

**USO DE LA RESINA VINIL ESTER EN EL RECUBRIMIENTO DE TANQUES PRELIMPIADORES EN LA AGROINDUSTRIA DE LA PANELA. Luis Alberto Cardona Bustamante<sup>1</sup>; Franklin Grajales Márquez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ingeniero Agrícola. Andercol S.A., Medellín. E-mail: [acardona@andercol.com.co](mailto:acardona@andercol.com.co)

<sup>2</sup> Ingeniero Agrícola. Independiente. Medellín. E-mail: [fgrajales@une.net.co](mailto:fgrajales@une.net.co)

En el beneficio de la caña de azúcar para la producción de panela, se han logrado desarrollos tecnológicos que han mejorado el producto final, uno de estos es el diseño de los tanques de pre-limpieza del jugo. Sin embargo, persisten problemas en los recubrimientos empleados en los tanques, el mortero esmaltado, los azulejos y la mayólica, han mostrado baja resistencia a la acción corrosiva del jugo o guarapo que se manifiesta en deficiencias del tanque, fisuras, desprendimientos del recubrimiento, dificultad para realizar el aseo del tanque, fugas de jugo y finalmente contaminación del jugo. La solución a los problemas expuestos, debe ser resistente al ataque químico, de aplicación monolítica y presentar una superficie uniforme no porosa. La mejor solución es construir e instalar tanques prelimpiadores en acero inoxidable, solución muy acorde para construcciones nuevas con alta demanda de recursos económicos. Otra solución es mejorar la infraestructura existente, siempre que cumpla los parámetros técnicos y aplicar la resina sintética de vinil éster, como recubrimiento final de los tanques prelimpiadores de guarapo de los trapiches, a un costo más económico y cumpliendo con los parámetros de las entidades de control y vigilancia en plantas de alimentos. Este producto fue probado en dos trapiches en el municipio de Gómez Plata, Antioquia. Se analizaron tres muestras por cada tanque, recolectadas en la primera, segunda y tercera moliendas, para ser evaluadas en el espectrofotómetro, y no se evidenció la presencia de trazas de la resina. Cabe destacar el acabado de la superficie del tanque con terminación encerada repelente al agua, que lo hacen de fácil lavado y no apto para la proliferación de agentes contaminantes. Al evaluar su uso en condiciones tan difíciles como lo es la agroindustria panelera,

se puede asegurar que su uso en otros sectores está garantizado.

**Palabras claves:** Caña de azúcar, guarapo, panela, prelimpiadores, recubrimiento, resina, sedimentación.

**UTILIZATION OF RESIN VINYL ESTER FOR THE COVERING OF PRECLEANER TANKS IN THE PANELA AGROINDUSTRY**

On the benefit of the sugar cane for the production of panela, there had been achievements on technological developments that have contributed in the improvement of final products such as: mills, pre-cleaners of juice, clearness, furnaces, pans and moulding. Nevertheless, in precleaning there is a persistent problem in the covering of the used tanks, mortar enamel tiles and majolica, showed low resistance to corrosion of the juice or guarapo made manifest deficiencies in the tank, cracks, peeling of coating, difficulty to perform the tank clean, escapes of juice and finally contamination of the same one. The solution to the problems exposed, must be resistant to chemical attack from monolithic application and submit a uniform non-porous surface. The best solution is pull down the infrastructure existent and install pre-cleaners tanks built in stainless steel, solution really accord for new buildings with high demand of economic resources. Another solution is make better the infrastructure existent, always it meets the technical parameters and to apply synthetic resin of ester vinyl as final covering of juice's pre-cleaner tanks of sugarmills, at a cheaper cost and in compliance with the parameters of the institutions of control and surveillance in food processing plants. This product was proved in two sugar-mills in Gomez Plata's town (Antioquia, Colombia). It was analyzed three samples for each tank, recollected in the first, second and third grindings, to be evaluated in the spectrophotometer, and there were no evidence of the presence of resin traces. Of note is the finish of surface tank with tarpaulins termination water-repellent, that make it easy to wash, not suitable for the spread of pollutant agents. When evaluating their use in such difficult conditions

such as sugarcane agro-industry, it can ensure that its use in other sectors is guaranteed.

