

**COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE LA GALLETA DULCE
ELABORADA CON HARINA MIXTA DE TRIGO Y YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*)**



YINA PAOLA DOMINGUEZ ANAYA

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BERÁSTEGUI
NOVIEMBRE DE 2017**

**COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE LA GALLETA DULCE
ELABORADA CON HARINA MIXTA DE TRIGO Y YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*)**

YINA PAOLA DOMINGUEZ ANAYA

Trabajo de grado para optar al Título de INGENIERO DE ALIMENTOS

DIRECTORES (AS):

CLAUDIA DENISE DE PAULA, Ph.D.

MÓNICA MARÍA SIMANCA SOTELO, Ph.D.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

BERÁSTEGUI

NOVIEMBRE DE 2017

**La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto,
serán responsabilidad de los autores.**

**Artículo 61, acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002 del Consejo Superior de la
Universidad de Córdoba.**

DEDICATORIA

A Dios por permitirme trabajar este proyecto, por darme la sabiduría y el entendimiento necesario en todo momento y durante cada etapa de mi vida, por sus infinitas bendiciones y amor para conmigo la niña de sus ojos, gracias Dios a ti te debo todo lo que hoy he logrado.

A mi madre Yasmira Anaya quien siempre se ha preocupado por darme lo mejor en la vida y apoyarme en todo, mi amiga y consejera, por darme las fuerzas cuando quería desfallecer, a mi padre Jorge Domínguez por siempre estar allí, creer en mí y darme todo su apoyo y cariño.

A mis abuelos Nilda y Pacho, quienes han sido motivadores y patrocinadores oficiales de mis sueños y metas.

A mi novio hermoso, por apoyarme, animarme y motivarme a diario para que este sueño se hiciera realidad.

A todos y cada uno de mis amigos profesores quienes contribuyeron a formarme en esta bonita carrera, quienes me aconsejaron y me enseñaron que cuando se quiere, se puede y se es capaz.

Dios me los bendiga, Muchas gracias.

YINA PAOLA DOMINGUEZ

Nota de aceptación

Firma del jurado

GABRIEL IGNACIO VÉLEZ HERNÁNDEZ

Firma del jurado

BEATRIZ ELENA ÁLVAREZ BADEL

Berástegui, noviembre de 2017

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Córdoba, especialmente al Programa de Ingeniería de Alimentos por formarme como profesional íntegra y destacada.

A mis queridas doctoras Claudia Denise De Paula y Mónica Simanca, Directoras de esta investigación, gracias por su entrega, apoyo, cariño, dedicación y enseñanza.

A los Msc, Gabriel Vélez y Beatriz Álvarez, jurados del trabajo de investigación.

Al Ingeniero Carlos Barrera, por su apoyo en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro de Investigaciones Turipaná.

A los Funcionarios de los Laboratorios de la Sede de Berástegui de la Universidad de Córdoba.

TABLA DE CONTENIDO

	Página	
1.	INTRODUCCIÓN	15
2.	REVISIÓN DE LITERATURA	19
2.1	GENERALIDADES DEL YACÓN	19
2.2	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL YACÓN	21
2.3	FORMAS DE CONSUMO Y CONSERVACIÓN	22
2.4	GALLETAS	22
2.5	GALLETAS ELABORADAS CON MEZCLAS DE HARINA	23
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	24
3.2	VARIABLES E INDICADORES	24
3.3	DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DEL YACÓN	25
3.4	OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y DE COLOR DE LA HARINA DE YACÓN	25
3.5	ELABORACIÓN DE GALLETA TIPO DULCE CON MEZCLA DE HARINA DE TRIGO Y YACÓN	27
3.5.1	Caracterización fisicoquímica de la galleta tipo dulce	28
3.5.2	Evaluación del nivel de aceptación de la galleta tipo dulce	28
3.6	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	29
4.	RESULTADOS	30
4.1	COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DEL YACÓN	30
4.2	CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y COLORIMÉTRICA DE LA HARINA DE YACÓN	31
4.2.1	Caracterización fisicoquímica de la harina de yacón	32
4.2.2	Caracterización colorimétrica de la harina de yacón	33

4.3	Caracterización fisicoquímica de la galleta tipo dulce	34
4.4	Evaluación del nivel de aceptación de la galleta tipo dulce	36
4.4.1	Escala “just right”	36
4.4.2	Escala hedónica	37
5.	CONCLUSIONES	40
6.	RECOMENDACIONES	42
7.	BIBLIOGRAFÍA	43
	ANEXOS	49

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Composición nutricional del yacón (100 g de raíz fresca sin cáscara)	21
Tabla 2. Formulación de galletas tipo dulce con mezclas de harina de trigo y de harina de yacón (g/100 g)	27
Tabla 3. Composición fisicoquímica del yacón (g/100 g)	30
Tabla 4. Caracterización fisicoquímica de la harina de yacón	32
Tabla 5. Características de color de la harina de yacón.	33
Tabla 6. Cuadrados medios del análisis de varianza para características fisicoquímicas de las galletas tipo dulce	34
Tabla 7. Características fisicoquímicas de galletas mezclas de trigo/yacón (g/100 g)	34
Tabla 8. Resultados de la aceptación de las galletas tipo dulce con mezcla de harina de trigo/yacón	36
Tabla 9. Resultados de las pruebas de aceptación de las galletas mixtas de trigo y yacón	38

LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO A. PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DE LA GALLETA DULCE DE HARINA DE TRIGO Y DE YACÓN.	50

RESUMEN

El yacón es un tubérculo andino, perteneciente a la familia de Asteraceae, con un sistema de raíz compuesto de cuatro a veinte tubérculos. Es considerado un fruto de sabor dulce y se destaca por sus propiedades medicinales contribuyendo en el control de los niveles de glucosa en la sangre. Los fructooligosacáridos (FOS) se emplean en la elaboración de alimentos funcionales, es decir, aquellos que independientemente de su valor nutritivo ejercen un efecto favorable sobre la salud del consumidor; el mercado de este tipo de productos está en expansión y el yacón podría tener posibilidades para posesionarse dentro de esta línea de productos, ya que se dispone de estudios locales acerca de su aprovechamiento e industrialización y su oferta en el mercado de derivados, por lo que se desarrolló una galleta con mezcla de harina de trigo/yacón. Para llevar a cabo los objetivos del presente estudio se determinó la composición fisicoquímica y sensorial de tres formulaciones de galleta tipo dulce con las siguientes proporciones de harina de trigo-harina de yacón: Tratamiento A (70/30), B (60/40) y C (50/50); los análisis fisicoquímicos se hicieron siguiendo la metodología AOAC y el análisis sensorial consistió en una prueba de aceptación utilizando escalas “just right” (5 puntos) y una prueba hedónica de 9 puntos con 50 catadores consumidores del producto, que evaluaron los atributos de suavidad, textura, sabor, aroma, crocancia, sabor a yacón y apariencia. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones, analizando los datos mediante un análisis de varianza (ANOVA) y un test de Tukey

($p \leq 0,05$). Los resultados mostraron que las formulaciones presentaron alto contenido de carbohidratos, fibra y cenizas con diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) con la formulación control para fibra y extracto etéreo. Los resultados sensoriales con la escala “just right” mostraron que todos los atributos presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las formulaciones; la formulación A obtuvo la puntuación más alta y la control la más baja; y la prueba de aceptación mediante la escala hedónica reveló que los catadores encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para todos los atributos evaluados.

