

Caracterización nanotecnológica de madera de café

Nanotechnological characterization of coffee wood

Pablo Valencia Osorio¹

Frank Alberto Cuesta González²

Diana Carolina Gálvez Coy³

Nestor Ricardo Mejía Nariño⁴

Recibido: 30-10-2018 Aceptado: 25-11-2018

¹ Instructor Investigador SENNOVA, Centro para la Formación Cafetera, pvalencia76@misena.edu.co

² Líder SENNOVA, Centro para la Formación Cafetera, fcuesta@misena.edu.co

³ Facilitadora nanotecnología, Tecnoacademia Manizales, Centro de Automatización Industrial, dcgalvez6@misena.edu.co

⁴ Líder AgroSENA, Centro para la formación Cafetera, nrmejia@misena.edu.co

Resumen

El objetivo general del proyecto es aprovechar la madera de café para el desarrollo de un envase inocuo para fermentar bebidas alcohólicas. Los antecedentes consultados, sugieren que los análisis realizados a escala nanotecnológica para este tipo de material, no se han efectuado anteriormente. Por medio de la técnica SEM para las muestras orgánicas no conductoras, se deben limpiar cuidadosamente, para que haya desprendimiento de electrones y sean captados por los sensores específicos del microscopio. Esta técnica es capaz de generar imágenes de alta resolución, lo que permite examinar características espacialmente cercanas en la muestra, con una gran magnificación y grado de detalle, debido a que la superficie del material es barrida con electrones, que son acelerados a través de un cañón. El microscopio, dispone de diversos sistemas de detección, con los que es posible diferenciar la señal producida por los electrones primarios (PE) y secundarios (SE). Los electrones secundarios son aquellos que se emplean generalmente para obtener una imagen realista de la superficie que estamos analizando y determinar su morfología. Con este tipo de análisis en la madera de café, se espera obtener características específicas de la composición elemental, así como las fisico-morfológicas, que le aportarían propiedades diferenciales a los productos derivados. La importancia de este estudio, radica en aprovechar más de 1300 tone-

ladas de residuos orgánicos, para los que alternativas convencionales como compostaje y venta para cocinar con leña, son insuficientes para el manejo efectivo de los volúmenes de desechos de los procesos productivos. En algunos casos, no se encuentran opciones viables para el manejo de la madera de café, además de alejar a la empresa de su actividad económica principal, no generar productos con valor agregado y utilidades significativas, desconociendo el valor industrial y comercial que aún poseen, una vez se les ha dado una disposición final en grandes cantidades de basura orgánica.

Palabras clave:

Microscopía electrónica de barrido, Productos derivados, Residuos agroindustriales.

Abstract

The general objective of the project is to take advantage of coffee wood for the development of an innocuous container for fermenting alcoholic beverages. The information consulted suggests that the analyzes carried out on a nanotechnological scale for this type of material have not been carried out previously. By means of the SEM technique for the non-conductive organic samples, they must be cleaned carefully, so that there is electron detachment and they are captured by the specific sensors of the microscope. This technique is capable of generating

high resolution images, which allows to examine spatially close characteristics in the sample, with a great magnification and degree of detail, because the surface of the material is swept with electrons, which are accelerated through a canon. The microscope has several detection systems, with which it is possible to differentiate the signal produced by the primary (PE) and secondary (SE) electrons. The secondary electrons are those that are generally used to obtain a realistic image of the surface we are analyzing and determine its morphology. With this type of analysis in coffee wood, it is expected to obtain specific characteristics of the elemental composition, as well as the physical-morphological, which would provide differential properties to the derived products. The importance of this study, lies in taking advantage of more than 1300 tons of organic waste, for which conventional alternatives such as composting and sale for cooking with firewood, are insufficient for the effective management of waste volumes of the production processes. In some cases, viable options for the management of coffee wood are not found, apart from keeping the company away from its main economic activity, not generating products with added value and significant profits, ignoring the industrial and commercial value that they still possess, once they have been given a final disposal in large quantities of organic waste.

