

VARIABILIDAD DE LA DENSIDAD BASICA Y LA CONTRACCION EN MADERA DE AROMO AUSTRALIANO (*Acacia melanoxylon* R. Br.). Rubén Andrés Ananías Abuter, Magister en Tecnología de la Madera, Profesor Asistente, Departamento de Ingeniería en Maderas, Universidad del Biobío - Concepción - Chile.

RESUMEN

Se estudia el comportamiento de la densidad básica, la contracción tangencial, radial y longitudinal, con la posición radial, la altura y la orientación cardinal en madera de reacción y normal proveniente de un mismo árbol de Aromo australiano (*Acacia melanoxylon* R. Br.).

La densidad básica aumenta de la médula a la corteza hasta $0,51 \text{ gr/cm}^3$ y $0,54 \text{ gr/cm}^3$ en madera de reacción y normal respectivamente. A 12,5 m. de altura, se alcanza la mayor densidad básica en madera de reacción $0,50 \text{ gr/cm}^3$ y en madera normal $0,52 \text{ gr/cm}^3$.

La contracción radial y tangencial aumenta de la médula a la corteza. Con la altura, la contracción tangencial disminuye.

En promedio la contracción radial y tangencial de la madera de reacción superan a la contracción de la madera normal. La contracción longitudinal en estado anhidro de la madera de reacción es 0,28% y en madera normal es 0,35%.

El coeficiente de contracción unitario y el punto de intersección de la contracción, son levemente superiores en la madera de reacción.

INTRODUCCION

El Aromo australiano (*Acacia melanoxylon* R. Br.) es una especie introducida al país, procedente del noreste de Australia y Tasmania que alcanza alturas de 20 a 35 m. en terrenos con pluviosidad entre 750 y 1.650 mm. al año. Las plantaciones contribuyen con nitrógeno al suelo y protegen el crecimiento de bosques más valiosos (Hillis y Brown, 1984). Su madera de gran atractivo visual tiene su mayor aplicación en fines decorativos. El principal problema de esta especie, es su tendencia a la formación de madera de reacción, denominada madera de tensión, que se caracteriza por presentar el corazón descentrado y por la proliferación de deformaciones durante el procesamiento y el servicio.

En este trabajo se estudia la variabilidad de la densidad básica, la contracción transversal y la contracción longitudinal en madera de reacción y madera normal provenientes de un mismo árbol de Aromo australiano.

MATERIAL Y METODO

Dos árboles de Aromo Australiano se seleccionan de la zona de Colcura en la Octava Región, Concepción, Chile. Las probetas cortadas en ángulo de 90° y cada 30 mm. a partir de la médula en la dirección radial, se obtienen de rodela de 15 cm. de espesor cortadas cada 2,5 m. de altura desde la base. Se clasifican 111 probetas libre de defectos. Se midió el radio en cada dirección cardinal con pie de metro y el número de anillos con la ayuda de una lupa de investigación (Cuadro 1). La madera de reacción se detectó por inspección visual al igual que la presencia de albura.

CUADRO 1
CARACTERISTICAS DE LA MADERA DE AROMO AUSTRALIANO ENSAYADA

Rodela N°	Radio (mm)				Anillos N°	Probetas N°	Tipo Madera
	Norte	Sur	Este	Oeste			
1	290	170	245	245	60	25	Duramen Albura
	26	17	42	13			
2	197	166	157	160	58	27	Duramen Albura
	30	9	16	17			
3	176	139	168	167	54	19	Duramen Albura
	31	16	17	32			
4	135	144	157	142	53	18	Duramen Albura
	34	18	6	18			
5	103	100	128	108	51	21	Duramen Albura
	25	26	30	23			

Para la determinación de la densidad básica el peso anhidro es medido mediante el método gravimétrico y el volumen máximo por medición directa. La contracción es calculada en base a mediciones experimentales realizadas con pie de metro de precisión 0,1 mm.; una sala de clima es utilizada para obtener las condiciones de equilibrio de la madera requeridas por norma.

RESULTADOS

La Figura 1 muestra la relación entre la densidad básica de la madera de Aromo australiano y la posición radial desde la médula a la corteza. El comportamiento de la densidad básica con la altura en el árbol se grafica en la Figura 2. Las densidades básicas de las maderas de reacción y normal aumentan desde la médula hasta el centro del radio del trozo para posteriormente decrecer hacia la periferia. La madera de reacción alcanza una densidad básica de $0,51 \text{ gr/cm}^3$ a un radio de 9 cm. de la médula; la densidad básica de la madera normal es de $0,54 \text{ gr/cm}^3$ a 12 cm. de la médula. Similar comportamiento indica Haslett (1983) para el Aromo australiano crecido en Nueva Zelanda. Con la altura la densidad básica de la madera de reacción alcanza un valor máximo $0,50 \text{ gr/cm}^3$ a 7,5 m. y 12,5 m. En cambio la madera normal presenta una densidad básica que aumenta con la altura de $0,48 \text{ gr/cm}^3$ a 5 m. hasta $0,52 \text{ gr/cm}^3$ a 12,5 m. Estas diferencias entre la densidad básica de ambos tipos de madera se explican por la distinta conformación de la pared celular.

