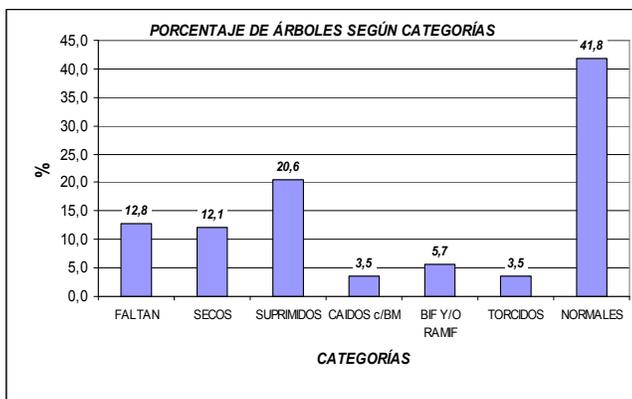
<b>FAMILIA 4656</b>		<b>%</b>
<b>FALTAN</b>	12	14,1
<b>SECOS</b>	1	1,2
<b>BIF Y/O RAMIF</b>	9	10,6
<b>CAIDOS c/BM</b>	1	1,2
<b>SUPRIMIDOS</b>	6	7,1
<b>NORMALES</b>	54	63,5
<b>TORCIDO*</b>	2	2,4
<b>TOTAL</b>	85	100



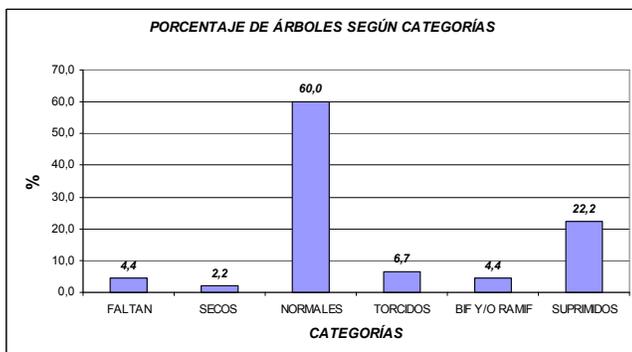
<b>FAMILIA 4659</b>		<b>%</b>
<b>FALTAN</b>	1	7,7
<b>SECOS</b>	3	23,1
<b>SUPRIMIDOS</b>	5	38,5
<b>BIF Y/O RAMIF</b>	1	7,7
<b>NORMALES</b>	3	23,1
<b>TORCIDOS</b>		0,0
<b>CAIDOS c/BM</b>	0	0
<b>TOTAL</b>	13	100



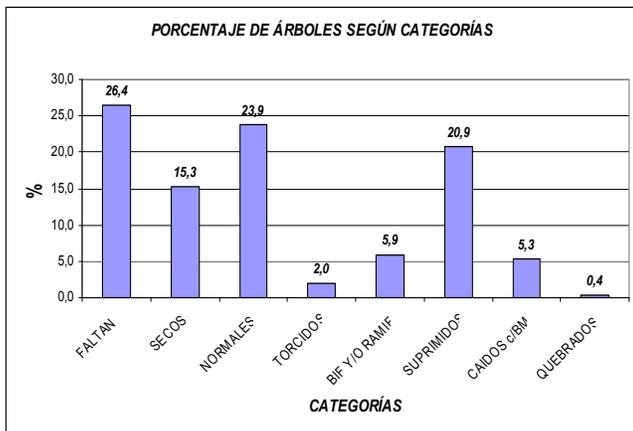
<b>FAMILIA 4655</b>	<b>%</b>	
<b>FALTAN</b>	17	34
<b>SECOS</b>	11	22
<b>SUPRIMIDOS</b>	14	28
<b>BIF Y/O RAMIF</b>	2	4
<b>NORMALES</b>	6	12
<b>TORCIDOS</b>		0
<b>CAIDOS c/BM</b>	0	0
<b>TOTAL</b>	50	100



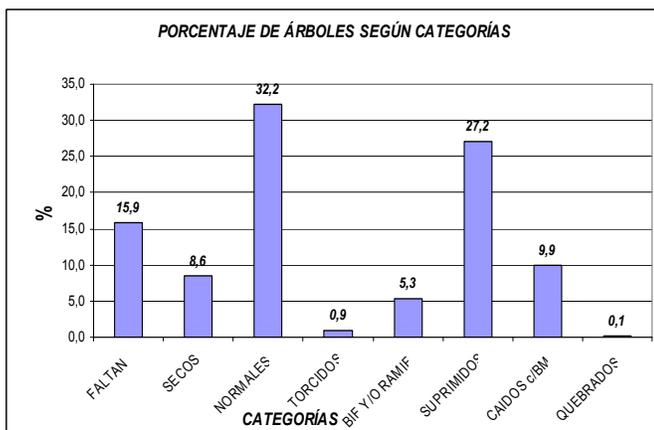
<b>FAMILIA 4672</b>	<b>%</b>	
<b>FALTAN</b>	18	12,8
<b>SECOS</b>	17	12,1
<b>SUPRIMIDOS</b>	29	20,6
<b>CAIDOS c/BM</b>	5	3,5
<b>BIF Y/O RAMIF</b>	8	5,7
<b>TORCIDOS</b>	5	3,5
<b>NORMALES</b>	59	41,8
<b>TOTAL</b>	141	100



<b>FAMILIA 4784</b>	<b>%</b>	
<b>FALTAN</b>	2	4,4
<b>SECOS</b>	1	2,2
<b>NORMALES</b>	27	60,0
<b>TORCIDOS</b>	3	6,7
<b>BIF Y/O RAMIF</b>	2	4,4
<b>SUPRIMIDOS</b>	10	22,2
<b>CAIDOS c/BM</b>	0	0,0
<b>TOTAL</b>	45	100



<b>FAMILIA 4661</b>		<b>%</b>
<b>FALTAN</b>	185	26,4
<b>SECOS</b>	107	15,3
<b>NORMALES</b>	167	23,9
<b>TORCIDOS</b>	14	2,0
<b>BIF Y/O RAMIF</b>	41	5,9
<b>SUPRIMIDOS</b>	146	20,9
<b>CAIDOS c/BM</b>	37	5,3
<b>QUEBRADOS</b>	3	0,4
<b>TOTAL</b>	700	100



<b>FAMILIA 4664</b>		<b>%</b>
<b>FALTAN</b>	215	15,9
<b>SECOS</b>	116	8,6
<b>NORMALES</b>	436	32,2
<b>TORCIDOS</b>	12	0,9
<b>BIF Y/O RAMIF</b>	72	5,3
<b>SUPRIMIDOS</b>	368	27,2
<b>CAIDOS c/BM</b>	134	9,9
<b>QUEBRADOS</b>	2	0,1
<b>TOTAL</b>	1355	100

## ANEXO No. 2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

The SAS System

The GENMOD Procedure

Model Information

Data Set	WORK.FAMILIAS
Distribution	Binomial
Link Function	Logit
Response Variable (Events)	nro_sec_falt
Response Variable (Trials)	Nro_total

Number of Observations Read	10
Number of Observations Used	10
Number of Events	1214
Number of Trials	4459

Class Level Information

Class	Levels	Values
-------	--------	--------

### ÁRBOLES SECOS MÁS ÁRBOLES FALTANTES

FAMILIA	10	4654	4655	4656	4659	4661	4662	4664	4671	4672	4784
---------	----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Criteria For Assessing Goodness Of Fit

Criterion	DF	Value	Value/DF
Deviance	0	0.0000	.
Scaled Deviance	0	0.0000	.
Pearson Chi-Square	0	0.0000	.
Scaled Pearson X2	0	0.0000	.
Log Likelihood		-2511.8785	

Algorithm converged.

LR Statistics For Type 3 Analysis

Source	Chi- DF	Square	Pr > ChiSq
FAMILIA	9	197.66	<.0001

The SAS System

----- Effect=FAMILIA Method=LRT\_Chi(P<0.05) Set=1 -----  
-----

FAMILIA	Estimate	STDERR_ Std Err	Alpha	STDERR_ IZQ	DER	p_LI	Letter p_LS	Group
4655	0.5600	0.0697	0.05	0.07093	0.06856	0.42135	0.68988	A
4661	0.4171	0.0186	0.05	0.01851	0.01875	0.38113	0.45406	A
4659	0.3077	0.1259	0.05	0.11175	0.14000	0.12039	0.59070	ABCD
4662	0.2910	0.0115	0.05	0.01140	0.01167	0.26888	0.31409	B
4672	0.2482	0.0364	0.05	0.03457	0.03813	0.18389	0.32607	BC
4664	0.2443	0.0117	0.05	0.01148	0.01186	0.22213	0.26788	C
4656	0.1529	0.0392	0.05	0.03510	0.04324	0.09093	0.24581	CDE
4654	0.1263	0.0343	0.05	0.03034	0.03819	0.07315	0.20939	DE
4671	0.1059	0.0150	0.05	0.01402	0.01588	0.07999	0.13889	E
4784	0.0667	0.0386	0.05	0.02886	0.04825	0.02166	0.18728	E

**ÁRBOLES SUPRIMIDOS**

-----

FAMILIA 10 4654 4655 4656 4659 4661 4662 4664 4671 4672 4784

LR Statistics For Type 3 Analysis

Source	Chi-DF	Square	Pr > ChiSq
FAMILIA	9	169.81	<.0001

Suprimidos

----- Effect=FAMILIA Method=LRT\_Chi(P<0.05) Set=1 -----  
-----

FAMILIA	Estimate	STDERR_Std Err	Alpha	STDERR_IZQ	DER	Letter p_LI	p_LS	Group
4659	0.3846	0.1319	0.05	0.12348	0.14038	0.16976	0.65641	AB
4655	0.2800	0.0633	0.05	0.05893	0.06763	0.17339	0.41894	AB
4664	0.2716	0.0121	0.05	0.01191	0.01225	0.24856	0.29590	A
4784	0.2222	0.0619	0.05	0.05582	0.06802	0.12395	0.36587	ABC
4661	0.2086	0.0154	0.05	0.01494	0.01577	0.18007	0.24027	B
4672	0.2057	0.0340	0.05	0.03196	0.03612	0.14684	0.28033	ABC
4654	0.1789	0.0394	0.05	0.03602	0.04274	0.11424	0.26916	ABC
4671	0.1435	0.0170	0.05	0.01618	0.01786	0.11330	0.18018	CD
4662	0.1000	0.0076	0.05	0.00737	0.00788	0.08602	0.11596	E
4656	0.0706	0.0283	0.05	0.02321	0.03335	0.03206	0.14834	DE

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## ÁRBOLES BIFURCADOS O MUY RAMIFICADOS

-----

FAMILIA      10   4654 4655 4656 4659 4661 4662 4664 4671 4672 4784

### LR Statistics For Type 3 Analysis

Source	Chi- DF	Square	Pr > ChiSq
FAMILIA	9	103.14	<.0001

Bifurcados o muy ramificados

----- Effect=FAMILIA   Method=LRT\_Chi(P<0.05)   Set=1 -----  
-----

FAMILIA	Estimate	STDERR_ Std Err	Alpha	STDERR_ IZQ	DER	Letter p_LI	p_LS	Group
4662	0.1503	0.0091	0.05	0.008854	0.00930	0.13338	0.16899	A
4656	0.1059	0.0337	0.05	0.029039	0.03830	0.05602	0.19115	AB
4654	0.1053	0.0317	0.05	0.027589	0.03589	0.05758	0.18470	AB
4659	0.0769	0.0812	0.05	0.048334	0.11399	0.01072	0.39057	ABC
4671	0.0659	0.0121	0.05	0.011059	0.01310	0.04587	0.09377	BC
4661	0.0586	0.0089	0.05	0.008270	0.00953	0.04341	0.07859	BC
4672	0.0567	0.0198	0.05	0.016618	0.02293	0.02863	0.10935	BC
4664	0.0531	0.0061	0.05	0.005774	0.00643	0.04238	0.06643	C
4784	0.0444	0.0327	0.05	0.022379	0.04304	0.01114	0.16107	ABC
4655	0.0400	0.0296	0.05	0.020155	0.03897	0.01003	0.14634	BC

