

# METODOLOGÍAS SENCILLAS Y BARATAS PARA ANÁLISIS DE IMAGEN EN LABORATORIOS DE CALIDAD DE LA MADERA

Erich Schaitza\*  
Patricia Povia Mattos\*\*  
José Carlos Duarte Pereira\*\*\*

## RESUMEN

Una de las actividades más cansadoras y demoradas de laboratorios de calidad da madera es la histometría, normalmente realizada con el uso de escalas adaptadas a oculares de microscopio. Con el avance de la electrónica, se desarrollaron varios sistemas para agilizar y automatizar estos procesos. No obstante, estos sistemas son caros y la mayoría de los laboratorios latinoamericanos no disponen de capacidad financiera para adquirirlos. El presente trabalho muestra algunas alternativas baratas para la adquisición y procesamiento de imágenes, discutiendo su aplicación en la evaluación de rajaduras de tope en troncos, mediciones de extensión y espesor de fibras, mediciones de áreas en general. En todos los trabajos, se usó el sistema SIARCS para análisis de imágenes, desarrollado por el Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (Centro Nacional de Investigación e Instrumentación Agropecuaria) de Embrapa, originalmente usado para el análisis de raíces y cobertura del suelo. Las imágenes foram obtenidas con máquina fotográfica digital, camera VHS y placa conversora, scanner de mesa. Se discutieron las posibilidades de uso de este mismo procedimiento en otros análisis.

## ABSTRACT

Measuring tissues with micrometric oculars is time consuming and tiring. With the development of electronics, various automatic systems were develop to substitute that, but most systems are expensive and Latin American labs do not have financial means to purchase them. This paper present some cheap alternatives to image acquisition and analysis, discussing their use in the evaluation of log splitting, areas in general and fiber length. Images were acquired with a digital camera, a VHS camera plus video capture board, flat bed scanner aond a digitizer tablet. SIARCS, a package to image analysis developed by Embrapa-CNPDIA, was used to image analysis. The use of the same procedures in other situations was also discussed.

---

\* Ingeniero Forestal, Investigador del *Centro Nacional de Pesquisa de Florestas* de Embrapa. Dirección: Estrada da Ribeira, km 111. CP 319. 83411-000 Colombo, Brasil. Fono: 55 41 766-1313. Fax: 55 41 766-1276. E-mail: erich@cnpf.embrapa.br

\*\* Ingeniera Agrónoma, MSc, Investigadora del *Centro Nacional de Pesquisa de Florestas* de Embrapa. E-mail: povoa@cnpf.embrapa.br

\*\*\* Ingeniero Agrónomo, PhD, Investigador del *Centro Nacional de Pesquisa de Florestas* de Embrapa. E-mail: jcarlos@cnpf.embrapa.br

## INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Calidad de la Madera de Embrapa-Florestas realiza usualmente mediciones de fibras, vasos y de otros elementos de la madera y de las áreas transversales de cuerpos de prueba para análisis de retractibilidad. Con el trabajo de selección genética de árboles de eucalipto con bajos niveles de tensión de crecimiento, pasó también a medir longitud y áreas de rajaduras en las fases transversales de los troncos. Todas estas actividades son cansadoras y demoradas.

Recientemente la histometría era efectuada normalmente con el uso de escalas adaptadas a oculares de microscopio. Las mediciones de elementos rectos eran realizadas rápidamente cuando la distancia entre las extremidades es igual a la longitud, pero siempre que elementos irregulares o curvos como fibras dobladas eran medidos, había necesidad de hacerlo en partes, sumando la longitud de las diferentes partes, o éstos eran descartados, resultando una falta aleatoria en las mediciones. Además, los resultados obtenidos eran valores relativos, habiendo necesidad de usar factores de conversión para transformarlos en medidas reales.

Las determinaciones de niveles de rajaduras eran realizadas a través de sistemas de notas y determinación de índices de rajadura. Los resultados obtenidos eran subjetivos y dependían mucho del valuador, no habiendo en todos los casos coincidencia de evaluación entre dos o más valuadores. Este hecho puede ser minimizado cuando la misma persona realiza las evaluaciones, con un sólo criterio de decisión y mucha práctica, pero cuando hay necesidad de delegar a terceros la responsabilidad de evaluar, existe una pérdida muy grande en precisión y una gran dificultad de comparar datos diferentes de evaluación.

