

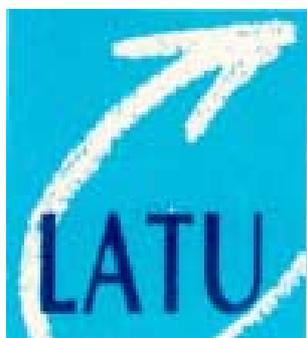
**Proyecto de  
Tecnología de Ensayo  
de Productos Forestales  
LATU-JICA  
(1998-2003)**

**Distribución del Grano Entrecruzado en el Fuste  
de  
*Eucalyptus spp.* y su Relación  
con Fines Decorativos**

**Interlocked Grain Distribution in Stem of *Eucalyptus spp.* and  
the Relation with Decorative Uses**

**Sr. Javier Doldán**

**Informe de Investigación N°6  
Agosto 2001**



## **PRÓLOGO**

El presente estudio es el sexto de la serie “Informes de Investigación”, en donde se reúnen estudios realizados en el marco del “Proyecto de Tecnología de Ensayo de Productos Forestales” entre el Sector Productos Forestales del LATU y JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) en Montevideo, Uruguay desde 1998 hasta 2003.

Con esta serie, el LATU pretende la difusión tecnológica como una contribución al desarrollo de la industria forestal.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Sadaaki Ohta por su invaluable apoyo técnico y su permanente colaboración.

Al Ing. Quím. Raúl de Castro, Jefe del Sector Productos Forestales del LATU, por su supervisión.

Al Sr. Harushi Kobayashi por su apoyo constante.

Al equipo técnico del Sector Productos Forestales del LATU, por su incondicional apoyo.

## TABLA DE CONTENIDOS

1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>GRANO Y DIBUJO DE MADERAS</u> .....	2
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	5
3.1. <u>MATERIALES</u> .....	5
3.1.1. <u><i>E. grandis</i> de Río Negro (Noroeste)</u> .....	5
3.1.2. <u><i>E. grandis</i> de Rivera (Norte)</u> .....	5
3.1.3. <u><i>E. globulus spp. globulus</i> de Lavalleja(Sur)</u> .....	6
3.2. <u>MÉTODO DE MEDIDA DEL GRANO INCLINADO</u> .....	6
3.2.1. <u>Preparación de probetas</u> .....	6
3.2.2. <u>Marcado y corte</u> .....	7
3.2.3. <u>Medida de la inclinación del grano</u> .....	8
3.2.4. <u>Selección de probetas</u> .....	9
3.3. <u>MÉTODO DE MEDIDA DEL ENTRECRUZAMIENTO</u> .....	10
3.3.1. <u>Altura de picos</u> .....	12
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	13
4.1. <u>RELACIÓN ENTRE PROMEDIOS Y MÁXIMOS</u> .....	14
4.2. <u>PROMEDIOS DENTRO DE CADA PROBETA</u> .....	15
4.2.1. <u>Clasificación de probetas por pendientes</u> .....	16
4.3. <u>FIGURAS DE INCLINACIÓN DE GRANO</u> .....	19
4.4. <u>ENTRECRUZAMIENTO DE FIBRAS</u> .....	21
4.5. <u>RESULTADOS DE OTRAS MUESTRAS</u> .....	22
4.5.1. <u><i>E. grandis</i> de Rivera (Norte)</u> .....	22
4.5.2. <u><i>E. globulus spp. globulus</i> de Lavalleja(Sur)</u> .....	26
5. <u>UTILIZACIÓN PARA FINES DECORATIVOS</u> .....	30
6. <u>CONCLUSIÓN</u> .....	31
7. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	32

# DISTRIBUCIÓN DEL GRANO ENTRECruzADO EN EL FUSTE DE *EUCALYPTUS* *SPP.* Y SU RELACIÓN CON FINES DECORATIVOS

## RESUMEN

El dibujo o veteado de una pieza de madera es una característica muy importante desde el punto de vista estético, pudiendo inclusive aumentar significativamente su valor. La distribución de la inclinación y del entrecruzamiento de las fibras desde la médula a corteza, son propiedades que en el género *Eucalyptus* pueden originar diseños llamativos. Por esta razón, se introduce en este informe al estudio de dichas propiedades.

**PALABRAS CLAVE: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus globulus spp. globulus*, grano inclinado, grano entrecruzado, dibujo.**

## SUMMARY

From the esthetic point of view, figure of sawn boards is a very important characteristic and it also could increase significantly its commercial value. The distribution of slope of grain and interlocked grain from pith to bark, are wood properties which can produce outstanding figures in *Eucalyptus* species. For this reason, this report intends to introduce on these properties.

**KEY WORDS: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus globulus spp. globulus*, slope of grain, interlocked grain, figure.**

## 1. INTRODUCCIÓN

Se le da el nombre de “grano” a la dirección que adquieren los diferentes elementos anatómicos con respecto al eje del árbol. Se pueden definir diferentes tipos de grano, como ser el grano recto, inclinado, espiralado, entrecruzado, crespado, etc. En este caso se estudiará el grano inclinado y el entrecruzado. En el grano inclinado los elementos leñosos se disponen formando un cierto ángulo con el eje del árbol. Por otro lado, en el grano entrecruzado dicha inclinación se da de forma alternada y opuesta entre zonas contiguas. Éste tipo de inclinación desde el punto de vista estético, da origen a diseños llamativos como el “diseño espigado”. Considerando el gran valor decorativo de las tablas de madera que presentan grano entrecruzado, la investigación realizada al respecto en plantaciones de especies de *Eucalyptus* es insuficiente. En general la presencia de la formación de grano entrecruzado se encuentra en regiones tropicales, observándose en especies como el Dipterocarpaceae (*Shorea spp.*). En un estudio realizado en *E. deglupta* de Papua, Nueva Guinea, (OHTA, S; 1980) fue considerado que cada período de crecimiento, presentaba una inclinación del grano particular, generando de esta manera el grano entrecruzado. Se encontró también, que existía una gran variación del entrecruzamiento en un mismo árbol y entre árboles. En zonas tropicales, fueron estudiados los patrones de distribución del grano entrecruzado desde la médula a la corteza, así como también, la relación entre los picos de entrecruzamiento y las vetas o dibujos producidos en tablas aserradas (OHTA, S; 1978).

En este trabajo se estudiarán la inclinación y el entrecruzamiento del grano en especies de *Eucalyptus* de plantaciones del Norte, Noroeste y Sur de la República Oriental del Uruguay. Se establecerán las condiciones de ensayo para todas las especies estudiadas y se basará la investigación en la especie de la que se han obtenido mayor cantidad de probetas de ensayo, en este caso *Eucalyptus grandis* de Río Negro (Noroeste). Posteriormente se mostrarán y compararán los resultados obtenidos de dos muestras de diferentes procedencias. La primera se trata de la misma especie, *Eucalyptus grandis*, obtenida de Rivera (Norte) y la segunda será *Eucalyptus globulus spp. globulus* de Lavalleja (Sur).

## **2. GRANO Y DIBUJO DE MADERAS**

El termino “**grano**”, se refiere al posicionamiento que adoptan los elementos anatómicos con respecto al eje longitudinal del árbol. Esta característica es considerada como un defecto cuando su magnitud es tal que afecta la resistencia de la madera, por ejemplo, para uso estructural. Sin embargo, para un uso decorativo, los diferentes tipos de granos pueden llegar a proporcionar a las maderas aserradas, figuras o dibujos llamativos desde el punto de vista estético. Existen diferentes tipos de grano, algunos de ellos se pueden observar en el siguiente cuadro:

<b>Tipo de grano</b>	<b>Descripción</b>	<b>Características</b>	<b>Observaciones</b>
Recto	Elementos dispuestos paralelamente al eje del árbol	Madera con buena resistencia mecánica	Fácil de trabajar  Desde el punto de vista estético no es atractivo
<b><u>Inclinado</u></b>	<b>Elementos leñosos dispuestos formando un ángulo con el eje del árbol</b>	<b>Madera con menor resistencia mecánica que las de grano recto</b>	<b>Difícil de trabajar</b>
Espiralado	Elementos dispuestos siguiendo una dirección espiral alrededor del eje del árbol	Madera con menor resistencia mecánica	El espiral se puede dar hacia la izquierda o hacia derecha
<b><u>Entrecruzado</u></b>	<b>Elementos inclinados pero a la vez de manera alternada y opuesta en cada anillo de crecimiento</b>	Madera con menor resistencia mecánica	<b>Desde el punto de vista estético, se originan diseños llamativos</b>
Crespo	Elementos leñosos cambian continuamente de dirección y sentido longitudinal	-	Muy difíciles de trabajar
Irregular	Se encuentra por lo general en la zona de nudos y bifurcaciones	-	-

Las piezas de madera tienen un valor comercial que depende sustancialmente de la calidad de la misma y del uso final al que serán destinadas. En lo que refiere a la industria del mueble o piezas con terminaciones visuales llamativas, el “**dibujo**” o “**veteado**” determinará en última instancia su valor comercial. Las siguientes fotografías (ver Foto N°1 – 4) presentan algunas maderas con un alto atractivo, que determina su valor elevado.



Foto N°1: *Zelkova serrata*

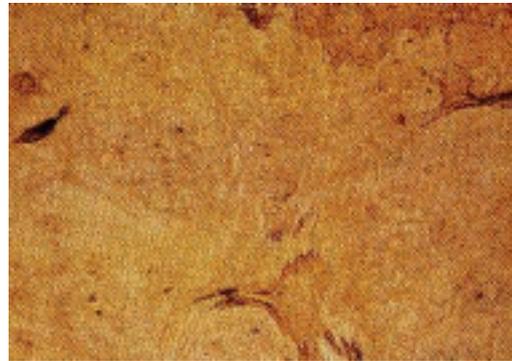


Foto N°2: *Aesculus turbinata*



Foto N°3: *Acer spp.*



Foto N°4: *Cryptomeria japonica*

La posición y orientación en la que están dispuestos los elementos anatómicos con respecto al eje longitudinal del árbol (grano), pueden también tener una influencia significativa sobre esta propiedad. Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, los siguientes son tres ejemplos de dibujos provocados por la disposición de los elementos anatómicos:

- Dibujo rayado: de escaso atractivo, creado por líneas provenientes del corte longitudinal de los vasos leñosos (en madera de coníferas, canales resiníferos). Ejemplo: roble y plátano en cortes tangenciales.
- Dibujo jaspeado o floreado: es un diseño muy atractivo y altamente codiciado. Se produce en las caras radiales de maderas con radios anchos, en donde se producen máculas de forma irregular y de color más claro que el resto de la madera. Ejemplos: roble, plátano, haya.

- **Dibujo espigado**: lo ocasiona el **grano entrecruzado** en caras radiales o semi radiales. La disposición alternada de los elementos anatómicos produce franjas con contrastes en la reflexión de la luz, provocando diseños llamativos e interesantes. Ejemplos: caoba, sapele y **eucalipto**.

En las Fotos N°5, 6, 7 y 8 se pueden ver los dibujos provocados por el grano entrecruzado en tablas radiales, semi radiales y tangenciales de *Eucalyptus grandis*.



Foto N°5: Tabla radial *E. grandis*



Foto N°6: Tabla semi radial *E. grandis*



Foto N°7: Tabla tangencial *E. grandis*

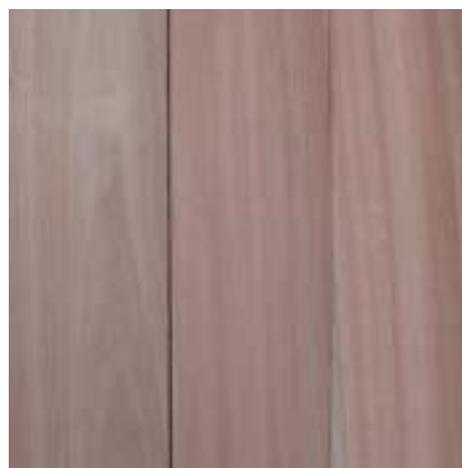


Foto N°8: Tablas *E. grandis*

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES

Para realizar la investigación de los patrones del grano inclinado y su entrecruzamiento, se busca obtener probetas representativas de todo el árbol, lo cual se realiza de la misma forma que en el "Informe de investigación N°3" (Doldán, J; 2000). En este estudio se compararán tres muestras de distintas zonas de Uruguay.