Keywords:

Scanning electron microscopy, Derived products, Agroindustrial residues.

Introducción

Durante las diferentes etapas de formación, los aprendices deben desarrollar habilidades en procesos de transformación y aprovechamiento de materiales, que apuntan a las políticas ambientales y al eje principal de Economía Verde, promulgado en el Plan de Gobierno Departamental, en el cual se brindarán incentivos financieros y tributarios encaminados a impulsar las empresas que generen beneficios ambientales como la reforestación, restauración, biotecnología y el ecoturismo. Se brindará a los

aprendices la oportunidad de mejorar la calidad de su formación, sus habilidades, su capacidad técnica y tecnológica, de tal forma que sean más competitivos y tengan mayores oportunidades laborales. El desarrollo de procesos productivos bajo un enfoque de producción limpia, genera la necesidad del diseño e implementación de mecanismos de desarrollo amigable con el ambiente, mejorando la competitividad y el desempeño ambiental de las empresas agroindustriales destinadas a procesos de transformación. Así mismo, este proyecto pretende dar respuesta a la Política Nacional de Producción más limpia, al Plan nacional de mercados verdes y a la política de Producción y consumo sostenible, como mecanismo de cooperación y articulación entre la formación y el sector productivo, lo que constituye una importante dimensión de la estrategia de desarrollo tecnológico sustentable, teniendo en cuenta innovaciones de producción más limpia, lo que implica el uso de los recursos biológicos y la biotecnología para la transformación de residuos agroindustriales en productos de uso comercial e industrial, que disminuyan el impacto de la contaminación ambiental y optimicen el aprovechamiento de materiales, con un gran potencial orgánico y energético. El uso de la nanotecnología como ciencia relativamente nueva, permite el desarrollo de nuevos productos a partir de material orgánico proveniente de los residuos agroindustriales, que tienen un gran potencial para ser usados en el mejoramiento de productos existentes y en la creación de productos nuevos de alto impacto en la industria cosmética y alimenticia. Una de las fortalezas que tiene el laboratorio de nanotecnología de la Tecnoacademia Manizales, propiedad del SENA, Regional Caldas, es la caracterización de materiales por medio de técnicas de microscopía de Fuerza Atómica y de Barrio de Electrones, que permiten reconocer propiedades ópticas, mecánicas, electrodinámicas y químicas, que constituyen una innovación en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria, ya que nos brinda la posibilidad de elaborar un producto técnicamente superior debido a que se fabrica a partir de sus componentes esenciales, utilizando la metodología de elaboración bottom-up, que permite un grado de miniaturización superior, cuya síntesis química permite

la elaboración de materias primas que pueden usarse directamente sobre el material de forma desordenada, formando bloques o niveles más avanzados de ordenamiento. Adicionalmente, se puede emplear la técnica de autoensamblaje, en donde los átomos o moléculas se colocan por sí mismas en nanoestructuras ordenadas mediante interacciones químicas o físicas entre subunidades. El resultado de este tipo de elaboración, son productos con propiedades únicas de durabilidad, brillo, nutrición, desempeño, reflexión, entre otras, que garantizan un desempeño diferencial frente a productos elaborados de manera tradicional.

Desarrollo

Planteamiento del problema

¿Puede desarrollarse un prototipo de envase inocuo a partir residuos de la madera de café?

La población mundial ha crecido considerablemente en los últimos años y con ello la satisfacción de sus necesidades para tener una mejor calidad de vida. Las industrias han contribuido con este objetivo, pero también han generado desgaste y manejo inadecuado de los recursos naturales, con gran cantidad de residuos producto de sus actividades, principalmente los agroindustriales, los cuales se utilizan frecuentemente en compostaje y alimentación animal directa, lo que en época de cosecha produce una gran cantidad de desechos, que no alcanzan a ser aprovechados y deben ser enviados como disposición final, disminuyendo la vida útil del relleno sanitario. Así mismo estos desechos de frutas tienen importantes contenidos de azúcares, aceites, proteínas y fibras que son desechadas, porque se requiere de otros procesos de transformación en los que las industrias de alimentos no tienen planteados sus objetivos, pues las aleja de su actividad principal; esta riqueza que contienen los residuos orgánicos, no está siendo aprovechada por falta de procesos que permitan encontrar alternativas económicas de altos rendimientos en la generación de nuevos productos, lo que brindaría nuevos avances técnicos y tecnológicos en la región. Entre los residuos orgánicos de mayor importancia y rele-