ABSTRACT

The yacon is an Andean tuber, belonging to the Asteraceae family, with a root system composed of four to twenty tubers. It is considered a fruit with a sweet taste and it stands out for its medicinal properties contributing to the control of blood glucose levels. Fructooligosaccharides (FOS) are used in the preparation of functional foods, that is, those that independently of their nutritional value exert a favorable effect on the health of the consumer, the market for this type of products is expanding and yacon could have possibilities to take possession of this line of products, since local studies are available on its use and industrialization and its offer in the derivatives market, for which a biscuit with a wheat / yacon flour mixture was developed. In order to carry out the objectives of this study, the physicochemical and sensory composition of the sweet type A cookie (70% wheat flour, 30% yacon flour) B (60% wheat flour, 40% yacon flour) and C (50% wheat flour, 50% yacon flour) according to AOAC methodology. In addition, an acceptance and preference test was used using "just right" (5 points) and hedonic (9 points) scales, evaluating attributes of smoothness, texture, flavor, aroma, crispness, yacon flavor and appearance; with 50 tasters consumers of the product. A completely randomized design was used in the assembly of the experiment, with three repetitions and the data were subjected to an analysis of variance (ANOVA) and Tukey test ($p \leq 0.05$). The results showed that the formulations presented high carbohydrate and moisture content compared to the other variables, for the "just right" scale all the attributes

presented significant differences ($p \leq 0,05$) between the formulations. Formulation A obtained the highest score and control the lowest, statistically differing from each other ($p \leq 0.05$); while formulations B and C differed ($p \leq 0.05$) from A and Control and were equal to each other ($p \geq 0.05$). For the acceptance test using a hedonic scale, the catadores revealed that there are significant differences ($p \leq 0.05$) for all the evaluated attributes, and when compared with the control treatment, this obtained the lowest scores.

1. INTRODUCCIÓN

El yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) es una raíz autóctona ampliamente cultivada en la región andina, que se pela y se come fresca y es muy refrescante por su alto contenido de agua. Es considerado un alimento nutracéutico o funcional como consecuencia de sus componentes bioactivos: compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, fructooligosacáridos (FOS) con propiedades prebióticas y compuestos antimicrobianos. La palabra Yacón se deriva de la lengua Quechua, que significa Yakku “sin sabor” y Unu “agua”. En Brazil se conoce como papa de dieta, en Perú y Ecuador se llama aricoma o jicama, y en Estados Unidos se conoce como “yacon strawberry” (Paula y Abranches 2015). El yacón es un tubérculo andino, perteneciente a la familia de Asteraceae, con un sistema de raíz compuesto de cuatro a veinte tubérculos. Es considerado un fruto de sabor dulce y se destaca por sus propiedades medicinales contribuyendo en el control de los niveles de glucosa en la sangre. Puede ser consumido naturalmente (crudo y/o en ensaladas) o de forma industrializada como jugo, chips deshidratados, harina, jarabes, entre otros (Aybar *et al.* 2001; Grau y Rea 2009). Asami *et al.* (1991) determinaron que en raíces recién cosechadas el total de FOS representó 67% de la materia seca, mientras que Ohyama *et al.* (1990), encontraron 26% en muestras mantenidas en refrigeración por tres meses.

Los fructooligosacáridos (FOS) se emplean en la elaboración de alimentos funcionales, es decir, aquellos que independientemente de su valor nutritivo ejercen un efecto favorable sobre la salud del consumidor. El mercado de este tipo de productos está en expansión y el yacón podría tener posibilidades para posesionarse dentro de esta línea de productos, ya que se dispone de estudios locales acerca de su aprovechamiento e industrialización y su oferta en el mercado de derivados.

Desde hace muchos años se ha considerado a las galletas como un producto de primera necesidad, debido a la alta aceptabilidad que tiene entre los grupos de todas las edades, por lo cual las investigaciones se centran no solamente en la reducción de calorías (sustitución de las harinas o grasas con reemplazadores de menor contenido calórico), sino también en el incremento del contenido de fibra dietaria (Campbell *et al.* 1994). El consumo de pan y bollería, pastelería, galletas y cereales aparece condicionado por las diferentes características que tienen los individuos que realizan su demanda. Esto es, el tamaño de la población de residencia, el número de personas que componen el hogar, el nivel socioeconómico, la presencia o no de niños en la familia, la situación en el mercado laboral del encargado de realizar las compras o la edad del mismo son variables que intervienen significativamente en la decisión de compra de pan y de bollería, pastelería, galletas y cereales. Así pues, sobre cada uno de estos factores se pueden plantear las divergencias existentes con respecto a la media nacional (Martín 2008).

En Colombia el consumo de galleta es alto, siendo considerada un alimento que permite saciar el hambre, un excelente producto a ofertar a la población y una propuesta alimenticia de alto valor nutritivo cuando se realizan mezclas de harinas para tal fin (Chim *et al.* 2003; Cori y Pacheco 2004; Sudha *et al.* 2007). La utilización de harinas de otras fuentes como de raíces y tubérculos, es una propuesta interesante por los aportes de fibra dietética, almidón resistente y minerales, convirtiendo a estos productos en golosinas de panadería y un alimento que sacian el hambre, promueve

beneficios a la salud asociados a la disminución del colesterol, la prevención del estreñimiento y en la reducción de la tasa de absorción de glucosa (Rebolledo *et al.*, 1999; Bello *et al.*, 2000; Villarroel *et al.* 2003).

El yacón podría convertirse en una oportunidad para complementar la calidad nutricional de la galleta tipo dulce, por sus bondades en nutrientes y la alta cantidad de inulina y de fructooligosacáridos (FOS), los cuales no pueden ser digeridos directamente por el organismo humano, debido a que se carece de enzimas necesarias para su metabolismo, siendo azúcares que tienen pocas calorías y no elevan el nivel de glucosa en la sangre. Estas propiedades han convertido al yacón en un recurso potencialmente importante para el mercado de productos dietéticos y de personas que padecen diabetes. De esta manera, estos compuestos son considerados fibras alimenticias (alimento funcional) presentando un impacto en la industria alimentaria, debido a sus propiedades prebióticas y características tecnológicas como sustituto del azúcar y de grasa, originando productos de bajo valor calórico con características sensoriales satisfactorias (Franck 2002).

La obtención de la harina de yacón para elaborar productos de panificación es una alternativa que agregaría valor al cultivo del yacón, con lo que se lograría aumentar la producción de este tubérculo a escala industrial, con la ampliación del área sembrada, compra segura de su cosecha e indirectamente beneficiando al productor primario con la mejora de sus ingresos. Por otra parte, también se podría obtener una gama de productos procesados (harinas, panes, galletas y otros), incentivando el consumo de alimentos saludables con características funcionales que cumplan los requerimientos y estudios necesarios; por lo que en la presente investigación se determinó la composición fisicoquímica del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y de la harina de yacón, además se determinó la composición fisicoquímica y sensorial de la galletas elaboradas con harina mixta

de trigo y yacón, con el fin de brindarle a la comunidad un alimento elaborado con los mejores estándares de calidad

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DEL YACÓN

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una especie de la familia Asteraceae (Robinson 1978), el cual cultivaban solo en los jardines y huertos caseros hasta hace poco tiempo para el autoconsumo. Sin embargo, recientemente se han empezado a descubrir y difundir algunas de sus propiedades promisorias, motivo por el cual se ha ido generando en la población un creciente interés por este producto. Las plantas de este cultivo producen una raíz de tipo especial, con características particulares, pudiendo ser consumida en forma fresca (cruda), con un sabor dulce agradable y una sensación refrescante después de consumirlo. Es una planta perenne que puede llegar a medir hasta 2,5 metros. Se encuentra en estado silvestre o cultivado desde Venezuela y Colombia hasta Argentina, a lo largo de declives húmedos y valles interandinos secos, entre los 900 a 3200 msnm (Seminario *et al.* 2003; Polanco 2011). Además presenta una gran adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales y tipo de suelos, es fácil de cultivar, es tolerante a enfermedades y plagas, responde bien a la fertilización orgánica y además presenta buena respuesta a la asociación con otras plantas (Grau y Rea 1997; Seminario *et al.* 2003; Polanco 2011).

