

Evaluación de galletas dulces preparadas con harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) deshidratada al sol como sustituto del trigo

Evaluation of cookies made with sundried cassava flour (*Manihot esculenta* Crantz) as a substitute for wheat

Avaliação de biscoitos feitos com farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) secas ao sol como um substituto para o trigo

Roddy Colina¹, Ninoska Laguado² y Alexis Faneite¹

¹Laboratorio de Ingeniería Química “Prof. Ydelfonso Arrieta”, Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Edificio de Petróleo y Química; ²Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Avenida Guajira, Campus “Dr. Antonio Borjas Romero”, Sector Grano de Oro, Maracaibo, 4001, Venezuela.

Resumen

El objetivo de la investigación fue obtener y evaluar la calidad física y química y, la aceptación sensorial de una harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) secada al sol, para ser utilizada como sustituto de la harina de trigo en la elaboración de galletas dulces. Para la evaluación sensorial se usó un panel no entrenado de 30 adultos entre 26 y 40 años de edad. La harina se obtuvo mediante la técnica del secado al sol, con un rendimiento de 40,24%. Más del 90% de la harina pasó un tamiz de 0,60 mm (tamaño de “harina fina”). El rango obtenido para algunos componentes de la harina de yuca fue: humedad 7,52-7,81%; materia seca (MS) 92,20-92,48% y cenizas 2,03-2,17%, no encontrándose alguna tendencia en las variables evaluadas durante el almacenamiento. Las galletas dulces fueron elaboradas con harina de yuca, sin mezclarla con harina de trigo comercial, incluyendo: azúcar, huevos, vainilla y margarina, en su preparación. Las galletas dulces de este estudio, resultaron con: humedad 3,96%; MS 96,04%; pH 7,65 y ceniza 0,74%. Las galletas obtenidas presentaron patrones de aceptabilidad “Bueno” para los ítems sabor, color, olor, consistencia y apariencia, mientras que

el ítem textura presentó como patrón de aceptabilidad “Muy bueno”, lo que sugiere la viabilidad de sustitución total de la harina de trigo por harina de yuca en galletas dulces principalmente en países de clima tropical, no productores de trigo.

Palabras clave: galletas dulces, harina, evaluación sensorial, secado al sol.

Abstract

The objective of this study was to obtain and evaluate the physical and chemical quality, and the sensory acceptance of a sundried cassava flour (*Manihot esculenta* Crantz), to be used as a substitute for wheat flour in the making of cookies. A untrained sensory panel of 30 people between 26 and 40 years old was used for the sensory evaluation. The flour was obtained by sun-drying technique, with a yield of 40.24%. Over 90% of the flour passed through a sieve of 0.60 mm (size of “fine flour”). The range obtained for some components of cassava flour was: moisture 7.52 to 7.81%; dry matter (DM) from 92.20 to 92.48%; and 2.03 to 2.17% ash, without any tendency in the evaluated variables during the storing. The cookies were made with cassava flour, without mix it with comercial wheat flour, including: sugar, eggs, vanilla and margarine, in its preparation. The cookies had: moisture 3.96%; MS 96.04%; pH 7.65; and 0.74% ash. Cookies obtained had “Good” patterns of acceptability for items taste, color, smell, consistency and appearance, while the item texture obtained a “Very Good” pattern of acceptability, which suggest the feasibility of complete replacement of flour wheat flour cassava crackers mainly in tropical countries, not producers of wheat.

Key words: cookies, flour, sensory analysis, sun drying.

Resumo

Esta farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) foi obtido e a avaliação sensorial do mesmo, físico-químico e para ser utilizado como um substituto da farinha de trigo na preparação de bolachas doces foi feita. Para uma avaliação sensorial destreinado de 30 adultos entre 26 e 40 anos de idade ele foi usado painel. A farinha foi obtido pela técnica de sol-secagem, com um rendimento de 40,24%. Mais de 90% da farinha de passar por um crivo de 0,60 mm (tamanho de “farinha”). Foi obtida para valores de umidade da farinha de mandioca entre 7,52 a 7,81% importa seca (MS) e cinzas 92,20-92,48% 2,03-2,17%, não encontrando algumas tendências em armazenamento. Foram feitos bolinhos doces com farinha de mandioca, sem misturar com trigo comercial farinha, incluindo: açúcar, ovos, baunilha e margarina, na preparação, apresentando valores de humidade de 3,96%; MS 96,04%; pH 7,65 e 0,74% de cinzas. No que respeita à avaliação sensorial, padrões de aceitabilidade “Good” para itens de gosto, cor, cheiro, consistência e aparência, foi obtida enquanto a textura item apresentou como o padrão de aceitabilidade “Muito Bom”, sugerindo a possibilidade de substituição farinha

total de farinha de trigo de mandioca em cookies principalmente em países tropicais, e não produtores de trigo.

Palavras-chave: biscoitos doces, farinha, análise sensorial, secagem ao sol.

Introducción

Venezuela se considera actualmente como el principal consumidor de trigo, en relación con el resto de los países de América Latina, y uno de los cinco primeros países del mundo en consumo per cápita, con un requerimiento mensual de 100.000 toneladas (Semprún, 2016). Sin embargo, debido a los problemas económicos que enfrenta el país debido a la baja de los precios del petróleo, principal producto de exportación y generador de divisas, y al hecho de que este rubro es totalmente importado (FAO, 2014), crea una crisis interna de abastecimiento y de acceso oportuno a los productos del trigo como panes, galletas y pasta (Semprún, 2016). Tomando en cuenta lo anterior, esto hace necesario y atractivo la incorporación de materias primas autóctonas como tubérculos en la producción de productos de panaderías, para disminuir ampliamente la importación del trigo.