vancia se encuentra la madera de café, semillas, pulpas y vegetales que no cumplen con los estándares de calidad, los desechos productos de deshoje, entre otros. Además de alejar a la empresa de su actividad económica principal, no generar productos con valor agregado y utilidades significativas, muchos de los residuos generados no están siendo aprovechados en otras actividades económicas, desconociendo el valor nutricional, industrial y comercial que aún poseen, perdiendo su valor económico, una vez se les ha dado una disposición final en grandes cantidades de basura orgánica.

Objetivos

Objetivo General

Caracterizar fisicoquímica y nanotecnológicamente (por medio de SEM) la madera de café del área de influencia de Manizales, Caldas

Objetivos Específicos:

- Preparar las muestras de la madera de café de interés para la industria, de acuerdo a normatividad vigente y protocolos establecidos.
- Analizar nanotecnológicamente la madera de café, de acuerdo a estándares y protocolos establecidos.
- Evaluar los resultados de la caracterización fisicoquímica y nanotecnológica de la madera, para determinar propiedades específicas de interés.

Metodología

Tipo de investigación

Exploratoria - Descriptiva

Técnicas y herramientas

Observación directa y experimentación.

Fases metodológicas

Caracterización fisicoquímica: se realizarán

los siguientes análisis bromatológicos: Humedad, proteína, índice de refracción, índice de saponificación, ceniza, fibra bruta y perfil de ácidos grasos. Alistamiento de materia prima para su conservación: La madera obtenida será sometida a un proceso de lavado para retirar material fermentable, posteriormente deberá ser secada a temperatura controlada, a fin de no deteriorar el contenido. Luego será molida y secada a una temperatura controlada, según análisis proximal de su composición. Separación de los componentes de la madera de interés para la industria cosmética y alimenticia: se utilizarán métodos de extracción.

Método de extracción Soxhlet: se pesarán por gramos de muestra en un papel filtro Whatman, se colocará todo el conjunto dentro del cartucho y luego se llevará a la cámara de extracción del Soxhlet, posteriormente se conectará el balón al aparato de extracción y se agregará suficiente cantidad de alcohol etílico grado reactivo hasta llenar dos veces y media la cámara de extracción. El proceso tardará aproximadamente 3 horas con un reflujo de 5 o 6 gotas por segundo. El resto del solvente será retirado por evaporación.

Método de extracción por cavitación: se preparará una muestra de madera molida en polvo, para colocarse posteriormente en un equipo de cavitación.

Diseño del prototipo del producto a partir de los subproductos de la agroindustria del café: una vez conocidas las propiedades fisicoquímicas, se procede a determinar otras características que complementen las propiedades organolépticas y nutricionales. Una vez obtenido el producto, será necesario realizar algunos análisis fisicoquímicos como viscosidad, humedad, densidad, pH e irritación dérmica. Luego de obtener el empaque inocuo, se procederá a realizar controles de calidad y cantidad imprescindibles para garantizar la idoneidad del producto resultante. Por último, se realizarán los análisis de calidad de alimentos, de acuerdo a lo sugerido por la normatividad legal vigente.