Existen una serie de equipamientos y programas especializados de computadora en histometría, pero por regla general son caros y por lo tanto inaccesibles para el equipo del Laboratorio de Calidad de la Madera. Sistemas de Zeiss, Olympus, Kontron o Mediamatics cuestan algunos miles de dólares y solamente serían justificables si fuesen usados en tiempo integral y no solamente esporádicamente. Las evaluaciones subjetivas por notas también son caras pues exigen un trabajo de campo extensivo, con dislocación de equipos.

La necesidad de agilizar las actividades de medición y evaluación de rajaduras llevó al equipo del Laboratorio de Calidad de la Madera de Embrapa-Florestas a buscar alternativas baratas para la realización de estas tareas, substituyendo equipamientos caros por computadoras PC ya disponibles en el laboratorio y por periféricos baratos disponibles en el mercado local o vendidos a través de Internet.

La electrónica y la computación tuvieron un desarrollo enorme en los últimos años y probablemente todo laboratorio de calidad o de anatomía de la madera tiene acceso a una computadora y puede gastar menos de U\$S 1000 para usar equipamientos de adquisición de imagen de óptima calidad y bajo costo, para transferir cualquier imagen para la computadora.

Los ejemplos usados en este trabajo serán la medición de áreas transversales de cuerpos de prueba, fibras en el laboratorio y la medición de rajaduras en troncos de eucalipto en el campo. La principal diferencia entre las situaciones es la adquisición de imagen para medición, ya que las fibras requieren un microscopio para ser visualizadas, los cuerpos de prueba pueden ser colocados directamente sobre el scanner y las rajaduras de tope en troncos requieren un equipamiento de adquisición de imagen que sea móvil y flexible.

Aunque no todos los laboratorios realicen estas actividades, los equipamientos y programas usados en ellas pueden ser usados también en otras determinaciones de la misma naturaleza. Por ejemplo, con esquemas semejantes puede medirse hifas de hongos, área de daño causada por un cancro en troncos, nivel de pérdida de follaje, etc.

#### **Mediciones de áreas transversales**

La medición de áreas es muy simple cuando el cuerpo a ser medido es regular. Basta usar un paquímetro, medir las aristas de la figura y determinar el área. No obstante, cuando el área es irregular hay necesidad de usar algún otro artificio para la determinación del área.

El procedimiento padrón utilizado en el Laboratorio de Calidad de la Madera era el de recortar papel con el mismo formato del área a ser medida, y a través del pesaje del recorte y de un pedazo del mismo papel con área conocida, determinar por regla de tres el área deseada.

Medir estas áreas con computadora y un scanner de mesa es muy simple. Basta digitalizar la imagen de la muestra directamente dispuesta sobre el scanner, y suministrar las dimensiones totales de la imagen digitalizada para el programa de análisis de imágenes. Una resolución de 150 dpi es suficiente para los análisis. La imagen digitalizada contendrá el objeto a ser medido y un área envolvente, rectangular, definida por el usuario en el momento de la obtención de la imagen. Normalmente la mesa del scanner permite que se digitalice hasta áreas del tamaño de una hoja de papel A4 y cuando se obtiene una imagen del tamaño de la mesa basta solamente suministrar al programa de análisis la dimensión de la hoja A4.

El programa usado para análisis de imágenes fue el SIARCS, desarrollado por el Centro Nacional de Pesquisas y Desarrollo de Instrumentación Agropecuaria de Embrapa, en su origen usado para el análisis de raíces y cobertura de suelo.

Para hacer mediciones de área, él apenas requiere que se determine una escala (por ejemplo: el ancho de la imagen) y que se seleccione la imagen que será medida. La selección de la imagen se efectúa por la selección de puntos de la tela del mismo color. Por ejemplo, se hace con que la computadora seleccione todas las áreas en marrón y amarillo de la imagen de un pedazo de madera. Inmediatamente el programa suministra el área de los puntos marrones y amarillos. Como el rectángulo que envuelve no posee marrón o amarillo, él no es medido, siendo medido apenas el pedazo de madera.

La precisión del método fue comprobada por la digitalización y medición de 30 pedazos irregulares de papel de área conocida, determinada por pesaje de acuerdo a lo descrito anteriormente. La media de la medición por el scanner y Siarcs fue  $32,79 \pm 2,36 \text{ cm}^2$  y por pesaje  $32,91 \pm 2,34 \text{ cm}^2$ . Una prueba de t para amostras pareadas demostró la inexistencia de diferencias significativas entre los métodos ( $t=1,01$ ;  $p<0,32$ ).