Las raíces y tubérculos son fuente importante de carbohidratos, por lo que es factible elaborar harinas a partir de ellas (Ciarfella *et al.*, 2013). La yuca puede convertirse en una harina de alta calidad para ser utilizada como sustituto de la harina de trigo, maíz o arroz, en la industria alimenticia para la producción de productos de panadería (Ayala, 2011).

La yuca es rica en carbohidratos (almidón), vitaminas C, B2 y B6; y minerales como magnesio y potasio (Montaldo, 1985). Su producción en

Introduction

Venezuela is considered as the first wheat consumer in relation to the rest of Latin America, and one of the five countries Worldwide with a per capita consumption, with a monthly requirement of 100,000 tons (Semprún, 2016). However, due to the economic problems that the country is facing because of the low prices of oil, mainly exporting product and generator of foreign currency, and because of the fact that this product is totally imported (FAO, 2014) there is an internal provision crisis and there is not access to wheat products such as bread, cookies and pasta (Semprún, 2016). Because of the latter, it is necessary and attractive the incorporation of autochthonous raw matter such as tubers for producing baking products to reduce the importing of wheat.

Roots and tubers are important sources of carbohydrates, thus it is feasible to elaborate flours using them (Ciarfella *et al.*, 2013). Cassava can become into a great-quality flour to be used as a substitute of wheat, corn or rice in the food industry, for the production of baking products (Ayala, 2011).

Cassava is rich in carbohydrates (starch), vitamins C, B2 and B6, minerals such as magnesium and potassium (Montaldo, 1985). Its production in Venezuela has a potential advantage of generating calories at a lower cost in unproductive soils; however, it has a disadvantage of being

Venezuela, tiene la ventaja potencial de generar calorías a menor costo, en suelos improductivos; sin embargo, presenta la desventaja de ser una raíz muy perecedera, es decir, su durabilidad después de cosechada es muy corta, siendo su principal signo de deterioro el estriado vascular que se manifiesta entre las 24 y 48 h después de su recolección, debido a la oxidación de compuestos fenólicos, dando un producto organolépticamente inaceptable y por lo tanto no comercializable (Cubas *et al.*, 2007). Por ello es recomendable su transformación a harina, lo cual permite disminuir las pérdidas postcosecha. El secado al sol es una opción válida en el eje norte-costero de Venezuela, en donde se tiene un elevado nivel de radiación solar durante todo el año, y oportuno por la crisis energética que vive el país.

Dentro de las aplicaciones estudiadas y disponibles en la literatura para la harina de yuca, se encuentra la elaboración de panes de diferentes tipos (común, molde y de hamburguesas) (Henaó y Aristizábal, 2009) y tortas (Ji *et al.*, 2007, Cueto y Pérez, 2010), mezclada con harina de trigo. Benítez *et al.* (2008) elaboraron una galleta a base de harina de yuca con plasma de bovino, para consumo infantil.

Con base a lo planteado, el objetivo de este trabajo fue obtener y evaluar la calidad física y química y, la aceptación sensorial de una harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) secada al sol, para ser utilizada como sustituto de la harina de trigo en la elaboración de galletas dulces.

a very perishable root, that is, its durability after being harvested is very limited, being its main deterioration sign the vascular striation observed 24 to 48 h after its collection, due to the oxidation of phenolic compounds, causing an unacceptable product from the organoleptic perspective; thus, it becomes non-commercial (Cubas *et al.*, 2007). Therefore, its transformation to flour is recommendable because it allows reducing the post-harvest losses. The sundried is a valid option in the north-coast area of Venezuela, where there is a high sun radiation during all the years, and it is also ideal because of the energetic crisis that is being experienced in the country.

Among the studied and available applications of cassava flour in the literature is the elaboration of different types of bread (common, sandwich and hamburger) (Henaó and Aristizábal, 2009) and cakes (Ji *et al.*, 2007, Cueto and Pérez, 2010), mixed with wheat flour. Benítez *et al.* (2008) elaborated a cookie after cassava flour with bovine plasma for children consumption.

Because of the latter, the aim of this research was to obtain and evaluate the physical and chemical quality and the sensorial acceptance of sundried cassava flour (*Manihot esculenta* Crantz) to be used as a substitute of wheat flour in the elaboration of sweet cookies.

Materials and methods

Raw matter

Five kilograms of cassava were used and acquired at the wholesale

Materiales y métodos

Materia prima

Se utilizaron 5 kg de yuca que fueron adquiridas del mercado mayorista MERCAMARA, ubicado en el municipio San Francisco, estado Zulia, sin daños ni enfermedades aparentes.

Elaboración de la harina de yuca

Las raíces fueron lavadas con abundante agua potable, peladas y cortadas en trozos finos de forma manual con un cuchillo. Estos trozos fueron sumergidos en una solución (agua + zumo de limón) con la finalidad de evitar su oscurecimiento, seguidamente se colocaron en una bandeja de aluminio por 5 días al sol, para deshidratarlos. Posteriormente, los trozos fueron rayados utilizando un rayo de cocina Prim® de acero inoxidable, y el material obtenido (polvo + grumos), fueron tamizados con un colador, y luego el polvo homogenizado se pulverizó en una licuadora Oster®, seguidamente la harina obtenida fue empacada en bolsas de polietileno y almacenada a temperatura ambiente para los análisis posteriores. En la figura 1 se aprecia un diagrama de bloques del proceso.