Colombia al ser un país que se encuentra en la región andina presenta muchas raíces y tubérculos subutilizados con propiedades promisorias (Polanco 2011). En el país se siembra en sistemas

tradicionales de huerta casera o en pequeñas parcelas en asocio con hortalizas, maíz, café, plantas medicinales y árboles frutales; en los departamentos del Caldas, Cauca, Nariño, Huila, Risaralda, Quindío, Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Valle del Cauca (García 2003). Sin embargo, es poco lo que se conoce en el país de esta especie promisoría, lo que conlleva a que reciba muy poca atención por parte de los agricultores, científicos y tomadores de decisiones (García *et al.* 2003; Muñoz 2009). Una de las más importantes cualidades del yacón se debe a que él almacena principalmente inulina y FOS (un tipo especial de azúcares con atributos enormemente beneficiosos para la salud humana), a diferencia de la mayoría de tubérculos y raíces que almacenan sus carbohidratos en forma de almidón, estas características o propiedades han convertido al yacón en una materia prima potencialmente importante para el mercado de productos dietéticos y de personas que padecen diabetes. La inulina y FOS, no pueden ser asimilados por el organismo humano por carecer de las enzimas necesarias para su metabolismo, proporcionando de esta manera un nivel inferior de calorías en comparación con la sacarosa, siendo una excelente opción para las dietas hipocalóricas y para los diabéticos, se presume, principalmente por estudios realizados en animales, que este tipo de azúcar ayuda a reducir los niveles de azúcar y colesterol en la sangre; mejora la salud gastrointestinal, ya que favorece la proliferación de bacterias benéficas al organismo (probióticos); reduce los riesgos de padecer de cáncer de colon; mejora la asimilación de calcio y tiene un efecto favorable para el estreñimiento (Seminario *et al.* 2003; Manrique *et al.* 2005; Polanco 2011).

Los FOS pueden ser considerados como alimentos funcionales ya que entre sus propiedades se encuentran disminuir los niveles de colesterol y triglicéridos, aumentando la absorción del calcio y magnesio, facilitando la motilidad intestinal y reduciendo el riesgo de desarrollar cáncer de colon (Velezmoro 2004). A diferencia de los azúcares comunes, los FOS son absorbidos en el intestino

delgado en forma de glucosa que pasan directamente al colon y se fermentan completamente hasta formar ácidos grasos de cadena corta (Cummings *et al.* 2001). Scott *et al.* (2000) pronosticaron que los cultivos de raíces y tubérculos serían un componente importante en el sistema alimentario global hacia el 2020, por lo cual es fundamental el estudio y priorización del cultivo de especies vegetales con actividad validada o con demanda creciente en el mercado internacional, de la mano con la investigación agronómica, agroindustrial, fotoquímica y clínica como lo propone Li (2006).

2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL YACÓN

A diferencia de otras raíces comestibles, del 85 al 90% del peso fresco de este tubérculo es agua; los carbohidratos representan el 90% del peso seco de las raíces recién cosechadas, de los cuales entre el 50 al 70% son fructoligosacáridos (FOS), el resto de los carbohidratos lo conforman la sacarosa, fructuosa, y glucosa (Ohyama *et al.* 1990; Asami *et al.* 1991 citados por Seminario *et al.* 2003) (Tabla 1).

Tabla 1. Composición nutricional del yacón (100 g de raíz fresca sin cáscara).

COMPUESTO	RANGO
Agua	85 – 90 g
Oligofructuosa(OF)	6 – 12 g
Azúcares simples	1.5 – 4 g
Proteínas	0.1 – 0.5 g
Potasio	185 – 295 mg
Calcio	6 – 13 mg
Calorías	14 – 22 kcal

Fuente: Manrique *et al.* (2004).

2.3 FORMAS DE CONSUMO Y CONSERVACIÓN

Anteriormente el yacón se consumía de forma fresca o cruda, lavando, pelando y consumiéndose directamente o mezclándolo con otras frutas. En los últimos años se han desarrollado varios

productos procesados, a base del yacón, como son las hojuelas y el jarabe. Inclusive puede ser consumido por diabéticos en dosis controladas, ya que los FOS no elevan el nivel de glucosa en la sangre. Pruebas sensoriales y estudios preliminares de mercado han demostrado que su jarabe tiene un gran potencial en el mercado internacional (Manrique *et al.* 2005). Se ha reportado que sus raíces y su jarabe tienen efectos significativos en la reducción de los niveles de glucosa en la sangre en personas clínicamente sanas (Mayta *et al.* 2004) y en personas con diabetes tipo 2. Otra forma no muy común de consumirlo, es como té; esta forma de consumirlo en infusión se originó en Japón y se recomienda como tratamiento de la diabetes, aunque no exista evidencia científica. En la actualidad Japón y Brasil son los países que producen mayor cantidad de té de yacón (Manrique *et al.* 2003).

2.4 GALLETAS

Las galletas son uno de los productos de gran demanda y de bajo costo de producción, que por ser un alimento que permite saciar el hambre, se consideran un buen vehículo para hacer llegar a la población una propuesta alimenticia de alto valor nutritivo (Chim *et al.* 2003; Cori y Pacheco 2004; Sudha *et al.* 2007). La utilización de harinas de otras fuentes como de raíces y tubérculos, resulta en una propuesta interesante por los aportes de fibra dietética, almidón resistente y minerales, que convierte a estos productos de panadería en un alimento que además de saciar el hambre, puede llegar a promover beneficios a la salud, asociados a la disminución del colesterol, la prevención del estreñimiento y en la reducción de la tasa de absorción de glucosa, por ejemplo en el caso particular de la fibra dietética, se puede reconocer la absorción de la glucosa como un agente terapéutico para aquellas personas que sufren de diabetes, personas con problemas de las coronarias y con padecimientos digestivos (Rebolledo *et al.* 1999; Bello *et al.* 2000; Villarroel *et al.* 2003). Entre las propiedades de calidad más importantes de las galletas, están las

relacionadas con las características físicas (contenido de humedad, actividad de agua), ópticas (color y apariencia), texturales (fuerza de compresión, relajación, tensión), sensoriales (aroma, sabor, color) y nutricionales (contenido de carbohidratos, proteínas, fibra, minerales) (Moiraghi *et al.* 2005).

