

# RAYOS X DETECTAN Y DISTINGUEN CARBÓN, CÁSCARA Y SEMILLAS EN VAINAS INTACTAS DE MANÍ

Valente M.<sup>1</sup>, Malano F.M.<sup>1</sup>, Perez P.<sup>1</sup> y Baldessari J.<sup>2</sup>

1- Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X (LIIFAMIRx); FAMAf; U.N.C.  
2-EEA-INTA Manfredi.  
mauro.valente@gmail.com

## Introducción

El carbón del maní causado por *Thecaphora frezzi* es una enfermedad endémica de creciente intensidad en el área manisera cordobesa. Algunas estimaciones referidas a las pérdidas ocasionadas por este hongo se ubican en un promedio de 35 Kg/ha. Hasta el presente las medidas de control químico y cultural han mostrado resultados modestos. Una posible alternativa de control que es económica y ambientalmente aceptable es la utilización de cultivares con resistencia genética a *T. frezzi*. El desarrollo de estos cultivares conlleva la evaluación del nivel de intensidad de la enfermedad sobre gran número de parcelas. Esto se lleva a cabo abriendo manualmente las vainas de cada parcela bajo evaluación (ya que la correlación entre los valores obtenidos para la parcela completa y para submuestras es muy baja). Este tipo de evaluación de intensidad es lento y laborioso. Consecuentemente, es necesario el desarrollo de alguna técnica que permita detectar rápidamente la presencia de la enfermedad en un gran número de vainas intactas. Una alternativa es el uso de señales de contraste de absorción de rayos X. Por medio de ellas se determinan mapas de absorción/transmisión que permiten caracterizar las propiedades físicas y morfológicas de muestras (frutos de maní por ejemplo).

El presente trabajo explora la utilización del equipo de microtomografía por rayos X del Laboratorio de Investigación e Instrumentación en Física Aplicada a la Medicina e Imágenes por Rayos X (LIIFAMIRx) de la U.N.C., para la detección y distinción (cualitativa-cuantitativa) de materiales con diferentes patrones de absorción de energía de rayos X: cáscara, semillas y carbón en vainas intactas de maní.

## Materiales y Métodos

Tres maníes (tipos Valencia, Español y Virginia) del Banco de Germoplasma de Maní del INTA Manfredi fueron cultivados a campo, arrancados con una reja y descapotados a mano. Las vainas fueron utilizadas para la obtención de mapas de absorción/transmisión. Para ello se utilizó la técnica de radiografía digital de alta resolución del microtomógrafo computado del LIIFAMIRx (Figura 1), que cuenta con capacidad resolutive de 100 micras equivalente a 1.000.000 voxels/mm<sup>3</sup>. La radiación utilizada es de las características espectrales para voltajes entre 20 y 60 kvolts de un generador de 3 kWatts de potencia, acoplado a un sistema de detección digital FlatPanel de altas sensibilidad y resolución espacial.

El instrumental analítico, no disponible comercialmente -íntegramente construido en LIIFAMIRx, único en América Latina, se completa con software específico para análisis y procesamiento de datos orientado a la detección digital automática de propiedades de la muestra, utilizando algoritmos matemáticos de detección de bordes, segmentación, identificación de texturas, y optimización por medio de técnicas de minimización de métricas, cálculo de entropía y programación computacional basada en los métodos de alto rendimiento, integrado en interfaz gráfica para facilitar el control al operador.

En base a esta técnica, sería posible diferenciar las diferentes partes de las vainas (cáscara, semilla y carbón si lo hubiera) si poseyeran distintas características físicas.

## Resultados y discusión

Las imágenes claramente muestran que las características de absorción de energía de rayos X es diferente bien se trate de cáscara, semilla o esporas de carbón (Fig. 2). El orden de absorción fue semillas>carbón>cáscara. Estas imágenes fueron analizadas utilizando un algoritmo de detección de tumores previamente desarrollado, pudiendo obtenerse cuantificaciones del área ocupada por cada uno de los componentes de las vainas intactas (cáscara, semillas y carbón de existir). Aunque el algoritmo utilizado en la cuantificación proviene de uso médico, los resultados preliminares exhibieron una alentadora precisión a juzgar por las tasas de error preliminares (datos no mostrados).

## Conclusión

Del análisis computacional de las imágenes obtenidas se evidenció de manera concluyente la viabilidad y capacidad de la técnica analítica para determinar cualitativa y cuantitativamente la presencia diferenciada de cáscara, semillas y carbón en frutos intactos de maní, por medio de los ensayos de rayos X y programas de procesamiento automático. Sin embargo, debido a que el equipo se construyó para uso en aplicaciones médicas, para la resolución óptima del presente problema se requiere de desarrollos específicos para adaptar y optimizar la técnica analítica, ensayos instrumentales y programas de detección; de manera tal de mejorar aún más la capacidad para analizar en simultaneo muestras mayores por mapeo directo microCT 3D con resolución de hasta 50 micras, para luego plantear la posibilidad de desarrollar instrumental de control de calidad para ser usado in situ.



FIGURA 1: Microtomógrafo computado de alta resolución en LIIFAMIRx.

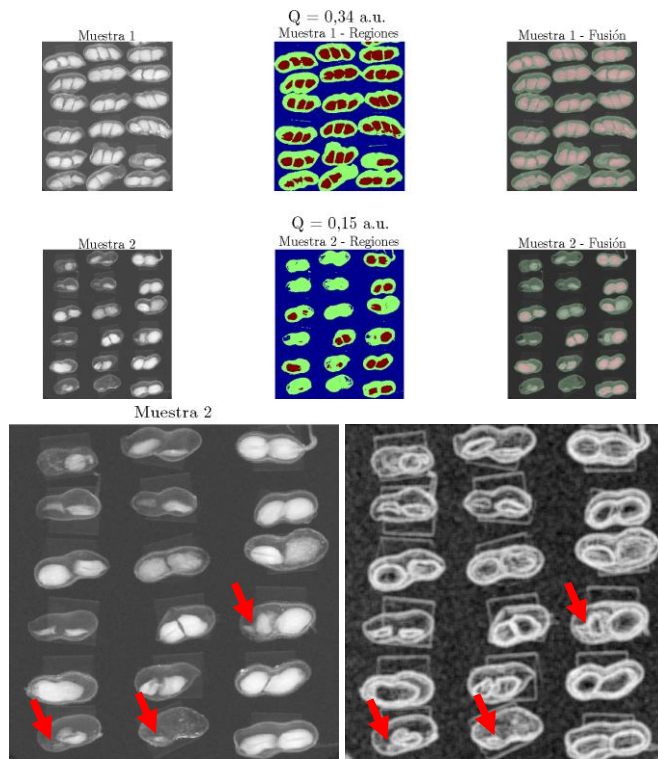


FIGURA 2: Señales y análisis de 2 maníes (Valencia y Español). Figuras pequeñas: Contraste de absorción (columna izquierda) para ambas muestras, Procesamiento digital automatizado (columna central) y fusión/correspondencia espacial de detección automática (columna derecha). Figuras grandes: vista ampliada de las señales de absorción y de fusión para la muestra Español. A modo de ejemplo las flechas indican detección positiva (áreas ocupadas por carbón).