Determinación del tamaño de partícula

El tamaño de la partícula se determinó con dos tamices marca Tyler, uno N° 30 con micraje (0,0234 pulgadas = 0,594 mm) y el otro más fino N° 70 con micraje (0,0083 pulgadas = 0,210 mm), y una zaranda RO-TAP Testing Sieve Shaker, agitando por 5 min, 100 g de muestra seca.

Formulación y elaboración de las galletas

La formulación utilizada para la elaboración de las galletas se muestra

market MERCAMARA, located in San Francisco, Zulia state, without any apparent damage and/or disease.

Elaboration of cassava flour

Roots were washed with abundant drinking water, peeled and cut in thin pieces using a knife. The pieces were immersed in a solution (water + lemon juice) with the aim of avoiding the oxidation, later were put on an aluminum tray for 5 days at sun exposure to dehydrate the pieces. Later, the pieces were shredded using a stainless steel cooking shredder Prim®, then the material obtained (powder and lumps) were sift with a sieve and the homogenized powder was sprayed in a blender Oster®; the flour obtained was packed in polyethylene bags and stored at environmental temperature for the subsequent analyses. In figure 1 is observed the block diagram of the process.

Size determination of the particle

The size of the particle was determined with two sieves Tyler Brand, one N° 30 with mesh (0.0234 inches = 0.594 mm) and another one thinner N° 70 with mesh (0.0083 inches = 0.210 mm) and one RO-TAP Testing Sieve Shaker, agitating for 5 min 100 g of dry sample.

Formulation and elaboration of the cookies

The formula used for elaborating the cookies is shown on table 1, where all the ingredients excepting the flour were acquired in a market of the location.

Once weighted the ingredients, it was proceeded to mix manually sugar with margarine in a glass container until obtaining a creamy and

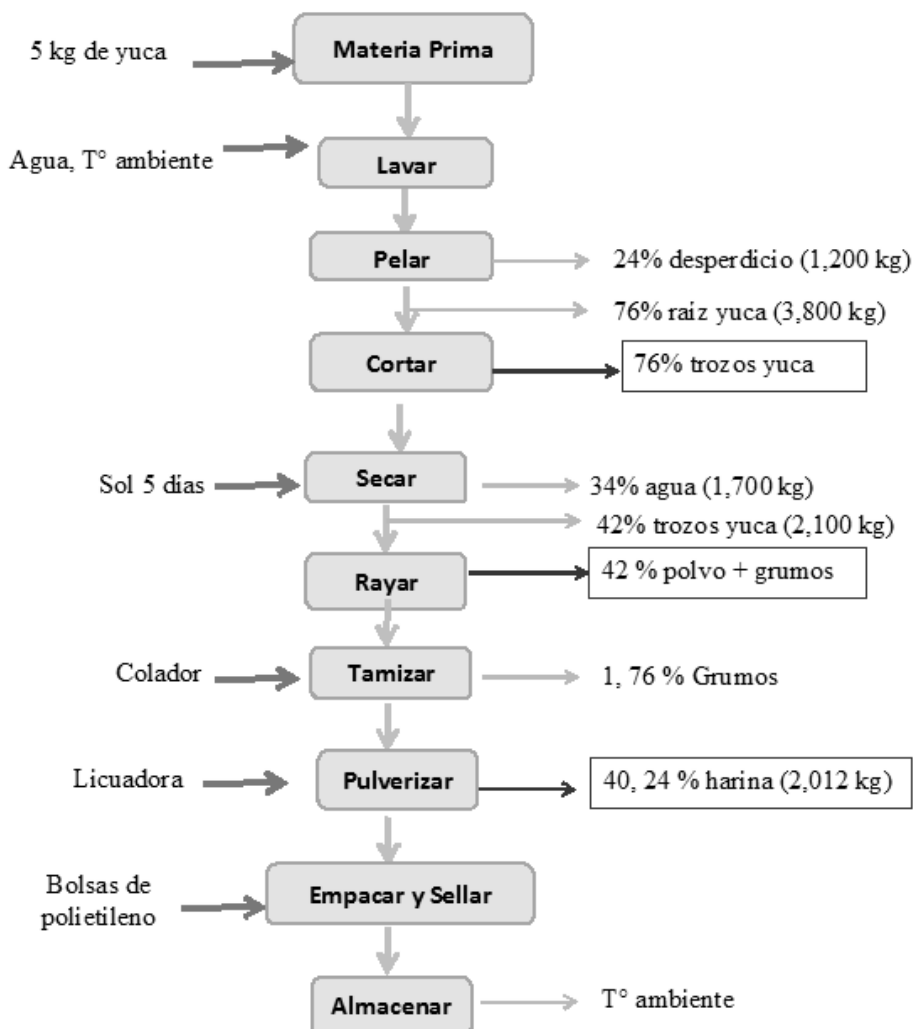


Figura 1. Proceso de elaboración de la harina de yuca.

Figure 1. Elaboration process of cassava flour.

en el cuadro 1, donde todos los ingredientes excepto la harina fueron adquiridos en un mercado de la localidad.