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

**ÁRBOLES NORMALES**

-----  
 The GENMOD Procedure

FAMILIA 10 4654 4655 4656 4659 4661 4662 4664 4671 4672 4784

LR Statistics For Type 3 Analysis

Source	Chi-DF	Square	Pr > ChiSq
FAMILIA	9	230.70	<.0001

Normales

----- Effect=FAMILIA Method=LRT\_Chi(P<0.05) Set=1 -----  
 -----

FAMILIA	Estimate	STDERR_Std Err	Alpha	STDERR_IZQ	DER	Letter p_LI	p_LS	Group
4656	0.6353	0.0520	0.05	0.053617	0.05046	0.52831	0.73040	A
4671	0.6094	0.0236	0.05	0.023906	0.02339	0.56217	0.65469	A
4784	0.6000	0.0725	0.05	0.074728	0.07035	0.45241	0.73142	AB
4654	0.4842	0.0511	0.05	0.050929	0.05126	0.38567	0.58400	BC
4672	0.4184	0.0415	0.05	0.040875	0.04203	0.33989	0.50135	C
4662	0.3955	0.0124	0.05	0.012350	0.01248	0.37142	0.42007	C
4664	0.3218	0.0127	0.05	0.012557	0.01282	0.29742	0.34713	D
4661	0.2386	0.0161	0.05	0.015734	0.01648	0.20844	0.27156	E
4659	0.2308	0.1162	0.05	0.096329	0.13610	0.07627	0.52155	CDE
4655	0.1200	0.0465	0.05	0.038910	0.05404	0.05492	0.24242	E

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

# ÁRBOLES CAÍDOS CON BROTES MÚLTIPLES

The GENMOD Procedure

FAMILIA 7 4654 4656 4661 4662 4664 4671 4672

LR Statistics For Type 3 Analysis

Source	Chi-DF	Square	Pr > ChiSq
FAMILIA	6	49.26	<.0001

Caidos con brotes múltiples

----- Effect=FAMILIA Method=LRT\_Chi(P<0.05) Set=1 -----  
-----

FAMILIA	Estimate	STDERR_Std Err	Alpha	STDERR_IZQ	DER	Letter_p_LI	p_LS	Group
4664	0.0989	0.0081	0.05	0.007819	0.008411	0.084096	0.11596	A
4654	0.0947	0.0303	0.05	0.026077	0.034606	0.050031	0.17215	AB
4661	0.0529	0.0085	0.05	0.007846	0.009124	0.038533	0.07211	BC
4662	0.0445	0.0052	0.05	0.004954	0.005542	0.035306	0.05599	C
4671	0.0424	0.0098	0.05	0.008761	0.010920	0.026844	0.06621	C
4672	0.0355	0.0160	0.05	0.012675	0.019331	0.014837	0.08236	BC
4656	0.0118	0.0136	0.05	0.007430	0.019762	0.001655	0.07877	C

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

**ÁRBOLES TORCIDOS**

-----  
 The GENMOD Procedure

FAMILIA        8   4654 4656 4661 4662 4664 4671 4672 4784

LR Statistics For Type 3 Analysis

Source	Chi- DF	Square	Pr > ChiSq
FAMILIA	7	16.64	0.0199

Torcidos

----- Effect=FAMILIA Method=LRT\_Chi(P<0.05) Set=1 -----  
 -----

FAMILIA	Estimate	STDERR_ Std Err	Alpha	STDERR_ IZQ	DER	Letter p_LI	p_LS	Group
4784	0.0667	0.0386	0.05	0.028858	0.048253	0.021661	0.18728	A
4672	0.0355	0.0160	0.05	0.012675	0.019331	0.014837	0.08236	AB
4671	0.0282	0.0081	0.05	0.007016	0.009246	0.016103	0.04905	AB
4656	0.0235	0.0177	0.05	0.011886	0.023441	0.005892	0.08922	ABC
4661	0.0200	0.0053	0.05	0.004659	0.006037	0.011880	0.03348	AB
4662	0.0142	0.0030	0.05	0.002711	0.003340	0.009363	0.02146	BC
4654	0.0105	0.0122	0.05	0.006649	0.017724	0.001481	0.07090	ABC
4664	0.0089	0.0026	0.05	0.002214	0.002944	0.005036	0.01553	C

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

**ÁRBOLES QUEBRADOS**

-----  
 FAMILIA 4 4661 4662 4664 4671

LR Statistics For Type 3 Analysis

Source	Chi-DF	Square	Pr > ChiSq	
FAMILIA	3	2.73	0.4349	NO

SIGNIFICATIVO

Quebrados

----- Effect=FAMILIA Method=LRT\_Chi(P<0.05) Set=1 -----  
 -----

FAMILIA	Estimate	Std Err	Alpha	STDERR_IZQ	STDERR_DER	p_LI	Letter
p_LS	Group						
4671	0.0047	0.0036	0.05	.002383882	.004807955	.001177244	0.018614 A
4662	0.0045	0.0017	0.05	.001419669	.002066263	.002154480	0.009442 A
4661	0.0043	0.0026	0.05	.001878235	.003332381	.001382896	0.013201 A
4664	0.0015	0.0011	0.05	.000748073	.001514534	.000369179	0.005882 A

**ANEXO No. 3. Volumen aparente, altura, DAP y espesor de corteza de árboles normales según familia**

**Familia 4654**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
59	6,4	0,2	7,7	0,0248
82	6,1	0,35	6,4	0,0187
20	6	0,2	7,9	0,0223
9	5,8	0,25	6,9	0,0182
14	5,8	0,25	6,5	0,0172
94	5,8	0,1	6,8	0,0180
17	5,6	0,2	6,9	0,0170
7	5,5	0,3	6,4	0,0152
10	5,5	0,15	6,1	0,0145
21	5,4	0,25	6,9	0,0158
12	5,3	0,25	6	0,0132
18	5,2	0,2	6,1	0,0129
30	5,2	0,25	6,4	0,0136
5	5,1	0,25	6,2	0,0127
16	5,1	0,2	7	0,0143
6	5	0,25	6,6	0,0130
15	5	0,25	6,9	0,0135
33	5	0,2	6,5	0,0128
50	5	0,2	6,3	0,0124
53	5	0,15	6,7	0,0131
26	4,9	0,2	6,8	0,0128
24	4,8	0,25	6	0,0109
34	4,8	0,2	7	0,0127
42	4,8	0,2	5,9	0,0107
48	4,8	0,1	6,6	0,0119
52	4,8	0,25	6,9	0,0125
55	4,8	0,2	7	0,0127
11	4,6	0,15	5,1	0,0085
23	4,5	0,2	5,8	0,0092
31	4,5	0,25	6	0,0095
28	4,4	0,2	6	0,0091
73	4,4	0,25	5,8	0,0088
63	4,3	0,2	5,9	0,0086
46	4,2	0,25	6,6	0,0091
36	4,1	0,2	6,5	0,0086
45	4,1	0,2	5,8	0,0077
74	4,1	0,2	5,8	0,0077
80	4,1	0,15	5,9	0,0078
25	4	0,25	5,9	0,0074

54	4	0,1	5,8	0,0073
51	3,9	0,2	6	0,0072
56	3,8	0,2	6	0,0068
64	3,8	0,1	5,4	0,0061
85	3,8	0,1	5,4	0,0061
3	3,3	0,25	5,2	0,0044
72	2,9	0,2	5,6	0,0037

### Familia 4655

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
31	6,5	0,5	5,5	0,018
44	6	0,3	5,5	0,016
4	5,8	0,3	5,5	0,015
37	5,7	0,25	5,3	0,014
19	5,6	0,3	5,1	0,013
45	4,5	0,25	5	0,008

### Familia 4656

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
74	7,1	0,25	6,3	0,0249
49	6,8	0,2	7	0,0254
7	6,7	0,3	5,6	0,0197
27	6,6	0,2	5,6	0,0191
58	6,5	0,15	7,5	0,0249
60	6,5	0,1	6,3	0,0209
39	6,4	0,3	7	0,0225
13	6,3	0,25	6,2	0,0193
73	6,3	0,25	6,9	0,0215
2	6,2	0,3	4,9	0,0148
15	6,2	0,2	6,2	0,0187
40	6,2	0,2	6	0,0181
56	6,2	0,2	6,7	0,0202
64	6,2	0,15	7	0,0211
29	6,1	0,2	6,2	0,0181
55	6,1	0,25	6,7	0,0196
12	6	0,3	6,5	0,0184
47	6	0,2	7,3	0,0206
48	6	0,25	6,9	0,0195
54	6	0,15	5,8	0,0164
77	6	0,1	6,6	0,0187
76	5,9	0,25	6,3	0,0172
11	5,8	0,15	6,2	0,0164

38	5,8	0,2	5,7	0,0151
14	5,7	0,25	6,3	0,0161
65	5,7	0,1	6	0,0153
9	5,6	0,2	5,8	0,0143
59	5,6	0,1	6,7	0,0165
67	5,6	0,15	7	0,0172
36	5,5	0,25	5,8	0,0138
43	5,5	0,3	5,8	0,0138
69	5,5	0,2	6,9	0,0164
10	5,4	0,25	5,6	0,0128
63	5,4	0,2	6,5	0,0149
52	5,3	0,3	6	0,0132
26	5,2	0,3	6	0,0127
45	5,2	0,15	6	0,0127
71	5,2	0,25	5,1	0,0108
5	5,1	0,1	5,8	0,0118
46	5,1	0,2	6	0,0123
70	5,1	0,15	5,3	0,0108
78	5	0,05	5,1	0,0100
80	5	0,2	5,8	0,0114
35	4,8	0,15	5,1	0,0092
62	4,8	0,2	6,5	0,0118
20	4,6	0,2	4,73	0,0079
34	4,6	0,2	5,4	0,0090
81	4,4	0,12	5,65	0,0086
23	4,2	0,2	5,2	0,0072
57	4,2	0,15	5,7	0,0079
42	4	0,2	5	0,0063
17	3,9	0,15	5,5	0,0066
3	3,7	0,2	4,7	0,0051
8	3,2	0,1	4,8	0,0039

### Familia 4659

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
6	4,6	0,3	5,35	0,0089
13	3,9	0,2	4,35	0,0052
9	3,8	0,3	4,5	0,0051

**Familia 4661 (bloque 1)**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
117	8,6	0,7	7,6	0,0441
8	8	0,35	7	0,0352
93	7,5	0,5	7,3	0,0322
70	7,4	0,35	6,8	0,0292
83	7,2	0,4	7,6	0,0309
51	7	0,5	6,8	0,0262
62	7	0,45	5,7	0,0219
80	6,9	0,35	6,9	0,0258
33	6,8	0,45	5,5	0,0200
97	6,8	0,5	6,2	0,0225
101	6,7	0,45	7,2	0,0254
27	6,6	0,3	5,1	0,0174
3	6,5	0,3	6,4	0,0212
41	6,5	0,4	6,5	0,0216
76	6,5	0,35	7,1	0,0235
89	6,5	0,4	7,5	0,0249
107	6,5	0,45	6,6	0,0219
22	6,4	0,35	5,8	0,0186
36	6,2	0,45	6,3	0,0190
52	6,1	0,4	5,8	0,0169
121	6,1	0,55	7,3	0,0213
63	6	0,4	6,4	0,0181
86	5,6	0,4	7,4	0,0182
48	5,4	0,4	4,5	0,0103
66	5,4	0,5	6,1	0,0140
32	5,3	0,3	5,4	0,0119
19	5,2	0,3	5	0,0106
44	5,1	0,5	5,7	0,0116
14	5	0,3	4,6	0,0090
72	4,9	0,25	5,3	0,0100
124	4,8	0,5	6,35	0,0115
109	4,5	0,35	5,2	0,0083
43	4,4	0,45	4,8	0,0073
42	4,1	0,25	5,6	0,0074
103	4	0,35	4,8	0,0060
34	3,8	0,4	4,7	0,0053
6	3,5	0,25	3,65	0,0035
56	3,5	0,3	3,5	0,0034
1	3	0,1	3,6	0,0025
2	2,8	0,15	4,7	0,0029
59	2,2	0,2	4	0,0015