##### 3.1.1. *Eucalyptus grandis* de Río Negro (Noroeste).

Las probetas de ensayo fueron extraídas de trozas basales de árboles apeados en enero del 2001, provenientes de un monte implantado en la primavera de 1982 en Río Negro, al que no se le habían realizado manejos silviculturales. Las características de las trozas de donde provinieron las probetas a ensayar se detallan en la TABLA N°1.

TABLA N° 1: Características de trozas *E. grandis* de Río Negro

TROZA	1	3	4	5	6	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21
DAP (cm)	33,5	33,0	31,0	26,5	39,0	26,7	33,0	39,0	42,5	48,0	30,0	40,0	36,5	32,5	27,5
Diámetro menor (cm)	30,0	27,8	27,0	21,9	34,5	25,0	30,2	35,0	37,1	41,0	21,2	32,7	33,0	29,3	23,0
Longitud de trozas (cm)	300	300	300	301	299	300	300	299	299	300	299	301	300	301	300

##### 3.1.2. *Eucalyptus grandis* de Rivera (Norte).

Al igual que en el caso anterior, las probetas se extrajeron de trozas basales de árboles recién apeados, para mantener el estado verde. Ésta muestra, fue obtenida en abril de 2000, procedente de un monte con manejo silvicultural en el departamento de Rivera, zona Norte de Uruguay. La edad de los árboles era de aproximadamente 16 años. En la Tabla N°2 se observan algunas características de las trozas muestreadas.

TABLA N°2: Características de las trozas de *E. grandis* de Rivera.

TROZA	11	12	13	14	15
DAP (cm)	43,6	47,0	42,3	44,0	44,0
Diámetro menor (cm)	42,5	44,0	40,7	41,7	42,0
Longitud de trozas (cm)	300	300	300	300	300

### 3.1.3. *Eucalyptus globulus spp. globulus* de Lavalleja (Sur)

Las trozas que se tomaron como base para obtener las probetas, provienen de un muestreo realizado en enero de 1999. La edad de los árboles fue aproximadamente 8 años (tener en cuenta que es menor a la de los anteriores). Las características más importantes se detallan en la Tabla N° 3. Para el desarrollo de este informe se indicará con el nombre de *Eucalyptus globulus* a la especie *Eucalyptus globulus spp. globulus* como forma de abreviación.

TABLA N°3: Características de las trozas de *Eucalyptus globulus* de Lavalleja.

TROZA	1	2	3	4	5	6	7	9
DAP (cm)	20,0	20,0	26,0	27,5	22,5	22,7	24,1	25,7
Diámetro menor (cm)	19,0	19,2	23,8	22,5	21,5	21,0	21,5	22,0
Longitud de trozas (cm)	300	300	300	300	300	300	300	300

## 3.2. MÉTODO DE MEDIDA DEL GRANO INCLINADO

El método utilizado en este informe de investigación es el mismo que el del Informe de investigación N°3. En ese informe se especifica el método de medida y el proceso de obtención de las muestras como así también la preparación de las probetas de ensayo. No obstante, pasaremos a explicar dichos métodos detallando algunos puntos relevantes.

### 3.2.1. Preparación de probetas

La preparación de las probetas se puede separar en diferentes procesos (ver Figura N°1):

- Aserrado de las trozas: se parte de una troza basal, de donde se corta el extremo superior, posteriormente se extraen dos costaneros ajustando el espesor radial a 15 cm. Se asegura que la médula quede centrada.
- Elección de la zona de extracción: se busca una zona que aparentemente no contenga defectos y se marca un disco de 5 cm de espesor. Una vez obtenido dicho disco, se deben marcar dos listones desde la medula hasta la corteza (A y B). Los anillos de crecimiento deben encontrarse dispuestos tangencialmente.
- Dimensión final: se lleva al formato final que es el de 30 mm de altura longitudinal y 30 mm de ancho. La longitud radial es variable e igual al radio en cada dirección

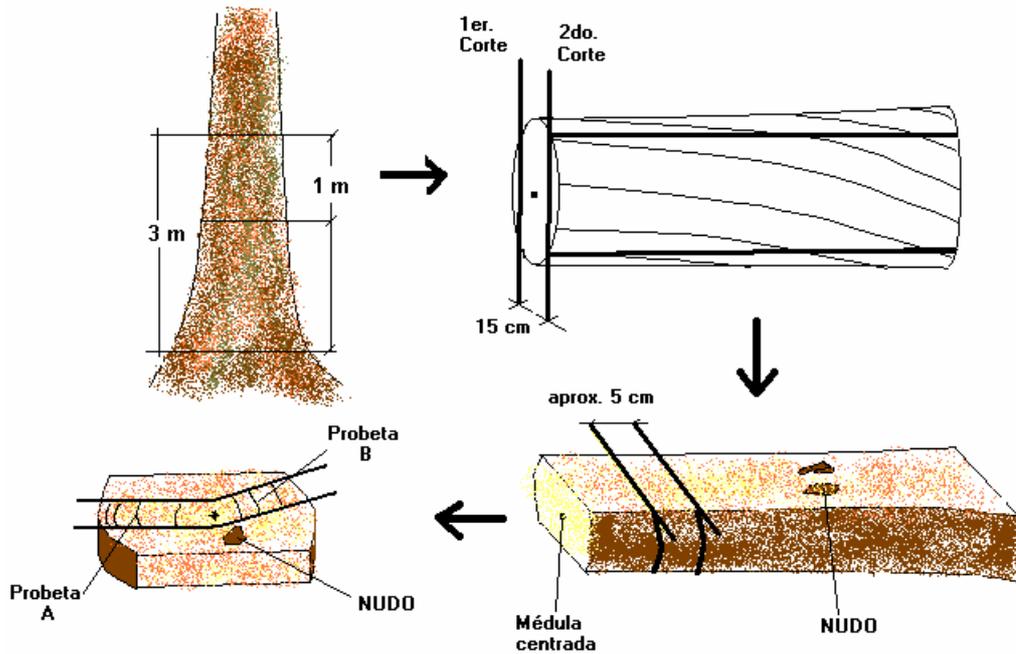


Figura N°1: Preparación de probetas

### 3.2.2. Marcado y corte de probetas

Se marcan en las caras radiales las "líneas de base" de corte y de medida. Como se ve en la Figura N°2, la segunda es proyectada perpendicularmente desde la primera con la ayuda de hilo y plomada. Las probetas obtenidas deberán ser cortadas mediante un método que asegure que las fibras se desgarran siguiendo el ángulo natural en que están dispuestas. Por lo tanto, se corta mediante golpes débiles de un martillo sobre una cuchilla alineada a la "línea de base de corte".

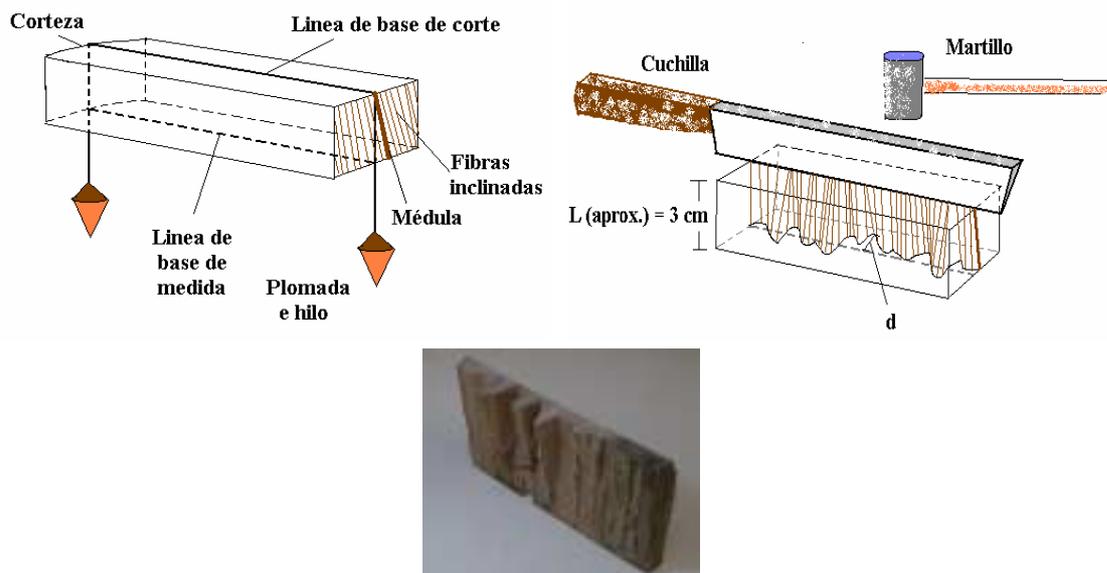


Figura N°2: Marcado y corte de probetas

### 3.2.3. Medida de la inclinación del grano

La medida de la inclinación del grano, o más precisamente del porcentaje de inclinación de grano (%IG), se lleva a cabo sobre una impresión escaneada de la cara opuesta a la de corte. Se mide la distancia "d" que se abre entre el grano y la "línea de base de medida" (ver Figura N°2). Teóricamente se debe suponer que la inclinación nula sería aquella en la que el valor de d sea igual a cero. Teniendo en cuenta la altura longitudinal (L) de la probeta (aprox. 3cm) se define el porcentaje de inclinación del grano de la siguiente manera:

$$\%IG = (d / L) * 100$$

Para realizar la medición del %IG desde la médula hasta la corteza en cada probeta, se puede utilizar el método manual o de lo contrario el método digital. El primero, es un método que requiere la medición manual de las distancias "d" con regla, lo que representa un trabajo tedioso y no demasiado preciso. En esta investigación, se implementa el método digital, utilizando un digitalizador provisto con un "mouse" o "ratón" (Ver Figura N°3). Éste equipo, permite tomar las coordenadas de puntos en un espacio plano definido. De esta forma es posible obtener, mediante un software adecuado, las coordenadas de los puntos de interés y referirlos a una recta dada ("Línea de base de medida"). Se consiguen de esta manera, las distancias "d" de una gran cantidad de puntos desde la médula a la corteza.

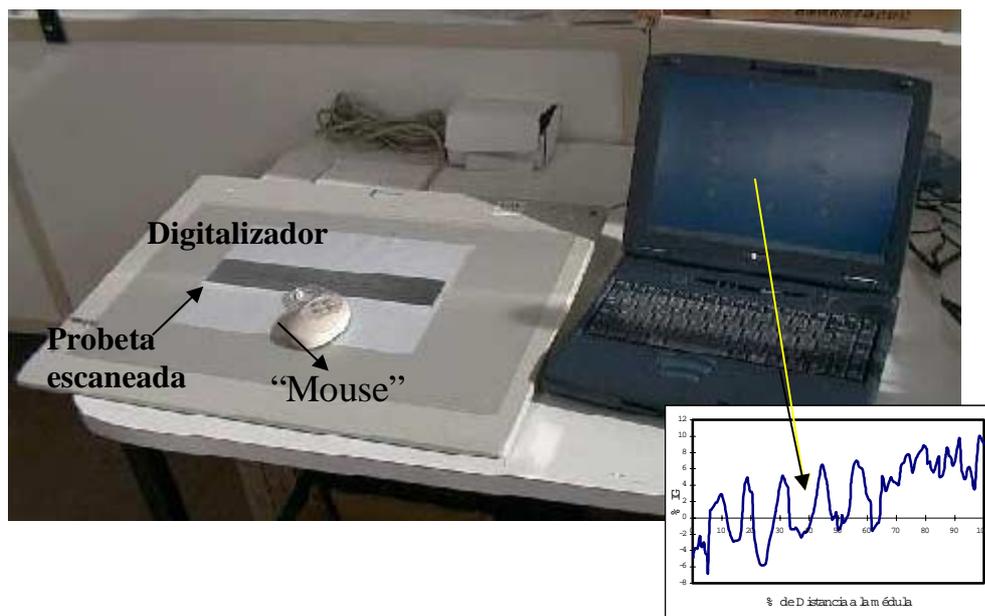


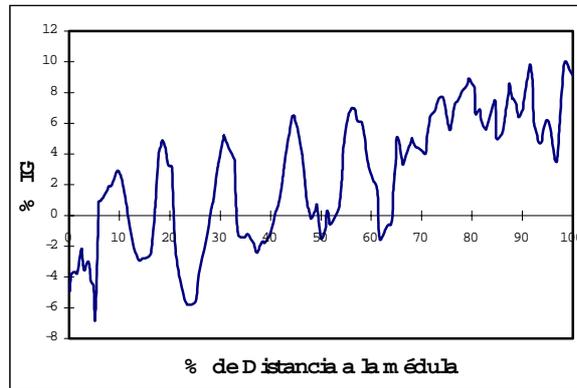
Figura N° 3: Digitalizador utilizado para la medición de la inclinación del grano.