Pesados los ingredientes, se procedió a mezclar el azúcar con la margarina de forma manual en un reci-

homogeneous mix, later egg was added, some vanilla, cassava flour and finally water, it was kneaded until obtaining homogeneous dough. The dough obtained was let set for 15 min at environment temperature, after this time, the dough

Cuadro 1. Ingredientes utilizados en la formulación de galletas.**Table 1. Ingredients used in the elaboration of cookies.**

Ingredientes	Cantidad
Harina de yuca	255 g
Margarina	70 g
Azúcar	70 g
Huevos	1 unidad
Vainilla	3 cucharadas
Agua	100 mL

piente de vidrio, hasta obtener una mezcla cremosa y homogénea, seguidamente se agregó el huevo, el toque de vainilla, la harina de yuca y por último el agua, se amasa hasta obtener una masa homogénea. La masa obtenida, se dejó reposar por 15 min a temperatura ambiente, transcurrido este tiempo, la masa se extendió sobre un mesón y se utilizó un rodillo para estirarla, una vez estirada se utilizó un molde para obtener la figura de las galletas. Seguidamente las galletas fueron horneadas en una bandeja antiadherente Wilton® por 20 min en un horno a gas previamente precalentado a 115°C.

Caracterización de la harina de yuca y galletas

El contenido de humedad se determino según la norma COVENIN-1553 (COVENIN, 1980), secando en una estufa Imperial V (Lab line instruments®), a 105°C por 16 h. El porcentaje de biomasa seca (% BS) fue obtenido por diferencia con el porcentaje de humedad. Las cenizas fueron analizadas por el método gravimétrico de incineración en mufla a 600°C por 24 h, utilizando una mufla Lindberg® hasta obtener peso constante, según la

was put on a table and rolled out using a roller, once rolled a cutter was used to obtain the shape. Later, cookies were baked in a Wilton® silicon tray for 20 min in a gas oven, at 115°C.

Characterization of cassava flour and cookies

The humidity content was determined following COVENIN-1553 norms (COVENIN, 1980), drying it in an Imperial V stove (Lab line instrument®) at 105°C for 16 h. The percentage of dry biomass (% DB) was obtained by difference with the humidity percentage. Ashes were analyzed by the incineration gravimetry method in muffle at 600°C for 24 h, using a Lindberg® muffle until obtaining constant weight, according to COVENIN-1793 norms (COVENIN, 1981). The pH was measured according to COVENIN-1315 norms (COVENIN, 1979) directly and using an electrode potentiometer Waterproof Nalco®, previously calibrated at environmental temperature, which was introduced in a mix of 90 mL of distilled water and 10 g of the sample.

Sensorial evaluation

The sensorial evaluation of the cookies elaborated in this research was

norma COVENIN-1783 (COVENIN, 1981). El pH se midió según la norma COVENIN-1315 (COVENIN, 1979), de forma directa utilizando un potenciómetro de electrodo Waterproof Nalco®, previamente calibrado a temperatura ambiente, el cual se introdujo en una mezcla de 90 mL de agua destilada y 10 g de muestra.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de las galletas elaboradas en este estudio, fue realizada en la Empresa Alpla de Venezuela S.A., ubicada en la zona industrial sur del municipio San Francisco. Esta consistió en una prueba de agrado o desagrado (test hedónico), con un panel no entrenado constituido por 30 obreros de ambos sexos, en edades comprendidas entre 26 y 40 años. Los panelistas evaluaron las características de sabor, color, olor, consistencia, textura y apariencia de las galletas. Para esto se utilizó una escala estructurada de cinco puntos, representados de la siguiente manera: (1) Muy bueno, (2) Bueno, (3) Regular, (4) Malo y (5) Muy malo. Antes de empezar la degustación se utilizó agua para limpiar la boca de los miembros del panel.

Análisis estadístico

Las mediciones fueron realizadas por triplicado y los resultados se presentaron como valores promedios con desviación estándar. Adicional a ello se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para verificar diferencias significativas entre los meses de almacenamiento de la harina ($P \leq 0,05$).

Resultados y discusión

El rendimiento en la elaboración de la harina de yuca fue de 2,012 kg,

performed by the company Alpla de Venezuela S.A., located in the industrial area in the South of San Francisco parish. It consisted on doing the hedonic test and mentioning if people liked or dislike, using an untrained panel constituted by 30 workers of both sexes and aging from 26 to 40 years. The panel evaluated the characteristics of taste, color, smell, consistency, texture and appearance of the cookies. For that, the five-point structured scale was used, represented as: (1) Very good, (2) Good, (3) Ok, (4) Bad and (5) Very bad.

Statistical analysis

The measures were done by triplicate and the results were presented as average values with standard deviations. Additionally, a variance analysis was applied (ANOVA) to verify the significant differences between the storing months of the flour ($P \leq 0.05$).

Results and discussion

The yield in the elaboration of cassava flour was 2.012 kg, which is equal to 40.24% out of the 5 kg of the raw matter used. This value was superior to 32.46% reported by Alvarado and Cornejo (2009), who used a horizontal dryer with controlled temperature and speed to dehydrate the cassava. It is estimated that the difference mainly relied on the drying technique; however, it is also presumable that this difference might also be attributed to the variety of cassava or the aspects related to the agronomic handle of the crop and the climatic conditions.

lo que equivalió a 40,24% de los 5 kg de materia prima utilizada. Este valor fue superior al 32,46% reportado por Alvarado y Cornejo (2009), quienes usaron un secador horizontal con temperatura y velocidad controlada para deshidratar la yuca. Se estima que la diferencia radicó principalmente en la técnica de secado; sin embargo, también se presume que podría ser atribuida a la variedad de yuca o los aspectos relacionados con el manejo agronómico del cultivo y las condiciones climáticas.