Caracterización nanotecnológica

Por medio de la técnica SEM, las muestras orgánicas no conductoras, primero se debe limpiar cuidadosamente y luego debe hacerse un recubrimiento metálico mediante la técnica del Sputtering para que haya desprendimiento de electrones y sean captados en el SEM. Para una muestra inorgánica conductora, simplemente se debe limpiar la superficie con cuidado de no dañarla (para ello se usa acetona), para desprender las suciedades de la muestra por efecto de cavitación. Microscopía Electrónica de Barrido: es capaz de generar imágenes de alta resolución, lo que permite examinar características espacialmente cercanas en la muestra con una gran magnificación y grado de detalle. Una muestra a analizar en un equipo SEM requiere que esta sea conductora eléctrica. En caso de que no lo sea, es necesario llevar a cabo un proceso de recubrimiento con un material eléctrico como el oro. La superficie es barrida con electrones que son acelerados a través de un cañón. Dispone de diversos sistemas de detección, con los que es posible diferenciar la señal producida por los electrones secundarios (SE). Los electrones secundarios son aquellos que se emplean generalmente para obtener una imagen realista de la superficie que estamos analizando y determinar su morfología. Para esta investigación el depósito obtenido en los electrodos del reactor se pulveriza con un mortero y se coloca en alcohol isopropílico, después de ello se coloca en un equipo para homogeneizar la muestra mediante baño ultrasónico durante quince minutos. Microscopía de Fuerza Atómica: tiene la ventaja de poder ser utilizado para observar muestras no conductoras. Permite la visualización de muestras biológicas.

Resultados Parciales

De los diversos análisis que se han realizado y siguiendo la metodología propuesta para el análisis de muestras en el Microscopio de Barrido Electrónico (SEM), los resultados parciales para tres tratamientos de la madera de café (en aserrín, en polvo y molida), son los siguientes:

Madera de café en aserrín

En las siguientes imágenes, podemos diferenciar interesantes propiedades morfológicas, que permiten que la madera de café, sea considerada para elaborar un prototipo de empaque inocuo. En ellas, podemos observar tamaños de celda considerables, en la disposición de los arreglos moleculares que componen la madera. Esto, permite que el material tenga propiedades de absorción de líquidos superiores, pues cada una de estas celdas puede albergar porciones de la muestra líquida en grandes cantidades. En las Figuras 1 y 2, se pueden observar los arreglos, con un tamaño de campo de entre 126µm y 127µm. En las Figuras 3 y 4, pueden observarse los diferentes tamaños de celda de los arreglos moleculares de la madera de café, en un tamaño de campo de 453µm.

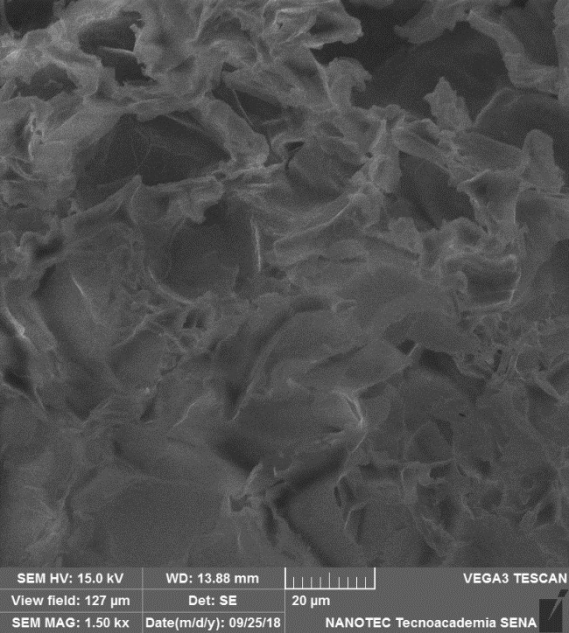


Figura 1: Madera de café en aserrín.
tamaño de campo 127µm.
Fuente: Autores.