Un operador acostumbrado con el uso de SIARCS y scanner puede realizar fácilmente 30 mediciones en un cuarto de hora.

El equipamiento usado consistía en una computadora PC<sup>1</sup>, un programa para mediciones semejante al SIARCS y un scanner de mesa.

### **Mediciones de fibras**

Fibras y otros elementos anatómicos de la madera son muy pequeños para ser dispuestos directamente sobre la mesa de un scanner y digitalizados.

Es necesario que se utilice un microscopio para aumentar su tamaño, pero no hay necesidad de usar un scanner para obtener la imagen ampliada. En verdad, no hay necesidad de adquirir imágenes, pero solamente dibujarlas usando una cámara clara y midiéndolas cuando son dibujadas.

El equipamiento usado consiste en un microscopio con cámara clara, una computadora PC, una mesa digitalizadora con mouse óptico o pluma óptica, un programa para mediciones semejantes al SIARCS y un microscopio con cámara lúcida.

---

<sup>1</sup> Computadora Pentium 90mhz con 16Mb RAM, Windows 95, vídeo capaz de presentar 256 colores

El procedimiento consiste en visualizar simultáneamente la imagen contenida en la lámina y el cursor del mouse óptico (o la punta del lector óptico), con el auxilio de la cámara clara. Para ello es necesario colocar la mesa digitalizadora bajo el área de visión de la cámara clara.

El primer paso es definir una escala proyectando una lámina micrométrica y midiéndola. Después de definida la escala, se pasa a dibujar las fibras. Dibujar no significa copiar la imagen en detalles, apenas seguir con el cursor el recorrido de la fibra, en una línea única. El programa mide automáticamente cada estructura dibujada. Con práctica el proceso se torna muy rápido, ya que el tiempo para medir una fibra es el tiempo que lleva para dibujarla.

En el caso que no sea posible usar una mesa digitalizadora, basta dibujar las fibras en papel, dibujar en escala y después digitalizar la imagen con el uso del scanner, midiéndola con un programa de mediciones.

La precisión del esquema puede ser probada por la determinación de la escala y por la medición de varios segmentos de la escala. Los resultados se repiten y las diferencias de medición de alrededor de 1 a 2% son debidas al manoseo del mouse óptico.

De cualquier forma la precisión es mucho mayor de que la obtenida por el uso de la escala del microscopio, pues lo que ocurre en este caso es la suma de las distancias entre segmentos de una fibra, con errores debidos a la falta de sobreposición exacta del comienzo y fin de segmentos adyacentes. Se evita también el hábito común de no hacer muestras de fibras muy irregulares, por ser más difícil la medición.

### **Mediciones de rajaduras del tope de los troncos**

Las rajaduras del tope de los troncos de eucalipto son uno de los indicadores del nivel de tensión de crecimiento de árboles. Mientras que los árboles que se rajan mucho, poseen altos niveles de tensión de crecimiento, árboles que rajan poco poseen bajos niveles de tensión de crecimiento.

Las rajaduras del tope han sido usadas como característica de selección, en programas de mejoramiento genético. Mientras Pereira y Schaitza (1997) usaron sistemas de notas para clasificar árboles de mayor o menor índice de rajaduras, otros autores (Wilson 1985, Pereira et al, 1997, Schacht & Garcia, 1997, Malan, 1984) usaron índices construidos con el uso de pesos diferenciados para clases de rajaduras, de acuerdo a su extensión relativa al diámetro de la sección transversal.

De hecho, tanto las notas como los índices son representaciones subjetivas del área rajada.

El gran número de mediciones necesarias para el uso de índices y la subjetividad de índices y notas, generó la necesidad de estudiar el valor de la longitud total de las rajaduras y del área de las rajaduras en relación al área del tronco, como características para la selección de árboles.

Para la medición de rajaduras se usó inicialmente una cámara fotográfica digital para la adquisición de imágenes. Para definir la escala de cada fotografía fue usado un círculo de diámetro conocido pegado al tope del tronco fotografiado, ya que al contrario de los casos anteriores, no hay control de

la distancia focal de la foto y hay necesidad de establecer escalas individuales.

Otra alternativa probada para la adquisición de imágenes es el uso de una cámara VHS común y de una placa para la captura de la imagen de vídeo y conversión en imagen digital. La resolución mínima debe ser de 640x480 puntos en ambos casos.

El círculo de diámetro conocido puede ser substituido por la anotación del diámetro de cada tope de tronco fotografiado o filmado.