Granulometría

El 98,24% de la harina de yuca paso por la malla N° 30 con apertura de 0,594 mm, mientras que por la malla N° 70 con apertura de 0,210 mm paso el 91,72% de la harina, por lo tanto, ambos tamices cumplieron con el requisito del tamaño de partículas de la norma Codex 176 (CODEX, 1989), que exige que el 90% de la harina pase por un tamiz de 0,60 mm, clasificándola como harina fina. Resultados similares fueron reportados por Benítez *et al.* (2008); y Alvarado y Cornejo (2009).

Características físicas y químicas de la harina de yuca

Los resultados obtenidos para las características físicas y químicas de la harina de yuca, se muestran en el cuadro 2. Los análisis se realizaron durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2014 y enero del año 2015, para evaluar su vida útil.

En lo que respecta al pH, disminuyó significativamente ($P \leq 0,05$) a partir del cuarto mes de almacenamiento, lo cual resultó beneficioso, ya que a medida que el pH disminuyó, la probabilidad de crecimiento

Granulometry

98.24% of cassava flour was sift using a sieve with a mesh N° 30 with an aperture of 0.594 mm, while 91.72% of the flour was sift using the mesh N° 70 with aperture of 0.210 mm; therefore, both sieves fulfilled a requirement of the size of particles of Codex norms 176 (CODEX, 1989), that claims than 90% of the flour passes through a 0.60 mm sieve, classifying it as fine flour. Similar results were reported by Benítez *et al.* (2008); and Alvarado and Cornejo (2009).

Physical and chemical characteristics of cassava flour

The results obtained for the physical and chemical characteristics of cassava flour are shown on table 2. The analyses were performed during October, November and December of 2014 and January 2015 to evaluate the useful life.

Regarding the pH, it reduced significantly ($P \leq 0.05$) after the fourth month of storing, which was beneficial since as the pH reduced the probability of having microbial grow was lower; thus, it helped preserving the food without modifying the organoleptic properties of the product. This slight reduction might have been due to a partial oxidation of carbon 6, of the hydroxymethyl group, of the molecules of glucopyranose that formed the starch to the formation of carbonyl and later to carboxyl, by contact to the oxygen that remained in the storing bags and that renewed every month once taken the samples for the corresponding analyses. It was observed how the values got close to those reported by Alvarado and Cornejo (2009) and Techeira *et al.* (2014),

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas de la harina de yuca almacenada a temperatura ambiente.**Table 2. Physical and chemical properties of cassava flour stored at environmental temperature.**

Fecha	pH	% Humedad (bh)	% Biomasa seca (bh)	% Cenizas (bs)
Octubre 2014 (Inicio)	6,42 ^a ±0,01	7,52 ^c ±0,07	92,48	2,08±0,06
Noviembre 2014	6,43 ^a ±0,01	7,81 ^a ±0,09	92,20	2,17 ^a ±0,02
Diciembre 2014	6,41 ^a ±0,01	7,64 ^b ±0,17	92,36	2,13 ^b ±0,04
Enero 2015	6,12 ^b ±0,01	7,62 ^b ±0,00	92,38	2,03 ^d ±0,07

bh, base húmeda. bs, base seca. %Biomasa seca= 100% - %Humedad. Letras diferentes en la misma columna como superíndice (a,b,c,d), indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$).

microbiano fue menor y por ende ayudó a la conservación de los alimentos sin modificar las propiedades organolépticas del producto. Esta ligera disminución pudo deberse a una oxidación parcial del carbono 6, del grupo hidroximetilo, de las moléculas de glucopiranosas que conformó el almidón, hacia la formación de carbonilo y posteriormente carboxilo, por contacto con el oxígeno que quedó en las bolsas de almacenamiento y que se renovó cada mes, al tomar muestras para los respectivos análisis. Se observó cómo los valores fueron cercanos a los reportados por Alvarado y Cornejo (2009) y Techeira *et al.* (2014), con valores promedios de pH de 6,10 y 6,34, respectivamente, y dentro de los valores promedios reportados por Aryee *et al.* (2006) y Monde *et al.* (2013) que oscilaron entre 4,99-8,15 y 5,78-7,06, respectivamente.

El contenido de humedad de una harina, es importante para el almacenamiento, ya que valores >12% permiten el crecimiento microbiano. Los

with pH average values of 6.10 and 6.34; respectively, and inside the average values reported by Aryee *et al.* (2006) and Monde *et al.* (2013) that oscillated from 4.99-8.15 and 5.78-7.06; respectively.

The humidity content of the flour is important for its storing since values >12% allow microbial grow. The results presented in table 2 were low and favorable and evidenced the effectiveness of the drying process at sun exposure to extend the useful life of the flour in a cheap way and fulfilling the requirements of Codex 176 norm (CODEX, 1989), that demands that the humidity content of cassava flour be lower to 13%. It was observed that the humidity increased in the second month, reducing and stabilizing in the third and fourth month, respectively; but with humidity values slightly superior to the initial storing humidity, with significant statistical differences ($P \leq 0.05$). This had a relation to the hydrophilic trait of starch and its

resultados que se presentan en el cuadro 2, fueron bajos y favorables, y evidenciaron la efectividad del proceso de secado al sol para alargar la vida útil de la harina de forma económica, cumpliendo con el requisito de la norma Codex 176 (CODEX, 1989), que exige que el contenido de humedad de la harina de yuca sea menor al 13%. Se observó que la humedad aumentó en el segundo mes, disminuyendo y estabilizándose en el tercer y cuarto mes, respectivamente; pero con niveles de humedad ligeramente superiores a la humedad inicial de almacenamiento, con diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$). Esto guardó relación con el carácter hidrofílico del almidón y con los cambios en su humedad de equilibrio, producto de ligeros cambios en la temperatura ambiente y en la humedad relativa del aire en contacto con las muestras durante su manipulación. Los resultados se encontraron, dentro del rango de valores promedios reportados por Aryee *et al.* (2006), empleando la técnica del secado al sol (de 4,24 a 11,92%), aunque fueron mayores a los valores promedios reportados por Monde *et al.* (2013); y Techeira *et al.* (2014), entre 4,36 y 5,52% y 5,93%, respectivamente.