**Familia 4661 (bloque 2)**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
196	7,6	0,45	8	0,0363
102	7,4	0,4	8	0,0344
107	7,4	0,5	7,6	0,0327
125	7,4	0,45	7,4	0,0318
203	7,3	0,4	7,4	0,0310
47	7,2	0,5	6,9	0,0281
161	6,9	0,4	7,7	0,0288
12	6,8	0,4	7,5	0,0272
164	6,8	0,45	7,8	0,0283
96	6,6	0,45	6,4	0,0219
193	6,6	0,3	7,6	0,0260
72	6,4	0,4	7,4	0,0238
112	6,4	0,4	6,8	0,0219
55	6,2	0,4	5,8	0,0175
177	6,1	0,4	6,6	0,0193
103	5,9	0,35	7,4	0,0202
186	5,9	0,3	6,8	0,0186
83	5,8	0,4	5,7	0,0151
212	5,8	0,35	6,4	0,0169
116	5,7	0,3	6,6	0,0168
69	5,6	0,35	5,7	0,0140
199	5,6	0,35	6,7	0,0165
73	5,5	0,4	6,1	0,0145
88	5,5	0,5	5,7	0,0135
71	5,4	0,45	6	0,0137
152	5,4	0,4	6,7	0,0153
201	5,3	0,35	6,7	0,0148
33	5,2	0,4	6,8	0,0144
6	5	0,45	6,2	0,0122
142	5	0,35	6	0,0118
185	5	0,3	5,7	0,0112
68	4,9	0,4	5,3	0,0100
39	4,8	0,5	5,4	0,0098
41	4,7	0,3	6,6	0,0114
115	4,6	0,25	5,8	0,0096
154	4,4	0,4	6,2	0,0094
215	3,9	0,3	5,6	0,0067
143	3,8	0,25	5,3	0,0060
56	3,6	0,4	4,9	0,0050
202	3,4	0,5	5,4	0,0049
76	3,3	0,25	5	0,0043

114	3,3	0,25	4,4	0,0038
108	2,9	0,2	5,7	0,0038
173	2,9	0,2	5,1	0,0034

### Familia 4661 (bloque 3)

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
263	8,9	0,55	7,9	0,0491
125	8	0,4	6,9	0,0347
50	7,6	0,5	6,7	0,0304
24	7,4	0,5	7,2	0,0310
45	7,4	0,45	6,6	0,0284
101	7,3	0,3	6,8	0,0284
164	7,2	0,35	7,4	0,0301
272	7,2	0,35	6,8	0,0277
299	6,9	0,45	6,6	0,0247
308	6,8	0,35	6,7	0,0243
347	6,8	0,3	6,4	0,0232
163	6,7	0,25	7,2	0,0254
322	6,6	0,3	6,6	0,0226
37	6,5	0,3	6,5	0,0216
189	6,5	0,4	6,1	0,0202
227	6,5	0,3	5,9	0,0196
332	6,5	0,35	6,4	0,0212
239	6,4	0,5	5,7	0,0183
250	6,3	0,4	5,9	0,0184
197	6,2	0,4	5,9	0,0178
218	6,2	0,2	6,4	0,0193
232	6,2	0,35	5,9	0,0178
302	6,2	0,3	6	0,0181
28	6	0,45	7,4	0,0209
51	6	0,4	6,5	0,0184
235	6	0,35	6,6	0,0187
237	6	0,35	6,5	0,0184
321	6	0,3	6	0,0170
346	6	0,25	5,9	0,0167
128	5,9	0,35	6,4	0,0175
137	5,8	0,45	5,6	0,0148
253	5,8	0,3	5,9	0,0156
35	5,7	0,3	5,4	0,0138
258	5,7	0,35	5,7	0,0145
309	5,7	0,4	6,1	0,0156
73	5,6	0,3	4,6	0,0113

132	5,6	0,4	5,4	0,0133
200	5,6	0,25	6	0,0148
219	5,6	0,2	5,7	0,0140
61	5,5	0,35	5,4	0,0128
79	5,5	0,2	5,4	0,0128
94	5,5	0,4	5,7	0,0135
119	5,5	0,1	5,8	0,0138
199	5,5	0,4	5	0,0119
318	5,5	0,4	6	0,0142
78	5,4	0,25	5,7	0,0130
194	5,4	0,3	6	0,0137
290	5,3	0,25	5,8	0,0128
47	5,2	0,35	5,6	0,0119
123	5,2	0,35	5,3	0,0112
30	5,1	0,4	6,1	0,0125
166	5,1	0,4	4,8	0,0098
96	5	0,3	5	0,0098
216	5	0,35	5,6	0,0110
294	5	0,3	4,9	0,0096
115	4,9	0,25	5,6	0,0106
36	4,8	0,3	5,8	0,0105
191	4,8	0,4	5,3	0,0096
224	4,8	0,2	5,1	0,0092
274	4,6	0,45	4,3	0,0071
341	4,6	0,25	5,2	0,0086
39	4,5	0,2	5,9	0,0094
85	4,5	0,25	5,3	0,0084
102	4,5	0,3	5,4	0,0086
310	4,5	0,2	5,4	0,0086
329	4,5	0,3	4,7	0,0075
138	4,3	0,35	4,8	0,0070
159	4,3	0,35	4,8	0,0070
225	4,3	0,25	5,5	0,0080
331	4,3	0,3	5,1	0,0074
5	4	0,4	4,9	0,0062
69	4	0,3	4,5	0,0057
169	4	0,5	4,2	0,0053
188	3,9	0,3	5,3	0,0063
226	3,8	0,2	5,4	0,0061
93	3,7	0,2	4,8	0,0052
64	3,6	0,4	4,3	0,0044
236	3,5	0,1	5	0,0048
212	3,4	0,3	4,7	0,0043
234	3,4	0,3	5,2	0,0047

7	3,3	0,3	4,3	0,0037
185	3,2	0,2	4,4	0,0035

**Familia 4662 (bloque 1)**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
37	8,3	0,5	7,6	0,0409
41	8,3	0,45	7,3	0,0393
57	8,3	0,5	6,7	0,0361
62	7,6	0,4	7	0,0316
94	7,3	0,4	6,9	0,0286
61	7,2	0,45	6,9	0,0278
65	7,0	0,5	6,9	0,0266
79	7,0	0,4	7,4	0,0285
17	6,8	0,3	6,7	0,0247
50	6,8	0,35	7,5	0,0276
112	6,7	0,5	6,5	0,0228
7	6,4	0,4	7,5	0,0239
23	6,4	0,45	5,9	0,0188
33	6,4	0,3	6,3	0,0201
42	6,4	0,4	7,3	0,0232
75	6,4	0,4	6,2	0,0197
80	6,4	0,4	7,4	0,0236
86	6,4	0,4	6,5	0,0207
102	6,4	0,3	6,7	0,0213
104	6,4	0,3	6,7	0,0213
8	6,1	0,3	6,7	0,0197
52	6,1	0,35	7	0,0201
70	6,1	0,3	5,8	0,0167
71	6,1	0,25	5,5	0,0158
73	6,1	0,35	6,6	0,0190
81	6,1	0,4	6,3	0,0181
105	6,1	0,3	6,9	0,0198
1	5,9	0,5	6,2	0,0169
2	5,9	0,4	5	0,0136
26	5,7	0,35	5,6	0,0144
54	5,7	0,35	6,5	0,0168
106	5,7	0,3	6	0,0155
107	5,7	0,3	5,8	0,0150
83	5,6	0,3	6,6	0,0161
6	5,4	0,25	5,6	0,0129
46	5,4	0,35	5,9	0,0136
59	5,4	0,35	5,9	0,0136
97	5,4	0,3	6,2	0,0143

109	5,4	0,3	5,8	0,0133
43	5,3	0,35	6,8	0,0147
10	5,2	0,4	5,8	0,0123
19	5,1	0,3	6	0,0122
20	5,1	0,3	5,6	0,0114
51	5,1	0,35	6,1	0,0124
85	5,1	0,35	6,7	0,0137
14	4,9	0,3	6,4	0,0122
56	4,5	0,3	5,4	0,0084
66	3,7	0,4	6,6	0,0069

**Familia 4662 (bloque 2)**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
74	7,2	0,3	6	0,0244
135	7,2	0,45	6,9	0,0281
58	7	0,3	5,7	0,0219
63	6,6	0,25	6,7	0,0229
146	6,5	0,4	6,9	0,0229
253	6,4	0,35	6,4	0,0206
27	6,3	0,35	6	0,0187
43	6,3	0,45	6,2	0,0193
193	6,3	0,2	6,8	0,0212
201	6,3	0,2	6,7	0,0209
153	6	0,4	6,7	0,0189
160	6	0,4	6,8	0,0192
191	6	0,2	6,5	0,0184
224	6	0,4	5,6	0,0158
269	5,9	0,4	6,5	0,0178
25	5,8	0,3	6,8	0,0180
32	5,8	0,35	6,5	0,0172
162	5,8	0,35	6,8	0,0180
167	5,8	0,45	6	0,0158
179	5,8	0,2	6,5	0,0172
205	5,8	0,4	6,6	0,0174
18	5,7	0,4	6	0,0153
23	5,7	0,35	6,3	0,0161
30	5,7	0,3	6,3	0,0161
36	5,7	0,35	6,8	0,0173
39	5,7	0,35	6,3	0,0161
49	5,7	0,45	6,2	0,0158
82	5,7	0,3	5,8	0,0148
271	5,7	0,5	5,9	0,0150
41	5,6	0,4	6	0,0148
257	5,6	0,5	6,7	0,0165

20	5,5	0,35	6	0,0142
53	5,5	0,35	5,9	0,0140
59	5,5	0,2	6,4	0,0152
115	5,5	0,35	5,5	0,0131
231	5,5	0,45	5,7	0,0135
263	5,5	0,4	7	0,0166
34	5,4	0,3	6,6	0,0151
38	5,4	0,35	6,1	0,0140
57	5,4	0,35	5,5	0,0126
206	5,4	0,2	6,9	0,0158
261	5,4	0,45	6,9	0,0158
77	5,3	0,25	5,8	0,0128
79	5,3	0,25	6,8	0,0150
144	5,3	0,4	5,4	0,0119
151	5,3	0,4	6,3	0,0139
157	5,3	0,4	5,7	0,0126
180	5,3	0,2	6	0,0132
200	5,3	0,2	5,9	0,0130
268	5,3	0,35	6,2	0,0137
28	5,2	0,35	6,5	0,0138
95	5,2	0,2	5,9	0,0125
147	5,2	0,4	6,8	0,0144
150	5,2	0,5	6,3	0,0134
267	5,2	0,4	5,9	0,0125
64	5,1	0,2	6,2	0,0127
17	5	0,35	5,5	0,0108
137	5	0,45	6,1	0,0120
173	5	0,2	5,6	0,0110
250	5	0,5	6,3	0,0124
258	5	0,35	6	0,0118
85	4,9	0,25	6,2	0,0117
130	4,9	0,2	5,7	0,0107
236	4,9	0,35	5,5	0,0104
6	4,8	0,4	5	0,0090
24	4,8	0,3	6	0,0109
87	4,8	0,2	5,8	0,0105
128	4,8	0,25	5,3	0,0096
208	4,7	0,1	5,6	0,0097
262	4,6	0,45	6	0,0100
22	4,5	0,3	5,4	0,0086
80	4,5	0,15	5,7	0,0091
91	4,5	0,15	6,3	0,0100
140	4,5	0,3	5,4	0,0086
134	4,4	0,3	5,6	0,0085
14	4,3	0,25	5,3	0,0077
21	4,3	0,3	5,2	0,0075