A diferencia del Pino, el Eucalipto presenta la limitante de no poder observar con claridad los anillos anuales. Por esta razón, se trataron los datos refiriéndolos a la distancia porcentual con respecto al radio total desde la médula a la corteza (porcentaje de distancia ó %dist.).

$$\%dist. = (distancia a la médula / radio total) * 100$$

El procesamiento de los datos se realiza de la siguiente manera: primero se obtiene del digitalizador, una tabla conteniendo el porcentaje de inclinación del grano (%IG) para distintas distancias a la médula expresadas como %dist. Dicha tabla da lugar a la gráfica del

perfil de cada probeta, la cual es muy importante para observar las variaciones desde la médula a la corteza. Ver gráfica N°1.



Gráfica N°1: Ejemplo del perfil digitalizado de una probeta.

Por otro lado, se quiere obtener alguna magnitud que caracterice a cada probeta para poder compararlas entre sí. Para ello, se obtiene el promedio de toda la probeta y el valor máximo. Como se ve en la Gráfica N°1, los datos obtenidos de %IG pueden tomar valores positivos y negativos, por lo que para obtener dichas magnitudes se deben usar valores absolutos. Posteriormente, se quiere estudiar la variación de la inclinación del grano desde la médula a la corteza. Debido a la imposibilidad de dividir la probeta por anillos de crecimiento, se fracciona en rangos de a 10% de distancia.

#### **3.2.4. Selección de probetas**

Debido al procedimiento de preparación de las probetas, es de esperar que la cercanía de nudos u otros defectos no sea significativa y que la mayoría de las mencionadas probetas puedan ser tenidas en cuenta para el procesamiento de los resultados obtenidos. Sin embargo, se puede observar casos en los que alguna de las probetas A o B (de radios opuestos) presentan una cierta alteración visible.

Se realiza una selección de las probetas, teniendo en cuenta los datos obtenidos de inclinación de grano desde la médula a la corteza y los perfiles digitalizados de las mismas. Descartándose aquellas que presenten una alteración de la inclinación del grano causada por defectos cercanos, por lo que es muy importante saber de donde se extrajeron las probetas.

### 3.3. MÉTODO DE MEDIDA DEL ENTRECruzAMIENTO

La inclinación del grano es la desviación de la dirección de las fibras con respecto a un plano que pasa por el eje longitudinal del árbol. Tomando como ejemplo las probetas dibujadas en la Figura N°4, en "B" se ve un espécimen con una marcada inclinación de grano, mientras que en "A" existe una variación de inclinación del grano desde la médula hasta la corteza, en la que se producen "picos" mínimos y máximos. Estos picos se producen por el entrecruzamiento de las fibras. El Eucalyptus es un género que presenta, además de la inclinación del grano, un posicionamiento intercalado de sus fibras al que se le da el nombre de "grano entrecruzado". Esta característica se puede observar en la especie estudiada, aunque la evaluación de su magnitud no es muy sencilla. No obstante se intentará recolectar datos, mediante el procesamiento de los obtenidos para la inclinación del grano.

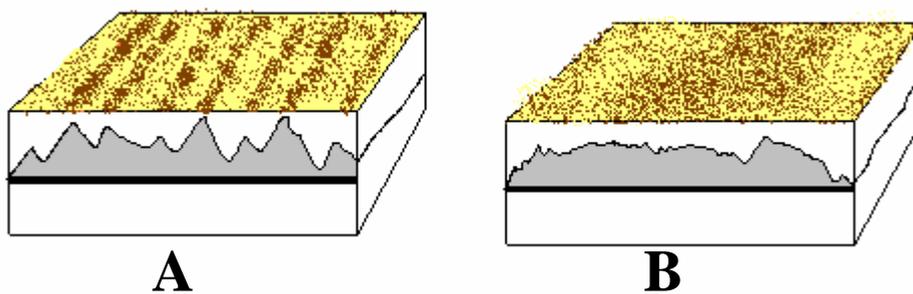


Figura N°4: (A): probeta con inclinación y entrecruzamiento de grano.  
(B): probeta con inclinación de grano (sin entrecruzamiento).

Primeramente, se debe aclarar que con el método utilizado en este trabajo, se evaluará, solamente la influencia que tendrá el entrecruzamiento en el acabado de las superficies de caras radiales. Posteriormente, se debe tener en cuenta que no se podrá dar una evaluación numérica precisa de este fenómeno, sino que se dará una idea de la cantidad y magnitud de los picos existentes en cada probeta. El entrecruzamiento define zonas de diferentes inclinaciones de fibras, por lo tanto cuando se realiza el corte longitudinal de la tabla, dichas fibras son cortadas también en diferentes ángulos. Como se puede ver en las Figuras N°5 y 6, los picos encontrados en las probetas determinan vetas de diferente color, brillo y rugosidad. Estas vetas se distribuyen en la superficie de la cara radial formando un "dibujo espigado" (Touset, R; 1986). Desde el punto de vista del diseño visual, dichos dibujos son agradables y presentan variaciones de brillo y color. Por esta razón, es importante precisar, que el grano entrecruzado no debe ser considerado como un defecto ya que estas propiedades estéticas podrían ser importantes a la hora de la decisión del consumidor de un producto de madera. Sin embargo, desde el enfoque del acabado del producto final pueden surgir complicaciones debido a la rugosidad, propiedad que a causa del grano entrecruzado, se ve exagerada y a su vez heterogéneamente distribuida.

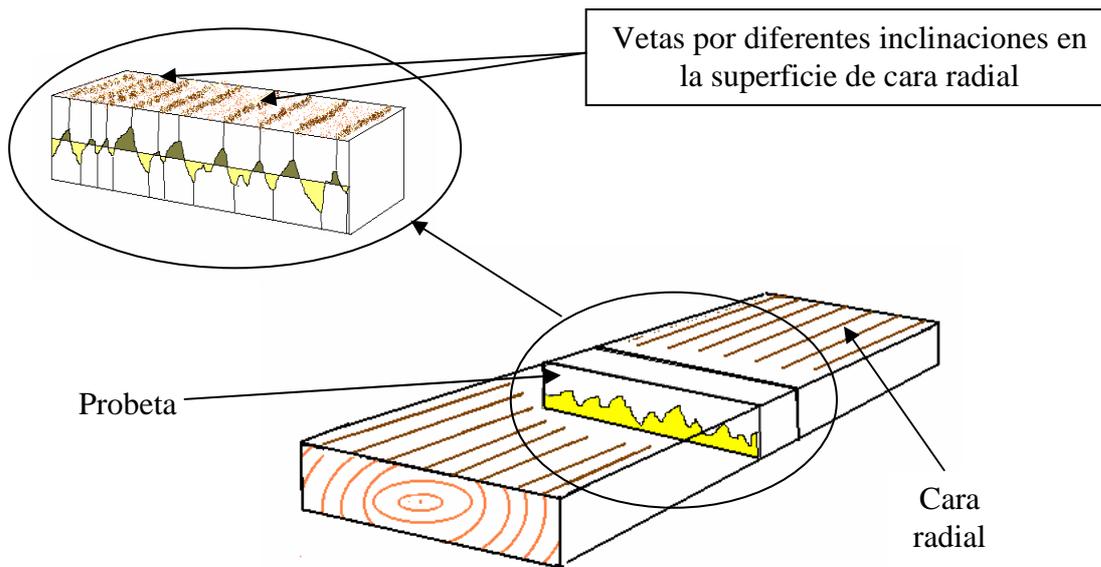


Figura N°5: Vetas por inclinación de fibras

La rugosidad afecta diferentes procesos que definen el acabado de una pieza como ser el cepillado, lijado y pintado. Éste último proceso es sin dudas el más afectado, sobretodo por la heterogeneidad encontrada en una misma superficie. En este paso se pueden encontrar manchas debido a acumulación de pigmentos y diferentes velocidades de absorción del solvente. Por otra parte, es posible que para disminuir la rugosidad se deba agregar sustancias como fondos (o tapaporos) que demoran el proceso de acabado y lo que es más importante lo encarecen.

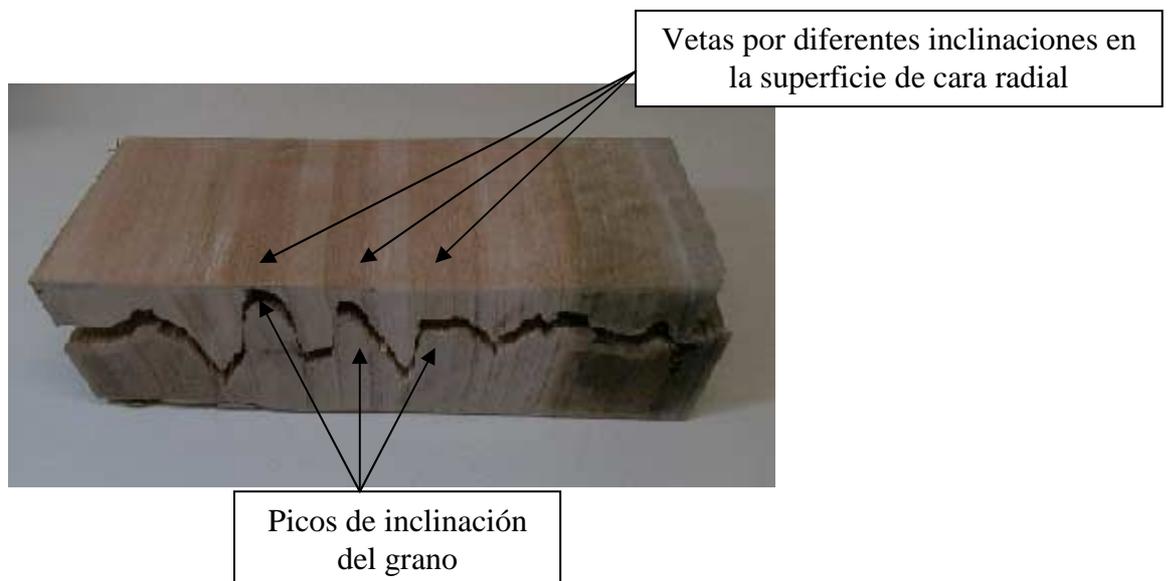


Figura N°6: Fotografía de una pieza cortada, vetas y picos.

### 3.3.1. Altura de picos

Para estimar la influencia del grano entrecruzado en el dibujo de una pieza radial, se deben cuantificar las ocasiones en que cambia de sentido la inclinación del grano. Esto se logra, contando la cantidad de picos máximos que aparecen en las gráficas de los perfiles de las probetas estudiadas. Se tomará como picos, a aquellos máximos notorios ubicados entre dos mínimos (ver Figura N°7).