FIGURA 1

DENSIDAD BASICA V/S POSICION RADIAL EN MADERA DE AROMO AUSTRALIANO

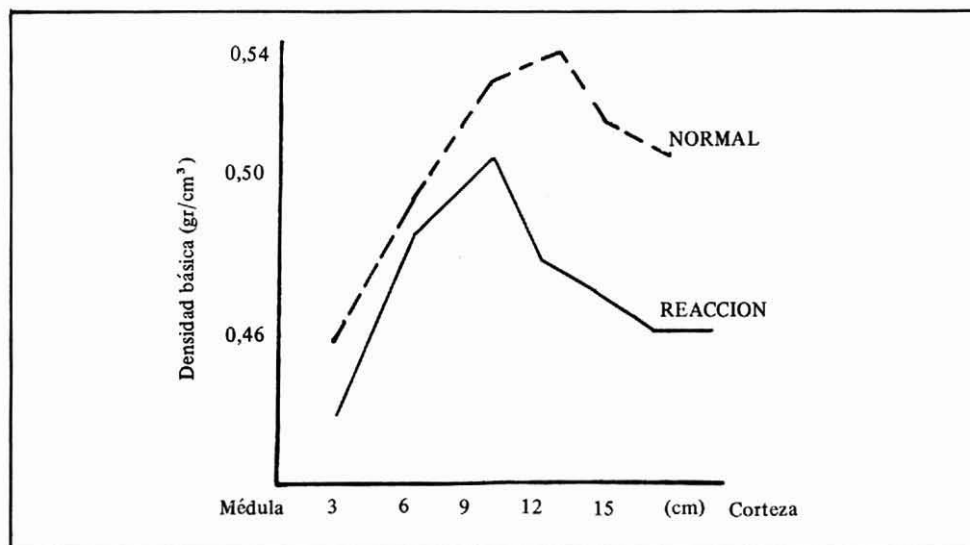
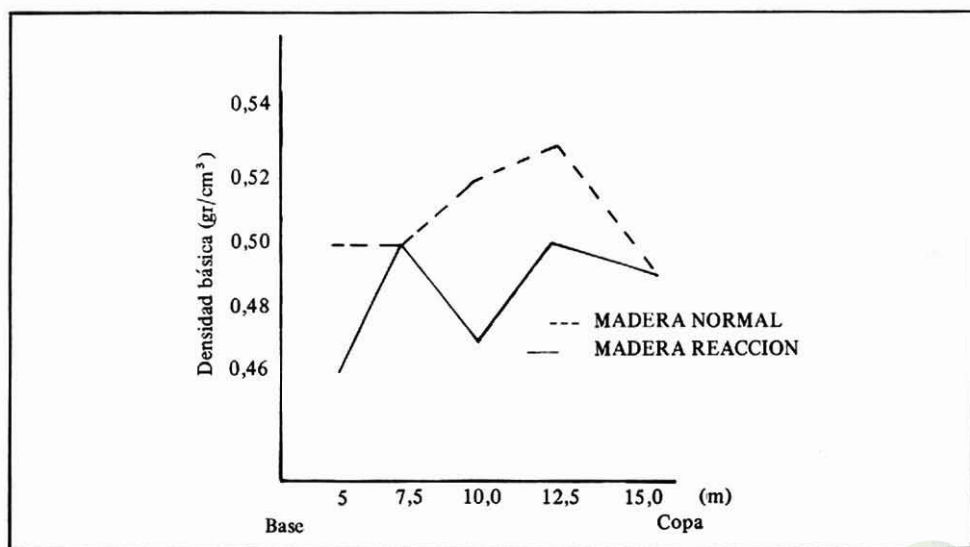


FIGURA 2

DENSIDAD BASICA V/S ALTURA EN EL ARBOL EN MADERA DE AROMO AUSTRALIANO



La Figura 3 muestra el comportamiento de la densidad básica desde la médula a la corteza, para los cuatro puntos cardinales. La madera de reacción en la dirección norte, presenta el menor nivel de variación de la densidad básica. La orientación sur, inmediatamente opuesta a la dirección de la madera de reacción, muestra por contraste la mayor variabilidad de la densidad básica. Similar comportamiento se indica en la relación de la densidad básica con la altura en el árbol para las cuatro orientaciones cardinales en la Figura 4. En este caso la madera normal en la dirección sur, presenta el máximo nivel de densidad básica a 12,5 m. con $0,58 \text{ gr/cm}^3$; en cambio la madera de reacción en la dirección norte tiene una densidad básica de $0,50 \text{ gr/cm}^3$ a la misma altura.