56	4,3	0,35	5,2	0,0075
75	4,2	0,15	5,4	0,0075
174	4,2	0,2	5,7	0,0079
273	4,2	0,3	5,5	0,0076
148	4,1	0,3	5,5	0,0073
5	4	0,3	4,7	0,0059
83	4	0,1	5,8	0,0073
92	4	0,15	5,8	0,0073
204	4	0,15	5,8	0,0073
52	3,9	0,2	4,9	0,0059
124	3,9	0,4	4,7	0,0056
233	3,8	0,35	5,5	0,0062
81	3,7	0,1	5,6	0,0060
86	3,7	0,15	5,6	0,0060
132	3,7	0,4	4,8	0,0052
251	3,7	0,2	5,4	0,0058
143	3,6	0,4	5	0,0051
112	3,5	0,15	4,7	0,0045
211	3,5	0,25	5,3	0,0051
9	3,4	0,35	4,5	0,0041
35	3,3	0,35	5,1	0,0044
131	3,2	0,3	5	0,0040
275	3,2	0,15	5	0,0040
55	2,9	0,25	4,8	0,0032
8	2,7	0,25	4	0,0023
13	2,7	0,25	4,5	0,0026
103	2,7	0,1	4,1	0,0023
214	2,7	0,2	4,7	0,0027
106	2,3	0,15	3,9	0,0016

### Familia 4662 (bloque 3)

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
19	8	0,5	7	0,0352
240	7,7	0,3	6,6	0,0307
92	7,4	0,5	6,8	0,0292
204	7,2	0,45	6,6	0,0269
246	6,8	0,35	7,1	0,0258
85	6,6	0,4	6,5	0,0222
136	6,4	0,3	6,7	0,0216
270	6,4	0,3	6,4	0,0206
150	6,2	0,4	6,3	0,0190
152	6,2	0,3	6,9	0,0208
161	6,2	0,3	6	0,0181
32	6,1	0,5	5,8	0,0170

35	5,8	0,3	6,8	0,0180
50	5,8	0,35	5,9	0,0156
61	5,8	0,35	6,6	0,0174
172	5,7	0,35	6	0,0153
259	5,7	0,3	6,7	0,0171
143	5,7	0,25	6,2	0,0158
255	5,7	0,3	6,4	0,0163
63	5,6	0,35	6	0,0148
24	5,6	0,5	5,9	0,0145
108	5,6	0,3	6,8	0,0167
127	5,5	0,3	6,7	0,0159
163	5,5	0,2	5,7	0,0135
193	5,4	0,4	6,4	0,0147
252	5,2	0,2	5,8	0,0123
258	4,7	0,2	6,1	0,0106
276	4,7	0,3	5,8	0,0101
58	4,6	0,35	5,9	0,0098
72	4,5	0,3	5,5	0,0087
89	4,5	0,45	5,5	0,0087
137	4,3	0,25	5,3	0,0077
147	3,8	0,2	4,4	0,0050
265	6,4	0,2	6	0,0193
1	6,2	0,45	5,9	0,0178
28	6,2	0,45	6,9	0,0208
59	6,9	0,3	6,6	0,0247
82	6,8	0,4	5,8	0,0211
114	6,2	0,25	5,8	0,0175
141	5,4	0,25	5,8	0,0133
154	5,3	0,2	5,8	0,0128
221	4,4	0,35	5,2	0,0079
27	4,4	0,5	4,5	0,0068
213	6,8	0,3	6,7	0,0243
140	6,3	0,2	5,8	0,0181
148	6,3	0,25	6,4	0,0200
244	6,1	0,15	5,5	0,0161
132	4,8	0,2	5,5	0,0100
86	4,7	0,45	5,6	0,0097
99	4,5	0,5	5,5	0,0087
119	4,3	0,2	5,4	0,0078
125	4,2	0,2	5	0,0069
249	3,8	0,15	5,4	0,0061
254	3,7	0,2	4,8	0,0052
16	5,6	0,4	5,8	0,0143
126	4,6	0,1	5,5	0,0091
192	7,8	0,3	6,9	0,0330

195	7,3	0,35	6,9	0,0289
200	7,1	0,35	7,1	0,0281
253	7	0,3	6,9	0,0266
267	6,7	0,2	7,1	0,0250
36	6,4	0,4	6,3	0,0203
62	6,4	0,3	6,8	0,0219
67	6,3	0,3	6,5	0,0203
134	6,3	0,2	6,9	0,0215
201	6	0,3	6,6	0,0187
90	6	0,45	7	0,0198
131	5,7	0,15	6,8	0,0174
275	5,4	0,35	5,5	0,0126
68	5,3	0,3	6,5	0,0143
88	5,2	0,35	6,5	0,0138
159	4,1	0,2	5,8	0,0077
262	7,3	0,2	6,6	0,0276
138	6,4	0,3	6,4	0,0206
158	7,4	0,15	6,6	0,0284
260	5,9	0,15	6,6	0,0180
8	5,8	0,4	5,8	0,0153
73	5,5	0,3	6,4	0,0152
129	5,4	0,15	6,6	0,0151
164	5,1	0,2	5,75	0,0117
167	5	0,2	6,7	0,0132
123	4,1	0,2	5	0,0066
144	4,1	0,2	5,2	0,0069
42	4	0,4	4,9	0,0062
122	5,8	0,3	5,9	0,0156
155	6,3	0,2	7,7	0,0240
166	5	0,2	5,5	0,0108
178	4,1	0,35	5,6	0,0074
218	3,6	0,25	4,6	0,0047
22	6,8	0,3	6,1	0,0222
91	5,3	0,4	6	0,0132
41	4,5	0,4	5,4	0,0086
78	5,8	0,4	5,8	0,0153
83	4,8	0,35	5,9	0,0107
105	4,7	0,35	4,9	0,0085
74	4	0,4	4,3	0,0054
112	5,7	0,25	5,1	0,0130
64	4,3	0,25	4,9	0,0071
81	7,3	0,35	8,1	0,0339
102	6,9	0,25	6,8	0,0254
110	6,7	0,3	6,8	0,0240
230	6,5	0,2	6,6	0,0219

5	6,4	0,3	6,9	0,0222
29	6,3	0,3	6,8	0,0212
241	6,2	0,15	6,8	0,0205
250	6,2	0,2	7	0,0211
273	6	0,25	6,8	0,0192
53	5,7	0,3	6,6	0,0168
94	5,6	0,2	6,8	0,0167
47	5,2	0,3	5,9	0,0125
236	5,2	0,2	5,3	0,0113
52	4,3	0,3	5,8	0,0084
226	4,3	0,2	5	0,0073

#### Familia 4662 (bloque 4)

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
90	8,4	0,45	7,2	0,0399
149	7,8	0,25	7,6	0,0363
116	7,7	0,25	6,8	0,0316
189	7,7	0,5	7,3	0,0340
267	7,6	0,3	7,2	0,0326
129	7,4	0,35	7,5	0,0322
225	7,2	0,3	7,2	0,0293
187	7,1	0,4	7,2	0,0285
42	7	0,4	7,4	0,0285
167	7	0,45	6,7	0,0258
236	7	0,25	6,9	0,0265
85	6,8	0,35	6,4	0,0232
182	6,8	0,45	7	0,0254
194	6,8	0,45	6,9	0,0250
206	6,8	0,5	6,4	0,0232
57	6,7	0,5	6,3	0,0222
61	6,7	0,4	6	0,0211
91	6,7	0,45	6,4	0,0226
132	6,7	0,3	6,9	0,0243
151	6,7	0,25	6,4	0,0226
115	6,6	0,3	6,8	0,0233
269	6,6	0,2	6,2	0,0212
161	6,5	0,4	6	0,0199
170	6,4	0,45	7	0,0225
192	6,4	0,45	7	0,0225
202	6,4	0,4	6	0,0193
212	6,4	0,4	6,3	0,0203
141	6,3	0,3	6,3	0,0196
79	6,2	0,35	6,5	0,0196
134	6,2	0,4	6,1	0,0184

268	6,2	0,4	6,5	0,0196
125	6,1	0,3	6,6	0,0193
138	6,1	0,3	6,8	0,0199
246	6,1	0,25	6	0,0175
263	6,1	0,5	6,2	0,0181
26	6	0,2	6,4	0,0181
152	6	0,25	6,4	0,0181
156	6	0,4	6,2	0,0175
243	6	0,25	6,5	0,0184
43	5,9	0,4	6,9	0,0189
72	5,9	0,4	5,8	0,0158
33	5,8	0,25	6,5	0,0172
77	5,8	0,35	6,7	0,0177
176	5,8	0,4	6,4	0,0169
181	5,8	0,4	6	0,0158
184	5,8	0,45	6	0,0158
227	5,8	0,3	6,2	0,0164
228	5,8	0,3	6,2	0,0164
229	5,8	0,35	6,1	0,0161
27	5,7	0,4	6,8	0,0173
78	5,7	0,3	6,4	0,0163
97	5,7	0,5	5,6	0,0143
169	5,7	0,4	6,5	0,0166
174	5,7	0,4	6	0,0153
230	5,7	0,2	5,6	0,0143
258	5,7	0,25	6,7	0,0171
47	5,5	0,3	6,8	0,0161
65	5,5	0,4	5,8	0,0138
84	5,5	0,4	6,6	0,0157
128	5,5	0,25	6,6	0,0157
163	5,5	0,45	6	0,0142
185	5,5	0,4	6	0,0142
210	5,5	0,4	5,9	0,0140
36	5,4	0,4	6	0,0137
107	5,4	0,45	5,8	0,0133
118	5,4	0,4	5,6	0,0128
147	5,4	0,3	5,8	0,0133
204	5,4	0,4	6	0,0137
251	5,4	0,2	6,2	0,0142
86	5,3	0,4	6,5	0,0143
166	5,3	0,35	3,9	0,0086
171	5,3	0,35	6,3	0,0139
238	5,3	0,2	6,7	0,0148
260	5,3	0,25	6	0,0132
154	5,2	0,2	6,3	0,0134
223	5,2	0,3	5,8	0,0123

233	5,2	0,3	5,7	0,0121
168	5,1	0,3	6,3	0,0129
257	5,1	0,35	6	0,0123
1	5	0,3	5,3	0,0104
106	5	0,4	5,8	0,0114
158	5	0,25	5,8	0,0114
213	5	0,35	5,8	0,0114
239	5	0,25	5,3	0,0104
102	4,9	0,35	5,4	0,0102
44	4,8	0,3	6,7	0,0121
96	4,8	0,3	5,4	0,0098
103	4,8	0,4	5,1	0,0092
7	4,7	0,15	5,2	0,0090
145	4,7	0,3	5,8	0,0101
148	4,7	0,2	6,1	0,0106
232	4,6	0,3	5,6	0,0093
13	4,5	0,3	5,6	0,0089
75	4,5	0,4	5,4	0,0086
100	4,5	0,4	4,7	0,0075
127	4,5	0,3	5,8	0,0092
155	4,5	0,3	6	0,0095
160	4,5	0,25	6	0,0095
45	4,4	0,4	5,8	0,0088
215	4,3	0,4	4,9	0,0071
226	4,3	0,2	5,5	0,0080
59	4,1	0,3	5	0,0066
114	4,1	0,3	4,3	0,0057
3	4	0,2	4,9	0,0062
23	4	0,3	6	0,0075
66	4	0,3	5,3	0,0067
120	4	0,2	4,7	0,0059
173	4	0,2	5	0,0063
88	3,8	0,3	5	0,0057
266	3,8	0,3	5,4	0,0061
60	3,6	0,15	5,3	0,0054
25	3,5	0,2	5,5	0,0053
50	3,5	0,25	5,2	0,0050
74	3,5	0,25	4,7	0,0045
12	3,3	0,2	4,4	0,0038
31	3,2	0,25	5,6	0,0045
69	3,2	0,3	4,8	0,0039
123	3,2	0,15	4	0,0032
20	3,1	0,2	5,3	0,0040
76	2,6	0,1	4,7	0,0025