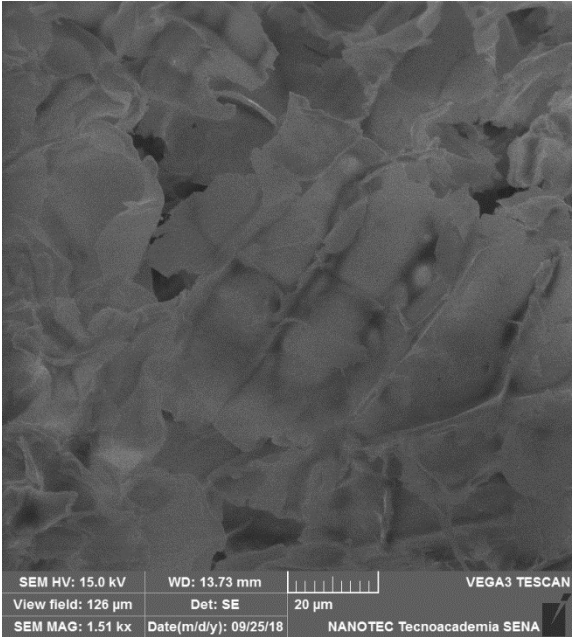


Figura 2: Madera de café en aserrín
tamaño de campo 126µm.
Fuente: Autores

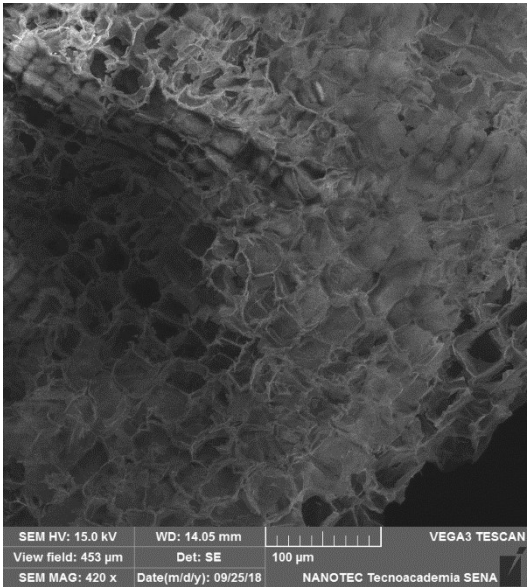
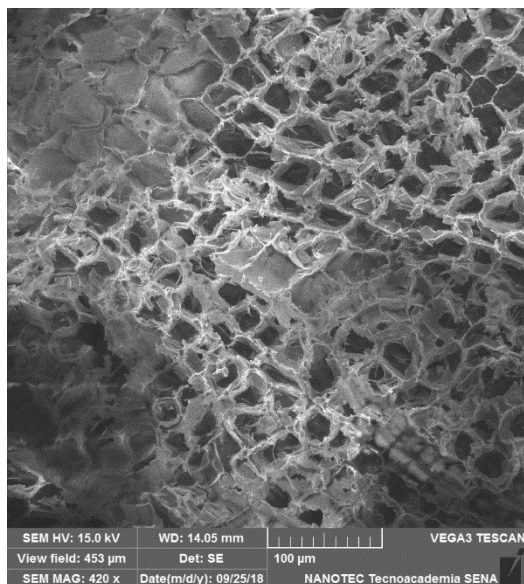
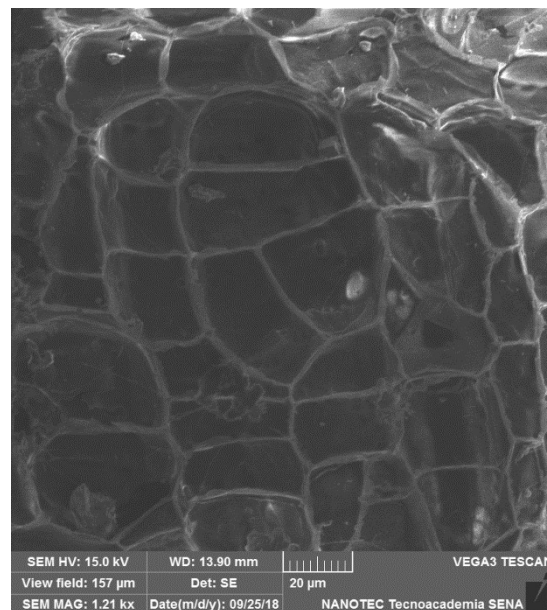


Figura 3: Madera de café en aserrín.
tamaño de campo 453 µm.
Fuente: Autores.