FIGURA 3

VARIACION DE LA DENSIDAD BASICA CON LA POSICION RADIAL Y LOS 4 PUNTOS CARDINALES EN MADERA DE AROMO AUSTRALIANO

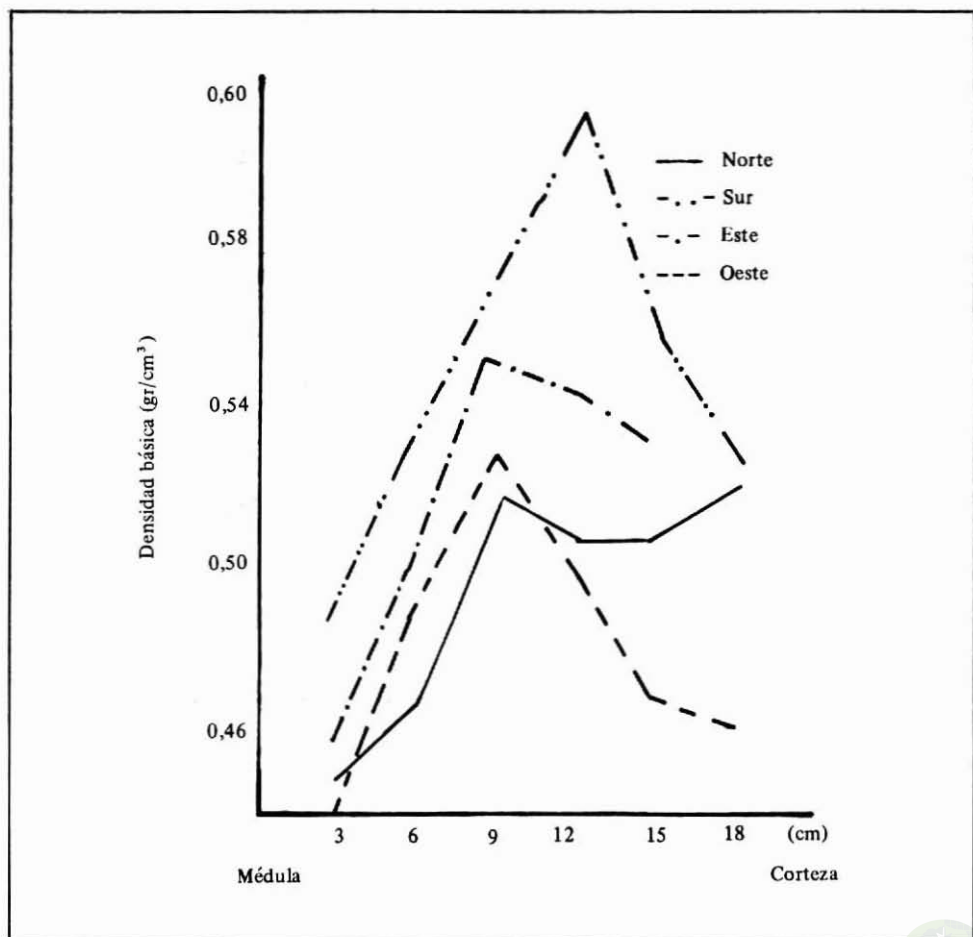
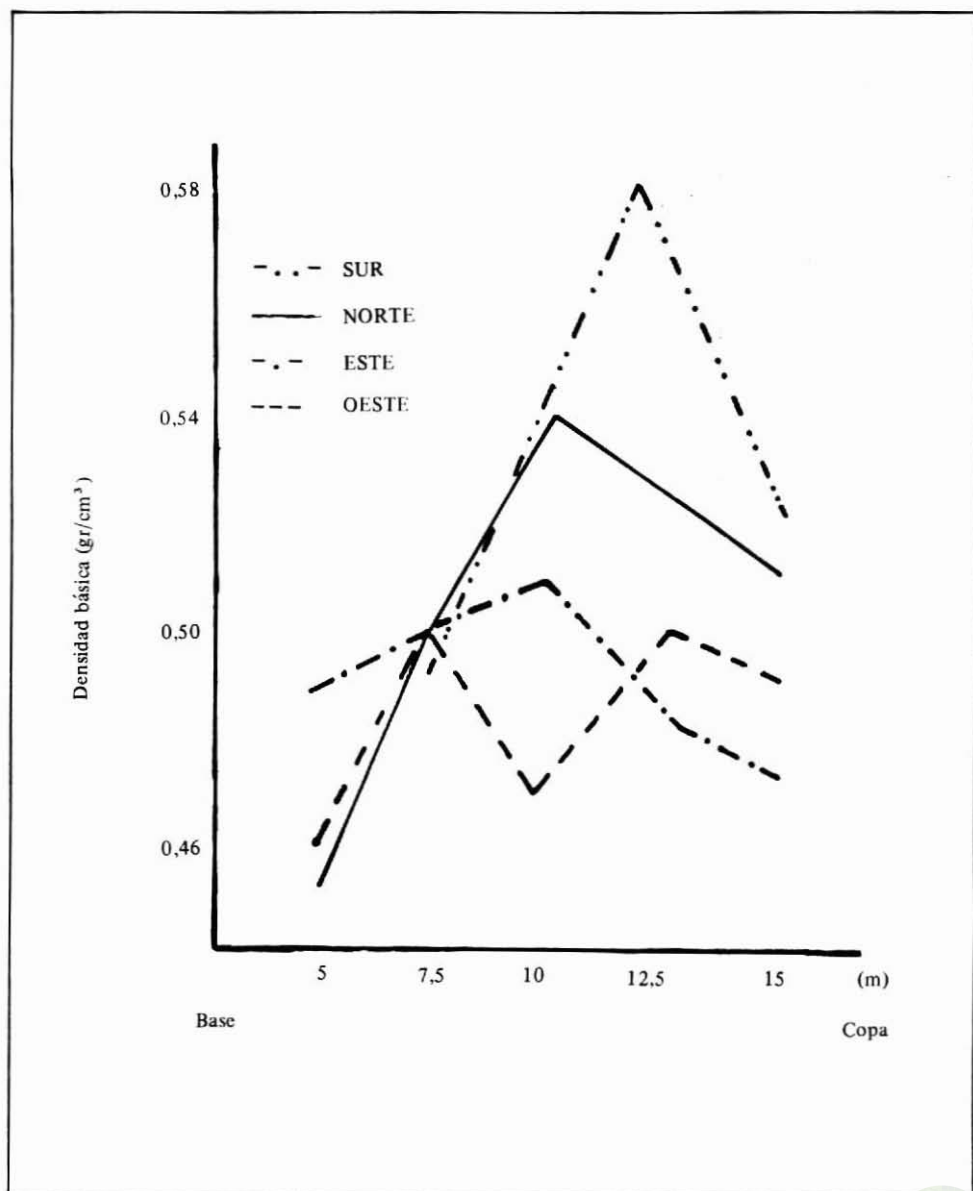