2.5 GALLETAS ELABORADAS CON MEZCLAS DE HARINA

Actualmente se dispone de diferentes investigaciones que utilizan mezclas de harinas de diferentes tipos de cereales, leguminosas, raíces y tubérculos, los cuales han demostrado que la elaboración de productos de panadería y repostería como las galletas a base de harinas de mezclas de estos, pueden llevar al consumidor una alternativa para mejorar su ingesta de aminoácidos esenciales, carbohidratos y minerales, los cuales mejoran el potencial nutricional del consumidor. Al efectuar una mezcla de harina de trigo con harina de arveja para elaborar productos de panificación podría obtenerse un alimento complementario, de bajo costo, como una alternativa diferente para contribuir, junto con otros alimentos, a mejorar la alimentación de grupos de población, opción que aún no ha sido ampliamente explotada en la elaboración de alimentos (Godoy 2010).

Hernández (2009) estudió la alternativa para mejorar la ingesta de aminoácidos esenciales, mediante la oferta de un producto de panadería con inclusión de harina de quinua con diferentes formulaciones de galleta tipo base, con apariencia similar a las de los productos del mercado de panadería tradicional.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas utilizadas para la elaboración del producto fueron: mezclas de harina de trigo/harina de yacón como ingrediente principal; polvo de hornear, levadura, margarina y azúcar como ingredientes secundarios. Las materias primas fueron adquiridas en el comercio local de la ciudad de Montería. El universo lo constituyen 2 Kg de las diferentes formulaciones.

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Esta investigación fue de tipo experimental. El estudio se realizó en la Planta Piloto de Vegetales, los Laboratorios de Análisis de Alimentos y de Análisis Sensorial pertenecientes al Departamento de Ingeniería de Alimentos, de la Universidad de Córdoba, localizados en la sede Berástegui, municipio de Ciénaga de Oro a 25 kilómetros de la ciudad de Montería, en una ubicación geográfica de: 8° 53' de latitud norte y 75° 42' longitud occidental.

3.2 VARIABLES E INDICADORES

Variabes Independientes: Formulaciones de galletas con mezclas de harina de trigo/harina de yacón.

Variables Dependientes:

- Análisis fisicoquímicos: humedad, cenizas, proteína, grasa bruta, fibra bruta, carbohidratos
- Prueba de preferencia.
- Prueba de aceptación.

3.3 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DEL YACÓN

La composición fisicoquímica de las raíces de yacón se realizó por medio de análisis de: humedad (AOAC 945.43/1990), extracto etéreo (AOAC 920.39C/1999), proteína bruta (AOAC 950.36/1980), cenizas (AOAC 923.03/2005) y fibra bruta (AOAC 950.37/1990).

El porcentaje de carbohidratos totales se calculó sumando los análisis anteriores por la diferencia de 100, según la fórmula:

$$\% \text{ carbohidratos} = 100 - (\% \text{ de humedad} + \% \text{ de extracto etéreo} + \% \text{ de proteína bruta} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ de fibra bruta}).$$

3.4 OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y DE COLOR DE LA HARINA DE YACÓN

Inicialmente, se realizó la clasificación, inspección y pesaje de la materia prima; posterior a ello se lavaron las raíces con agua clorada (hipoclorito de sodio 200 ppm) y el pelado manual se hizo utilizando cuchillo de acero inoxidable, como se detalla en la Figura 1. Para evitar la oxidación se adicionó 2% de metabisulfito de sodio (Montarroyos *et al.* 2010).

El proceso de secado se realizó acorde con lo propuesto por Marangoni (2007), reduciendo el tamaño de partícula para aumentar la superficie de secado, colocando las rodajas de yacón en una bandeja (30 x 30 x 3,5 cm); se utilizó un secador de convección forzada (Binder UDK 250), a una

temperatura de 55 °C/72 h. Posteriormente, el yacón seco se pasó por un molino pulverizador, hasta obtener reducción de partícula (100 µm). La harina obtenida se almacenó en bolsas plásticas de polietileno, selladas en selladora de plásticos hasta su uso.

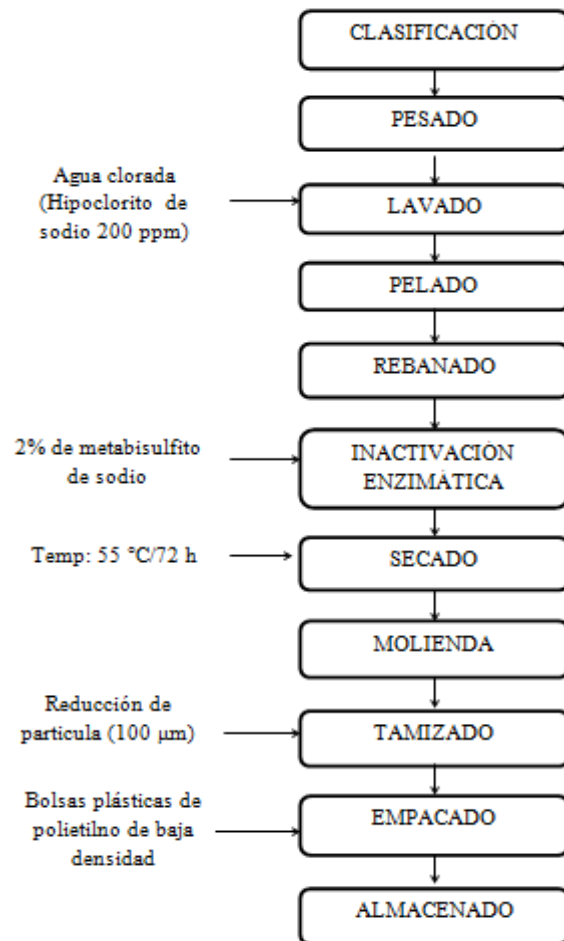


Figura 1. Flujograma harina de yacón (Montarroyos *et al.* 2010).

El color se cuantificó por medio de un colorímetro triestímulo con lectura directa de reflectancia de las coordenadas de cromaticidad "L" (luminosidad), "a" (tonalidades de rojo a verde), y "b" (tonalidades de amarillo a azul), empleándose escala Hunterlab. En este sistema de color, corregido

por la CIELab, los valores L* (Luminosidad) varían de cero (negro) a cien (blanco), los valores de -a* (verde) hasta +a* (rojo) y los de b* varían de -b* (azul) hasta +b* (amarillo) (Hunterlab 1998). La diferencia de color (ΔE^*) fue determinada según la Ecuación 1. El patrón utilizado para el cálculo del ΔE^* fue la harina de trigo.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad \text{Ecuación 1}$$

3.5 ELABORACIÓN DE GALLETA TIPO DULCE CON MEZCLA DE HARINA DE TRIGO Y YACÓN

Las formulaciones de las galletas tipo dulce fueron obtenidas con la mezcla de los ingredientes en tres (3) diferentes proporciones (Tabla 2). Además se utilizó un tratamiento control el cual se elaboró con 100% de harina de trigo.

Tabla 2. Formulación de galletas tipo dulce con mezclas de harina de trigo y de harina de yacón (g/100 g).

Ingredientes	Formulaciones (g/100 g)			
	Tratamiento control (100-0%)	A (70-30%)	B (60-40%)	C (50-50%)
Harina de trigo	55,56	38,89	33,34	27,78
Harina de yacón	-	16,67	22,22	27,78
Polvo de hornear	2,22	2,22	2,22	2,22
Levadura	7,11	7,11	7,11	7,11
Azúcar	32,89	32,89	32,89	32,89
Margarina	2,22	2,22	2,22	2,22

En la Figura 2 se puede observar el flujograma para la obtención de las galletas tipo dulce, con mezclas de harina de trigo/yacón.