El contenido de biomasa seca, osciló entre 92,20 y 92,48%, el cual estuvo dentro del rango requerido por la norma Codex 176 (CODEX, 1989).

Los valores de ceniza oscilaron entre 2,03 y 2,17%, entre los meses de almacenamiento. Cumpliéndose con la norma Codex 176 (CODEX, 1989), donde el contenido de cenizas en la harina de yuca tuvo como límite máximo 3%. Se encontró también dentro de los valores promedios reportados por Aryee

humidity changes, product of slight changes in the environmental temperature and relative humidity of the air in contact to samples during the manipulation. The results were found inside the ranks of the average values reported by Aryee *et al.* (2006), using the sundried technique (from 4.24 to 11.92%), but superior to the values reported by Monde *et al.* (2013); and Techeira *et al.* (2014), from 4.36 and 5.52% and 5.93%, respectively. The content of the dry biomass oscillated from 92.20 to 92.48%, which was on the Rank required by the Codex 176 norm (CODEX, 1989).

The ash values oscillated from 2.03 to 2.17% during the storing months. The ash content in cassava flour had as maximum level 3% fulfilling the requirements of the Codex 176 norm (CODEX, 1989). The number was also inside the average value reported by Aryee *et al.* (2006), using the same drying technique (1.00 and 2.84%) and Benítez *et al.* (2008), using the stove as a drying technique (2.58%). These values were slightly higher than the reported by Sandoval *et al.* (2007), which went through 1.25 to 1.73%, where one of the evaluated flour was obtained after a refining treatment and the other came from the private industry.

Physical and chemical characteristics of cookies created with cassava flour

The physical and chemical characteristics of cookies with cassava flour are presented in table 3. The sweet cookies of this research fulfilled the requirements demanded by Covenin 1483 norm (COVENIN, 2001) for cookies without any filling.

et al. (2006), utilizando la misma técnica de secado (1,00 y 2,84%) y Benítez *et al.* (2008), utilizando la técnica de secado por estufa (2,58%). Fueron ligeramente mayores a los valores reportados por Sandoval *et al.* (2007), los cuales oscilaron entre 1,25 y 1,73%, donde una de las harinas evaluadas fue obtenida mediante tratamiento de refinamiento y la otra provino de la industria privada.

Características físicas y químicas de las galletas formuladas con harina de yuca

Las características físicas y químicas de las galletas formuladas con harina de yuca, se presentan en el cuadro 3. Las galletas dulces de este estudio, cumplieron con los requisitos exigidos por la norma Covenin 1483 (COVENIN, 2001), para galletas sin relleno.

El contenido de cenizas en las galletas elaboradas con harina de yuca, fue de $0,74 \pm 0,016\%$, el mismo estuvo por debajo de lo reportado por Ciarfella *et al.* (2013), quienes reportaron valores promedios de cenizas de 1,85% para galletas elaboradas con 100% harina de rizomas de guapo (*Maranta arundinacea*). Villarroel *et al.* (2009)

The ash content of cassava cookies was $0.74 \pm 0.016\%$, which was under the value reported by Ciarfella *et al.* (2013) who reported average ash values of 1.85% for cookies elaborated with flour of *Maranta arundinacea*. Villarroel *et al.* (2009) reported values of 2.64% in cookies elaborated with defatted Chilean hazelnut flour (*Gevuina avellana* Mol.) and quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd). Benítez *et al.* (2008) reported values of 1.99% for cookies made with cassava flour and bovine plasma. However, Benítez *et al.* (2008) and Ciarfella *et al.* (2013) reported values of 2 and 0.66%, respectively, of ash content for cookies elaborated with 100% wheat flour, which indicated that the ash content varied according to the raw matter used.

The pH of the cookies under research was of 7.65, which was superior to the values reported by García and Pacheco (2007), in wafer-type sweet cookies made with wheat flour and *Arracacia xanthorrhiza* B.B. flour with pH of 4.98. On the other hand, Reátegui *et al.* (2001) found a pH from 6.4 to 6.6 in cookies made with different tuber flours, roots and fruits of the

Cuadro 3. Composición de las galletas formuladas con harina de yuca.

Table 3. Compositions of cookies made with cassava flour.

Análisis físicos y químicos	Valores g.100g ¹	Covenin 1483 (2001)
pH	7,65±0,03	min 5,5
% Humedad (bh)	3,96±0,042	% max 5
% Biomasa seca (bh)	96,04	—
% Cenizas (bs)	0,74±0,02	—

bh, base húmeda. bs, base seca. %Biomasa seca = 100% - %Humedad.

reportaron valores de 2,64% en galletas elaboradas con harina desgrasada de avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol.) y harina de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Benítez *et al.* (2008) reportaron valores de 1,99% para galletas elaboradas con harina de yuca y plasma de bovino. Sin embargo, Benítez *et al.* (2008) y Ciarfella *et al.* (2013) reportaron valores de contenido de ceniza para unas galletas elaboradas con 100% harina de trigo de 2 y 0,66%, respectivamente, lo que indicó que el contenido de ceniza fue variable según la materia prima utilizada.