**Key words:** Sugar cane, guarapo, panela, pre-cleaners, covering, resin, sediments.

### **UTILIZACIÓN DE LACCASA COMO OXIDANTE ENZIMÁTICO EN PROCESOS DE PANIFICACIÓN. Oscar Alfonso Vega Castro<sup>1</sup>; Rubén Vicente Demarco<sup>2</sup>; Cecilia Diana Di Risio<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Tecnólogo de Alimentos, Ingeniero Agrícola. Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. E-mail: oavegac@unalmed.edu.co*

<sup>2</sup> *Tecnólogo de Alimentos. Licenciado en Química. Departamento de Química Biológica. Universidad de Buenos Aires, Argentina. E-mail: rvdemarco@yahoo.com.ar*

<sup>3</sup> *Profesora Titular. Departamento de Química Biológica. Universidad de Buenos Aires, Argentina. E-mail: cdr@ayelen.q3.fcen.uba.ar*

La Legislación Colombiana y la del MERCOSUR (Resolución 1528 de 2002 del Ministerio de Salud y Resolución GMC N° 73/93) prohíben el uso del bromato de potasio (KBrO<sub>3</sub>), en procesos de panificación, debido a su poder cancerígeno y a su capacidad de afectar la salud humana. La presente investigación evaluó la enzima Laccasa, en combinación con Xilanasa y Lipasa, para su uso en procesos de panificación, como una alternativa a la utilización del KBrO<sub>3</sub>. La metodología incluyó el estudio reológico y fermentativo de las masas; comparando el efecto de la Laccasa sobre los diferentes parámetros determinados; estos análisis se realizaron para diferentes concentraciones y combinaciones entre las enzimas en cuestión. Asimismo, se realizó una comparación entre el efecto de la Laccasa y el de otros reemplazantes actuales del KBrO<sub>3</sub>, como la azodicarbonamida (ADA) y el ácido ascórbico (ASC), sobre las cuantificaciones reológicas y fermentativas de las masas. En el análisis reológico de las masas, se utilizó el alveógrafo y el farinógrafo, en tanto que para estudiar las variables fermentativas de las masas, se trabajó con el reofermentómetro. Finalmente, se realizó una prueba de análisis sensorial, entre un pan formulado con Laccasa-Xilanasa-Lipasa comparado con un pan que se formuló con ADA-ASC-Xilanasa-Lipasa. Los resultados obtenidos han permitido

mostrar que el uso de Laccasa, en combinación con Xilanasa y Lipasa, es adecuado para la preparación de pan, presentando ventajas frente a la formulación actualmente utilizada, que emplea Xilanasa y Lipasa y la mezcla química de oxidantes ADA-Acido Ascórbico. Los ensayos de panificación llevados a cabo demostraron que el preparado con la mezcla de aditivos enzimáticos es un excelente producto. El análisis sensorial no permitió encontrar diferencias significativas entre la formulación de pan realizado con Laccasa-Xilanasa-Lipasa y el pan formulado con Xilanasa-ADA-ASC-Lipasa. Se puede concluir que es viable el uso de la mezcla enzimática propuesta para la preparación de pan, utilizando como "mejorador" alternativo al bromato de potasio, la enzima Laccasa, en lugar de los mejoradores químicos actualmente más utilizados.

**Palabras claves:** Laccasa, bromato de potasio, oxidantes, reología, panificación.

### **LACCASA UTILIZATION LIKE ENZYMATIC OXIDIZER IN THE BREAD MAKING PROCESSES**

The Colombian legislation and that of MERCOSUR, (Resolution 1528 of 2002 of the Ministry of Health and resolution GMC N° 73/93), respectively prohibit the use of potassium bromide (KBrO<sub>3</sub>), in bread making processes; because it was found that this substance has cancerigenic properties and can affect human health. The present research evaluated the enzyme Laccasa, in combination with Xilanasa and Lipasa, for their use in bread making processes, as an alternative to the use of KBrO<sub>3</sub>. The methodology included: the rheologic and fermentative study of the dough; comparing the effect of Laccasa on the different parameters; in addition, those analyses were also done using different concentrations and combinations between the enzymes. In the same way a comparison was made between the effect of Laccasa and other alternative substances of the KBrO<sub>3</sub>, such as Azodicarbonamida (ADA) and Ascorbic Acid (ASC), on the rheological and fermentative properties of the dough. In the rheological analysis of the dough, the alveograph