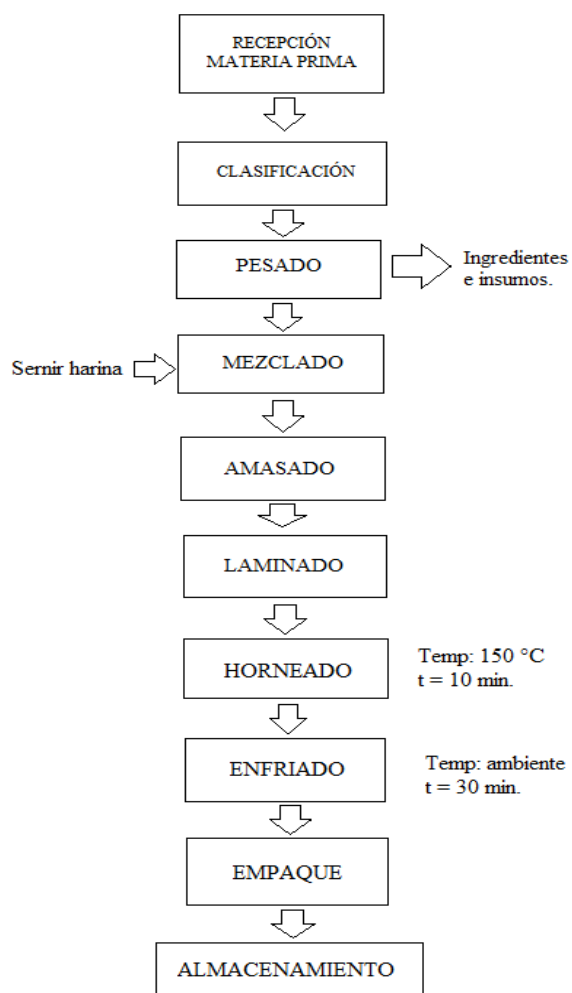


Figura 2. Flujograma para la obtención de las galletas con mezclas de harina de trigo/yacón

3.5.1 Caracterización fisicoquímica de la galleta tipo dulce

La caracterización fisicoquímica de las galletas se realizó según procedimiento realizado en el numeral 3.3.

3.5.2 Evaluación del nivel de aceptación de la galleta tipo dulce

Inicialmente las muestras fueron servidas en platos plásticos blancos, codificados con números aleatorizados de tres dígitos, presentadas simultáneamente y en orden aleatorio a los catadores. Se

evaluó la aceptabilidad de las muestras elaboradas con harina mixta (yacón/trigo) con la participación de 50 consumidores potenciales del producto reclutados verbalmente. Para esto fueron utilizadas escalas del tipo “just right” que permitieron evaluar la intensidad de un atributo relativo a un criterio mental de los catadores. Estas escalas combinan la dimensión hedónica con la dimensión de intensidad, resultando en una escala que va de “no fuerte o suficiente” a “muy fuerte”, con el punto medio correspondiente al ideal “just right” (Mori 1996). Los atributos a ser evaluados fueron el sabor, suavidad, crocancia, textura, color e impresión global. Además, se utilizó una escala hedónica de 9 puntos donde 1 es “Me disgusta extremadamente”, y 9 “Me gusta extremadamente”, para evaluar los atributos de apariencia color, aroma, textura y sabor (Anexo A).

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para este estudio se empleó un diseño completamente aleatorizado en el montaje del experimento, con tres repeticiones y los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y para la comparación entre medias, se utilizó el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL YACÓN

Los resultados obtenidos del análisis de composición fisicoquímica del yacón (*Smallanthus sonchifolius*), se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición fisicoquímica del yacón (g/100 g).

Parámetro	Contenido
Humedad	86,77 ± 0,29
Proteína bruta (b.s)	1,27 ± 0,08
Extracto etéreo (b.s.)	0,53 ± 0,07
Cenizas (b.s.)	0,57 ± 0,06
Fibra bruta (b.s.)	0,83 ± 0,03
Carbohidratos	88,15 ± 0,25

* Promedio de 3 repeticiones ± desviación estándar.

Los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica del yacón muestran un alto contenido de humedad (86,77%), el cual es mayor al reportado por Mindani (2008) de 86,46%. Estos resultados son consistentes con las recopilaciones de Hermann *et al.* (1999), que indica que el contenido de agua en las raíces de yacón oscilan entre un 70 y 93%, dependiendo de varios factores como el lugar de procedencia, condiciones de almacenamiento y método de secado para su determinación.

El contenido de proteína de 1,27% es menor al encontrado por Coronado (2013), cuyas investigaciones arrojaron un valor de 5,5%; pero hay coincidencia con los estudios de Hermann *et al.* (1999) cuyo rango varía entre 1,3 y 7,3% en base seca.

El contenido de extracto etéreo fue de 0,53%, el cual es un valor intermedio entre el indicado por Coronado (2013) de 0,95% y por Mindani (2008) de 0,07%.

El contenido de ceniza de 0,57% es bajo en comparación a los valores encontrados por Hermann *et al.* (1999) el cual reporta valores entre 1,1% y 6,7% en base seca, pero mayor al de Marangoni (2007) con un valor de 0,15% de cenizas.

Por otra parte, el contenido de fibra (0,82%) es cercano al de Coronado (2013) (0,85%), pero inferior al reportado por Hermann *et al.* (1997) (1 y 5,7% en base seca).

El contenido de carbohidratos (88,15%) es superior al resultado encontrado por Mindani (2008) (83,06%) y cercano al de Coronado (2013) (87,5%). Estos valores resultan interesantes, dado que el yacón se destaca por su alto contenido de carbohidratos siendo en su mayoría los FOS que pueden encontrarse entre 50 y 70% en base seca, seguido de glucosa, fructuosa y sacarosa.

4.2 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA Y COLORIMÉTRICA DE LA HARINA DE YACÓN

A continuación se detallan los resultados de la caracterización fisicoquímica y colorimétrica de la harina de yacón.

4.2.1 Caracterización fisicoquímica de la harina de yacón

Los resultados obtenidos del análisis de la harina de yacón, se pueden visualizar en la Tabla 4.

Tabla 4. Caracterización fisicoquímica de la harina de yacón.

Parámetro	Contenido
Humedad	5,77 ± 0,20
Proteína bruta (b.s)	0,85 ± 0,03
Extracto etéreo (b.s.)	0,67 ± 0,11
Cenizas (b.s.)	4,26 ± 0,10
Fibra bruta (b.s.)	0,76 ± 0,02
Carbohidrato	87,66 ± 0,30

* Promedio de 3 repeticiones ± desviación estándar.

Los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica de la harina muestran un porcentaje de humedad de 5,77, inferior al reportado por Marangoni (2007) cuyo valor es de 15,42%; pero superior al reportado por Valdez *et al.* (2013) y Mosccato *et al.* (2006) con un porcentaje de humedad de 4,50 y 4,37%, respectivamente.

El contenido de proteína (0,85%) es relativamente inferior al reportado por Marangoni (2007) con un valor de 1,76%, esto podría deberse a las variedades y formas de cultivo, así como a la época de siembra, el tipo de suelo y los factores ambientales (Salvatierra 2015)

El contenido de extracto etéreo fue de 0,67%, valor cercano a los reportados por Valdez *et al.* (2013) y Moscatto *et al.* (2006) (0,69% y 0,70% respectivamente), e inferior al contenido de la harina de trigo, que según estudios Incap (2007) reportan valores de 9,72%.