Varios factores deben ser considerados en el momento de la adquisición de la imagen. El primero es la influencia de otros objetos en la imagen. Grama, otros árboles, marcas de motosierras y suciedad, en general interfieren en la imagen obtenida. Para disminuir estos problemas se recomienda usar un máscara oscura para aislar el objeto fotografiado del resto del ambiente y que se limpie con un cepillo grueso cada tope de tronco antes de la obtención de la imagen.

Las imágenes son entonces llevadas para la computadora y medidas con el uso de SIARCS o de otro programa.

En el caso de la rajadura, hay una gran cantidad de suciedad que se confunde con la rajadura en el momento de la selección automática de colores, para la medición del área o longitud de rajaduras. Para evitar estos ruidos, las rajaduras pueden ser pintadas manualmente con el uso del mouse y el color seleccionado para la medición debe ser el color de la pintura.

La precisión de la adquisición de imágenes con cámara fue comparada con la obtención de discos rajados a través de scanner, ya que anteriormente se determinó que el scanner suministraba imágenes reales. La longitud de 55 rajaduras fue medida partiendo de imágenes de scanner y de filmadora y la aplicación de una prueba de t indicó que no hay diferencia significativa entre las medias (media de scanner=8,06±0,04 cm e media de la filmadora = 7,99±0,04) y una regresión lineal simple dió como resultado "scanner = 0.0910 + ( 0.997 \* filmadora) " con un  $R^2 = 0,98$ . Estos resultados demuestran la equivalencia entre métodos.

Además de la buena precisión del método, hay grandes ventajas en relación a los métodos objetivos de índices y notas, ya que los resultados son reproducibles e independientes de quien obtiene la imagen. La rapidez de determinación es otra ventaja, ya que el tiempo de toma de imagen es mucho menor que el tiempo necesario para calcular todos los parámetros de un índice.

### **Costo de los Equipamientos Usados**

Como la computadora, la filmadora VHS y el microscopio ya estaban disponibles, su costo no fue considerado en este análisis.

El scanner usado es de marca TCE con resolución de 4800 dpi y puede encontrarse fácilmente en el mercado brasileño por menos de U\$S 250.

La cámara digital Cassio QV-10 puede ser comprada por U\$S 500 en Brasil, pero la misma cámara en los Estados Unidos puede ser encontrada a partir de U\$S 200. Se recomienda usar cámaras con resolución mínima de 640 x 480 puntos.

La interfaz para captura de vídeo Zipshot cuesta U\$S 200 en Brasil y menos de U\$S 100 en los Estados Unidos.

La mesa digitalizadora tamaño A4, Calcomp Drawingboard cuesta U\$S 600, pero pueden encontrarse mesas menores por menos de U\$S 200.

Por lo tanto el valor total de la inversión para la compra de todos los equipamientos usados en este trabajo varía de U\$S 750, para quien compra el equipamiento a precio de los Estados Unidos o Paraguay, hasta U\$S 1500 en el caso que la compra incluya los equipamientos más caros a precio brasileño.

SIARCS es un programa de Embrapa que no tuvo costo para el proyecto. Existen varios programas alternativos con capacidad de efectuar el mismo trabajo con costo próximo a cero. Una alternativa es el uso de Spring, programa para desarrollo de Sistemas de Información Geográfica, distribuido gratuitamente por INPE.

#### **BIBLIOGRAFIA**

MALAN, F.S. Studies on the phenotypic variation in growth stress intensity and its association with tree and wood properties of South African grown **Eucalyptus grandis** (Hill Ex-Maiden). 1984 Doctorate Thesis. University of Stellenboch.

SCHACHT, L. & GARCIA, J.N. Variação entre e intraclones nas rachaduras de topo em **Eucalyptus urophylla**. In: Conferência IUFRO sobre Silvicultura e Melhoramento de Eucaliptos, Salvador, 24-29/08/97

PEREIRA, J.C.D.; SHAITZA, E.G.; HIGA, A.R.; LAVORANTI, O.J.; ASSIS, T.F. Variabilidade de algumas características da madeira de clones de *Eucalyptus* spp. para processamento mecânico. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo:Embrapa-CNPq, 1997. No prelo.

WILSON, P.J. Splitting studies on logs of **Eucalyptus macarthurii**, **E. elata** and **E. radiata**. Institute for Commercial Forestry Research, Annual Report, 1985 pp. 135-142.i