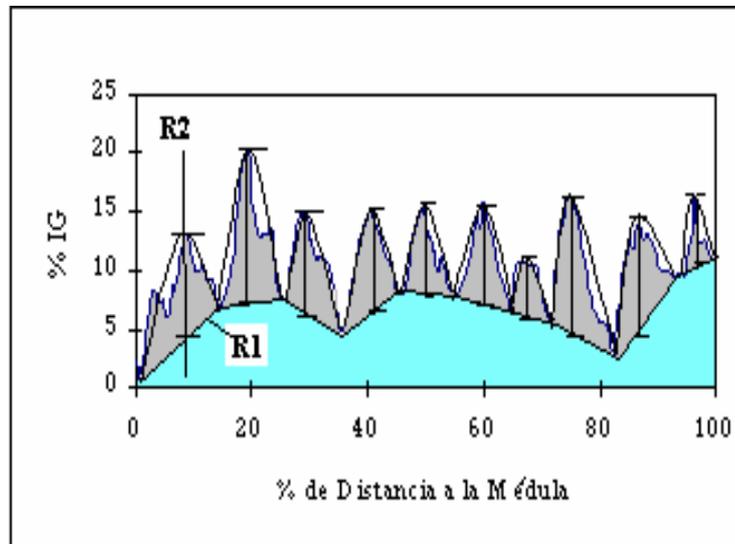


Figura N°7: Determinación de altura de picos.

Luego de haber identificado y contado la totalidad de picos encontrados de médula a corteza, se estudia cada pico por separado. Se evalúa la "altura de pico" como medida de la diferencia que existe entre los mínimos y el máximos. Ésta diferencia entre extremos, proporciona una idea de los diferentes posicionamientos angulares de fibras entre zonas adyacentes. A mayor altura, mayor será la diferencia de inclinación de las fibras entre el máximo y los mínimos. Esto permite afirmar que en un corte longitudinal, habrá una diferencia marcada entre el ángulo de corte de las fibras provocando diferencias en las propiedades superficiales.

Como criterio para determinar la altura de cada pico, primeramente se identifican los extremos (máximo y 2 mínimos). Luego se unen los mínimos con una línea (R1) y por último, se traza una línea paralela el eje de las ordenadas (R2) que pase por el máximo (ver Figura N°7). Se tomará como "altura de pico" al segmento de la recta R2, determinado entre el máximo y la intersección con R1.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Como se expresó anteriormente, en este capítulo se expresarán los resultados de una de las muestras, específicamente *E. grandis* de Río Negro (Noroeste). Posteriormente, se compararán los resultados obtenidos para las otras dos muestras *E. grandis* de Rivera (Norte) y *E. globulus spp. globulus* de Lavalleja (Sur).

Luego de graficar los perfiles digitalizados de las probetas A y B de los 15 árboles de *E. grandis* de Río Negro, se procesaron los datos obtenidos de inclinación de grano y distancia a la médula.

En la Tabla N°4 se presentan los resultados promedio y máximo obtenidos para cada una de las probetas estudiadas, observándose coeficientes de variación (C.V.) altos, lo que indica que la inclinación del grano muestra una variación importante entre la médula y la corteza.

Tabla N°4: Promedios y máximos para radios opuestos A y B de cada árbol.

	Promedio (%IG)	Máximo (%IG)	C.V. (%)
<b>1A</b>	3,27	9,50	66,6
<b>1B</b>	3,14	7,90	65,4
<b>3A</b>	4,08	10,00	62,3
<b>3B</b>	4,28	9,40	63,9
<b>4A</b>	4,83	12,20	75,0
<b>4B</b>	7,24	11,20	23,2
<b>5A</b>	2,96	12,60	75,8
<b>5B</b>	5,23	15,30	63,7
<b>6A</b>	6,39	13,20	36,5
<b>6B</b>	4,26	10,70	53,5
<b>10A</b>	7,86	16,00	48,7
<b>10B</b>	5,52	17,00	70,5
<b>11A</b>	3,48	8,30	52,6
<b>11B</b>	5,08	11,60	39,7
<b>12A</b>	5,61	11,40	48,4
<b>12B</b>	6,57	16,60	70,7
<b>13A</b>	4,12	11,00	59,7
<b>13B</b>	3,41	12,30	71,7
<b>14A</b>	6,10	12,80	47,9
<b>14B</b>	10,68	20,10	33,2
<b>17A</b>	2,65	6,80	66,3
<b>17B</b>	5,82	10,00	36,1
<b>18A</b>	4,08	15,30	81,5
<b>18B</b>	4,40	12,80	61,0
<b>19A</b>	2,57	7,00	64,4
<b>19B</b>	3,56	10,70	84,9
<b>20A</b>	3,29	10,80	84,6
<b>20B</b>	4,16	10,00	59,8
<b>21A</b>	6,20	9,40	25,4
<b>21B</b>	5,54	11,30	54,4

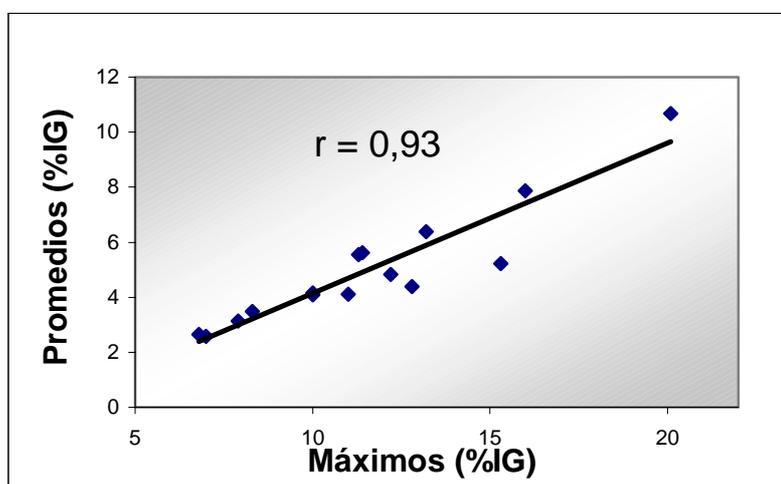
Una vez obtenidos los datos de inclinación de grano se procede a la selección de las probetas. Dado que la proximidad de defectos afectó los resultados, se decidió descartar una probeta por espécimen, prosiguiendo el procesamiento de los datos con 15 probetas (una por árbol), las cuales se muestran en la Tabla N°5.

Tabla N°5: Probetas seleccionadas (promedios y máximos).

	1B	3A	4A	5B	6A	10A	11A	12A	13A	14B	17A	18B	19A	20B	21B
<b>Promedio (%IG)</b>	3,1	4,1	4,8	5,2	6,4	7,9	3,5	5,6	4,1	10,7	2,6	4,4	2,6	4,2	5,5
<b>Máximo (%IG)</b>	7,9	10,0	12,2	15,3	13,2	16,0	8,3	11,4	11,0	20,1	6,8	12,8	7,0	10,0	11,3

#### 4.1. RELACIÓN ENTRE PROMEDIOS Y MÁXIMOS

Si bien el método empleado en este estudio proporciona una herramienta simple y precisa, el procesamiento de los datos se hace algo tedioso, obteniendo al menos 200 datos de %IG vs. %Dist. (desde la médula hasta la corteza). Se pretende estudiar la posibilidad de simplificar la medida del grano inclinado, para ello se estudia la relación entre el máximo y el promedio de cada muestra, ver Tabla N°5.



Gráfica .N°2: Relación entre Promedios y Máximos

Tomando en cuenta todas las probetas ensayadas, se ve concretamente en la Gráfica N°2, un índice de correlación alto ( $r = 0,93$ ). Éste, permite definir una relación lineal entre los dos parámetros, por la cual se puede indicar que los promedios de inclinación del grano serán aproximadamente 42% más bajos que los máximos. Esto podría definir un cambio en el método, pudiendo obtener el promedio de inclinación, solamente estudiando los máximos valores encontrados.

## 4.2. PROMEDIOS DENTRO DE CADA PROBETA

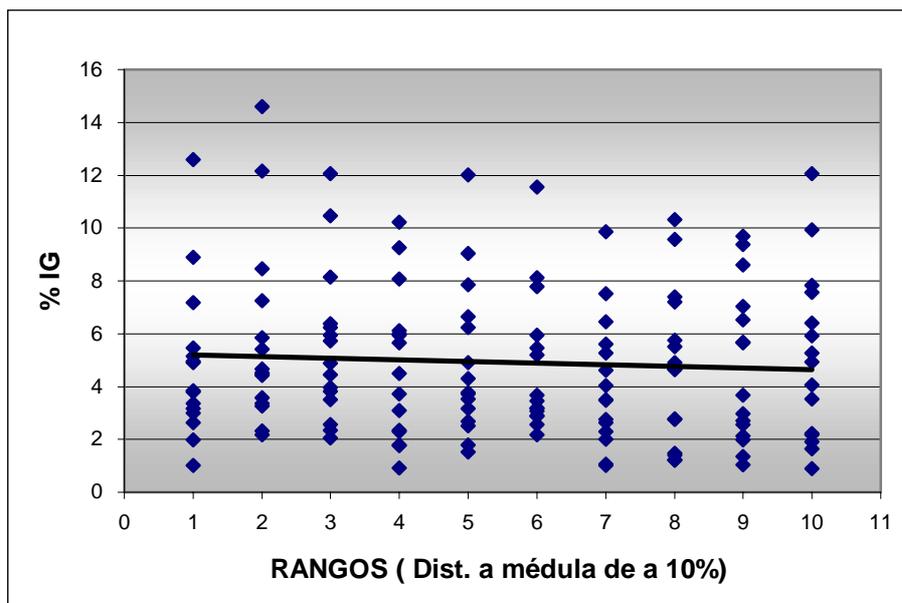
La problemática de no poder identificar exactamente donde comienzan y terminan los anillos de crecimiento dentro de las probetas estudiadas, provoca que la investigación del comportamiento de la inclinación del grano dentro de las mismas, sea diferente que la realizada para la familia de las coníferas. Por ende, se estudió el comportamiento de esta propiedad discriminando los datos obtenidos según el porcentaje de alejamiento a la médula. Se presenta a continuación (Tabla N°6) el detalle de los resultados obtenidos, representando los promedios desde la médula a la corteza, dividiendo el largo total de cada probeta en diez partes iguales. De esta manera, es posible comparar los comportamientos de inclinación de grano dentro de cada probeta y entre posiciones similares de diferentes probetas.

Tabla N°6: Promedios de %IG en rangos de a 10% de distancia a la médula.