El contenido de cenizas 4,26% es superior al reportado por (Valdez *et al.* 2013) con un valor de 3,66% y cercano al de Moscatto *et al.* (2006) con 4,55%. Al comparar con el valor para la harina de trigo (Incap 2007) con 4,21%, se observa similitud en los resultados.

El contenido de fibra encontrado de 0,76% es inferior al reportado por Rodrigues *et al.* (2011) cuyo valor es de 2,72, y superior al de la harina de trigo (Incap 2007)

El contenido de carbohidratos fue de 87,66%, valor superior al reportado por Moscatto *et al.* (2006) (82,49%); una de las posibles causas de esta variación podrían ser el tipo de yacón y el método para determinar los carbohidratos.

4.2.2 Caracterización colorimétrica de la harina de yacón

La Tabla 5 muestra los resultados del análisis del color de la harina de yacón. Se observa que los valores arrojados en la prueba de color para la harina de yacón, el valor de luminosidad (L^*) de 61,70 indica que presenta valores más bajos que los reportados por Marangoni (2007) y Valdez (2013) con valores de 75,79 y 83,99, respectivamente; lo que indica que representan más luminosidad que la harina estudiada en este trabajo.

Tabla 5. Características de color de la harina de yacón.

Parámetros	Harina de yacón
L^*	61,70±0,58
a^*	9,19±0,27
b^*	36,6±0,16
ΔE	21,34±0,36

*Promedio de 3 repeticiones \pm desviación estándar.

Los valores registrados para (a^*) y (b^*) en la harina fueron 9,19 y 36,60 respectivamente; los cuales indican que la harina estudiada tiene una tendencia hacia la coloración rojiza y amarillenta, con menor intensidad que la de trigo, con valores de 2,63 y 25,1, respectivamente.

El valor de la diferencia total de color (ΔE) arrojó un resultado de 21,34, que al compararlo con los valores reportados para la harina de trigo (Montoya *et al.* 2012) fue de 92,53, indicando que la harina de yacón es mucho más oscura que la harina de trigo.

4.3 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LA GALLETA TIPO DULCE

Las formulaciones de las galletas de harina de yacón y trigo generaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,01$) en la caracterización fisicoquímica para todas las variables estudiadas (Tabla 6).

Tabla 6. Cuadrados medios del análisis de varianza para características fisicoquímicas de las galletas tipo dulce.

Fuente de Variación	G.L.	Humedad	Proteína	EE	Cenizas	Fibra	CHO
Tratamiento	3	9,52**	0,39**	7,99**	0,63**	197,71**	20,65**
Error	8	0,13	0,02	0,01	0,04	1,39	0,10
Total	11						
C.V		5,84	5,87	1,07	9,99	1,53	0,43
\bar{X}		6,23	2,57	7,80	2,12	7,68	73,59

*EE: extracto etéreo; CHO: carbohidratos.

En el Tabla 7, se presentan los resultados de la composición fisicoquímica de las galletas tipo dulce elaborada con mezcla de harina trigo/yacón, comparadas con las galletas elaboradas con 100% de harina de trigo (control). Se encontró que el contenido de humedad para todas las galletas elaboradas con mezcla de trigo/yacón la humedad fue inferior al arrojado por las galletas elaboradas con 100% harina de trigo, con las galletas en la relación 70/30 presentaron valores más bajos (4,24%).

Tabla 7. Características fisicoquímicas de galletas mezclas de trigo/yacón (g/100 g)*.

Tratamiento	Humedad	Proteína	E.E.	Cenizas	Fibra	CHO
A (70/30)	4,24±0,07c	2,43±0,22b	7,65±0,11b	2,22±0,19a	6,59±0,013a	78,86±0,16a
B (60/40%)	5,80±0,42b	2,53±0,19b	7,84±0,08b	2,11±0,37a	8,06±0,05b	73,66±0,37b
C (50/50%)	6,34±0,57b	2,26±0,05b	9,85±0,05 ^a	2,63±0,01a	8,48±0,18a	70,44±0,47c
Control	8,50±0,10a	3,04±0,06a	5,86±0,07c	1,52±0,06b	7,61±0,03c	73,42±0,03b

* Promedio de 3 repeticiones ± desviación estándar.

** Medias en la misma columna con letras diferentes difieren entre sí por el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para el contenido de proteína se observa diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre las galletas con harina de trigo/yacón y el control; siendo las galletas con mezclas de harina de trigo/yacón iguales entre sí. Estos valores son inferiores a los reportados por Valdez (2013) con un valor de 6,2%, lo cual era de esperarse debido al bajo aporte de éstos en la harina de yacón (Tabla 4).

Sin embargo, el contenido de extracto etéreo para las galletas con mezcla de harina trigo/yacón fue estadísticamente diferente ($p \leq 0,05$) cuando comparado con el control; pero las relaciones 70/30 y 60/40 fueron estadísticamente iguales ($p \geq 0,05$).

Para el contenido de cenizas las galletas de trigo/yacón en todas las relaciones fueron iguales entre sí ($p \geq 0,05$), pero diferentes ($p \leq 0,05$) en relación al control; ésta presentó menor valor para dicha característica. La literatura reporta para galletas elaboradas con harina de trigo un máximo de 2,63%, lo que indica que desde el punto de vista nutricional podría inferirse en un aporte de la fuente de minerales (López 2002); observando que las galletas con las mezclas trigo/yacón están más próximas a estos valores.

El contenido de fibra para las galletas de trigo/yacón varía entre sí, pero al compararlo con las galletas con 100% harina de trigo fue superior. Pacheco (2005) elaboró galletas con mezcla de harina de plátano verde y trigo, reportando que esto se puede deber a varias implicaciones en la elaboración de las galletas, por ejemplo su influencia sobre la viscosidad y los requerimientos de la masa para la formación y textura de la galleta durante el horneado, ya que un mayor contenido de fibra en la harina mixta, varía las propiedades reológicas, aumenta la absorción de agua, espesa y reduce el volumen de la masa.

El contenido de carbohidratos para las galletas de trigo/yacón en la relación 70/30 fue mayor que el de las galletas con 100% de harina de trigo (78,86 y 73,42% respectivamente), esto concuerda con algunos estudios que reportan que utilizar mezclas de harinas de diferentes tipos de cereales,

raíces y tubérculos para la elaboración de productos de panadería y repostería pueden llevar al consumidor una alternativa para mejorar su ingesta de aminoácidos esenciales, carbohidratos y minerales, los cuales mejoran el potencial nutricional del mismo (Godoy 2010).

4.4 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE ACEPTACIÓN DE LA GALLETA TIPO DULCE

La aceptación de la galleta tipo dulce con harina de yacón mediante la prueba just right y la prueba de aceptación mediante escala hedónica se presentan a continuación.

4.4.1 Escala “just right”

Los resultados de la prueba de aceptación utilizando escala “just right” se pueden observar en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados de la aceptación de las galletas tipo dulce con mezcla de harina de trigo/yacón.

Formulaciones	Atributos			
	Suavidad	Crocancia	Sabor yacón	Color
A (70-30)	2,70±a	2,94±a	2,82±a	2,32±b
B (60-40)	2,36±b	2,10±b	2,72±a	3,00±a
C (50-50)	3,00±a	1,84±b	2,96±a	3,22±a
Control	2,16±b	1,50±c	1,90±b	1,54±c

* Promedio de 3 repeticiones ± desviación estándar.

**Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Se observa que todos los atributos presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las formulaciones. Los resultados obtenidos muestran que para el atributo suavidad todas las formulaciones ubicaron entre los términos “Un poco más suave de cómo me gusta” a “Suave como me gusta”.