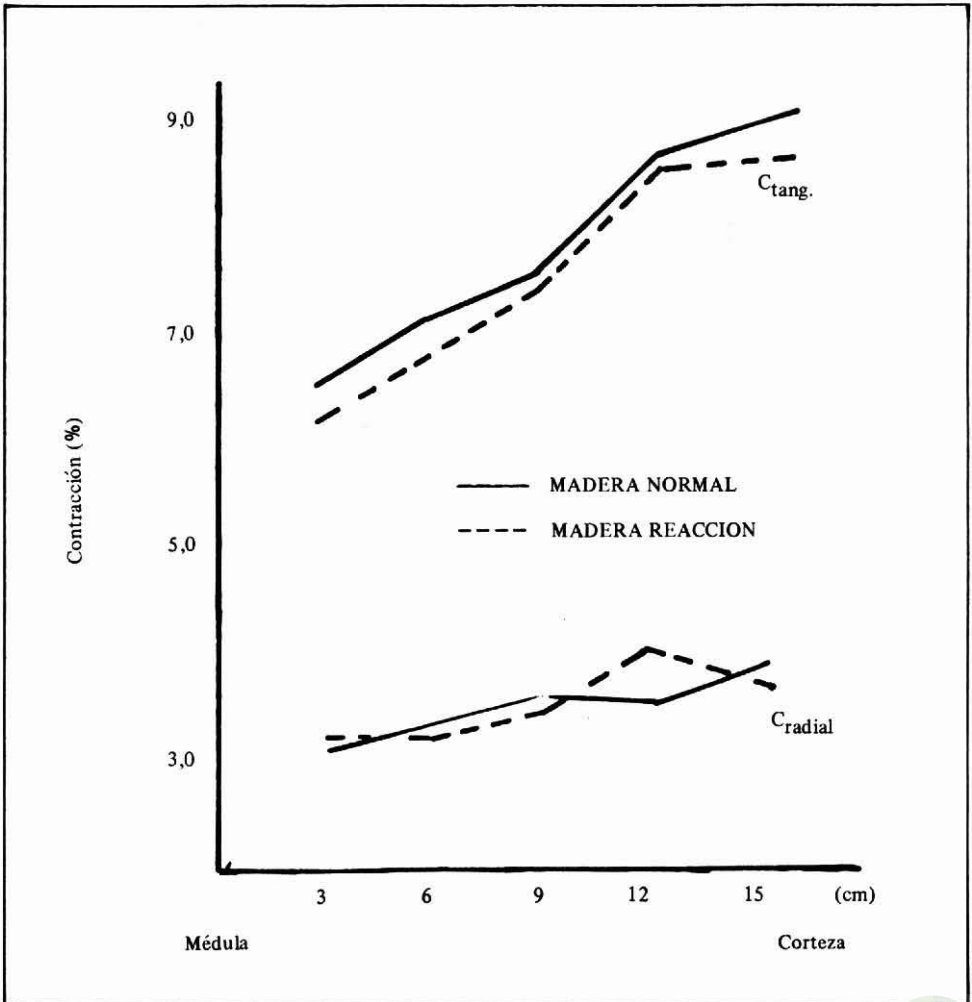
FIGURA 4

VARIACION DE LA DENSIDAD BASICA CON LA ALTURA EN EL ARBOL, PARA LOS 4 PUNTOS CARDINALES EN MADERA DE AROMO AUSTRALIANO



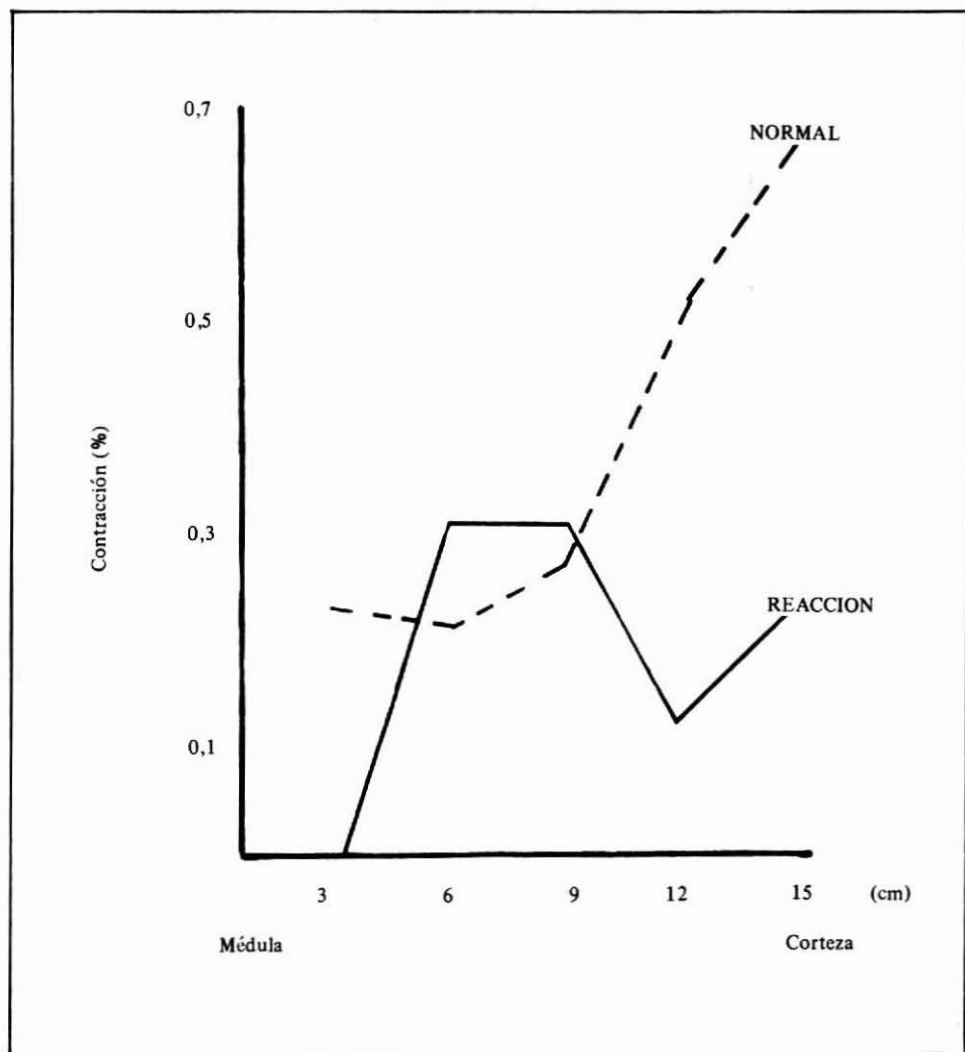
La Figura 5 muestra la relación entre las contracciones transversales máximas y la posición en madera de Aromo australiano. La contracción tangencial de la madera de reacción aumenta de 6,3% a 8,2% entre los 3 cm. y los 15 cm. de radio. La contracción tangencial de la madera normal aumenta de 6,6% a 8,6% en el mismo radio anterior. La contracción radial de la madera de reacción varía de 3,2% a 3,8% y la contracción radial de la madera normal varía de 3,1% a 3,9% desde la médula a la corteza.