**Familia 4662 (bloque 5)**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
224	8,1	0,4	5,8	0,0299
209	7,6	0,4	7,8	0,0354
66	7,5	0,5	8,1	0,0358
151	7,5	0,35	7,2	0,0318
83	7,4	0,5	6,9	0,0297
143	7,4	0,4	5,7	0,0245
240	7,4	0,5	6,2	0,0267
7	7,3	0,5	7,6	0,0318
72	7,3	0,35	7,4	0,0310
108	7,3	0,4	7	0,0293
168	7,3	0,4	6,7	0,0280
19	7,2	0,4	7,8	0,0317
119	7,2	0,5	6,2	0,0252
147	7,2	0,5	6,2	0,0252
197	7,2	0,35	5,9	0,0240
244	7,2	0,45	6,5	0,0265
84	7,1	0,35	6,8	0,0269
101	7,1	0,4	6,4	0,0253
105	7	0,45	6,5	0,0250
129	7	0,4	6,5	0,0250
174	7	0,4	6,6	0,0254
184	7	0,3	6,6	0,0254
212	7	0,4	6,9	0,0265
41	6,9	0,4	7,8	0,0292
23	6,8	0,35	7,8	0,0283
58	6,8	0,4	8	0,0290
109	6,8	0,4	6,4	0,0232
125	6,8	0,4	6,9	0,0250
171	6,8	0,45	6,8	0,0247
228	6,8	0,45	6,3	0,0229
44	6,6	0,45	7,6	0,0260
121	6,6	0,3	6,7	0,0229
29	6,5	0,35	7,5	0,0249
59	6,5	0,35	8,1	0,0269
74	6,5	0,3	7	0,0232
155	6,5	0,35	6,7	0,0222
122	6,4	0,35	6	0,0193
195	6,4	0,5	6,3	0,0203
207	6,4	0,4	6,2	0,0199
28	6,3	0,4	7,9	0,0246
178	6,3	0,45	6,9	0,0215
157	6,2	0,35	6,6	0,0199

167	6,2	0,35	6,6	0,0199
53	6,1	0,3	7	0,0204
114	6,1	0,4	6,7	0,0196
56	6	0,4	6,8	0,0192
177	6	0,3	6,1	0,0172
65	5,9	0,25	7,5	0,0205
104	5,9	0,45	6,4	0,0175
94	5,8	0,3	6,8	0,0180
127	5,8	0,45	6,1	0,0161
199	5,8	0,45	5,7	0,0151
22	5,7	0,4	6,9	0,0176
25	5,7	0,3	7,8	0,0199
69	5,7	0,35	6,7	0,0171
135	5,7	0,4	5,6	0,0143
180	5,7	0,3	6,8	0,0173
40	5,5	0,3	7	0,0166
47	5,5	0,3	7,6	0,0180
172	5,4	0,25	6,7	0,0153
192	5,4	0,3	5,9	0,0135
229	5,4	0,35	5,8	0,0133
34	5,3	0,4	7	0,0154
201	5,3	0,3	5,6	0,0123
60	5,2	0,2	7,2	0,0153
78	5,2	0,2	5,5	0,0117
103	5,1	0,3	5,9	0,0120
208	5,1	0,3	6	0,0123
225	5,1	0,35	0,8	0,0016
88	4,8	0,4	5	0,0090
148	4,8	0,4	5,4	0,0098
204	4,8	0,4	5,8	0,0105
245	4,8	0,3	5,8	0,0105
75	4,5	0,25	5,7	0,0091
1	4,4	0,4	5,4	0,0082
95	4,4	0,3	4,8	0,0073
140	4,4	0,3	4,6	0,0070
237	4,4	0,4	4,5	0,0068
31	4,3	0,35	5,5	0,0080
198	4,3	0,3	5,8	0,0084
24	3,8	0,25	6,6	0,0075
93	3,8	0,3	5	0,0057
118	3,8	0,2	5	0,0057
43	3,2	0,2	6	0,0048

**Familia 4662 (bloque 6)**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
79	7,7	0,4	7	0,0326
165	7,7	0,4	8,5	0,0396
194	7,4	0,45	7,8	0,0335
68	7,3	0,4	7	0,0293
60	7	0,35	6,8	0,0262
124	7	0,4	8	0,0308
99	6,9	0,4	6,2	0,0232
141	6,9	0,4	7,6	0,0284
104	6,8	0,3	6,9	0,0251
108	6,8	0,4	7,4	0,0269
175	6,8	0,4	7,6	0,0276
47	6,6	0,35	6,4	0,0219
87	6,5	0,4	7,4	0,0246
170	6,4	0,4	7,5	0,0241
6	6,3	0,2	7,9	0,0246
101	6,3	0,3	6,9	0,0215
113	6,3	0,4	8,4	0,0262
33	6,2	0,4	7,6	0,0229
112	6,1	0,25	7,8	0,0228
128	6,1	0,5	7,2	0,0210
10	6	0,35	7,4	0,0209
18	6	0,45	6,3	0,0178
75	6	0,35	7,7	0,0218
168	6	0,4	7,9	0,0223
196	6	0,35	6,7	0,0189
202	6	0,4	7,5	0,0212
212	6	0,4	7,3	0,0206
70	5,9	0,35	6,6	0,0180
142	5,9	0,45	7	0,0191
105	5,8	0,2	6,8	0,0180
120	5,8	0,3	7,6	0,0201
32	5,7	0,3	7,3	0,0186
150	5,7	0,4	7,3	0,0186
67	5,6	0,4	6,8	0,0167
81	5,6	0,25	7,9	0,0195
8	5,5	0,25	7,6	0,0181
88	5,5	0,3	5,9	0,0140
57	5,4	0,35	5,8	0,0133
58	5,4	0,3	7,3	0,0167
73	5,4	0,35	6,6	0,0151
42	5,3	0,35	6,2	0,0137
130	5,3	0,4	7,2	0,0159
163	5,3	0,3	6,8	0,0150

185	5,2	0,3	5,6	0,0119
1	5,1	0,3	5,2	0,0106
181	5,1	0,4	6,9	0,0141
220	5,1	0,25	6,9	0,0141
25	5	0,25	6,4	0,0126
26	5	0,3	6,2	0,0122
95	5	0,3	6,2	0,0122
115	5	0,4	7,2	0,0141
123	5	0,3	7,3	0,0143
146	5	0,4	7	0,0137
148	5	0,3	6,9	0,0135
204	5	0,3	6,9	0,0135
217	5	0,35	6,8	0,0134
16	4,8	0,25	6,5	0,0118
64	4,8	0,35	5,7	0,0103
84	4,8	0,3	6	0,0109
107	4,8	0,25	5,9	0,0107
166	4,8	0,3	6,6	0,0119
13	4,7	0,2	6,3	0,0109
198	4,7	0,35	6,3	0,0109
173	4,6	0,35	6,4	0,0106
11	4,5	0,2	7,5	0,0119
80	4,5	0,25	6,2	0,0099
102	4,5	0,25	6,8	0,0108
106	4,5	0,2	5,3	0,0084
110	4,5	0,2	6,6	0,0105
131	4,5	0,3	6,9	0,0110
66	4,4	0,35	6,5	0,0099
71	4,4	0,3	5,6	0,0085
76	4,4	0,35	6,7	0,0102
147	4,4	0,3	6,7	0,0102
167	4,4	0,3	6,3	0,0096
199	4,4	0,25	6,6	0,0100
29	4,3	0,3	6	0,0087
188	4,3	0,3	5,8	0,0084
149	4,2	0,35	6	0,0083
225	4,2	0,4	5,3	0,0073
62	3,9	0,2	4,7	0,0056
78	3,8	0,3	5,1	0,0058
203	3,8	0,35	5,8	0,0066
12	3,5	0,2	6	0,0058
45	3,5	0,25	6	0,0058
89	3,5	0,3	4,9	0,0047
90	3,5	0,2	4,9	0,0047
93	3,5	0,25	4,8	0,0046

111	3,5	0,3	6,6	0,0063
91	3,4	0,25	4,8	0,0044
97	3,4	0,15	5,1	0,0046
136	3,4	0,25	5,5	0,0050
177	3,4	0,25	6,6	0,0060
132	3,3	0,35	6,4	0,0055
134	3,3	0,2	6,5	0,0056
46	3,2	0,25	5,2	0,0042
37	3,1	0,3	4,8	0,0036
100	3	0,2	5,9	0,0042
162	3	0,25	6,1	0,0043
2	2,8	0,1	4,1	0,0025

### Familia 4662 (bloque 7)

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
116	7,5	0,45	7,2	0,0318
46	7,3	0,3	7,2	0,0301
9	7,2	0,3	6,9	0,0281
8	6,5	0,3	7	0,0232
20	6,5	0,25	6,8	0,0226
123	6,5	0,4	7,8	0,0259
17	6,4	0,4	7,4	0,0238
22	6,4	0,35	6,5	0,0209
94	6,4	0,4	6,5	0,0209
42	6,2	0,4	6,9	0,0208
113	6,2	0,4	5,9	0,0178
33	6,1	0,3	6,5	0,0190
41	6	0,3	7	0,0198
63	5,9	0,25	6,8	0,0186
70	5,8	0,25	6,9	0,0182
53	5,7	0,4	6,4	0,0163
102	5,5	0,4	5,9	0,0140
40	5,3	0,3	6,7	0,0148
55	5,3	0,3	6,4	0,0141
57	5,3	0,3	6,7	0,0148
11	5,2	0,3	6,6	0,0140
61	5,2	0,35	6,7	0,0142
62	5,2	0,2	6,5	0,0138
79	5,2	0,35	6,4	0,0136
19	5	0,3	6,6	0,0130
38	5	0,3	5,3	0,0104
2	4,7	0,2	5,5	0,0095
30	4,7	0,3	6	0,0104

89	4,7	0,3	6,6	0,0115
56	4,5	0,3	6,5	0,0103
108	4,5	0,35	5,8	0,0092
124	4,5	0,4	5,75	0,0091
39	4,3	0,3	5,2	0,0076
71	4,3	0,25	5,1	0,0074
43	4,1	0,25	5,7	0,0075
58	4	0,3	5,4	0,0068
72	4	0,3	5,6	0,0070
54	3,9	0,25	5,2	0,0062
59	3,7	0,25	6,4	0,0069
3	3,5	0,2	5,8	0,0056
101	3,5	0,25	4,7	0,0045
82	3,3	0,25	5,2	0,0044

### Familia 4664 (bloque 1)

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
4	8,8	0,45	6,9	0,0415
236	8,3	0,5	6,9	0,0371
126	8,1	0,45	7,4	0,0377
27	8,0	0,3	7,6	0,0378
53	8,0	0,4	7,6	0,0378
113	7,8	0,4	6,3	0,0301
203	7,8	0,35	7	0,0335
17	7,6	0,4	6,9	0,0316
101	7,6	0,45	6,7	0,0307
117	7,6	0,5	6,6	0,0303
153	7,6	0,3	6,3	0,0289
192	7,6	0,45	6,9	0,0316
257	7,6	0,5	7,1	0,0326
266	7,6	0,5	7,4	0,0339
30	7,5	0,3	7	0,0308
299	7,5	0,4	7	0,0308
23	7,3	0,4	6,8	0,0286
250	7,3	0,45	7	0,0295
289	7,3	0,45	6,4	0,0270
304	7,3	0,5	6,5	0,0274
315	7,3	0,35	6,1	0,0257
14	7,0	0,3	6,5	0,0250
47	6,8	0,35	6,5	0,0239
176	6,8	0,25	6,8	0,0250
292	6,8	0,45	5,9	0,0217
56	6,7	0,5	6,5	0,0228

100	6,7	0,45	5,6	0,0197
132	6,7	0,5	6,4	0,0225
205	6,7	0,4	6,2	0,0218
252	6,7	0,35	6,7	0,0235
308	6,7	0,35	6,4	0,0225
333	6,7	0,25	6,4	0,0225
283	6,5	0,45	6,2	0,0207
320	6,5	0,35	6,8	0,0228
31	6,4	0,3	7	0,0223
107	6,4	0,4	6,1	0,0194
155	6,4	0,15	6,8	0,0217
238	6,4	0,4	6,1	0,0194
256	6,4	0,3	6,9	0,0220
275	6,4	0,4	5	0,0159
281	6,4	0,25	5,2	0,0166
285	6,4	0,45	6,1	0,0194
55	6,1	0,3	6,2	0,0178
160	6,1	0,4	6,1	0,0175
183	6,1	0,5	5,4	0,0155
191	6,1	0,35	6,4	0,0184
295	6,1	0,35	4,7	0,0135
130	5,9	0,45	6	0,0163
33	5,7	0,2	5,9	0,0152
36	5,7	0,45	5	0,0129
52	5,7	0,2	5,4	0,0139
149	5,7	0,2	6,1	0,0157
166	5,7	0,3	5,1	0,0132
175	5,7	0,45	5,2	0,0134
190	5,7	0,3	6,3	0,0163
327	5,7	0,3	5,9	0,0152
232	5,6	0,35	5,4	0,0133
119	5,6	0,4	5,4	0,0132
247	5,5	0,4	4,7	0,0112
32	5,4	0,3	6,2	0,0143
43	5,4	0,35	5,4	0,0124
154	5,4	0,4	5,9	0,0136
306	5,4	0,3	5,5	0,0127
93	5,4	0,5	5,5	0,0125
24	5,3	0,4	6	0,0130
128	5,3	0,3	6	0,0130
302	5,3	0,25	6,6	0,0143
318	5,3	0,3	5,4	0,0117
346	5,3	0,3	5,6	0,0121
7	5,1	0,2	5	0,0102