and the farinograph was used, as well as the reofermentometer to study the fermentation variables of the dough. Finally, a test of sensorial analysis was carried out, comparing bread made with Laccasa-Xilanasa-Lipasa compared with bread that was made with ADA-ASC-Xilanasa-Lipasa. The results show that the use of Laccasa, in combination with Xilanasa and Lipasa, is the best alternative option for preparation of bread, showing advantages in comparison with the process currently used which involves Xilanasa and Lipasa and the chemical mixture of Ascorbic ADA-acid oxidizers. The bread making practices demonstrated that the preparation of bread using the mixture of enzymatic preservatives is an excellent product. The sensorial analysis did not find significant differences between bread made with Laccasa-Xilanasa-Lipasa and bread made with Xilanasa-ADA-ASC-Lipasa. It can be said that the use of the proposed enzymatic mixture for the preparation of bread is viable, making the enzyme Laccasa the best alternative to potassium bromide, instead of the chemical enhancers that are currently more widely used.

**Key words:** Accasa, Potassium Bromate, oxidants, rheology, breadmaking.

**OBTENCIÓN A ESCALA INDUSTRIAL DEL ACEITE ESENCIAL DE MANDARINA A PARTIR DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES. *Carolina Navarrete Restrepo*<sup>1</sup>; *Jesús Humberto Gil González*<sup>2</sup>; *Diego Luis Durango Restrepo*<sup>3</sup>; *Carlos Mario García Pajón*<sup>4</sup>; *Manuel Alejandro Numpaque Espinosa*<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> *Ingeniera Química. Escuela de Química. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. E-mail: caronavarr@hotmail.com*

<sup>2</sup> *Profesor Asistente. Departamento Ingeniería Agrícola y de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. E-mail: jhgilg@unal.edu.co*

<sup>3</sup> *Profesor Asistente. Escuela de Química. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. E-mail: dldurango@unalmed.edu.co.*

<sup>4</sup> *Profesor Asociado. Escuela de Química. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. E-mail: cmgarcia@unalmed.edu.co.*

<sup>5</sup> *Estudiante Ingeniería Química. Escuela de Química. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. E-mail: manumpaq@unalmed.edu.co*

La protección del medio ambiente se ha convertido en un tema prioritario para los sectores

gubernamentales e industriales, por ello es importante lograr un aprovechamiento racional de los subproductos agroindustriales; el procesamiento racional de los materiales residuales puede brindar rendimientos económicos que pueden contribuir a minimizar los gastos que supone la gestión de residuos. Por lo tanto, es necesaria la realización de estudios que potencien el desarrollo de procesos tecnológicos económicos, eficaces y rentables, que incentiven la utilización de los desechos como una fuente de materias primas adecuadas para la obtención de productos de alto valor agregado. En los últimos años, la agroindustria de cítricos nacional ha mostrado un dinamismo significativo, originado por la expansión del mercado de los derivados de frutas (jugos, concentrados, néctares, pulpas, entre otros). Los residuos generados durante este proceso están constituidos por flavedos, alvedos, segmentos de membrana y semillas, que tienen potencialidad como material de partida para la elaboración de productos comerciales importantes, entre ellos son destacables los aceites esenciales (AE), aceites fijos, fibras y pectinas entre otros. Los AE están constituidos por compuestos volátiles (generalmente destilables por arrastre con vapor), responsables de los olores y sabores característicos de algunas plantas; estos materiales son importantes en la industria de alimentos, farmacéutica y de cosméticos (aromas, sabores, perfumes y antimicrobiales). Los AE de los cítricos (mandarina, limón, naranja y lima, entre otros) tienen una demanda industrial alta, utilizados en la preparación de aromatizantes, saborizantes, desinfectantes ambientales y en procesos de síntesis química. Uno de los inconvenientes más significativos de la industria productora de estos AE, es el bajo rendimiento del proceso de extracción mediante arrastre con vapor. Este trabajo describe los resultados más relevantes que conllevaron a incrementar la capacidad operativa de la planta de extracción de AE de cítricos, en la empresa C.I. TECNACOL S.A. Se evaluó el efecto de la presión de vapor, el espesor y el número de capas del material vegetal, sobre el rendimiento y calidad de los AE de desechos agroindustriales de cáscara de mandarina, obtenidos mediante arrastre con vapor de agua. Las condiciones de operación

fueron ajustadas de acuerdo con la logística y características de diseño de la planta de extracción de la empresa. Mediante la modificación de los parámetros de trabajo, involucrados en el proceso de extracción, se logró incrementar el rendimiento de extracción en un 400%. La calidad de los AE, se determinó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. El análisis de los perfiles cromatográficos mostró que no se presentan modificaciones estructurales importantes en la composición de los AE, debidas a la descomposición de los AE durante el proceso.