Rango (%dist.)	Promedio (%IG)							
	1B	3A	4A	5B	6A	10A	11A	12A
0 a 10	3,16	3,79	8,90	1,01	3,37	12,59	3,84	4,96
10 a 20	5,43	2,31	8,46	4,66	4,46	14,59	4,41	4,52
20 a 30	5,94	3,51	8,14	5,74	6,38	10,47	3,95	2,34
30 a 40	4,50	1,77	5,95	2,31	9,26	8,07	5,66	1,78
40 a 50	3,73	2,52	2,69	6,65	9,03	7,85	3,76	4,90
50 a 60	3,46	3,68	2,17	2,55	8,12	5,46	2,88	7,79
60 a 70	2,30	3,49	1,07	5,62	6,45	4,03	2,64	7,52
70 a 80	1,22	7,39	1,39	5,51	5,75	4,92	2,77	9,58
80 a 90	1,03	7,04	2,13	9,69	5,65	3,67	2,56	6,52
90 a 100	0,91	5,92	2,18	7,57	6,40	7,83	1,90	5,28
<b>Promedios</b>	3,17	4,14	4,31	5,13	6,49	7,95	3,44	5,52
<b>Máximo</b>	5,94	7,39	8,90	9,69	9,26	14,59	5,66	9,58

Rango (% Dist.)	Promedio (%IG)						
	13A	14B	17A	18B	19A	20B	21B
0 a 10	5,47	7,17	3,01	2,64	4,91	5,14	1,98
10 a 20	7,25	12,17	3,59	3,26	2,18	5,85	3,35
20 a 30	4,44	12,05	3,81	4,89	2,05	6,23	2,57
30 a 40	3,09	10,22	0,91	5,99	2,33	3,71	6,13
40 a 50	3,16	12,01	1,51	4,31	1,79	3,53	6,25
50 a 60	5,19	11,56	2,90	3,17	3,18	3,07	5,94
60 a 70	5,26	9,87	2,76	4,62	2,00	1,01	3,49
70 a 80	1,23	10,32	2,76	4,64	1,46	4,67	7,19
80 a 90	1,99	9,39	2,71	5,67	1,35	2,97	8,61
90 a 100	2,23	12,05	1,66	4,93	4,07	3,54	9,94
<b>Promedios</b>	3,93	10,68	2,56	4,41	2,53	3,97	5,54
<b>Máximo</b>	7,25	12,17	3,81	5,99	4,91	6,23	9,94

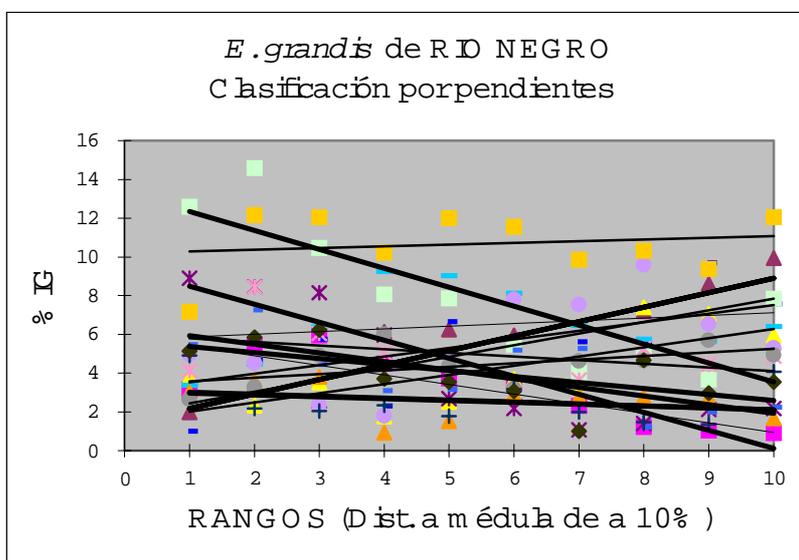
Comparando las magnitudes en las diferentes posiciones desde la médula a la corteza, a simple vista se puede decir que existe una gran variación. Para visualizarlo, se debe observar la Gráfica N°3. Se puede ver en cada rango de distancia, por ejemplo en el rango 1 (desde la médula hasta el 10%dist.), existe una gran dispersión de los datos obtenidos. Se repite el mismo comportamiento en todos los rangos estudiados.



Gráfica N°3: Promedios de %IG por rangos de %dist..

#### 4.2.1. Clasificación de probetas por pendientes

Se comparan los patrones de inclinación del grano de las distintas probetas teniendo en cuenta los promedios por rangos. Para realizar dicho estudio, será necesario visualizar las diferentes tendencias dentro de cada probeta. Esto último, se consigue graficando las líneas de tendencia para cada una de ellas (ver Gráfica N°4).



Gráfica N°4: Líneas de tendencia por probeta.

La Gráfica N°4, permite observar una gran diversidad en tendencias de cambio de inclinación del grano, desde la médula a la corteza. Por lo tanto, se debe pensar alguna forma de clasificar estos diferentes comportamientos. Para realizar esta clasificación, se utilizan los valores de las pendientes de las líneas de tendencia de cada probeta.

Dados los datos de los promedios para cada rango de distancia, se puede encontrar, para cada espécimen la siguiente ecuación de la línea de tendencia:

$$\%IG = p * (\text{Rango \%dist.}) + o$$

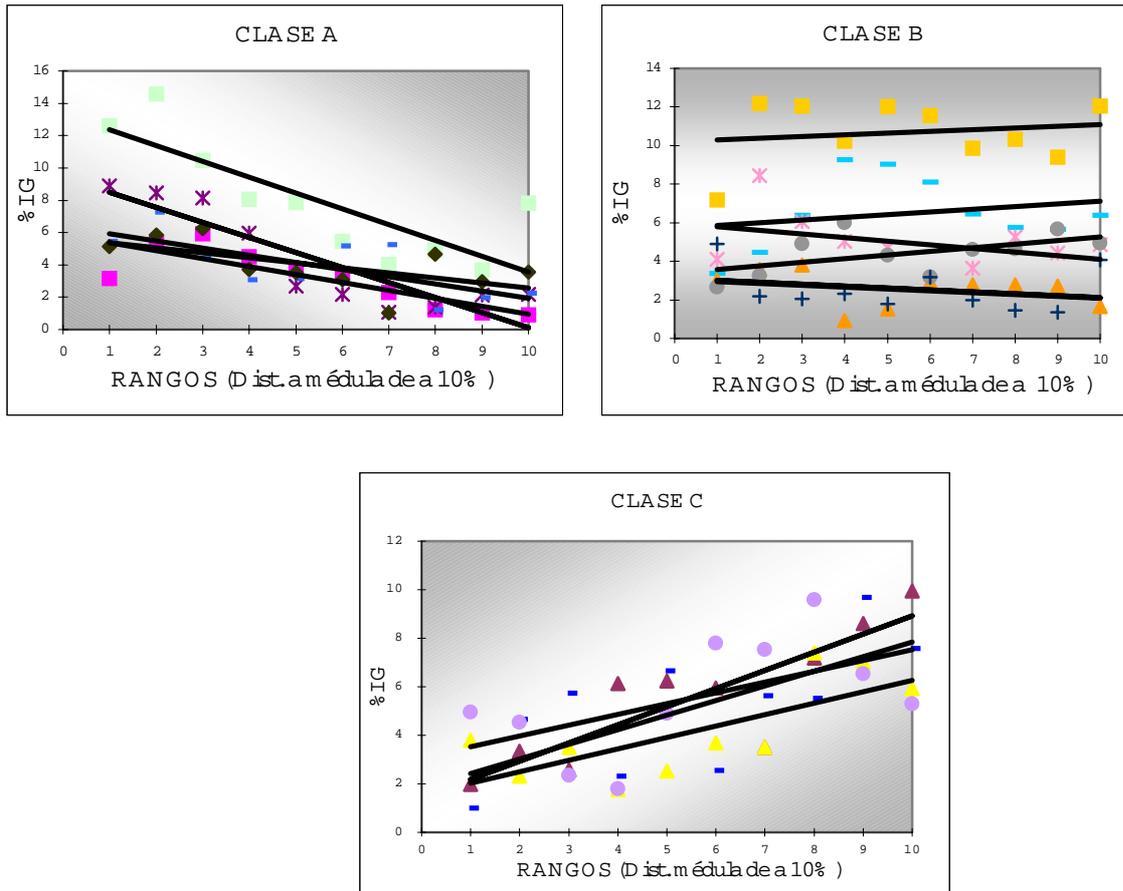
Se define como “*p*” a la pendiente de dicha línea y “*o*” como el origen. Es importante reparar en el concepto de que una pendiente negativa ( $p < 0$ ) representa una tendencia en la cual, los valores de %IG decrecen desde la médula hacia la corteza, mientras que a  $p > 0$  aumenta. En la Tabla N°7 se clasifican las probetas en tres clases determinadas por los valores de las pendientes:

- **Clase A:** con pendientes (*p*) menores a -0,20.
- **Clase B:** pendientes desde -0,2 hasta 0,2.
- **Clase C:** valores de pendientes mayores a 0,2.

Tabla N°7: Clasificación de probetas por pendientes.

	PROBETA	PENDIENTE	ORIGEN
<b>CLASE A</b> ( $p < -0,2$ )	10 A	-0,98	13,3
	4 A	-0,93	9,4
	1 B	-0,49	5,9
	13 A	-0,45	6,4
	20 B	-0,31	5,7
<b>CLASE B</b> ( $-0,2 < p < 0,2$ )	11 B	-0,19	6,0
	17 A	-0,10	3,1
	19 A	-0,10	3,1
	14 B	0,09	10,2
	6 A	0,14	5,7
	18 B	0,19	3,4
<b>CLASE C</b> ( $0,2 < p$ )	12 A	0,44	3,1
	3 A	0,47	1,5
	5 B	0,60	1,8
	21 B	0,75	1,4

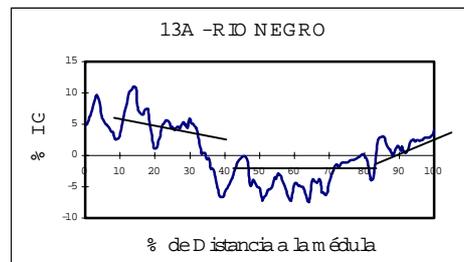
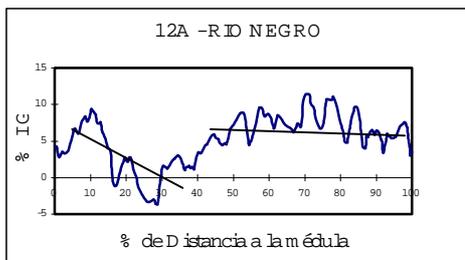
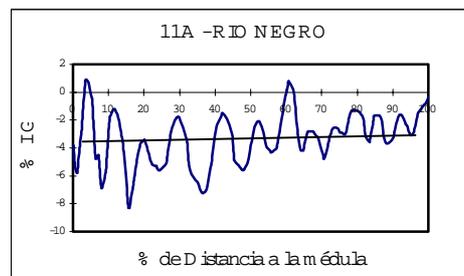
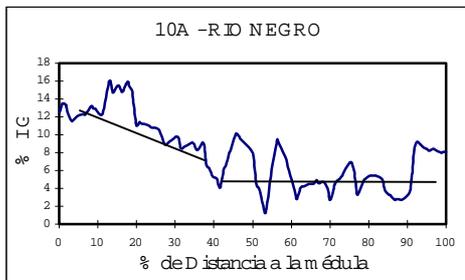
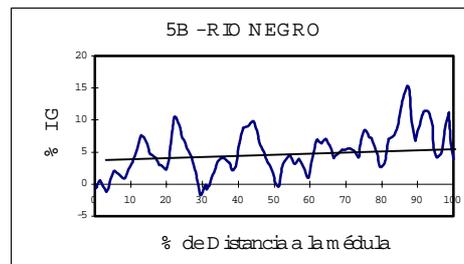
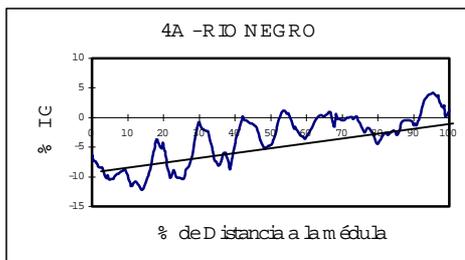
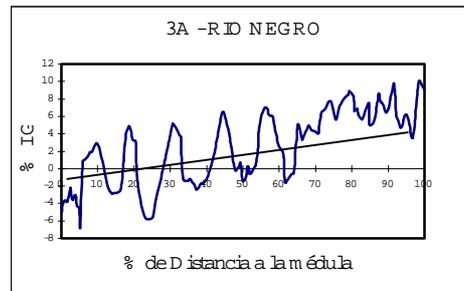
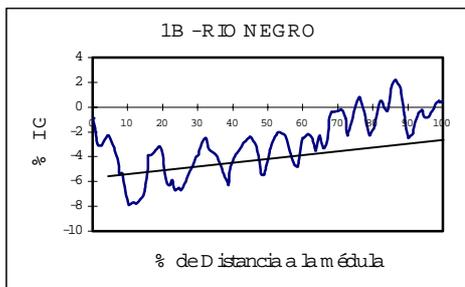
Es notoria la presencia del 40% del total de las probetas en la CLASE B, donde se puede considerar que los promedios de inclinación del grano, toman valores similares desde la médula a la corteza. Seguidamente se muestran en la Gráfica N°5 las tendencias de las distintas clases por separado.