34	5,1	0,25	5,9	0,0120
48	5,1	0,2	5,1	0,0104
87	5,1	0,4	5,5	0,0112
92	5,1	0,4	5,4	0,0110
167	5,1	0,35	5,5	0,0112
264	5,1	0,5	4,7	0,0096
288	5,1	0,4	5,5	0,0112
319	5,1	0,3	5,5	0,0112
72	4,9	0,3	5,2	0,0099
106	4,8	0,35	5,3	0,0097
15	4,8	0,25	5,9	0,0106
35	4,8	0,25	6	0,0107
59	4,8	0,35	5	0,0090
208	4,8	0,2	4,9	0,0088
218	4,8	0,35	5,1	0,0091
291	4,8	0,3	5,9	0,0106
294	4,8	0,25	4,7	0,0084
301	4,8	0,35	5,4	0,0097
67	4,5	0,25	4,3	0,0067
181	4,5	0,25	4,6	0,0072
221	4,5	0,25	4,4	0,0069
224	4,5	0,33	4,8	0,0075
240	4,5	0,45	4,8	0,0075
328	4,5	0,25	4,7	0,0073
339	4,5	0,3	4,1	0,0064
88	4,4	0,3	4,7	0,0071
332	4,3	0,4	5,2	0,0075
258	4,1	0,35	5,4	0,0073
286	4,1	0,2	4,4	0,0059
303	4,1	0,2	5,1	0,0069
343	4,1	0,35	5,1	0,0069
211	3,7	0		0,0000
314	3,7	0,3	4,25	0,0045
39	3,5	0,2	4,7	0,0045
213	3,5	0,25	4,1	0,0039
212	3,1	0,3	4,1	0,0031

**Familia 4664 (bloque 2)**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
30	8,3	0,5	8	0,0433
196	7,8	0,45	7	0,0334
148	7,7	0,4	7,7	0,0358
226	7,6	0,5	5,9	0,0268
242	7,4	0,5	6,6	0,0284
288	7,4	0,45	6,6	0,0284
205	7,3	0,5	7,2	0,0301
257	7,3	0,45	6,3	0,0264
291	7,3	0,55	6,5	0,0272
122	7,2	0,4	6,5	0,0265
114	7,1	0,5	6,4	0,0253
47	7	0,45	6,7	0,0258
200	7	0,4	6,3	0,0242
7	6,9	0,5	6,2	0,0232
298	6,9	0,45	6,7	0,0250
135	6,8	0,4	7,1	0,0258
314	6,8	0,4	6,9	0,0250
66	6,6	0,4	6,6	0,0226
109	6,6	0,35	6,6	0,0226
137	6,6	0,3	6,1	0,0209
251	6,5	0,6	6,3	0,0209
138	6,4	0,4	6	0,0193
22	6,3	0,55	5,8	0,0181
313	6,3	0,4	6,4	0,0199
28	6,2	0,4	6,7	0,0202
54	6,2	0,5	5,7	0,0172
65	6,2	0,45	5,9	0,0178
146	6,2	0,35	5,8	0,0175
330	6,2	0,4	5,8	0,0175
125	6,1	0,25	5,5	0,0161
317	6,1	0,4	5,8	0,0169
190	6	0,5	4,9	0,0138
254	6	0,5	5,8	0,0164
342	5,8	0,4	5,8	0,0153
87	5,7	0,3	5,7	0,0145
341	5,7	0,5	5,6	0,0143
344	5,7	0,5	5,6	0,0143
26	5,5	0,4	5,7	0,0135
39	5,5	0,4	6,2	0,0147
152	5,5	0,4	6,8	0,0161
160	5,5	0,4	5	0,0119
33	5,4	0,45	5,6	0,0128

141	5,4	0,5	5,3	0,0121
215	5,4	0,45	5,5	0,0126
263	5,4	0,4	5,5	0,0126
136	5,3	0,5	5,4	0,0119
139	5,3	0,35	5,2	0,0115
286	5,3	0,45	5,8	0,0128
93	5,2	0,2	5	0,0106
96	5,2	0,3	5,4	0,0115
267	5,2	0,4	5,4	0,0115
299	5,2	0,45	4	0,0085
3	5,15	0,35	5,6	0,0117
129	5,1	0,4	5,1	0,0104
180	5,1	0,5	4,3	0,0088
224	5,1	0,45	5,1	0,0104
232	5,1	0,5	5,5	0,0112
237	5,1	0,4	5,8	0,0118
324	5,1	0,4	5,7	0,0116
18	5	0,4	5,6	0,0110
36	5	0,35	5,3	0,0104
176	5	0,4	5,3	0,0104
336	5	0,4	5,1	0,0100
283	4,9	0,4	5,2	0,0098
42	4,8	0,3	5,2	0,0094
153	4,8	0,35	5,2	0,0094
173	4,8	0,4	4,2	0,0076
206	4,8	0,35	5,8	0,0105
209	4,8	0,5	4	0,0072
228	4,8	0,35	5,8	0,0105
269	4,7	0,35	4,8	0,0083
287	4,7	0,35	5,3	0,0092
321	4,7	0,5	5,2	0,0090
15	4,6	0,35	5,6	0,0093
210	4,6	0,4	5,2	0,0086
223	4,6	0,3	4,8	0,0080
234	4,6	0,35	5,3	0,0088
325	4,6	0,4	5,3	0,0088
43	4,5	0,4	5,8	0,0092
75	4,5	0,2	4,9	0,0078
100	4,5	0,3	5,8	0,0092
123	4,5	0,3	4,8	0,0076
185	4,5	0,45	4,7	0,0075
201	4,5	0,3	5,3	0,0084
239	4,5	0,4	5	0,0079
260	4,5	0,4	5,4	0,0086

10	4,4	0,3	5	0,0076
31	4,4	0,25	5,6	0,0085
52	4,4	0,35	4,8	0,0073
86	4,4	0,2	5,1	0,0078
203	4,4	0,4	5,5	0,0084
252	4,4	0,3	5,8	0,0088
274	4,4	0,4	5,2	0,0079
278	4,4	0,35	4,7	0,0071
4	4,3	0,3	5,2	0,0075
32	4,3	0,3	5,7	0,0083
56	4,3	0,3	4	0,0058
58	4,3	0,35	4,7	0,0068
127	4,3	0,2	4,6	0,0067
169	4,3	0,3	4,5	0,0065
171	4,3	0,3	4,5	0,0065
207	4,3	0,3	5,3	0,0077
259	4,3	0,5	4,1	0,0060
327	4,3	0,3	5,6	0,0081
159	4,2	0,45	4,5	0,0062
74	4,1	0,25	0,9	0,0012
157	4,1	0,4	5	0,0066
273	4,1	0,3	5,1	0,0067
304	4,1	0,5	4,7	0,0062
332	4,1	0,3	5,1	0,0067
340	4,1	0,45	5,3	0,0070
208	4	0,25	4	0,0050
97	3,9	0,3	5,5	0,0066
46	3,8	0,3	5,3	0,0060
282	3,8	0,4	4,3	0,0049
322	3,8	0,45	4,7	0,0053
124	3,7	0,2	4,7	0,0051
280	3,7	0,4	4,5	0,0048
73	3,6	0,25	4,9	0,0050
14	3,5	0,3	5,2	0,0050
156	3,5	0,4	4,7	0,0045
158	3,5	0,2	4,9	0,0047
44	3,3	0,25	4,3	0,0037
84	3	0,2	4,15	0,0029
71	2,8	0,2	4,1	0,0025

**Familia 4664 (bloque 3)**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
145	8	0,3	6,9	0,0347
122	7,8	0,5	6,9	0,0330
312	7,7	0,35	6,6	0,0307
330	7,7	0,4	6,2	0,0289
57	7,6	0,3	6,4	0,0290
304	7,4	0,4	7	0,0301
301	7,3	0,4	6,7	0,0280
35	7,2	0,25	6,2	0,0252
8	7,1	0,3	4,9	0,0194
183	7,1	0,3	7	0,0277
279	7,1	0,4	6,9	0,0273
317	7,1	0,3	6,5	0,0257
127	7	0,5	6,2	0,0238
254	7	0,5	6,3	0,0242
94	6,8	0,5	6,6	0,0240
129	6,8	0,35	6	0,0218
157	6,8	0,25	6,8	0,0247
237	6,8	0,5	6,6	0,0240
295	6,8	0,25	6,8	0,0247
28	6,7	0,35	6,2	0,0218
118	6,6	0,5	5,9	0,0202
174	6,6	0,4	6,7	0,0229
308	6,6	0,3	6,7	0,0229
27	6,5	0,35	5,8	0,0192
105	6,5	0,45	5,8	0,0192
156	6,5	0,25	6,8	0,0226
296	6,5	0,3	7,4	0,0245
87	6,4	0,35	5,5	0,0177
117	6,4	0,4	5,9	0,0190
249	6,4	0,5	5,8	0,0186
11	6,2	0,4	5,5	0,0166
227	6,2	0,35	5,6	0,0169
321	6,2	0,5	5	0,0151
323	6,2	0,25	6,4	0,0193
291	6,1	0,25	6,2	0,0181
3	6	0,2	4,8	0,0136
72	6	0,5	5,1	0,0144
303	5,9	0,45	6,5	0,0178
131	5,8	0,35	5,3	0,0140
284	5,8	0,25	6,1	0,0161
324	5,8	0,25	5,9	0,0156
22	5,7	0,35	4,8	0,0122

101	5,7	0,45	5,5	0,0140
176	5,7	0,3	5,8	0,0148
251	5,7	0,5	5,3	0,0135
281	5,7	0,3	5,9	0,0150
243	5,6	0,35	5,9	0,0145
332	5,6	0,5	5,4	0,0133
15	5,5	0,3	4,7	0,0112
134	5,5	0,45	4,4	0,0104
233	5,5	0,4	5,8	0,0138
298	5,5	0,4	5,6	0,0133
17	5,4	0,4	4,8	0,0110
19	5,4	0,3	5,1	0,0117
62	5,4	0,2	5,5	0,0126
48	5,3	0,3	5	0,0110
65	5,3	0,2	5,6	0,0123
104	5,3	0,35	5,3	0,0117
150	5,3	0,2	5,6	0,0123
163	5,3	0,25	5,4	0,0119
293	5,3	0,2	5,8	0,0128
297	5,3	0,4	5,3	0,0117
149	5,2	0,15	4,9	0,0104
173	5,1	0,15	5,7	0,0116
130	5	0,35	5,2	0,0102
133	5	0,3	4,6	0,0090
208	5	0,3	4,9	0,0096
217	5	0,4	5,4	0,0106
97	4,9	0,4	4,9	0,0092
241	4,9	0,35	5,2	0,0098
140	4,8	0,2	5,1	0,0092
143	4,8	0,25	5,1	0,0092
154	4,8	0,15	5,6	0,0101
206	4,8	0,3	4,8	0,0087
212	4,8	0,35	4,5	0,0081
287	4,8	0,3	5,9	0,0107
12	4,7	0,3	4,1	0,0071
60	4,7	0,25	4,7	0,0082
182	4,7	0,1	4,7	0,0082
5	4,6	0,2	4,1	0,0068
234	4,6	0,4	5,1	0,0085
26	4,5	0,2	4,8	0,0076
188	4,5	0,15	4,9	0,0078
271	4,5	0,25	4,9	0,0078
64	4,4	0,25	4,5	0,0068
171	4,4	0,1	5	0,0076