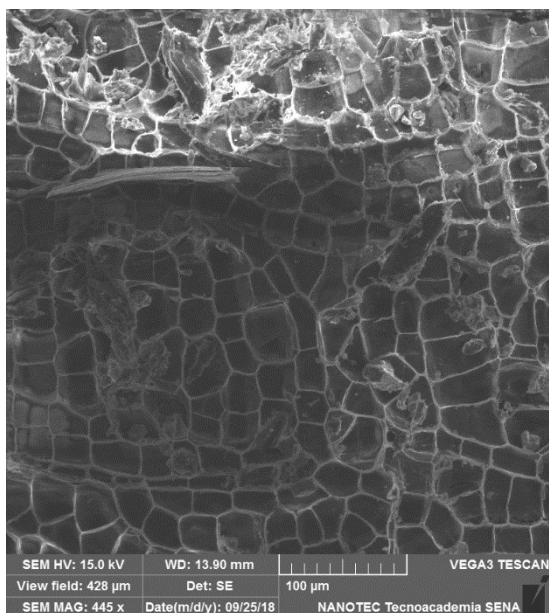
*Figura 4: Madera de café en aserrin.
tamaño de campo 453 µm.
Fuente: Autores.*



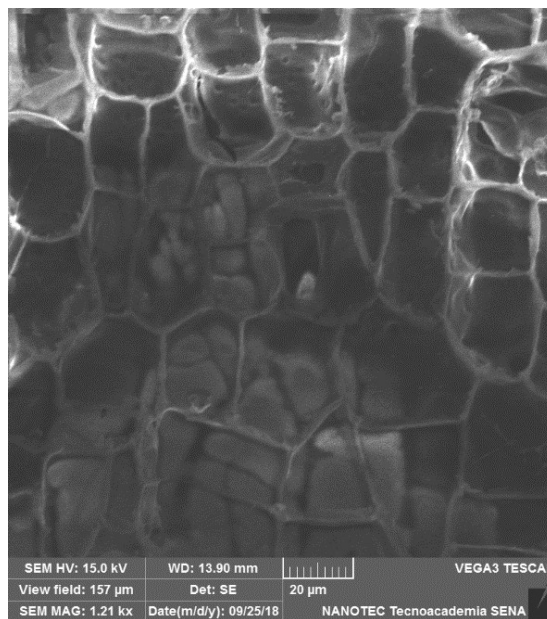
*Figura 6: Madera de café en polvo
Tamaño de campo 157µm.
Fuente: Autores.*

Madera de café en polvo

En la Figura 5, se observa la composición molecular del polvo de madera de café, con un tamaño de campo de entre 428µm. En las Figuras 6 y 7, se realiza una exploración con el equipo en un tamaño de campo de 127µm. En la Figura 8, puede observarse una imagen de amplio tamaño de campo, de 3,24mm, lo cual permite observar el arreglo del material en el portamuestras del microscopio, brindando un detalle específico del tamaño de la muestra analizada.



*Figura 5: Madera de café en polvo
Tamaño de campo 428µm. Fuente: Autores.*



*Figura 7: Madera de café en polvo
Tamaño de campo 157µm..
Fuente: Autores.*

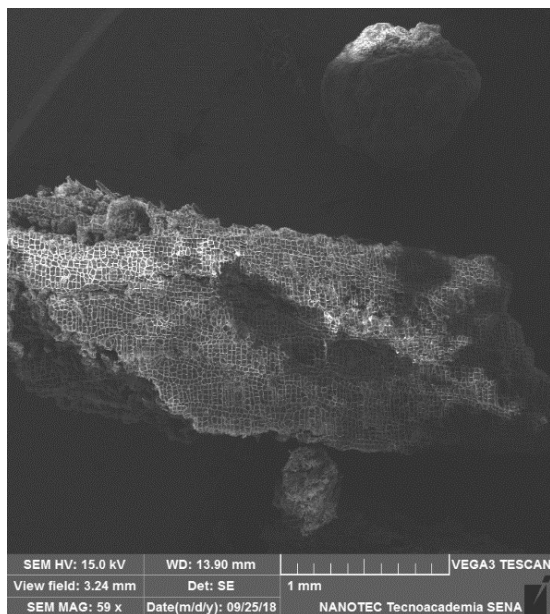


Figura 8: Madera de café en polvo
Tamaño de campo 3,24 mm..
Fuente: Autores.