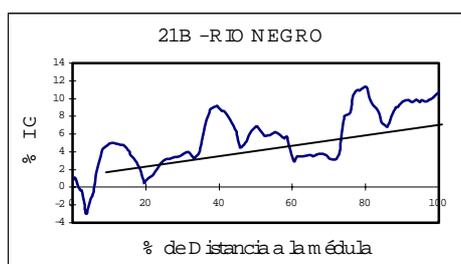
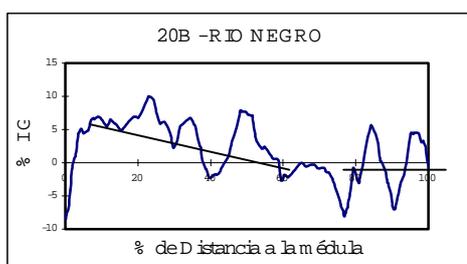
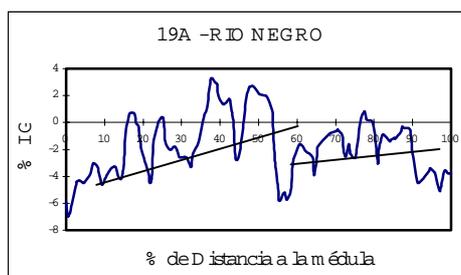
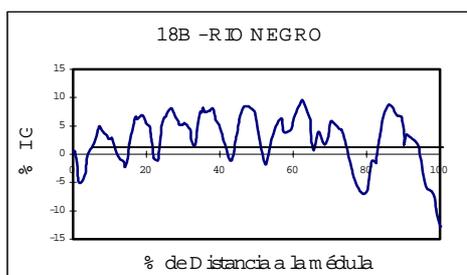
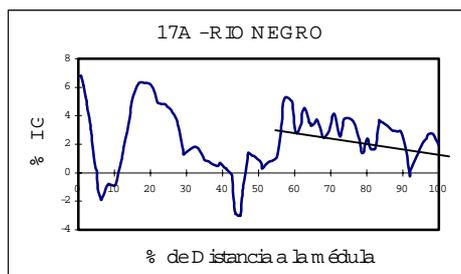
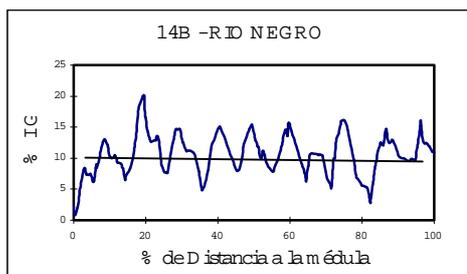


Gráfica N°5: Clasificación de probetas de *E. grandis* de Río Negro por pendientes A, B y C.

### 4.3. FIGURAS DE INCLINACIÓN DE GRANO

La posibilidad de obtener una gran cantidad de datos de inclinación del grano a distintas distancias de la médula, proporciona una herramienta muy interesante ya que se puede visualizar el perfil de cada una de ellas. A continuación se ven las gráficas de todas las probetas estudiadas, donde se puede advertir fácilmente lo desarrollado anteriormente, como ser la gran variabilidad dentro y entre probetas.





Gráfica N°6: Perfiles digitalizados de probetas.

La “figura” o patrón de cambio de inclinación de grano desde la médula a la corteza, determina algunas propiedades muy importantes desde el punto de vista del acabado de los productos, principalmente debido al entrecruzamiento de las fibras. Se puede advertir claramente una diversidad de figuras entre las 15 probetas estudiadas, lo cual queda de manifiesto al observar las líneas trazadas como tendencia de los promedios dentro de cada gráfica. Por esto último, sería importante poder clasificar en diferentes patrones de comportamiento de inclinación del grano. En este sentido, se ven diferentes tendencias: las continuas (por ejemplo 14B) y las partidas en dos o más regiones diferentes (por ejemplo 19A). Dentro de las continuas se advierten los siguientes especímenes : 1B, 3A, 4A, 5B, 11A, 14B, 18B y 21B (51%); mientras que las restantes (6A, 10A, 12A, 13A, 17A, 19A y 20B) presentan diferentes regiones entre la médula y la corteza (49%).

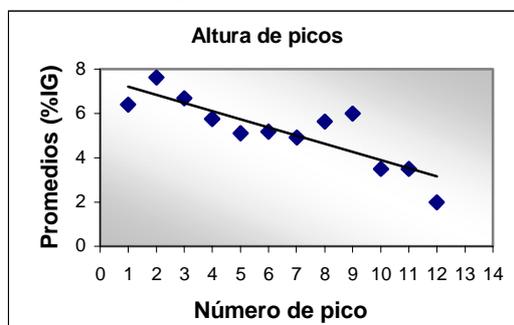
#### 4.4. ENTRECruzamiento DE FIBRAS

Como se precisó anteriormente, el grano entrecruzado es el cambio alternado de inclinación de los elementos anatómicos. Dichos cambios, se pueden observar en las gráficas digitalizadas de las probetas estudiadas al provocarse picos máximos. Como ya fue indicado, se evaluarán dichos picos estudiando su altura. En la Tabla N°7 se indican los datos obtenidos, donde se encuentra la cantidad de picos, la altura de cada uno y el promedio de alturas de picos para cada espécimen. Evaluando estos datos, el promedio de N° de picos es aproximadamente 8. La probeta que presenta mayor cantidad de picos es la 11A presentando un promedio de alturas de 2,7 %IG, el cual casualmente es el más bajo. El máximo promedio de alturas lo presenta la probeta 18B (9,1 %IG), mostrando 8 picos. Esto quiere decir que en este espécimen, existe la posibilidad de que se encuentre un dibujo espigado bien notorio.

Tabla N°7: Altura de picos

	N° de PICOS	Altura de picos (%IG)												promedio/probeta
		TOTAL	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	
1B	10	6	5	5	4	4	2,5	3	3	4	2			4,0
3A	11	5	9	10	10	8,5	8,5	4	3	3,5	4	5		6,3
4A	6	7	8	6	5,5	4	5							6,0
5B	9	5	9	11	4	3,5	4	9	8	9				7,4
6A	8	3,5	4	4	7	5	4	4	3					4,4
10A	8	2	7	7	6,5	3,5	4	3	6					4,8
11A	12	7,5	6,5	2,5	4	4,5	2	5	2	3,5	2	2	2	2,7
12A	9	8	6	5	5	4	4	5	4	3				4,9
13A	9	6,5	10	7	7	4	3	4	5	5				5,6
14B	10	11,5	13	9	8	7	7	5	11	9	6			8,3
17A	8	9	8	2	3	2	3,5	3,5	3,5					4,8
18B	8	8	9	8	6	10	10	11,5	13					9,1
19A	9	2,5	5,5	4,5	7	7,5	3	3	4	4,5				4,3
20B	7	8	8	7	10,5	5	12	9						8,2
21B	6	6	3	6	4	6	4							4,8
<b>promedio/pico</b>		6,4	7,6	6,7	5,8	5,1	5,2	4,9	5,6	6,0	3,5	3,5	2,0	

Se observa en la misma tabla que en los promedios por número de pico, existe una tendencia a decrecer en %IG a medida que aumenta el número de pico, o sea, a medida que aumenta la distancia a la médula. Ésta tendencia se puede advertir en la Gráfica N°7.



Gráfica N°7: Promedios de alturas de picos

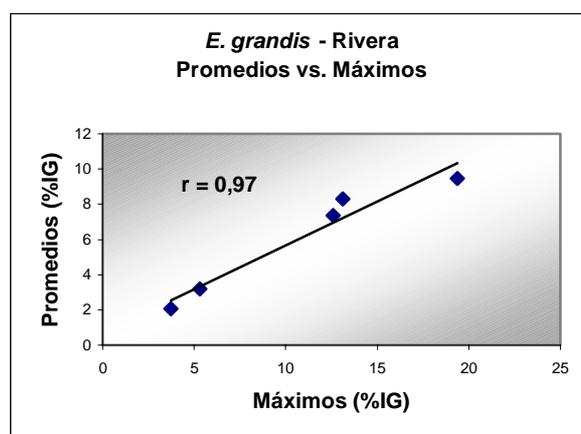
## 4.5. RESULTADOS DE OTRAS MUESTRAS

### 4.5.1. *Eucalyptus grandis* de RIVERA (Norte)

En este punto se presentan los resultados obtenidos para el *Eucalyptus grandis* de RIVERA (zona Norte). Luego de realizar el mismo procesamiento de datos que para el *E. grandis* de la zona Noroeste, se presenta la siguiente tabla (Tabla N°8) donde se encuentran los valores de promedios de inclinación del grano, discriminando por rangos de a 10% de distancia relativa a la médula.

Tabla N°8: Promedios por rangos de distancia a la médula (*E. grandis* – Rivera).

Probeta	11	12	13	14	15
% Dist.	Media %IG				
0 a 10	10,65	1,97	7,04	19,38	3,28
10 a 20	12,60	3,68	13,11	10,16	1,76
20 a 30	12,19	3,73	12,10	9,89	1,12
30 a 40	10,02	1,18	9,58	10,11	4,65
40 a 50	5,23	1,73	9,01	11,49	5,32
50 a 60	7,30	1,49	8,14	8,38	1,81
60 a 70	4,16	0,76	9,10	9,93	2,86
70 a 80	2,28	1,23	3,40	3,84	2,51
80 a 90	5,28	2,27	2,29	4,81	4,10
90 a 100	3,86	2,45	9,19	6,56	4,34
Promedio	7,36	2,05	8,29	9,45	3,17
Máximo	12,60	3,73	13,11	19,38	5,32



Gráfica N°8: Relación entre promedios y máximos

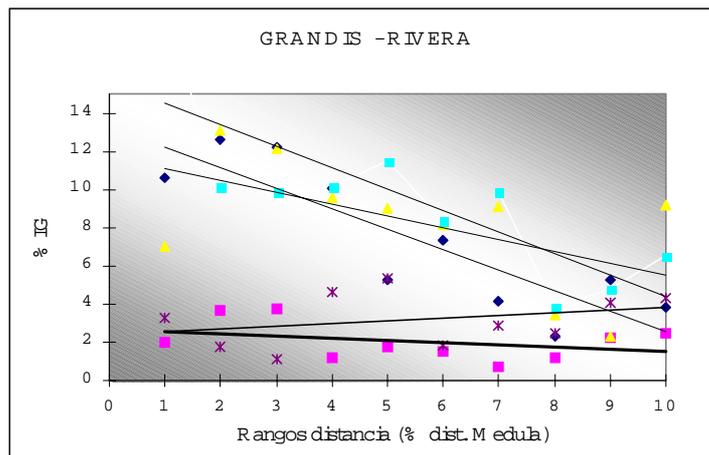
En dicha tabla se encuentran también el promedio y máximo de cada probeta con los que se confecciona la Gráfica N°8. En dicha Gráfica se encuentra un alto índice de correlación ( $r =$

0,97), deduciéndose del mismo una correspondencia lineal entre éstos parámetros. Se podría afirmar entonces, que los promedios de inclinación del grano serán aproximadamente un 57% más bajos que los máximos. Sin embargo, los datos obtenidos son insuficientes para definir categóricamente una relación de este tipo. Para lograr este objetivo, se debería realizar un estudio que incluyera un mayor número de probetas.

No obstante, estos datos serán de utilidad para realizar la comparación con las otras muestras. Por ejemplo, en la Tabla N°9, se pueden ver los resultados de la clasificación por pendientes.