FIGURA 5
CONTRACCION TRANSVERSAL V/S POSICION RADIAL EN MADERA DE AROMO AUSTRALIANO



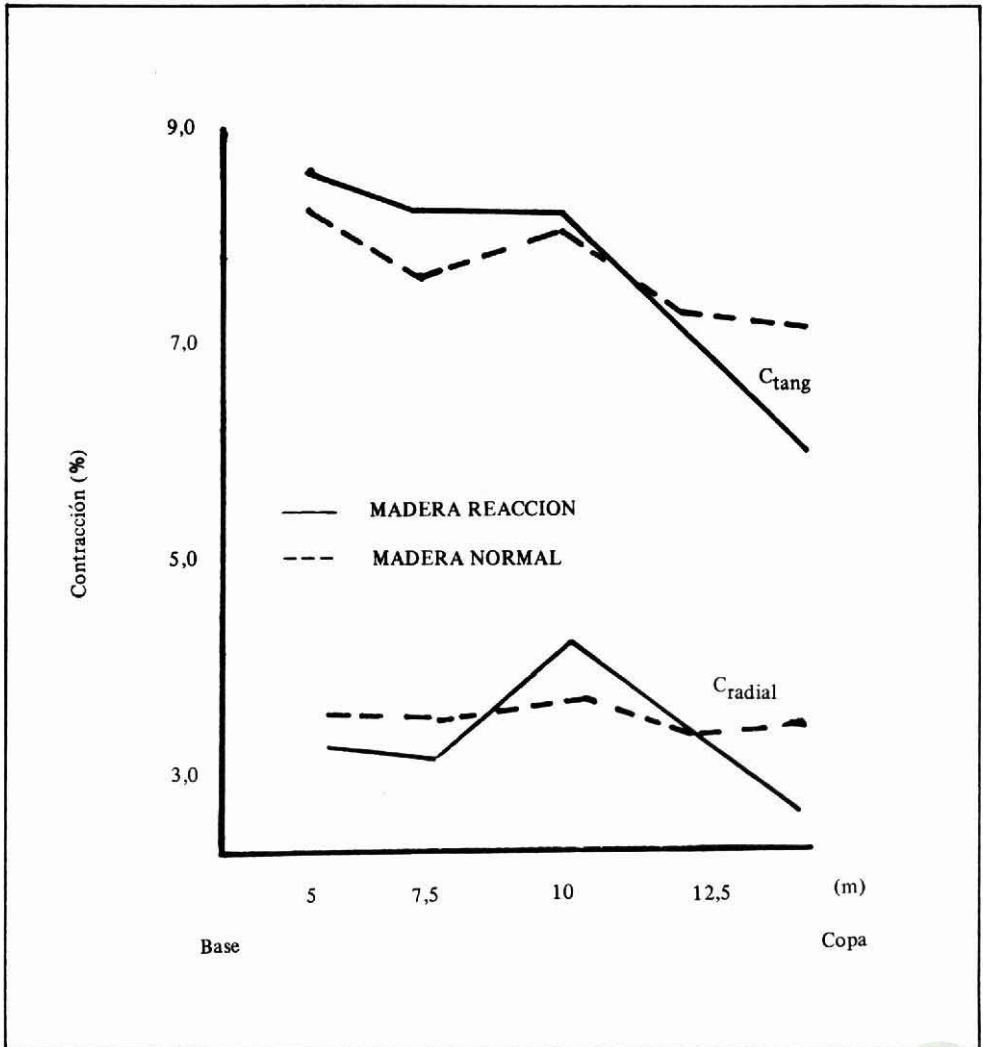
La variabilidad de la contracción longitudinal máxima con la posición radial es indicada en la Figura 6. En madera de reacción esta variación no presenta un comportamiento definido, en cambio en madera normal la contracción longitudinal aumenta de 0,24% a 0,68% desde la médula a la corteza.