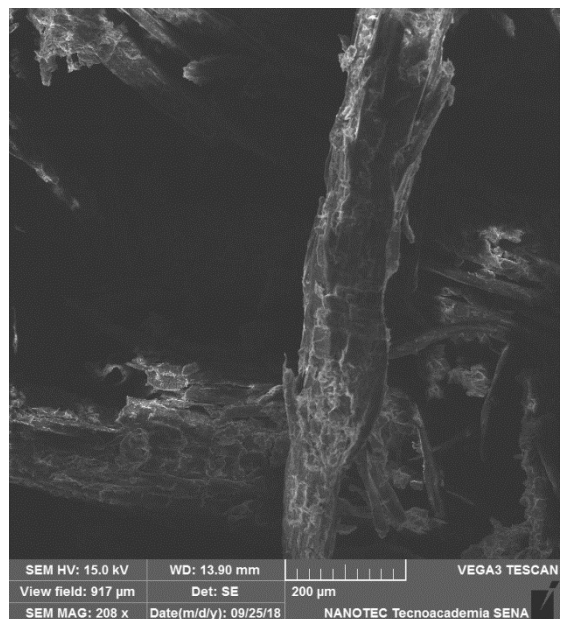


Figura 10: Madera de café en polvo
Tamaño de campo 3,24 mm..
Fuente: Autores.

Madera de café molida

En la Figura 9, puede observarse una imagen de amplio tamaño de campo, de 3,24mm, lo cual permite observar el arreglo del material en una escala amplia. En las Figuras 10 y 11, se realiza una exploración con el equipo en un tamaño de campo de 917µm.

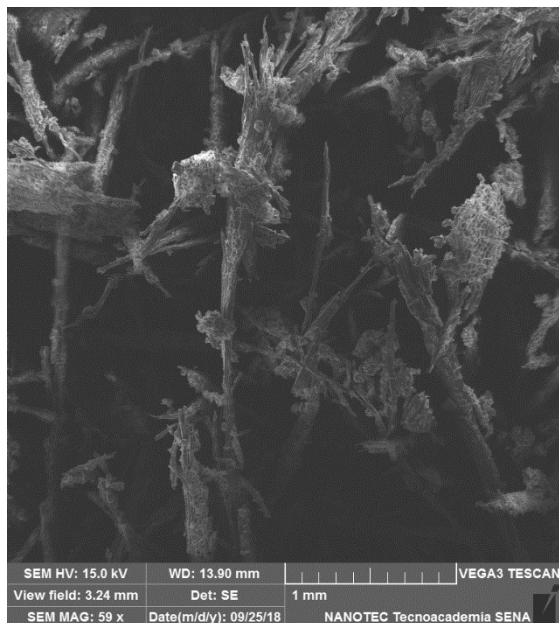


Figura 9: Madera de café en polvo
Tamaño de campo 3,24 mm..
Fuente: Autores.

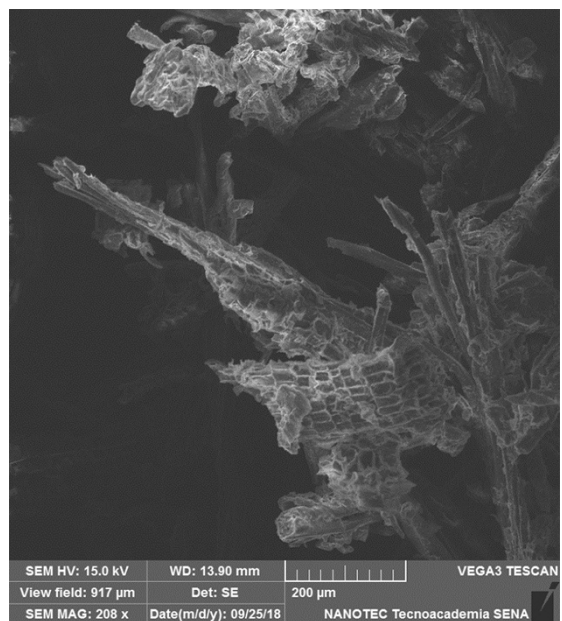


Figura 10: Madera de café en polvo
Tamaño de campo 3,24 mm..
Fuente: Autores.