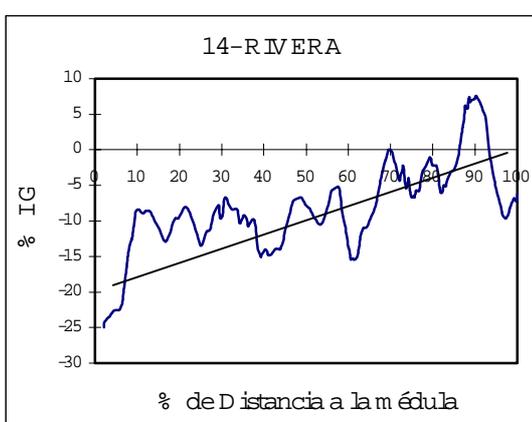
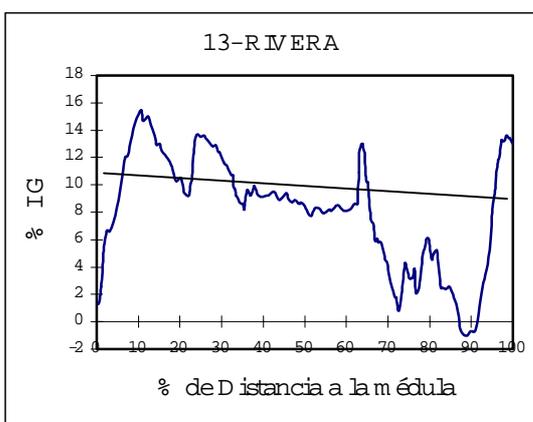
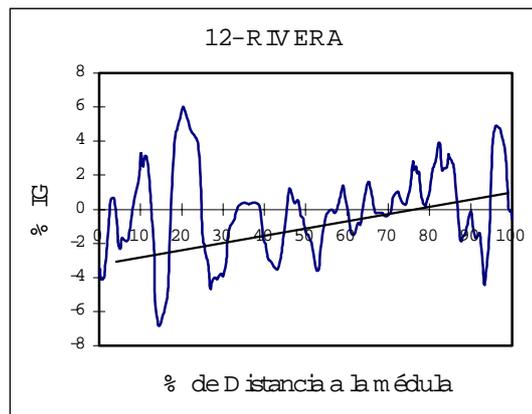
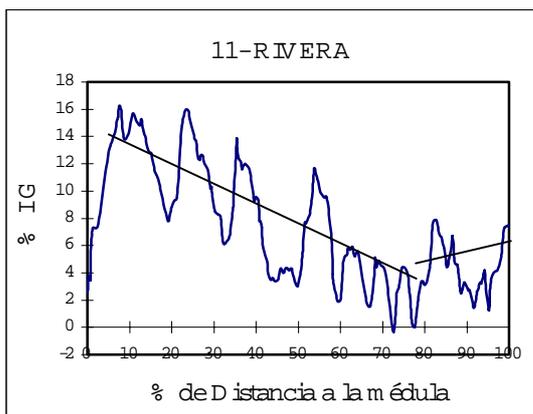
TABLA N°9: Clasificación por pendientes.

	Probeta	Pendiente	Origen
<b>CLASE A</b> ( $p < -0,2$ )	14	-1,13	15,67
	11	-1,07	13,27
	13	-0,62	11,7
<b>CLASE B</b> ( $-0,2 < p < 0,2$ )	12	-0,12	2,7
	15	0,15	2,37



Gráfica N°9: Clasificación por pendientes (*E. grandis* - Rivera).

Se ve claramente en esta clasificación, que coexisten dos tipos de variaciones, la Clase A donde se agrupan tres de las 5 probetas estudiadas presentando pendientes negativas menores a  $-0,20$  y la Clase B donde la variación es casi nula presentando pendientes entre  $-0,20$  y  $0,20$ . Esto varía a lo visto en el *E. grandis* del Noroeste donde se encontraban tres clases diferentes. Siguiendo con la presentación de los datos obtenidos, a continuación se exhiben las gráficas de los perfiles digitalizados de las probetas numeradas del 11 al 15 (Gráfica N°10). Los perfiles serán una herramienta necesaria para determinar el grado de entrecruzamiento de las fibras, mediante el estudio de la cantidad y la altura de picos en cada probeta.

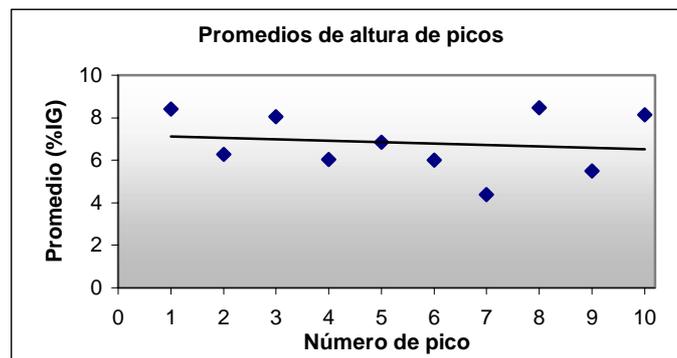


Gráfica N°10: Perfiles digitalizados de *E. grandis* de Rivera (Norte)

Una vez obtenidos los perfiles, se estudiaron el número y la altura de los picos, obteniéndose la información especificada en la Tabla N°10. De dicha tabla se extraen los datos promedios para cada árbol y los promedios para cada pico. Con estos últimos, se puede confeccionar la Gráfica N°11, en la cual se encuentra una tendencia de médula a corteza horizontalmente distribuida.

Tabla N°10: Altura de picos de *E. grandis* de Rivera

probeta	N° Picos	Altura de pico (%IG)										Promedio / árbol
	TOTAL	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	
11	9	11,0	9,0	8,1	9,5	4,3	4,3	4,8	7,1	6,2		7,1
12	10	4,1	8,5	11,9	4,4	4,8	3,7	3,0	3,7	4,8	8,1	5,7
13	5	8,5	3,8	6,5	5,0	11,9						7,2
14	8	10,0	5,5	8,2	6,4	6,4	10,0	5,5	14,5			8,3
15	4	8,5	4,4	5,6	4,8							5,8
Promedio / pico		8,4	6,3	8,0	6,0	6,8	6,0	4,4	8,5	5,5	8,1	



Gráfica N°11: Promedios de alturas por número de pico.

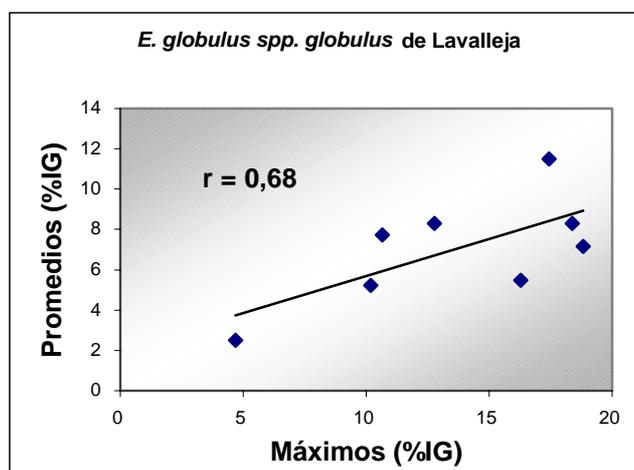
#### 4.5.2. *Eucalyptus globulus spp. globulus* de Lavalleya (Sur)

El método de medición seguido en esta especie fue el “manual”, por lo que la cantidad de datos obtenidos en cada probeta fue sensiblemente menor al usado anteriormente. Sin embargo, con el cometido de comparar los resultados entre especies, serán más que suficientes.

En la Tabla N°11 se muestran los resultados obtenidos de promedios de %IG dentro de cada probeta estudiada. Hay que tener en cuenta cuando se comparan los resultados con las demás especies, que en este caso la edad de los especímenes es aproximadamente 8 años. Esto significa que al observar los resultados de una distancia de por ejemplo 90 a 100 %Dist. se tendrá que cotejar con resultados de aproximadamente de 50 a 60 % Dist. de las otras muestras estudiadas en este informe.

Tabla N°11: Promedios por rangos de distancia relativa a la médula.

% Dist.	<i>E. globulus spp. globulus</i> Promedios (%IG)							
	1	2	3	4	5	6	7	9
0 a 10	6,3	5,9	4,4	1,3	4,6	6,7	0,7	7,6
10 a 20	7,6	7,9	6,7	2,2	3,5	9,5	6,3	6,3
20 a 30	11,5	1,1	7,8	2,8	5,7	7,9	7,4	13,1
30 a 40	12,8	16,3	2,8	4,7	3,7	5,1	7,5	17,4
40 a 50	10,2	9,1	5,2	3,0	10,2	10,7	18,8	7,3
50 a 60	6,7	3,3	2,4	2,5	8,3	8,1	4,8	10,7
60 a 70	10,5	0,0	12,5	3,7	6,5	7,0	2,7	11,9
70 a 80	8,7	0,7	12,7	0,9	1,9	7,9	10,9	15,0
80 a 90	4,9	5,0	10,2	1,2	2,5	7,0	5,2	12,7
90 a 100	3,7	5,5	18,4	2,7	5,3	7,3	7,2	12,9
Promedios	8,3	5,5	8,3	2,5	5,2	7,7	7,2	11,5
Máximo	12,8	16,3	18,4	4,7	10,2	10,7	18,8	17,4



Gráfica N°12: Relación entre promedios y máximos.

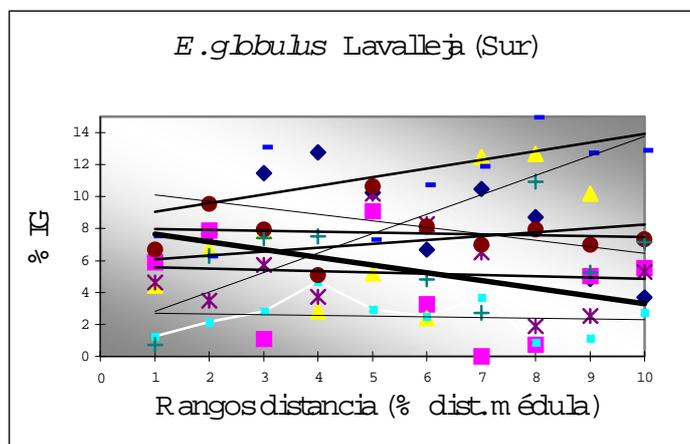
Se Observa en la Gráfica N°12 una relación bastante ajustada a la línea de tendencia lineal con un índice de correlación ( $r=0,68$ ) algo menor al encontrado en las especies anteriores. No obstante, se puede considerar suficientemente bueno para determinar que los promedios serán aproximadamente un 45% menores que los máximos.

Por otra parte, se clasificaron las probetas al igual que las anteriores muestras por la pendiente o inclinación de la línea de tendencia encontrada para los promedios por rangos de distancia a la médula. Los resultados se resumen en la Tabla N°12 donde se advierte claramente que se

encuentran probetas con inclinaciones pertenecientes a las tres clases propuestas al igual que en el caso del *E. grandis* de Río negro.