El pH de las galletas en estudio fue de 7,65, el cual fue superior a los valores reportados por García y Pacheco (2007), en galletas dulces tipo oblea de harina de trigo y harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.B.) con pH de 4,98. En cambio, Reátegui *et al.* (2001) encontraron un pH entre 6,4 y 6,6, para galletas elaboradas con diferentes harinas de tubérculos, raíces y frutos de la región amazónica: harinas de sachapapa morada (*Dioscorea decorticans*), sachapapa blanca (*D. trifida*), pituca (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), pijuayo (*Bactris gasipaes* HBK) y pan del árbol (*Artocarpus comunis* F.). Así mismo, Díaz *et al.* (2013) obtuvieron un pH entre 5,56 y 5,86 para galletas elaboradas con harina de trigo y harina de bleo (*Amaranthus dubius* Mart ex Thell.) con diferentes proporciones, lo que indicó, que el pH varió dependiendo de la materia prima utilizada.

Evaluación sensorial de las galletas

En el cuadro 4, se muestra los resultados obtenidos en la evaluación

Amazon region: flour of *Dioscorea decorticans*), *D. trifida*, *Colocasia esculenta* L. Schott, *Bactris gasipaes* HBK and *Artocarpus comunis* F. Likewise, Díaz *et al.* (2013) obtained a pH from 5.56 to 5.86 in cookies elaborated with wheat flour and *Amaranthus dubius* Mart ex Thell., with different proportions, which indicated that the pH varied according to the raw matter used.

Sensorial evaluation of cookies

In table 4 are presented the results obtained in the sensorial evaluation of cookies made with cassava flour. It was obtained as an acceptance patter "good" for items: taste, color, smell, consistency and appearance with 63.33, 53.33, 60.00 and 50.00%, respectively. Meanwhile, the item texture had an acceptance patter "very good" with 46.67%. None of the panelist showed a total distaste by the cookies. However, texture was the variable with lower acceptance compared to the rest of the items, maybe due to the absence of gluten, a main ingredient for forming the dough. Similar results were obtained by Akubor and Ukwuru (2003) and Benítez *et al.* (2008) who evaluated the functional and sensorial properties of cakes made with cassava flour and soy, and reported that texture was the sensorial attribute with less acceptance in those products made with cassava flour, assuming the causes of the statement mentioned before. In figure 2 is observed the appearance of cookies, which was precisely the most accepted item by the panelist. It was observed that the gold color was attractive, as well as the homogeneity in the shape

Cuadro 4. Evaluación sensorial de las galletas formuladas con harina de yuca (n=30). Número de repuestas expresados (%).**Table 4. Sensorial evaluation of cookies made with cassava flour (n=30). Number of answers expressed (%).**

Ítems	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	Total
Sabor	30,00	63,33	6,67	-	-	100
Color	40,00	53,33	6,67	-	-	100
Olor	30,00	53,33	6,67	10,00	-	100
Consistencia	20,00	60,00	16,67	3,33	-	100
Textura	46,67	40,00	10,00	3,33	-	100
Apariencia	46,67	50,00	3,33	-	-	100

(-) opción no seleccionada por los panelistas

sensorial de las galletas formuladas con harina de yuca. Se obtuvo como patrón de aceptabilidad “Bueno” para los ítems sabor, color, olor, consistencia y apariencia con 63,33, 53,33, 60,00 y 50,00%, respectivamente. Mientras que el ítem textura tuvo como patrón de aceptabilidad “Muy bueno” con 46,67%. Ningún panelista mostró total desagrado por las galletas elaboradas. Sin embargo, la textura fue la variable con menor valor de aceptación, comparándolo con el resto de los ítems, posiblemente debido a la ausencia de gluten, un constituyente indispensable para la formación de masas. Resultados similares fueron obtenidos por Akubor y Ukwuru (2003) y Benítez *et al.* (2008) quienes evaluaron las propiedades funcionales y sensoriales de bizcochos formulados con mezcla de harina de yuca y soya, y reportaron que la textura fue el atributo sensorial que presentó menor aceptabilidad en aquellos productos elaborados con harina de yuca, asumiendo las causas a lo anteriormente planteado. En la figura 2 se aprecia la apariencia de las

and lack of imperfections, which might have contributed to the high acceptance.

Conclusions

The cassava flour obtained was apt to elaborate food for the human consumption. The yield of the flour was of 40.24%, superior to the reported in the literature. The use of sun energy for elaborating the flour guaranteed the economy of the process without undermining the yield. The physical analysis (humidity, dry biomass and ashes) and chemical (pH) besides the good acceptance of the cookies made in this research suggest the feasibility of the total substitution of wheat flour by cassava flour in cookies, especially in countries with Tropical weather which are not wheat producers.

Acknowledgment

The authors want to thank the collaboration provided by the personnel working at the Bromatology



Figura 2. Fotografía de las galletas de harina de yuca.

Figure 2. Photograph of cassava cookies.

galletas, que fue precisamente el ítem más aceptado de todos. Se observó lo atractivo de su color dorado, su homogeneidad en forma y la falta de imperfecciones, lo que podría haber contribuido a su elevada aceptación.

Conclusiones

La harina de yuca obtenida resultó apta para elaborar alimentos para el consumo humano. El rendimiento de la harina de 40,24%, fue superior al reportado en la literatura. El uso de la energía solar para la elaboración de la harina, garantizaron la economía del proceso, sin menoscabo del rendimiento. Los análisis físicos (humedad, biomasa seca y cenizas) y químico (pH), además de la buena aceptabilidad de las

Laboratory of the Nutrition Department, Medicine Faculty (LUZ), and Alpla de Venezuela, S.A.