FIGURA 6
CONTRACCION LONGITUDINAL V/S POSICION RADIAL EN MADERA DE AROMO AUSTRALIANO



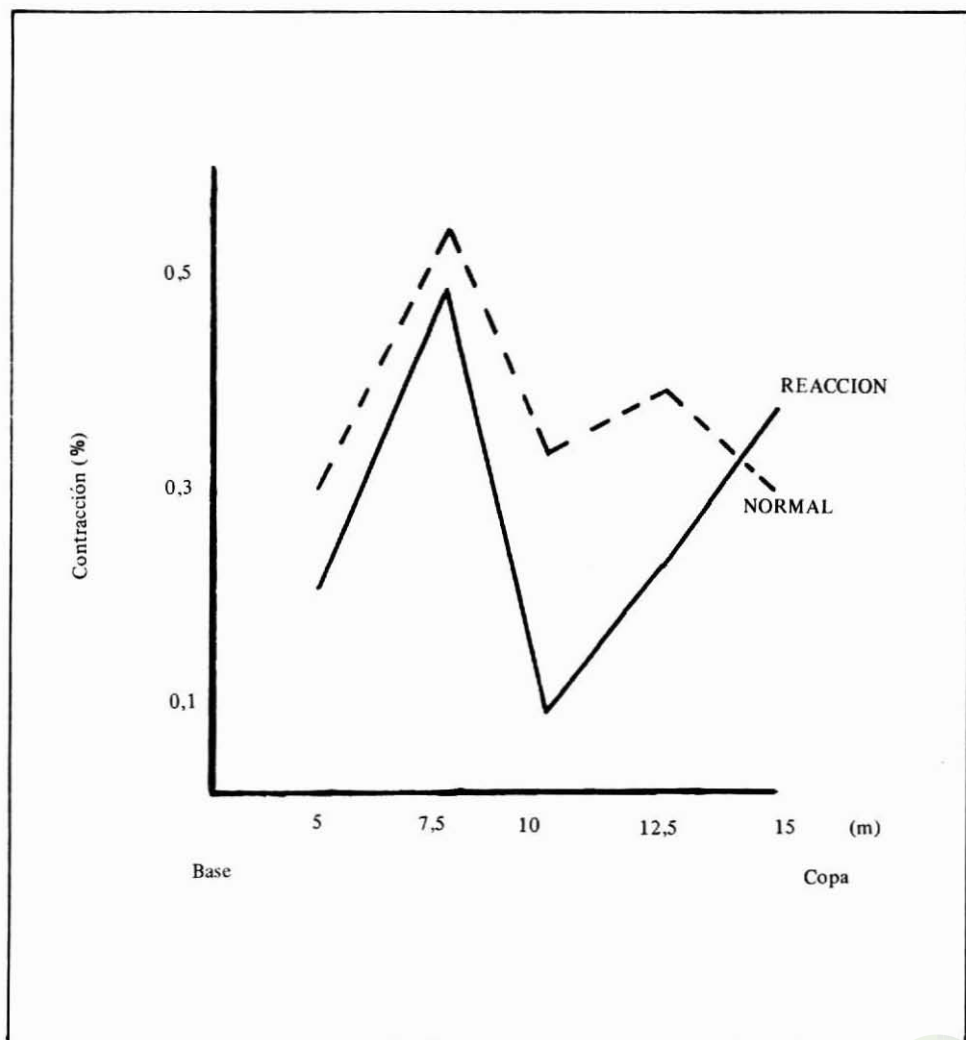
La variación de las contracciones transversales con la altura en el árbol es mostrada en la Figura 7. La contracción tangencial tiende a disminuir con la altura, en madera de reacción se reduce de 8,6% a 5,8% y en madera normal baja de 8,1% a 7,2% entre los 5 m. y los 15 m. de altura. En la dirección radial la contracción de la madera de reacción aumenta hasta 4,2% a 10 m. y luego disminuye a 1,9% a 15 m. de altura.

FIGURA 7
CONTRACCION TRANSVERSAL V/S ALTURA EN EL ARBOL DE
AROMO AUSTRALIANO



En la Figura 8 se observa que el comportamiento de las contracciones longitudinales con la altura en el árbol hasta 12,5 m. es similar en madera de reacción y normal. Además la contracción de la madera de reacción es de menor magnitud, lo que es consistente con los resultados de contracción transversal descritos anteriormente.

FIGURA 8
CONTRACCION LONGITUDINAL V/S ALTURA EN EL ARBOL DE
AROMO AUSTRALIANO



Por otra parte la variabilidad de la contracción volumétrica máxima con la posición radial, para los cuatro puntos cardinales se indica en la Figura 9. La orientación sur correspondiente a la dirección inmediatamente opuesta a la de reacción (norte), presenta el mayor incremento con la posición radial. Este comportamiento está de acuerdo con la mayor densidad básica encontrada en la dirección sur (Figura 3). La variación de la contracción longitudinal máxima con la posición radial, para los cuatro puntos cardinales es mostrada en la Figura 10. Las contracciones longitudinales en la dirección este y oeste tienden a aumentar con la distancia radial, la contracción longitudinal en la dirección sur no presenta un comportamiento bien definido, pero alcanza una magnitud de 1,02% a 15 cm. de la médula. La madera de reacción en la dirección norte alcanza también su mayor magnitud 0,26% en el sector más alejado de la médula.