**Palabras claves:** Arrastre con vapor, cítricos, aprovechamiento de residuos, aceite esencial.

#### **OBTAINING TO INDUSTRIAL SCALE OF MANDARIN OIL ESSENTIAL USING AGRO-INDUSTRIAL WASTE**

Environmental protection has become a priority thematic for government and industry sectors, so it is important to achieve a rational utilization of agro-products; rational processing of waste materials can provide economic returns that can help minimize costs involving waste management. It is therefore necessary studies to enhance the economic development of technological processes, efficient and profitable, that encourage the use of waste as a source of raw materials suitable for the production of high added value. In recent years, citrus national agribusiness has shown a development due to significant expansion of the derivatives market fruit (juice, concentrated nectar and pulp). The waste generated during this process are made up of flavedo, alvedos, segments of membrane and seeds, which have potential as a source material for the development of important commercial products, like essential oils (EO), fixed oils, fibres and pectinas among others. The AE consist of volatile compounds, responsible for odors and flavors characteristic of some plants, these materials are important in the food industry, pharmaceuticals and cosmetics (flavors, perfumes and antimicrobials). The EO of citrus fruit (mandarin, lemon, orange and lime) have a high demand from industry, used in the preparation of fragrances, flavors, disinfectants and environ-

mental processes in chemical synthesis. One of the most significant limitations of the industry producing these EO, is the low yield of extraction process through steam distillation. This paper describes the most relevant results that led to increasing the operational capacity of the plant extraction EO citrus, in C.I. TECNACOL S.A. Was determined the effect of vapour pressure, thickness and the number of layers of plant material on the yield and quality of EO from agro-industrial waste mandarin peel, obtained by steam distillation. The operating conditions were adjusted in accordance with logistics and design features of the extraction plant of the company. By changing the parameters of work involved in the extraction process, we were able to increase the yield of extraction in a 400%. The quality of the EO, was determined by gas chromatography mass spectrometry. The analysis showed that the chromatographic profiles do not show major structural changes in the composition of the AE due to the decomposition of EO during the process.

**Key words:** Steam distillation, citric, essential oil, waste utilization.

#### **OBTENCIÓN E INDUSTRIALIZACIÓN DE HARINA DE RAQUIS DEL PLÁTANO DOMINICO HARTÓN (*Musa aab simmonds*) CULTIVADO EN EL DEPARTAMENTO DE CALDAS. Juan Diego Botero López<sup>1</sup>; Miguel Humberto Mazzeo Meneses<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería de Alimentos. Departamento de Ingeniería. Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: juandiegobotero@ingenieros.com

<sup>2</sup> Profesor Asociado. Departamento de Ingeniería. Universidad de Caldas, Manizales. E-mail: mimazzeo@yahoo.com

Enmarcados en la temática de la seguridad alimentaria y el aprovechamiento de los subproductos provenientes de la cosecha y poscosecha de los cultivos, como alternativa para lograr tal fin, nace el presente estudio; cuyo objetivo es la obtención e industrialización de la harina del raquis o vástago de plátano. En el estudio llevado a cabo, se determinó el contenido nutricional de todos los subproductos generados