End of english version

galletas formuladas en este estudio, sugieren la factibilidad de sustitución total de la harina de trigo por harina de yuca en galletas, especialmente en países de clima tropical, no productores de trigo.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración brindada por el Laboratorio de Bromatología de la Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medici-

na, Universidad del Zulia (LUZ), y Alpla de Venezuela, S.A.

Literatura citada

- Akubor, P. and M. Ukwuru. 2003. Functional properties and biscuit making potential of soybean and cassava flour blends. *Plant Food. Hum. Nutr.* 58:1-12.
- Alvarado, G. y F. Cornejo. 2009. Obtención de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de celíacos. Repositorio de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Artículos de Tesis de Grado - FIMCP. Guayaquil, Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/6391>.
- Aryee, F., I. Ioduro, W. Ellis and J. Afuakwa. 2006. The physicochemical properties of flour samples from the roots of 31 varieties of cassava. *Food Control* 17:916-922.
- Ayala, A. 2011. Estimación de las isoterma de absorción y del calor isostérico en harina de yuca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 20(1):88-96.
- Benítez, B., A. Archile, L. Rangel, K. Ferrer, Y. Barboza y E. Márquez. 2008. Composición proximal, evaluación microbiológica y sensorial de una galleta formulada a base de harina de yuca y plasma de bovino. *Interciencia* 33(1):61-65.
- Ciarfella, A., M. Amundaraín y E. Pérez. 2013. Evaluación física y química de los rizomas de guapo (*Maranta arundinacea*) y de galletas dulces preparadas con su harina. *Saber* 25(2):210-217.
- CODEX STANDARD. 1989. Norma 176. Harina de yuca comestible. *Codex Alimentarius*. Vol. 7. Primera revisión 1995. 3 p.
- COVENIN. 1979. Norma 1315. Alimentos. Determinación del pH. (acidez iónica) Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela. 7 p.
- COVENIN. 1980. Norma 1553. Productos y cereales de leguminosas. Determinación de humedad. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela. 6 p.
- COVENIN. 1981. Norma 1783. Productos y cereales de leguminosas. Determinación de cenizas. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela. 3 p.
- COVENIN. 2001. Norma 1483. Galletas. 1era Revisión. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela. 11 p.
- Cubas, C., G. Lobo y M. González. 2007. Influencia de la temperatura y tiempo de conservación de la yuca entera sobre la calidad del tubérculo mínimamente procesado. *Memorias del V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones*. Cartagena (Murcia, España), 29 de mayo al 1 de junio de 2007. pp. 642-649.
- Cueto, D. and E. Pérez. 2010. Proximate composition and rheological properties of a cake mix elaborated using composite flour wheat: cassava. *Int. J. Food Eng.* 6(3):1-10.
- Díaz, L., I. Acevedo y O. García. 2013. Evaluación fisicoquímica de galletas con inclusión de harina de bleo (*Amaranthus dubius* Mart ex Thell.). *Agroindustria, Sociedad y Ambiente* 1(1). Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". ISSN: 2343-6115. Disponible en: http://bibvirtual.ucla.edu.ve/db/psm_ucla/edocs/ASA/Vol1Nro1/articulo1.pdf.
- FAO. 2014. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2013. *Hambre en América Latina y el Caribe: acercándose a los objetivos del milenio*. ISBN 978-92-5-308048-9. pp 25, 28.
- García, A. y E. Pacheco. 2007. Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.B.). *Rev. Fac. Nal. Agr.* 60(2):4195-4212.
- Henaó, S. y J. Aristizabal. 2009. Influencia de la variedad de yuca y nivel de

- sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. *Ing. Investig.* 29(1):39-46.
- Ji, Y., K. Zhu, H. Qian and H. Zhou. 2007. Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. *Food Chem.* 104(1):53-58.
- Monde, R., K. Sévérin, G. Yah, B. N'zué, T. Tian, E. Essoh and S. Lamine. 2013. Valorization of six new yellow colored cassava (*Manihot esculenta* Crantz) flours from côte d'ivoire: a wide potential of utilization through their physicochemical and biochemical characteristics. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences* ISSN 2231-4490. 25-30.
- Montaldo, A. 1985. La Yuca o mandioca. Primera Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica. ISBN 92-9039-053-0. pp 48-57. Disponible en: <http://books.google.com.ve>.
- Reátegui, D., M. Maury, C. Chirinos, F. Chirinos y L. Aricari. 2001. Elaboración de galletas utilizando harinas sucedáneas obtenidas con productos de la región. *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria* 1(1):43-48.
- Sandoval, A., I. Farhat y A. Fernández. 2007. y almidones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) durante un proceso de extrusión. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica* 4(1):6-15.
- Semprún, R. 2016. Así está la crisis por harina de trigo. Política y Dinero. Versión Final. Disponible en: <http://versionfinal.com.ve/politica-dinero/asi-esta-la-crisis-por-harina-de-trigo-infografia/>.
- Techeira, N., L. Sívoli, B. Perdomo, A. Ramirez y F. Sosa. 2014. Caracterización fisicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), batata (*Ipomoea batatas* Lam.) y ñame (*Dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela. *Interciencia* 39(2):191-197.
- Villarroel, M., C. Huiriqueo, J. Hazbun y D. Carrillo. 2009. Desarrollo de una formulación optimizada de galletas para celíacos utilizando harina desgrasada de avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol.) y harina de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 59(2):184-190.