FIGURA 9

VARIACION DE LA CONTRACCION VOLUMETRICA CON LA POSICION RADIAL, PARA LOS 4 PUNTOS CARDINALES, EN AROMO AUSTRALIANO

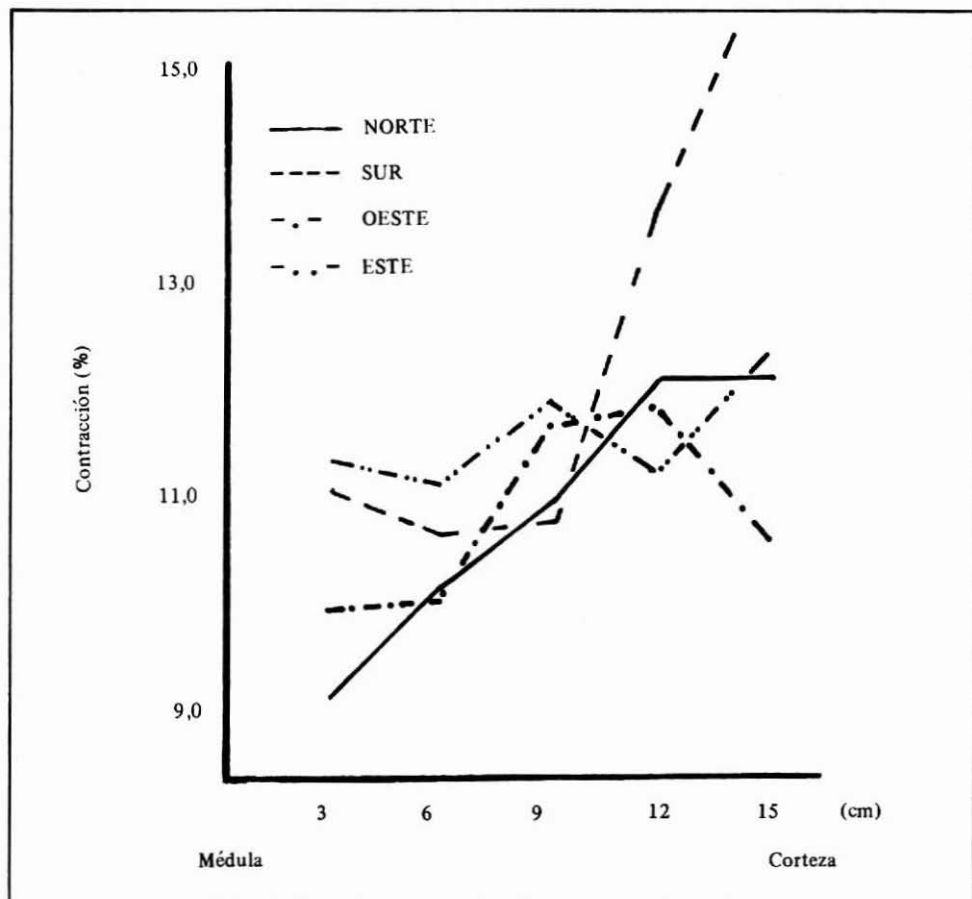
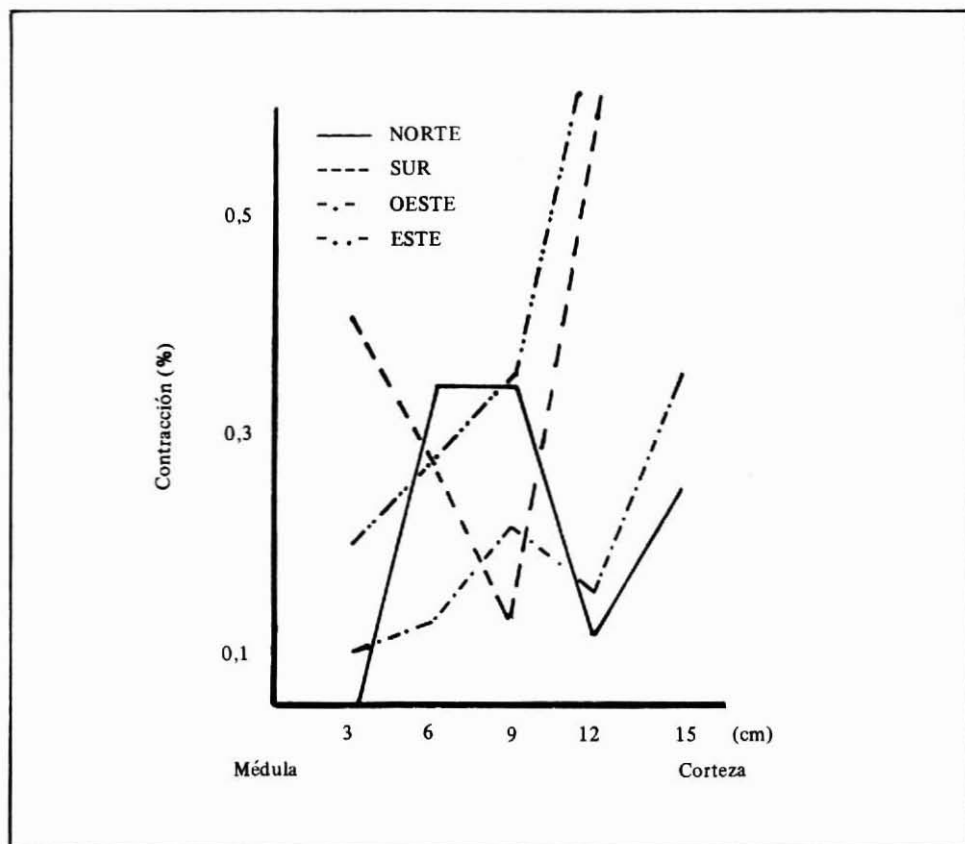


FIGURA 10

VARIACION DE LA CONTRACCION LONGITUDINAL CON LA POSICION RADIAL, PARA LOS 4 PUNTOS CARDINALES, EN MADERA DE AROMO AUSTRALIANO



La influencia del contenido de humedad sobre la contracción de la madera es mostrada en el Cuadro 2 y Cuadro 3. En promedio la contracción longitudinal en estado anhidro de la madera de reacción es 0,28%, en la misma condición de humedad la madera normal alcanza una contracción longitudinal de 0,35%. Esto por el efecto de la contracción longitudinal en la dirección sur descrita anteriormente. Por otra parte en la dirección tangencial el coeficiente de contracción unitario de la madera de reacción es 0,30; sólo un poco mayor que en madera normal cuyo valor es 0,29; pero esto significa por ejemplo, que una pieza floreada de 5" de ancho presentará una variación dimensional por unidad de contenido de humedad, 0,05" mayor en madera de reacción. El punto de intersección de la contracción tangencial es 26,6% en madera de reacción y es 26,1% en madera normal. En la dirección radial el punto de intersección de la contracción es 1,2% mayor en la madera de reacción. Estas pequeñas diferencias en el coeficiente de contracción unitario y el punto de intersección de la contracción, están relacionadas con las variaciones en la densidad básica atribuidas a la distinta conformación estructural de la pared celular.