Para la crocancia, las formulaciones A y B ubicaron entre los términos “Un poco más crocante de lo que me gusta” a “Crocante como me gusta”; mientras que las formulaciones C y control se ubicaron entre “Mucho más crocante de lo que me gusta” a “Un poco más crocante de lo que me gusta”. La formulación A obtuvo la puntuación más alta y la control la más baja, difiriendo estadísticamente entre sí ($p \leq 0,05$); mientras que las formulaciones B y C, difirieron ($p \leq 0,05$) de la A y Control y fueron iguales entre sí ($p \geq 0,05$).

En cuanto al atributo sabor a yacón, las formulaciones A, B y C fueron iguales entre sí ($p \geq 0,05$) ubicándose entre los términos “Un poco más sabor de lo que me gusta” y “Sabor como me gusta”; y fueron diferentes de la control ($p \leq 0,05$), la cual quedó ubicada entre “Mucho más sabor de lo que me gusta” y “Un poco más sabor de lo que me gusta”.

La formulación control difirió estadísticamente ($p \leq 0,05$) en relación al atributo color de las formulaciones A, B y C, siendo las formulaciones B y C estadísticamente iguales entre sí ($p \geq 0,05$), difiriéndose de la formulación A ($p \leq 0,05$). La formulación control obtuvo la menor puntuación ubicándose entre los términos “Mucho más oscuro de lo que me gusta” a “Un poco más oscuro de lo que me gusta”. La formulación A ubicó entre los términos “Un poco más oscuro de lo que me gusta” a “Oscuro cómo me gusta”, la formulación B en el término “Oscuro cómo me gusta”; mientras la C entre “Oscuro cómo me gusta” y “Un poco menos oscuro de cómo me gusta”.

4.4.2 Escala hedónica

Fueron utilizados 50 catadores consumidores para evaluar la aceptación por medio de la escala hedónica de 9 puntos, teniendo en cuenta los atributos de apariencia, color, aroma, textura y sabor, arrojando los resultados obtenidos en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultados de las pruebas de aceptación de las galletas mixtas de trigo y yacón.

Formulaciones	Atributos				
	Apariencia	Color	Aroma	Textura	Sabor
A	7,04±a	6,84±a	7,36±a	7,26±a	7,12±a
B	6,32±a	6,80±a	6,4±b	5,52±c	6,20±b
C	6,80±a	6,90±a	6,38±b	5,88±b	6,34±b
Control	4,76±b	4,98±b	5,44±c	4,72±c	5,58±b

* Promedio de 3 repeticiones ± desviación estándar.

** Medias en la misma columna con letras diferentes difieren entre sí por el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Según el análisis realizado los catadores revelaron que hay diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para todos los atributos evaluados, cuando al compararlos con el tratamiento control, esta obtuvo los menores puntajes. Para el atributo apariencia las muestras con mezclas de harina/yacón fueron estadísticamente iguales entre sí ($p \geq 0,05$), ubicándose entre los términos hedónicos “Me gusta ligeramente” a “Me gusta mucho”, desatándose la formulación A con el mayor puntaje.

Para el atributo color, se observó que las formulaciones con harina de trigo/yacón fueron estadísticamente iguales entre sí ($p \geq 0,05$) y diferentes de la control ($p \leq 0,05$). Las formulaciones A, B y C se ubicaron entre los términos “Me gusta ligeramente” a “Me gusta moderadamente”; en cuanto la formulación control entre los términos “Me disgusta ligeramente” a “Indiferente”.

Observando los resultados para el atributo aroma la formulación A difiere estadísticamente ($p \leq 0,05$) de las demás formulaciones; las B y C son iguales entre sí ($p \geq 0,05$) y difieren de la control ($p \leq 0,05$); siendo esta la de menor puntuación. La formulación A ubicó entre los términos hedónicos “Me gusta moderadamente” a “Me gusta mucho”; las B y C entre “Me gusta ligeramente” a “Me gusta moderadamente”, en cuanto a la control entre “Me disgusta ligeramente” a “Indiferente”.

Para la textura, nuevamente se destaca la formulación A con el puntaje más alto, ubicándose entre los términos “Me gusta moderadamente” a “Me gusta mucho”; difiriéndose de las demás formulaciones ($p \leq 0,05$). La segunda mayor puntuación la obtuvo la formulación C, ubicada entre

“Indiferente” y “Me gusta ligeramente”; mientras las formulaciones B y control son iguales entre sí ($p \geq 0,05$), las cuales la formulación B ubicó entre los términos hedónicos igual al de la formulación C y la control entre “Me disgusta ligeramente” a “Indiferente”.

El sabor de la formulación A difirió estadísticamente ($p \leq 0,05$) de las formulaciones B, C y control, siendo éstas iguales entre sí ($p \geq 0,05$). La formulación A se ubicó entre los términos “Me gusta moderadamente” a “Me gusta mucho”; mientras las B y C entre “Me gusta ligeramente” a “Me gusta moderadamente” y finalizando la control con la menor puntuación se ubicó entre “Indiferente” a “Me gusta ligeramente”.

De la discusión anterior se podría seleccionar la formulación A (relación harina de trigo/yacón 70/30) como la más aceptada.

5. CONCLUSIONES

La composición fisicoquímica del yacón arrojó valores altos de carbohidratos (88,15%) y de humedad (86,77%), y bajos valores de proteína (1,27%), extracto etéreo (0,53%), cenizas (0,57%) y fibra bruta (0,82%), que son característicos de los tubérculos.

Al caracterizar fisicoquímicamente la harina de yacón se encontró que tiene un bajo porcentaje de humedad (5,77%), proteína (0,85%), extracto etéreo (0,67%) y fibra (0,76%), y porcentajes altos de cenizas (4,26%) y carbohidratos (87,66%); estos valores son similares a los reportados en la literatura.

El patrón colorimétrico de la harina de yacón presentó menos luminosidad que la harina de trigo y los parámetros a^* y b^* marcaron una leve tendencia hacia la coloración rojiza y amarillenta respectivamente; la harina se caracterizó con apariencia de polvo fino no uniforme, con tendencia a la aglomeración de partículas, de color natural con tonalidades amarillas, olor dulce y suave.

Las formulaciones de la galleta tipo dulce con mezcla de harina de trigo/yacón se caracterizaron por presentar un alto contenido de carbohidratos, fibra y cenizas, con diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) con la formulación control para fibra y extracto etéreo; el porcentaje de proteínas para las

formulaciones con 70/30, 60/40 y 50/50 no presentaron diferencias significativas entre sí, pero a su vez fueron estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) al compararlas con la muestra control (3,04%); en cuanto al contenido de extracto etéreo la formulación control obtuvo el menor resultado.

Mediante la prueba de aceptación utilizando la escala “just right” los catadores encontraron diferencias significativas entre las formulaciones de galleta tipo dulce; sobresaliendo la formulación A con una proporción de 70/30 de harina de yacón y harina de trigo respectivamente, la cual obtuvo las mejores calificaciones en todos los atributos, excepto el color.

A través de la prueba de aceptación con escala hedónica los catadores encontraron diferencias significativas para todos los atributos evaluados; destacándose la formulación A con las mayores puntuaciones que van entre los términos hedónicos “Me gusta mucho” y “Me gusta moderadamente” para los atributos de apariencia, aroma, textura y sabor; mientras que para el color los catadores asignaron los términos “Me gusta ligeramente” a “Me gusta moderadamente”; por lo tanto se considera la formulación A como la más aceptada.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda estudiar diferentes metodologías para la obtención de la harina de yacón con variaciones de tiempos y temperaturas para la conservación de los FOS y poder cuantificarlo.