en la cosecha y poscosecha del plátano tales como hojas, pseudotallo, cormos, bellota, raquis y cáscaras. Los resultados arrojaron un importante contenido de fibra y proteína para el raquis, 23,7% y 8,06% respectivamente, por lo cual se decidió trabajar con éste. El raquis se transformó mediante el proceso normal para la obtención de harinas, y una vez obtenida, se le hicieron análisis fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales arrojaron unos contenidos de proteína, fibra y carbohidratos de 12,8%, 23,02% y 84,5% respectivamente, en tanto que los microbiológicos reportaron NMP coliformes totales y fecales menos de  $3 \text{ mo}\cdot\text{g}^{-1}$  en ambos casos, recuento de *Estafilococo coagulasa* positiva menos de  $10 \times 10^1 \text{ ufc}\cdot\text{g}^{-1}$ , recuento de mohos y levaduras  $60 \times 10^1 \text{ ufc}\cdot\text{g}^{-1}$  y salmonella negativo; resultados éstos, dentro de los parámetros establecidos según el INVIMA. La harina de raquis se evaluó en tres productos alimenticios; galletas, coladas y apanados, sustituyendo un porcentaje de harina de la formulación por harina de raquis y adicionando algunas esencias. Se desarrollaron dos formulaciones para cada producto y se realizó un análisis sensorial mediante pruebas hedónicas, por parte del panel de la Universidad de Caldas. Los resultados obtenidos, demostraron que para las galletas, existe diferencia significativa entre las muestras, siendo mejor la formulación 80/20 (harina de trigo/harina de raquis) con una calificación promedio de 4,23 en una escala de 1 a 5. En la colada no se encontró diferencia significativa y la calificación promedio fue de 3,53 para la formulación 1 (30% harina de raquis) y 3,49 para la formulación 2 (20% harina de raquis). Finalmente en los apanados también hubo diferencia significativa, siendo mejor la formulación 1 (100% harina de raquis) con una calificación promedio de 4,53. La principal conclusión, es que es posible industrializar el raquis del plátano aprovechando todas sus propiedades nutricionales, a la vez que se contribuye al fortalecimiento de su cadena productiva, a la disminución del impacto ambiental y a subsanar problemas de alimentación en la población.

**Palabras claves:** Plátano, seguridad alimentaria, subproductos, raquis, industrialización.

## **OBTAINING AND INDUSTRIALIZATION OF RACHIS FLOUR FROM THE BANANA DOMINICO HARTÓN (*Musa aab simmonds*) GROWN IN CALDAS DEPARTMENT**

Framed in the subject matter of food security and utilization of by-products from harvesting and postharvest crops as an alternative to achieve this end, the present study arises, whose objective was to get and industrialize rachis flour or scion of banana. In the study was determined the nutritional content of all by-products generated in the harvest and postharvest of banana like leaves, pseudo stem, corm, acorn peels and rachis. The results showed a significant content of fiber and protein for the rachis, 23.7% and 8.06% respectively, thus it was decided to work with it. The rachis was transformed by the normal process for get flour and once obtained physicochemical and microbiological analysis were made, which showed contents of protein, fiber and carbohydrates 12.8%, 23.02% and 84.5% respectively, while the microbiological ones reported total and fecal coliform MPN less than  $3 \text{ mo}\cdot\text{g}^{-1}$  in both cases, counting of *Staphylococcus coagulase* positive less than  $10 \times 10^1 \text{ ufc}\cdot\text{g}^{-1}$ , yeast and mildews count of  $60 \times 10^1 \text{ cfu}\cdot\text{g}^{-1}$  and salmonella negative, these results inside the parameters established according to INVIMA. Flour rachis was evaluated in three food products, cookies, washes and breaded, and replacing a percentage of flour in the formulation by flour rachis and adding some spine essences. Two formulations were developed for each product and sensory analysis was performed using hedonic test by the panel at Universidad de Caldas. The results showed that for cookies, there is significant difference between samples, being the best formulation 80/20 (flour wheat / flour rachis) with an average qualification of 4.23 on a scale of 1 to 5. In washes no significant difference was found and the average score was 3.53 for formulation 1 (30% flour rachis) and 3.49 for formulation 2 (20% flour rachis). Finally, in breaded, there were also significant differences, being the best formulation the 1 (100% flour rachis) with an average score of 4.53. The main conclusion is that it is possible to industrialize the banana

rachis taking advantage of all its nutritional properties, while contributing to strengthening its productive chain, reducing environmental impact and to remedy problems of population feeding.