Productos parciales

- Características fisicoquímicas y nanotecnológicas de la madera de una especie de café que se explota en el área de influencia de Manizales.
- Metodología que permita obtener subproductos de la madera de café en condiciones

de eficiencia y calidad.

- Desarrollo de alternativas de productos con potencial industrial y comercial, a partir de la madera de café, con construcción de materiales con técnicas de nanotecnología.
- Un (1) informe técnico con las características fisicoquímicas y bromatológicas de los productos obtenidos a partir de la madera de café de acuerdo a técnicas de análisis establecidas.
- Un (1) informe técnico con las características nanotecnológicas de los productos obtenidos a partir de la madera de café de acuerdo a técnicas de análisis establecidas.

Recomendaciones

- Para los resultados parciales presentados, se pide realizar análisis más extensos, que involucren el detector FTIR del Microscopio de Barrido Electrónico, para poder obtener las composiciones químicas parciales de la madera, con el fin de contrastar los resultados con los identificados en los análisis mediante técnicas químicas.
- Realizar un contraste con otros tipos de maderas (roble, pino, guayacán) con el fin de encontrar las similitudes y diferencias, para que por medio de técnicas de construcción de materiales con nanotecnología, se logren potenciar las propiedades favorables para el desarrollo de envases inocuos.
- Continuar con los análisis extendidos, tanto físicos (por medio del Microscopio de Fuerza Atómica), como bromatológicos y químicos, para encontrar el punto óptimo que permita brindar inocuidad al envase en desarrollo.
- El proyecto se encuentra en estos momentos en fase de desarrollo, por lo que se realizan pruebas de vertimiento de líquidos y resistencia a los microorganismos, para el envase inocuo, por lo que se solicita continuar con la investigación, en una segunda fase del

proyecto.

Referencias

Bansal, R.P., P.R.Bathi y D.N. Sen. 1980. *Differential specificity in water imbibition of Indian arid zone seeds*. Biol. Plant. 22, 327-331.

Baskin, C.C. y J.M. Baskin. 2001. *Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, San Diego, California. 666 p.

Castillo, P., R.B. Muno, M. Rubi y J.G. Cruz. 1997. *Métodos de propagación del chirimoyo (Annona cherimola Mill.)*, en Catapec, Harinas, México. pp. 195-203. En: *Memorias Congreso Internacional de Anonáceas*. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo.

De Smett, S., P. Van Damme, X. Scheldeman y J. Romero. 1999. *Seed structure and germination of cherimoya (Annona cherimola Mill.)*. Acta Hort. 497, 269-278.

Echevarría, L., Ortega, M. A., Rodríguez, L., Castillo, J. (2008) *obtención y caracterización de nanopartículas coloidales empleando métodos ópticos*. Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas, Vol. 6, Núm. 1, 2008, pp. 1-9. ISSN: 0120-4211.

FAO. 1988. *Traditional food plants- A resource book for promoting the exploitation and consumption of food plants in arid, semiarid and sub-humid lands of Eastern Africa*. FAO Forestry Paper 4(1), 11-14.

Ferreira, G., P.R. Erig y E. Moro. 2002. *Uso de ácido giberélico em sementes de fruta-do-conde (Annona squamosa L.) visando á produção de mudas em diferentes embalagens*. Revista Brasileira de Fruticultura 24(1), 178-182.

García-Fernández, R., Salas, E., Del Monte, A., Alonso, M., Guerra, Y., Chávez, M. A. (2009) *Micro y nano-biotecnologías en la detección y caracterización de inhibidores de proteasas de interés biomédico*. Revista Cubana de Física Vol .26, No. 1, p.76-82. ISSN: 0253-9268.