236	4,4	0,45	5,2	0,0079
252	4,4	0,35	5,4	0,0082
53	4,3	0,2	4,7	0,0068
151	4,3	0,15	5,1	0,0074
209	4,3	0,3	4,4	0,0064
261	4,3	0,4	4,4	0,0064
102	4,2	0,4	5,2	0,0072
292	4,2	0,2	5,7	0,0079
144	4,1	0,2	5,3	0,0070
253	4,1	0,4	5,2	0,0069
285	4,1	0,2	4,8	0,0063
305	4,1	0,25	5	0,0066
103	4	0,3	4,6	0,0058
135	4	0,4	4,8	0,0060
228	4	0,3	5	0,0063
264	4	0,25	4,6	0,0058
46	3,8	0,2	3,8	0,0043
86	3,8	0,3	4,3	0,0049
159	3,8	0,25	5,1	0,0058
220	3,8	0,3	4	0,0045
223	3,8	0,45	3,9	0,0044
246	3,8	0,3	4,5	0,0051
267	3,8	0,3	4,35	0,0049
272	3,8	0,2	4,8	0,0054
315	3,8	0,3	4,2	0,0048
214	3,7	0,2	4,2	0,0045
93	3,4	0,25	4,3	0,0039
83	3,2	0,35	3,8	0,0031

**Familia 4664 (bloque 4)**

No. Árbol	DAP(cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
158	7,8	0,4	7	0,0334
160	7,6	0,4	7	0,0317
36	7,3	0,45	6,8	0,0284
79	7,3	0,4	6,8	0,0284
225	7,3	0,3	6,6	0,0276
228	7,3	0,35	6,4	0,0268
96	7,2	0,25	6,2	0,0252
303	7	0,45	6,3	0,0242
233	6,8	0,3	6,1	0,0221
235	6,8	0,3	6,5	0,0236
253	6,8	0,3	6,2	0,0225

152	6,6	0,4	6,7	0,0229
212	6,6	0,2	5,9	0,0202
223	6,6	0,2	6,8	0,0233
10	6,4	0,3	6	0,0193
23	6,4	0,4	5,8	0,0186
116	6,4	0,3	6,6	0,0212
121	6,4	0,3	6,6	0,0212
175	6,4	0,5	5,8	0,0186
185	6,4	0,4	5,8	0,0186
221	6,4	0,2	6,1	0,0196
245	6,4	0,3	5,6	0,0180
65	6,3	0,45	5,8	0,0181
243	6,3	0,2	5,8	0,0181
30	6,2	0,45	5,7	0,0172
147	6,2	0,55	6,9	0,0208
298	6,2	0,3	6	0,0181
40	6,1	0,55	5,4	0,0156
172	6,1	0,35	5,8	0,0169
66	5,8	0,3	5,4	0,0143
138	5,8	0,4	5,5	0,0145
247	5,8	0,3	6	0,0158
92	5,7	0,3	5,4	0,0138
35	5,6	0,4	6,8	0,0167
249	5,6	0,3	6	0,0148
102	5,5	0,2	5,8	0,0138
287	5,5	0,5	5,5	0,0131
315	5,5	0,5	5,7	0,0135
200	5,4	0,3	5,5	0,0126
213	5,4	0,25	5,4	0,0124
262	5,4	0,35	5,1	0,0117
272	5,4	0,4	6,6	0,0151
307	5,4	0,35	5	0,0114
47	5,3	0,4	4,5	0,0099
85	5,3	0,3	5,2	0,0115
165	5,3	0,4	5,1	0,0112
234	5,2	0,3	6,8	0,0144
306	5,1	0,35	5,8	0,0118
117	5	0,3	5,2	0,0102
265	5	0,3	5,3	0,0104
319	5	0,2	5,5	0,0108
124	4,9	0,3	5	0,0094
132	4,9	0,4	4,7	0,0089
239	4,8	0,3	4,5	0,0081
271	4,8	0,45	5,4	0,0098

17	4,7	0,3	5	0,0087
88	4,7	0,3	5,3	0,0092
77	4,6	0,3	4,9	0,0081
16	4,5	0,35	4,9	0,0078
15	4,4	0,4	5,2	0,0079
25	4,4	0,3	5,3	0,0081
114	4,4	0,3	4,9	0,0074
144	4,4	0,35	5,5	0,0084
150	4,4	0,4	4,8	0,0073
209	4,4	0,3	4,7	0,0071
246	4,4	0,2	5,1	0,0078
53	4,2	0,2	4,9	0,0068
137	4,2	0,35	4,8	0,0066
6	4,1	0,5	4,6	0,0061
118	4,1	0,2	4,9	0,0065
157	4,1	0,35	4,8	0,0063
29	4	0,3	4,7	0,0059
38	4	0,4	4,4	0,0055
164	4	0,4	4,3	0,0054
196	4	0,3	4,1	0,0051
227	4	0,25	5,1	0,0064
78	3,8	0,2	4,4	0,0050
264	3,8	0,3	4,3	0,0049
305	3,7	0,3	4,7	0,0051
18	3,6	0,25	4,5	0,0046
33	3,5	0,35	3,7	0,0036
48	3,5	0,4	3,5	0,0034
119	3,5	0,1	4,2	0,0040
215	3,5	0,3	4,6	0,0044
256	3,5	0,2	4,7	0,0045
277	3,5	0,3	4,9	0,0047
248	3,4	0,2	4,8	0,0044
276	3,4	0,3	4,8	0,0044
49	3	0,3	3,2	0,0023
219	3	0,3	5,3	0,0037
21	2,8	0,25	3,7	0,0023

**Familia 4671 (bloque 1)**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
115	7,1	0,4	6,6	0,0261
89	6,9	0,5	7,4	0,0277
38	6,7	0,3	6,2	0,0218
99	6,7	0,4	6,9	0,0243
46	6,5	0,4	6,7	0,0222
48	6,5	0,4	6,3	0,0209
94	6,4	0,4	6,6	0,0212
7	6,3	0,4	6,4	0,0199
98	6,3	0,5	6,5	0,0203
21	6,2	0,3	6,9	0,0208
50	6,1	0,4	6,7	0,0196
2	6	0,4	5,5	0,0155
27	6	0,4	6,3	0,0178
34	6	0,3	6,6	0,0187
53	6	0,4	6,9	0,0195
65	6	0,4	6,8	0,0192
84	6	0,4	6,6	0,0187
95	6	0,4	6,7	0,0189
100	6	0,4	7	0,0198
103	6	0,4	6,2	0,0175
104	6	0,4	6,9	0,0195
43	5,9	0,2	5,8	0,0158
47	5,9	0,4	6,7	0,0183
51	5,9	0,4	6,3	0,0172
40	5,8	0,4	6,3	0,0166
41	5,8	0,4	7,2	0,0190
44	5,8	0,3	6,4	0,0169
83	5,8	0,5	6,4	0,0169
108	5,8	0,4	6,4	0,0169
25	5,7	0,4	6,5	0,0166
72	5,5	0,4	5,8	0,0138
16	5,4	0,5	5,8	0,0133
57	5,4	0,4	6,2	0,0142
87	5,4	0,4	6,1	0,0140
113	5,4	0,4	6,2	0,0142
18	5,3	0,3	7	0,0154
13	5,2	0,4	5,8	0,0123
29	5,2	0,4	5,2	0,0110
81	5,2	0,4	6,3	0,0134
1	5,1	0,3	5,8	0,0118
91	5	0,4	5,7	0,0112
111	5	0,4	6	0,0118

60	4,9	0,3	5,9	0,0111
80	4,9	0,3	6,2	0,0117
4	4,8	0,4	5,8	0,0105
20	4,8	0,3	6	0,0109
66	4,8	0,2	6,2	0,0112
68	4,8	0,3	5,6	0,0101
55	4,7	0,4	5,2	0,0090
79	4,7	0,2	5,8	0,0101
75	4,6	0,3	5,9	0,0098
82	4,6	0,3	6,4	0,0106
35	4,5	0,2	5,4	0,0086
63	4,5	0,3	5,9	0,0094
28	4,4	0,2	5,4	0,0082
36	4,4	0,3	5,2	0,0079
73	4,4	0,6	5,2	0,0079
74	4,4	0,4	6	0,0091
5	4,3	0,2	5,8	0,0084
110	4,3	0,2	5,5	0,0080
30	4,2	0,2	6	0,0083
26	4,1	0,2	5,3	0,0070
15	4	0,2	4,9	0,0062
71	3,8	0,2	5,2	0,0059
109	3,8	0,3	5,4	0,0061
90	3,7	0,2	5,4	0,0058
107	3,6	0,2	5	0,0051
37	3,5	0,2	5,8	0,0056
70	3,5	0,2	4,9	0,0047
49	3,4	0,2	5,6	0,0051
17	3,2	0,3	4,7	0,0038
6	3	0,2	5	0,0035

**Familia 4671 (bloque 2)**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
292	7,3	0,5	7,4	0,0310
300	7,2	0,5	7	0,0285
297	7,1	0,4	7	0,0277
212	7	0,25	6,9	0,0265
149	6,8	0,3	7,7	0,0279
220	6,8	0,25	6,3	0,0227
275	6,8	0,4	7	0,0254
309	6,8	0,4	8,1	0,0294
151	6,6	0,2	7,6	0,0260
267	6,5	0,4	6,9	0,0229
271	6,5	0,35	7	0,0232
167	6,1	0,15	7,5	0,0219
252	6,1	0,25	6,3	0,0183
261	6,1	0,3	6,9	0,0202
298	6,1	0,4	7	0,0204
28	6	0,25	7,4	0,0209
45	6	0,25	7,3	0,0206
60	6	0,3	6,4	0,0181
78	6	0,2	7	0,0198
94	6	0,25	7,3	0,0206
143	6	0,2	6,5	0,0184
173	6	0,3	7	0,0198
183	6	0,35	7	0,0198
207	6	0,25	6,2	0,0175
17	5,8	0,3	6,5	0,0172
64	5,8	0,25	6,7	0,0177
74	5,8	0,2	7,4	0,0195
154	5,8	0,25	5,9	0,0156
192	5,8	0,2	6,5	0,0172
226	5,8	0,3	5,8	0,0153
235	5,8	0,2	6,4	0,0169
54	5,7	0,3	6	0,0153
71	5,7	0,25	6,3	0,0161
80	5,7	0,25	6,4	0,0163
250	5,7	0,2	6	0,0153
289	5,7	0,2	6,6	0,0168
56	5,6	0,2	6,8	0,0167
96	5,6	0,15	7,1	0,0175
33	5,5	0,2	6,8	0,0161
91	5,5	0,2	6,4	0,0152
98	5,5	0,3	7,8	0,0185
110	5,5	0,15	7	0,0166
130	5,5	0,2	6,8	0,0161

176	5,5	0,25	6	0,0142
188	5,5	0,2	6,9	0,0164
201	5,5	0,25	6,6	0,0157
229	5,5	0,25	6,5	0,0154
237	5,5	0,3	6	0,0142
239	5,5	0,25	6,7	0,0159
101	5,4	0,3	6,6	0,0151
103	5,4	0,35	6,3	0,0144
184	5,4	0,15	7,3	0,0167
204	5,4	0,3	6,4	0,0146
216	5,4	0,25	6,9	0,0158
232	5,4	0,3	6,5	0,0149
254	5,4	0,3	6,3	0,0144
24	5,3	0,15	6,9	0,0152
32	5,3	0,2	6,9	0,0152
41	5,3	0,15	7,1	0,0157
42	5,3	0,2	6,2	0,0137
109	5,3	0,2	6,6	0,0146
168	5,3	0,25	7,1	0,0157
170	5,3	0,2	7	0,0154
7	5,2	0,1	6,4	0,0136
11	5,2	0,2	6,3	0,0134
102	5,2	0,1	7	0,0149
105	5,2	0,2	6,6	0,0140
106	5,2	0,2	6,6	0,0140
205	5,2	0,25	6,5	0,0138
242	5,2	0,3	5,4	0,0115
291	5,2	0,4	6,3	0,0134
308	5,2	0,3	7,2	0,0153
112	5,1	0,2	6,7	0,0137
116	5,1	0,1	6,7	0,0137
222	5,1	0,3	6,5	0,0133
288	5,1	0,3	6,1	0,0125
44	5	0,25	6,9	0,0135
65	5	0,15	6,5	0,0128
69	5	0,2	5,8	0,0114
83	5	0,1	6	0,0118
88	5	0,1	6,4	0,0126
90	5	0,15	6,5	0,0128
125	5	0,15	5,3	0,0104
137	5	0,2	6,3	0,0124
145	5	0,2	6,6	0,0130
147	5	0,2	6,5	0,0128
158	5	0,15	6,9	0,0135
159	5	0,25	6,5	0,0128