**Key words:** Banana, food safety, by-products, rachis, industrialization.

**ESTUDIO DEL SECADO DE CAFÉ (*Coffea arabica* Linnaeus) POR MEDIO DE LAS MICROONDAS. Ruby Mireya Tovar Medina<sup>1</sup>; José Dubán Henao Cuéllar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Estudiante Ingeniería Agrícola. Programa de Ingeniería Agrícola. Universidad Surcolombiana, Neiva. E-mail: Rubymireya23@hotmail.com

<sup>2</sup> Profesor Asociado. Programa de Ingeniería Agrícola. Universidad Surcolombiana, Neiva. E-mail: duvanhenao23@hotmail.com

Es de vital importancia conservar las características físicas y los componentes químicos del café a almacenar, ya que en su mayoría está destinado para el consumo humano. En el presente artículo se muestran los datos experimentales de secado de café (*Coffea arabica* Linneo) variedad Colombia, a través de las microondas, el cual se encontraba con una humedad del 35,15% Hbh, después de haber sido sometido a un secado tradicional al sol, durante dos días, donde presentó un contenido inicial del 52,04% Hbh. Este ensayo muestra como se retira la humedad excesiva del grano, hasta llegar inicialmente, a una humedad comercial, la cual debe estar entre el 10 y 12% Hbh, y posteriormente llegar a una humedad de equilibrio, que en el ensayo arrojó como resultado final los siguientes datos: 7,29% en la muestra 1; 6,61% en la muestra 2 y 7,03% en la muestra 3. En el proceso se presentaron temperaturas de la superficie del grano en un rango de 40 a 50°C, también se calculó la difusión de humedad del grano, dando como resultado  $6,09 \text{ E}^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ , en la muestra 1;  $5,07 \text{ E}^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ , en la muestra 2 y  $5,78 \text{ E}^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ , en la muestra 3; y un tiempo efectivo de secado en microondas de 25 minutos el cual ofrece grandes ventajas en comparación con otros métodos; pero en general, el secado de café a través de

las microondas deja todavía mucho por explorar, debido a que el ensayo se realizó con tan sólo la mitad de la capacidad de las ondas y se expuso sólo a 20 segundos de secado por ondas y 10 minutos de reposo. Sería bastante aconsejable buscar la relación más apropiada en función de la humedad del grano y así establecer un sistema alterno de secado, el cual traiga mejoras y eficiencias en la calidad final del producto, con fines de exportación.

**Palabras claves:** Difusión de humedad, porcentaje de humedad, extracción de humedad, deshidratación.

**STUDY OF THE COFFEE DRYING (*Coffea arabica* Linnaeus) BY MICROWAVES**

It is important to retain the physical characteristics and chemical components of coffee to store, as most are destined for human consumption. This paper shows the experimental data of coffee drying (*Coffea arabica* Linnaeus) Colombia variety, through microwave, which was moist with a 35.15% Hbh after being subjected to a traditional sun-drying during two days, where presented an initial content of 52.04% Hbh. This assay shows how to remove humidity excess of the grain until reaches initially to a commercial humidity, which should be between 10 and 12% Hbh, and then reach an equilibrium moisture content, which in the test resulted in the following final data: 7.29% in sample 1; 6.61% in sample 2 and 7.03% in sample 3. The process had surface temperatures of the grain in a range of 40 to 50°C, the diffusion of the grain moisture were also calculated resulting in  $6.09 \text{ E}^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  in sample 1;  $5.07 \text{ E}^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  in sample 2 and  $5.78 \text{ E}^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$  in sample 3 and shows an effective drying time of 25 minutes in microwave which gives great advantages in comparison with other methods; but in general, the coffee drying through microwave has still much to be explored, because the test was conducted with only half the capacity of the waves and was exposed only to 20 seconds of dried by waves and 10 minutes of rest. It would be rather advisable to seek the most appropriate relation depending on the

moisture of the grain and establish an alternative system of drying, which will bring efficiencies and improvements in the quality of the final product to be exported.