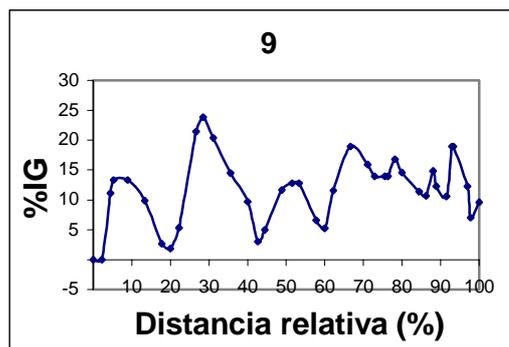
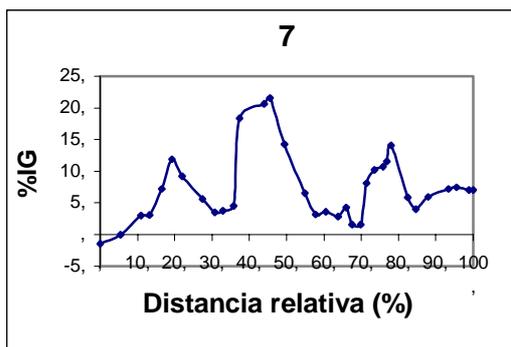
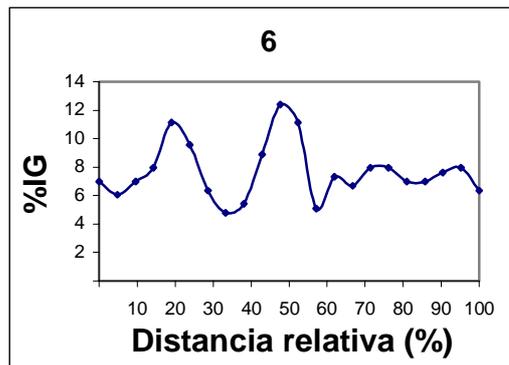
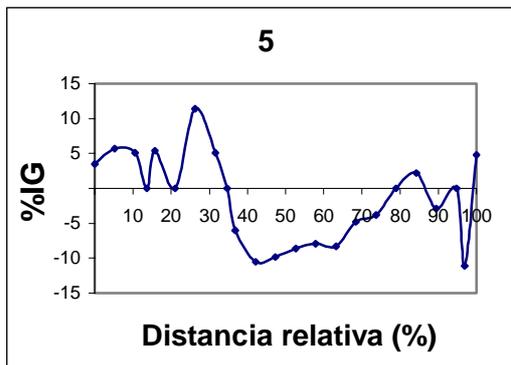
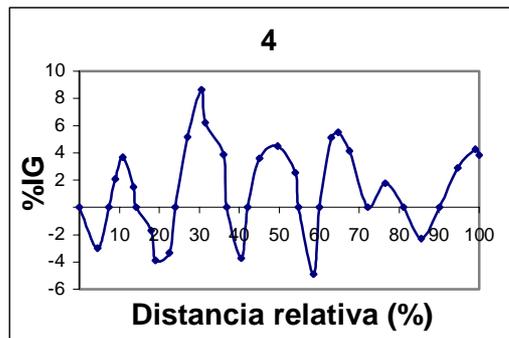
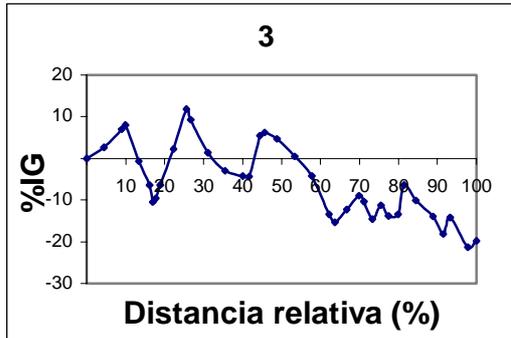
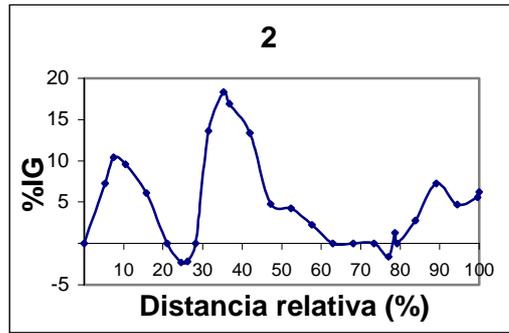
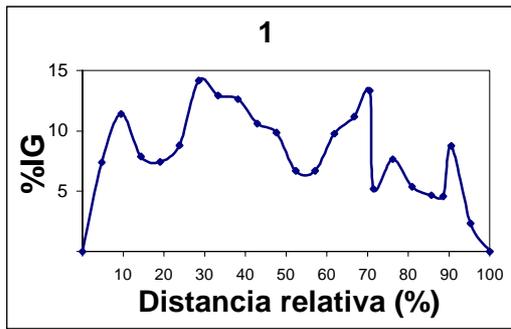
Tabla N°12: Clasificación por pendientes en *E. globulus* de Lavalleja

	PROBETA	PENDIENTE	ORIGEN
CLASE A P < -0,2	2	-0,4844	8,1
	1	-0,404	10,5
CLASE B (-0,2 < p < 0,2)	5	-0,079	5,7
	6	-0,054	8,0
	4	-0,042	2,7
CLASE C (0,2 < p)	7	0,242	5,8
	9	0,542	8,5
	3	1,215	1,6



Gráfica N°13: líneas de tendencia para clasificación por pendientes.

Siguiendo con la presentación de los resultados, al igual que en las muestras anteriores, es importante visualizar las gráficas provenientes de los perfiles digitalizados para cada espécimen (Gráfica N°14). Pese a que el método manual no permite representar en detalle las variaciones que se dan en la probeta real, es posible identificar los picos de inclinación, posibilitando el estudio de la altura de picos como se realizó en las muestras anteriores.

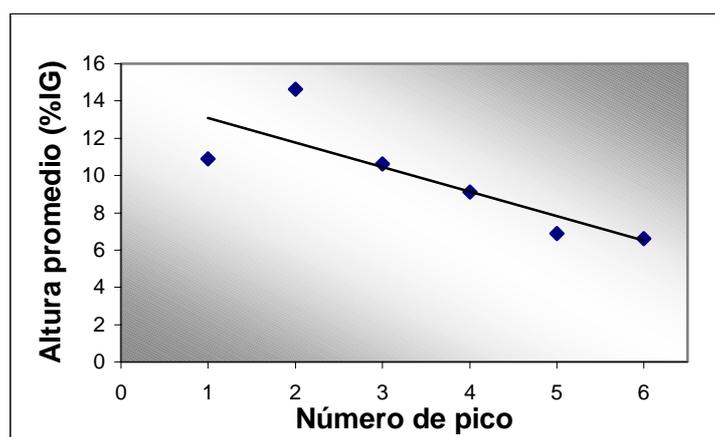


Gráfica N°14: Perfiles digitalizados de probetas de *E. globulus* de Lavalleja.

En la Tabla N°13 se detallan los resultados de alturas de picos, observándose una cantidad de picos menor que en las anteriores especies. Este resultado puede ser explicado teniendo en cuenta que la edad de los árboles de *E. globulus* es también menor.

TABLA N°13: Alturas de picos de *E. globulus* de Lavalleja

Probeta	N°Picos	Altura de pico (%IG)						Prpmedio / árbol
	TOTAL	1°	2°	3°	4°	5°	6°	
1	5	7,6	7,4	8,2	2,6	5,3		6,2
2	3	11,9	20,4	3,3				11,8
3	6	26,7	22,7	26,7	11,7	8,3	10,0	17,7
4	6	7,4	12,9	8,7	8,7	2,9	3,2	7,3
5	4	4,8	6,2	14,3	11,4			9,2
6	3	6,0	7,6	2,4				5,3
7	3	10,0	17,5	12,0				13,2
9	5	12,8	22,2	9,4	11,1	11,1		13,3
<b>Promedio / pico</b>		10,9	14,6	10,6	9,1	6,9	6,6	



GRÁFICA N°15: Promedios de alturas por número de pico.

En la Gráfica N°15, se puede observar la tendencia de la altura de pico desde la médula a la corteza. A medida que aumenta el número de pico, o sea al alejarse de la médula, decrece el valor de la altura de pico.

Lo importante en este caso es observar que, en temprana etapa de crecimiento, ya se encuentra un alto grado de entrecruzamiento.

## 5. UTILIZACIÓN PARA FINES DECORATIVOS

El grano inclinado puede ser observado en la superficie del fuste del árbol (ver Foto N°9), realizando un corte en la corteza. Sin embargo, ésta medida determina solamente la inclinación en la última etapa de crecimiento. En este estudio se observa que en la dirección de crecimiento radial la inclinación cambia de dirección alternativamente. Ésta inclinación alternada da lugar al grano entrecruzado.

Como se ha expresado anteriormente, al realizarse cortes radiales o semi radiales en especímenes que presentan entrecruzamiento, es posible encontrar dibujos llamativos que pueden incrementar su valor comercial.

Las especies de *Eucalyptus* estudiadas, han presentado grano entrecruzado y por consiguiente un dibujo espigado en las caras radiales, semi radiales y posiblemente tangenciales de cortes longitudinales. En la Foto N°10 se puede ver un ejemplo de dicho dibujo.



Foto N°9: Grano inclinado en fuste



Foto N°9: Dibujo espigado de *E. grandis*

El dibujo generado por el grano entrecruzado debe ser considerado como una característica positiva desde el punto de vista decorativo. Mediante un proceso de acabado adecuado, se puede llegar a producir piezas con diseños que llamen la atención del posible consumidor.

Desde el punto de vista del mejoramiento genético, será muy difícil predecir o modificar el grado de entrecruzamiento, debido a la gran variación observada en y entre árboles. No obstante, para obtener piezas con un alto atractivo, será determinante obtener madera libre de defectos, ya sean naturales (nudos) o provocados artificialmente, que influirán directamente en el grado de entrecruzamiento. Por esta razón, será necesario implementar un adecuado manejo forestal incluyendo podas, raleos, etc.

Los resultados obtenidos en este informe permiten concluir que el *E. grandis* puede llegar a ser considerado en un futuro, como materia prima para la fabricación de muebles, lambriz, etc. Sin embargo, se debe puntualizar que es muy importante continuar estudiando esta posibilidad, así como también los métodos de acabado que optimicen las posibilidades decorativas.

## **6. CONCLUSIONES**

1. Se constató la existencia de grano inclinado y entrecruzado en las muestras estudiadas de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus globulus* spp. *globulus* mostrando una gran variación en cada árbol y entre árboles.
2. La relación entre los promedios y los máximos de inclinación de grano desde la médula a la corteza, teniendo en cuenta todos los especímenes estudiados, alcanzó un índice de correlación alto y positivo, lo que nos permite estimar valores promedio para cada especie obteniendo solamente valores máximos.
3. Al realizar la clasificación de los patrones de la inclinación del grano en su variación desde la médula a la corteza, se encontraron tres clases bien diferenciadas. La Clase A (pendiente negativa), la Clase B (pendiente cercana a cero) y una Clase C (pendiente positiva). A pesar de encontrarse una gran variación en los resultados se encontró que el 40% de los especímenes se ubicaron en la Clase B.
4. Pese a que no se obtuvieron datos que permitan relacionar la velocidad de crecimiento con la formación o el grado de entrecruzamiento, los ciclos de cambio de dirección del grano parecen tener una relación directa con cada período de crecimiento.
5. La existencia de grano entrecruzado en productos de aserrado especialmente en cortes radiales y semi radiales, definirán posiblemente dibujos llamativos desde el punto de vista decorativo. Por esta razón, se puede considerar a esta característica muy positiva para piezas destinadas para usos finales tales como muebles, lambriz, etc..
6. Existen dibujos o veteados muy codiciados como el del Canadian maple y otros que deben provenir de especímenes muy añejos (Ej.: 300 años). En el caso del *Eucalyptus grandis*, se encuentra el “dibujo espigado” (en inglés: “ribbon figure”) en etapas de crecimiento inicial, por lo que es posible su utilización para usos decorativos.
7. Para obtener piezas con dibujos llamativos, será determinante obtener madera libre de defectos. En este sentido, será muy importante la implementación de un adecuado manejo forestal.
8. Los datos obtenidos en este trabajo han sido auspiciosos dada la posibilidad de encontrar usos alternativos a maderas importantes en el Uruguay como el *E. grandis* y *E. globulus* spp. *globulus*. Por lo tanto, es imprescindible seguir determinando las características de estas y otras especies.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

1. OHTA, S./ Growth layer of *E. Deglupta (Kamerere)* Growing in Tropical Region, Proceeding of Japan Wood Research Society N°30, 1980: 77 p.
2. OHTA, S./ Characteristics of wood processing growing in PNG (N°6),-Interlocked grain, brittle hart-, Bulletin of Forest Products Research Institute, N°299, 1978: 43 – 52 p.
3. DOLDÁN, J.; DE CASTRO, R.; OHTA, S./ Distribución de grano espiralado y patrones de espiralidad en *Pinus taeda* de Rivera, Informe de investigación N°3, LATU-JICA, 2000
4. TUSET, R.; DURAN, F./ Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización, 1986. Editorial hemisferio Sur. 62 – 66 p.

**Laboratorio Tecnológico del Uruguay**  
**Sector Productos Forestales**  
Av. Italia 6201- CP. 11500-Montevideo, Uruguay  
Tel. (+598-2)601.3724 Int. 321 Fax:(+598-2)601.8554  
e-mail: [jdoldan@latu.org.uy](mailto:jdoldan@latu.org.uy)  
[rdecas@latu.org.uy](mailto:rdecas@latu.org.uy)