161	5	0,2	6,3	0,0124
171	5	0,25	7	0,0137
190	5	0,25	5,9	0,0116
193	5	0,2	5,6	0,0110
208	5	0,25	5,8	0,0114
218	5	0,2	6,4	0,0126
278	5	0,2	6,2	0,0122
279	5	0,2	6,7	0,0131
290	5	0,3	5,9	0,0116
77	4,9	0,2	7,1	0,0134
256	4,9	0,3	6,2	0,0117
258	4,8	0,3	5,9	0,0107
303	4,8	0,4	6,7	0,0121
304	4,8	0,3	6,3	0,0114
9	4,7	0,15	5,2	0,0090
23	4,7	0,1	6,2	0,0108
50	4,7	0,1	6	0,0104
120	4,7	0,15	6,9	0,0120
132	4,7	0,15	5,3	0,0092
166	4,7	0,3	5,7	0,0099
39	4,6	0,1	6	0,0100
99	4,6	0,2	7,4	0,0123
111	4,6	0,2	6,2	0,0103
135	4,6	0,15	5,7	0,0095
255	4,6	0,2	5,3	0,0088
18	4,5	0,2	5,1	0,0081
25	4,5	0,25	6,1	0,0097
35	4,5	0,1	5,4	0,0086
37	4,5	0,15	5,9	0,0094
40	4,5	0,3	6	0,0095
52	4,5	0,25	6,1	0,0097
59	4,5	0,25	6,3	0,0100
146	4,5	0,15	6,6	0,0105
156	4,5	0,2	6,8	0,0108
157	4,5	0,2	6,7	0,0107
203	4,5	0,25	6,5	0,0103
210	4,5	0,3	5,4	0,0086
221	4,5	0,3	6,8	0,0108
240	4,5	0,15	5,7	0,0091
246	4,5	0,3	5,1	0,0081
257	4,5	0,2	6,3	0,0100
306	4,5	0,3	6,5	0,0103
27	4,4	0,2	6,1	0,0093
30	4,4	0,2	6	0,0091
95	4,4	0,1	6,7	0,0102

219	4,4	0,2	6,7	0,0102
277	4,4	0,3	6	0,0091
31	4,3	0,1	5,7	0,0083
36	4,3	0,2	5,5	0,0080
138	4,3	0,15	5,8	0,0084
179	4,3	0,15	5,5	0,0080
234	4,3	0,1	5,8	0,0084
260	4,3	0,4	5,2	0,0075
264	4,3	0,2	5,3	0,0077
51	4,2	0,15	5,9	0,0082
115	4,2	0,2	5,7	0,0079
134	4,2	0,15	5,8	0,0080
139	4,2	0,2	5,9	0,0082
150	4,2	0,1	6,3	0,0087
13	4,1	0,15	5,2	0,0069
58	4,1	0,2	5,9	0,0078
15	4	0,15	6	0,0075
53	4	0,15	5,9	0,0074
89	4	0,15	5,9	0,0074
133	4	0,15	5,8	0,0073
162	4	0,15	5,1	0,0064
195	4	0,2	4,9	0,0062
266	3,9	0,25	5,5	0,0066
38	3,8	0,15	5,3	0,0060
223	3,8	0,1	5,9	0,0067
238	3,8	0,2	5,3	0,0060
281	3,8	0,3	5,6	0,0063
12	3,7	0,2	5,7	0,0061
19	3,7	6,1	4,7	0,0051
144	3,7	0,15	6	0,0064
43	3,5	0,35	5,9	0,0056
55	3,5	0,2	6	0,0058
85	3,5	0,2	6,3	0,0061
97	3,5	0,2	7	0,0067
214	3,5	0,2	5,5	0,0053
245	3,5	0,15	4,9	0,0047
305	3,5	0,2	6,6	0,0063
14	3,4	0,15	5,4	0,0049
67	3,4	0,15	5,2	0,0047
86	3,4	0,2	4,9	0,0044
114	3,3	0,2	5,6	0,0048
236	3,3	0,2	4,8	0,0041
2	3,2	0,1	5,1	0,0041
93	3,2	0,15	5	0,0040
285	3,2	0,2	5	0,0040

296	3,2	0,2	5	0,0040
301	3,2	0,2	5,5	0,0044
20	3	0,1	5,2	0,0037
87	3	0,2	5,3	0,0037
243	3	0,2	4,8	0,0034
122	2,8	0,15	4,4	0,0027
5	2,7	0,5	4,6	0,0026
244	2,5	0,25	4,3	0,0021
276	0,8	0,3	6,1	0,0003

### Familia 4672

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m³)
87	7,8	0,4	6,6	0,0315
17	7	0,4	5,6	0,0215
97	7	0,3	5,75	0,0221
31	6,7	0,25	7	0,0247
14	6,5	0,3	5,2	0,0172
82	6,5	0,3	7	0,0232
116	6,5	0,4	6,4	0,0212
25	6,2	0,3	5,6	0,0169
11	6	0,4	5,95	0,0168
39	6	0,1	5,75	0,0162
75	6	0,4	6,65	0,0188
144	6	0,4	5,8	0,0164
83	5,9	0,3	6,75	0,0184
134	5,8	0,3	6,65	0,0176
138	5,8	0,4	5,9	0,0156
142	5,7	0,4	5,3	0,0135
95	5,4	0,2	5,7	0,0130
84	5,3	0,2	6,55	0,0144
121	5,3	0,4	5,6	0,0123
122	5,3	0,4	5,25	0,0116
107	5,2	0,4	5,6	0,0119
124	5,2	0,3	5,75	0,0122
140	5,2	0,3	5,8	0,0123
44	5,1	0,2	5,7	0,0116
135	5,1	0,4	5,75	0,0117
106	5	0,3	5,5	0,0108
49	4,8	0,4	3,9	0,0071
60	4,8	0,4	6,45	0,0117
94	4,8	0,3	5,7	0,0103
112	4,8	0,3	4,8	0,0087
129	4,8	0,4	5	0,0090
51	4,7	0,4	4,5	0,0078

119	4,7	0,3	4,75	0,0082
131	4,6	0,4	4,35	0,0072
115	4,5	0,3	5,25	0,0083
127	4,5	0,3	4,7	0,0075
32	4,4	0,1	6,6	0,0100
120	4,3	0,3	4,85	0,0070
41	4,2	0,2	4,4	0,0061
48	4,2	0,2	5,3	0,0073
108	4,2	0,3	5	0,0069
113	4,2	0,2	4,95	0,0069
9	4,1	0,5	4,7	0,0062
4	4	0,25	4,85	0,0061
21	4	0,3	4,7	0,0059
59	4	0,3	5,45	0,0068
72	4	0,3	4,65	0,0058
78	4	0,3	4,92	0,0062
37	3,8	0,2	4,65	0,0053
105	3,8	0,2	5,3	0,0060
128	3,8	0,2	5	0,0057
56	3,7	0,2	4,15	0,0045
68	3,7	0,3	4,3	0,0046
125	3,6	0,2	4,6	0,0047
53	3,5	0,2	4,9	0,0047
58	3,5	0,3	3,9	0,0038
126	3,4	0,2	4,4	0,0040
3	3,1	0,15	4,4	0,0033
8	2,5	0,2	3,75	0,0018

**Familia 4784**

No. Árbol	DAP (cm)	Espesor Corteza (cm)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
39	6,3	0,35	5,5	0,0171
4	6,2	0,25	6,5	0,0196
24	6	0,2	4,7	0,0133
36	5,8	0,45	4,75	0,0125
26	5,7	0,25	5,25	0,0134
3	5,5	0,2	5,25	0,0125
28	5,5	0,25	4,75	0,0113
27	5,4	0,3	4,75	0,0109
16	5,3	0,25	5,25	0,0116
10	5,2	0,25	5,25	0,0111
22	5	0,35	4,5	0,0088
30	4,8	0,35	4,75	0,0086
42	4,8	0,2	5,25	0,0095
2	4,7	0,4	4,75	0,0082
40	4,5	0,3	5	0,0079
35	4,3	0,25	4,5	0,0065
14	4,2	0,2	4,5	0,0062
6	4	0,35	4,25	0,0053
12	4	0,25	5	0,0063
17	4	0,5	4,25	0,0053
15	3,8	0,3	4,25	0,0048
31	3,8	0,25	4,75	0,0054
25	3,6	0,2	4,75	0,0048
37	3,6	0,15	4,25	0,0043
44	3,6	0,2	3,5	0,0036
32	3,4	0,2	3,5	0,0032
18	3,2	0,2	4,25	0,0034

**ANEXO No. 4. Tablas resumen de tipo de corteza y tipo de hojas juveniles y adultas**

<i>Familia</i>	<i>Corteza</i>							<i>Hojas juveniles</i>			<i>Hojas adultas</i>		
<b>4662</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>123</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	68	67	7	28	8	39	396	294	2	317	106	206	301
%	11,1	10,9	1,1	4,6	1,3	6,4	64,6	48,0	0,3	51,7	17,3	33,6	49,1

<i>Familia</i>	<i>Corteza</i>						<i>Hojas juveniles</i>			<i>Hojas adultas</i>			
<b>4671</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>123</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
	88	28	124	3	14	2	176	4	79	125	35	77	22
%	34,0	10,8	47,9	1,2	5,4	0,8	68,0	1,5	30,5	48,3	13,5	29,7	8,5

<i>Familia</i>	<i>Corteza</i>					<i>Hojas juv.</i>		<i>Hojas adultas</i>		
<b>4664</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>123</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
	2	292	140	0	0	433	1	13	421	
%	0,5	67,3	32,3	0,0	0,0	99,8	0,2	3,0	97,0	

<i>Familia</i>	<i>Corteza</i>					<i>Hojas juv.</i>		<i>Hojas adultas</i>		
<b>4661</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>123</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	9	125	35	0	0	146	23	16	153	0
%	5,3	74,0	20,7	0,0	0,0	86,4	13,6	9,5	90,5	0,0

<i>Familia</i>	<i>Corteza</i>				<i>Hojas juv.</i>		<i>Hojas adultas</i>		
<b>4672</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	2	22	35	0	59	0	8	51	0
%	3,4	37,3	59,3	0,0	100,0	0,0	13,6	86,4	0,0

<i>Familia</i>	<i>Corteza</i>				<i>Hojas juv.</i>		<i>Hojas adultas</i>		
<b>4656</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	6	6	1	41	38	16	35	6	13
%	11,1	11,1	1,9	75,9	70,4	29,6	64,8	11,1	24,1

<i>Familia</i>	<i>Corteza</i>			<i>Hojas juv.</i>		<i>Hojas ad.</i>	
<b>4655</b>	1	12	2	1	2	1	2
	0	6	0	6	0	0	6
%		100		100			100

<i>Familia</i>	<i>Corteza</i>			<i>Hojas juv.</i>		<i>Hojas ad.</i>	
<b>4659</b>	1	12	2	1	2	1	2
	1	1	1	3	0	1	2
%	33,3	33	33	100	0	33	67

<i>Familia</i>	<i>Corteza</i>						<i>Hojas juv.</i>		<i>Hojas adultas</i>		
<b>4784</b>	1	12	23	2	3	123	1	12	1	2	12
	0	1	0	26	0	0	14	13	3	21	3
%	0,0	3,7	0,0	96,3	0,0	0,0	51,9	48,1	11,1	77,8	11,1

<i>Familia</i>	<i>Corteza</i>						<i>Hojas juv.</i>		<i>Hojas adultas</i>		
<b>4654</b>	1	12	23	2	3	123	1	3	1	2	3
	5	12	20	1	2	6	35	11	19	10	17
%	10,9	26,1	43,5	2,2	4,3	13,0	76,1	23,9	41,3	21,7	37,0