CUADRO 2

VARIACION DE LA CONTRACCION CON EL CONTENIDO DE HUMEDAD, COEFICIENTE DE CONTRACCION UNITARIO (CU), Y PUNTO DE INTERSECCION DE LA CONTRACCION (PIC) EN MADERA DE REACCION DE AROMO AUSTRALIANO

Contracción (%)	Contenido Humedad (%)			CU	PIC (%)
	18	10	0		
C _{radial}	0,84	1,85	3,50	0,126	24,7
C _{tang.}	2,56	4,98	7,84	0,300	26,6
C _{long.}	0,17	0,17	0,28	—	—
C _{vol.}	3,44	6,90	11,35	—	—

CUADRO 3

VARIACION DE LA CONTRACCION CON EL CONTENIDO DE HUMEDAD, COEFICIENTE DE CONTRACCION UNITARIO (CU), Y PUNTO DE INTERSECCION DE LA CONTRACCION (PIC) EN MADERA DE AROMO AUSTRALIANO

Contracción (%)	Contenido Humedad (%)			CU	PIC (%)
	18	10	0		
C _{radial}	0,75	1,86	3,50	0,138	23,5
C _{tang.}	2,31	4,66	7,65	0,290	26,1
C _{long.}	0,12	0,16	0,35	—	—
C _{vol.}	3,09	6,55	11,30	—	—

CONCLUSIONES

La densidad básica aumenta desde la médula hasta el centro del radio del trozo, luego decrece hacia la periferia, en la madera de Aromo australiano. En madera de reacción alcanza una magnitud de 0,51 gr/cm³ y en madera normal 0,54 gr/cm³. La orientación sur presenta la mayor variabilidad con la posición radial.

Con la altura la densidad básica de la madera de reacción llega a 0,51 gr/cm³ en los 7,5 m. y los 12,5 m. En madera normal varía de 0,48 gr/cm³ a 0,52 gr/cm³ entre los 5,0 m. y los 12,5 m. respectivamente. La madera de reacción, en la dirección norte alcanza una densidad básica de 0,50 gr/cm³; en la orientación sur de madera normal es 0,58 gr/cm³, a 12,5 m. de altura en ambos casos.

La contracción radial y tangencial aumenta de la médula a la corteza. En madera de reacción de 6,3% a 8,2% en el sentido tangencial y de 3,2% a 3,8% en la dirección radial. En madera normal de 6,6% a 8,6% en sentido tangencial y de 3,1% a 3,9% en dirección radial.

La contracción longitudinal de la madera de reacción en dirección norte llega a 0,26% cerca de la periferia del trozo, en la dirección sur de madera normal también se alcanza la mayor magnitud 1,02% en esta posición radial. La orientación sur afecta fuertemente el comportamiento de la contracción longitudinal de la madera normal, que aumenta en promedio de 0,24% a 0,68% de médula a corteza.

La contracción tangencial disminuye con la altura en el árbol. En madera de reacción varía de 8,6% a 5,8% y en madera normal se reduce de 8,1% a 7,2%. La contracción radial de la madera de reacción fluctúa entre 4,2% a 10 m. y 1,9% a 15 m. de altura.

La contracción longitudinal de la madera de reacción y normal presenta un comportamiento similar hasta los 12,5 m. de altura, pero es mayor en la madera normal en casi todo el rango de alturas analizado.

La contracción longitudinal de la madera de reacción supera a la contracción longitudinal de la madera normal cuando es medida en condiciones de humedad diferentes al estado anhidro.

El coeficiente de contracción unitario es 0,30 en madera de reacción y 0,29 en madera normal. El punto de intersección de la contracción tangencial es 26,6% en madera de reacción y 26,1% en madera normal.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes de Ingeniería Civil en Industrias Forestales Sres.: Juvenal Valdés, Fidel Retamal, Oscar Beltrán, Ignacio Herrera y Manuel Manríquez, por su colaboración en las mediciones experimentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BENSON, M.; JACOBS, M. 1984. "Forest areas and centres of forest industry". En "Eucalypts for wood production", Eds. W. Hillis y A. Brown. CSIRO. Academic Press, Australia.
2. HASLETT, A. 1983. "Drying properties of New Zealand-grown *Acacia Melanoxylon*". *New Zealand Journal of Forestry Science*, Vol. 13, N° 2, Pag. 130-138.
3. HAYGREEN, J.; BOWYER, J. 1982. "Forest products and wood science". The Iowa State University Press, Iowa.
4. HILLIS, W.; BROWN, A. 1984. "The need for improved wood production from Eucalypts". En "Eucalypts for wood production", Eds. W. Hillis y A. Brown. CSIRO. Academic Press, Australia.
5. I.N.N. 1984. Norma Chilena Oficial N° 176. Madera. Parte 1: "Determinación de humedad", Parte 2: "Determinación de densidad", Parte 3: "Determinación de la contracción radial y tangencial".
6. PANSHIN, A.; DE ZEEUW, C. 1980. "Textbook of wood technology". 4ta. Ed., McGraw-Hill, N. York.