**Key words:** Diffusion of humidity, percentage of humidity, extract of humidity, dehydration.

**SECADO Y TOSTADO DE LAS SEMILLAS DE AHUYAMA (*Cucurbita maxima* Duchesne). Diana Katherine Correa Cifuentes<sup>1</sup>; José Dubán Henao Cuéllar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Estudiante Ingeniería Agrícola. Programa de Ingeniería Agrícola. Universidad Surcolombiana, Neiva. E-mail: dikacoci@hotmail.com

<sup>2</sup> Profesor Asociado. Programa de Ingeniería Agrícola. Universidad Surcolombiana, Neiva. E-mail: duvanhenao23@hotmail.com

La ahuyama (*Cucurbita maxima* Duchesne) es un alimento de alto valor nutritivo y con un sinnúmero de utilidades, que van desde el consumo humano hasta el uso medicinal. Teniendo en cuenta que en Colombia no se da el completo aprovechamiento del producto, especialmente de las semillas, surge este trabajo que tiene como objetivo adecuar y evaluar sensorialmente la semilla después de sometida a diferentes procesos de tostión. Se realizaron ensayos preliminares, a nivel casero, sometiendo el producto a la temperatura mínima generada por la estufa y agitándolo constantemente en forma manual, con el fin de percibir los cambios físicos efectuados en las semillas y evaluar el nivel de aceptación del producto en el ambiente universitario. Los resultados fueron bastante halagadores. Posteriormente, se realizaron ensayos con producto fresco y producto refrigerado, sometidos a limpieza previa y tiempo de secado al sol de 10 horas, con el fin de determinar el rango de temperaturas y tiempo de exposición del producto en horno eléctrico, donde el producto presentase la mejor respuesta sensorial, variando la temperatura desde 95 hasta 205°C y el tiempo de exposición entre 5 y 10 minutos. Los resultados obtenidos permitieron establecer, que la temperatura óptima de las semillas, especialmente, para el producto fresco, fue de 170°C ± 2°C con un tiempo de permanencia de 8 minutos. Con el propósito de orientar el proceso hacia una

producción industrial se utilizó el horno microondas comercial operado a la máxima potencia, para contribuir con la etapa de secado y una tostadora rotativa con condiciones controladas de temperatura; el tiempo de permanencia de las muestras en el horno microondas fue de 20 segundos con tiempos de reposo de 10 minutos para un tiempo efectivo de secado de 120 segundos. Las variables evaluadas fueron: humedad, temperatura y humedad relativa; las cuales permitieron hallar la humedad de equilibrio (4,65%), y difusividad (4,8E-8) para cada una de las muestras respectivamente. Finalmente se realizó el proceso de tostión. La temperatura de ésta fue constante en 180°C, el tiempo de permanencia varió entre 3 minutos y 30 segundos, donde el resultado más favorable para las semillas fue de 30 segundos.

**Palabras claves:** Análisis sensorial, secado, tostado, humedad de equilibrio, difusividad.

**DRYING AND ROASTED OF THE SQUASH (*Cucurbita maxima* Duchesne) SEEDS.**

The squash (*Cucurbita maxima* Duchesne) is a product with a highly nutritional value and a multitude of utilities, ranging from human consumption to medical use. Considering that in Colombia has not a complete use of the product, especially the seeds, this work is presented with the aims to adapt and sensory evaluate seed after subject to different roasting processes. Preliminary tests were conducted at home, subjecting the product to minimum temperature generated by the stove and stirring constantly manually in order to perceive the physical changes made in the seeds and to evaluate the level of product acceptance in the university environment. The results were quite satisfying. Later, tests were performed with fresh and refrigerated product, subject to cleaning and drying time in the sun for 10 hours, in order to determine the range of temperatures and exposure time of the product at oven where the product has the best sensory response, temperature ranging from 95 to 205°C and exposure time between 5 and 10 minutes. The results establish that the optimum temperature

for seed, especially for fresh product, was  $170^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  with a roasting of 8 minutes. With the aim of guiding the process towards an industrial production it was used the commercial microwave oven operated at full power, to contribute to the drying stage and a rotary toaster with controlled temperature conditions. The samples were subject to 20 seconds inside the microwave oven with 10 minutes outside of it, for a total of 120 seconds of drying process. The evaluated variables were: moisture,

temperature and relative humidity which helped find the equilibrium moisture content (4,65%) and diffusivity ( $4,8 \text{ E-}8$ ) for each sample, respectively. Finally, the roasting process was done, with a constant temperature at  $180^{\circ}\text{C}$ , the time of seed inside the microwave varied between 3 minutes and 30 seconds, where the most favorable for seeds was 30 seconds.

**Key words:** Sensory analysis, drying, roasting, equilibrium humidity, diffusivity.