Analizar el contenido de fibra dietaria mediante métodos enzimáticos u otros métodos convencionales, e incluir la cuantificación de los fructooligosacáridos.

Realizar ensayos con otras mezclas de harina de trigo/yacón y otras proporciones de ingredientes, que permitan observar la variación de los contenidos fisicoquímicos y nutricionales totales en una misma muestra, utilizando diferentes variedades de yacón.

7. BIBLIOGRAFÍA

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis of the AOAC. 15 th edition. Washington, USA.

Asami, T., Minamisawa, K., Tsuchiya, T., Kano, K., Hori, I., Ohyama, T., Kubota, M. y Tsukihashi, T.1991. Fluctuation of oligofructan contents in tubers of Yacón (*Polymnia sonchifolia*) Soil Science and Plant Nutrition.62 (6): 621-627.

Aybar, M.J., Sánchez Riera, A.N., Grau, A. y Sánchez, S.S. 2001. Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallantus sonchifolius* (yacón) leaves in normal and diabetic rats. J. Ethnopharmacol. 74(2): 125-32.

Bello, L., Sayazo, S., Villagomez, L. y Montiel, L. 2000. Almidón de plátano y calidad sensorial de dos tipos de galletas. Agrociencia 34: 553-560.

Campbell L., Keteisen, S y Antenuci, R. 1994. Formulating oatmeal cookies with calories sparing ingredients. Food Tech. 48(5): 101-105.

Cori, M. y Pacheco, E. 2004. Efecto de la suplementación de galletas dulces tipo oblea con harina desgrasada de girasol sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Rev. Fac. Agr. 30: 109-122.

- Coronado, A. 2013.** Elaboración de la harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probióticas. Tesis de grado Para optar el Título de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Facultad De Farmacia Y Bioquímica.
- Cummings, J.H., Macfarlane, G.T. y Englyst, H.N. 2001.** Prebiotic digestión and fermentation. American Journal of Clinical Nutrition 73: 415S-420S.
- Chim, A., López, J. y Betancur, D. 2003.** Incorporación de fracciones de almidón primario y secundario de *Canavalia ensiformis L.* y *Phaseolus lunatus L.* en galletas. Acta Cient. Venez. 54(2): 138-147.
- Franck, A. 2002.** Technological functionality of inulin and oligofructose. British Journal of Nutrition 87(2): 287-291.
- García, R. A. 2003.** Estudio fitoquímico y nutricional de *Smallanthus Sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Distribución geográfica y adaptación del vegetal en tres pisos térmicos colombianos. Trabajo de Grado de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad del Tolima. Colombia.
- Godoy, R. M. G. 2010.** Análisis químico, evaluación sensorial y valor proteico de una galleta de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de arveja dulce (*Pisum sativum*). Tesis Maestría en Alimentación y Nutrición. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Grau, A. y Rea, J. 2009.** Yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. In:
- Hermann, M., Freire, J y Pazos, C. 1999.** Compositional Diversity of the Yacón storage Root. Impact of a Changing World. CIP Program report (1997-1998) Lima- Perú. Pp 425-432.
- Hoojjat P and Zabik M. 1984.** Preparación de Galletas con mezclas de semillas de trigo duro, alverjas, frijol y sésamo. Cereal Chem. 61(1): 41-44p.

HunterLab. 1998. User´s manual with universal software versions 3.5. Reston: HunterLab.

INCAP. 2007. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, GT. Tabla de Composición de Alimentos. 2da.ed. Guatemala, INCAP. 126 p.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA ORT. 2009. [Buenos Aires (Argentina)]. ANALISIS BROMATOLOGICO; Introducción a la bromatología. Documento en pdf 38pp.

Li Pereira, E. 2006. Estado del arte del sector de plantas medicinales en Perú. Proyecto: El futuro de las Plantas Medicinales del Altiplano y Los Valles Centrales de los Andes. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). Documento en PDF 61pp.

López, L. 2002. Galletas con valor nutricional agregado. Revista Ind. Data Perú 5(1):3-7.

Manrique, I., y Hermman, M. 2003. El potencial de yacón en la salud y nutrición. XI Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Cochabamba, Bolivia, 15 – 19 Octubre, 2003. Centro internacional de la papa.

Manrique, I., Párraga, A.y Hermann, M. 2004. Jarabe de yacón: Principios y procesamiento. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) No. 8A.Lima Perú: Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Fundación Erbacher, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación.

Marangoni, AL. 2007. Potencialidad de la aplicación de harina de Yacon. (*Polymnia sonchifolia*) en productos a base de cereales. Campiñas (SP): Universidad e Estadual de Campinas – Unicamp.

Martín, J. 2008. Evolución de los hábitos de compra y consumo en España: 1987-2007, dos décadas del Panel de Consumo Alimentario, Distribución y Consumo, nº 100, Julio-Agosto.

Mayta, P., Payano, J., Peláez, J., Pérez, M., Pichardo, L., y Pucán, L. 2004. Imbiomed. Ciencia e investigación Médica Estudiantil

Latinoamericana.:http://imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_revista=126&id_seccion=2047&id_ejemplar=3169&id_articulo=30904.

Mindani, G.2008. Influencia de las condiciones de proceso en el secado por liofilización del yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl. Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Postgrado. Especialidad en Tecnología de Alimentos.

Moiraghi, M., Ribotta, P., Aguirre, A., Pérez, G. y León, A. 2005. Análisis de la aptitud de trigos pan para la elaboración de galletitas y bizcochuelos. *Agriscientia* 22(2): 47-54.

Montarroyos, V., Moura, P., Magalhães, S., Souza, A. Cardoso, S y Barbosa, N. 2010. Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 30(3): 735-740.

Montoya, J., Giraldo, G. y Lucas, J. 2012. Determinación del índice de blancura en harina de trigo comercial. Universidad de Antioquia. *Vitae*, Vol. 19, num 1.

Muñoz, J., Murillo, C. y Murillo, C. 2009. Aplicaciones de la técnica de microsátelites amplificados al azar RAMs (Radom Amplified Microsatellites) en estudios de diversidad genética. Palmira : Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

Ohyama,T., Ito, O.,Yasuyoshi, S., Ikarashi, T., Minamisawa, K., Kubota, M., Tsukihashi, T. y Asami, T. 1990. Composition of storage carbohydrate in tubers of yacón (*Polymnia sonchifolia*). *Soil Sci. Plant Nutr.*36 (1): 167-171.

Paula, H. A., y Abranches, M. 2015. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): A Food with Multiple Functions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 55(1): 32-40.

Pacheco, E., G., Testa. 2005. Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. *Interciencia.* 30(5):300-304.

Polanco, M. F. 2011. Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl) H. Robinsón) colectados en la eco región eje cafetero de Colombia. Trabajo de Grado de Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 92pp.

Rebolledo, M., Sangronis, E. y Barbosa, G. 1999. Evaluación de galletas dulces enriquecidas con germen de maíz y fibra de soya. Arch. Latinoam. Nutr. 49(3): 253-259.

Robinson, H. 1978. Yacón, *Smallanthus Sonchifolius* Andean roots and tubers: ahipa, arracha, maca and yacón. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, p.202-242.

Salvatierra, D. 2015. Determinación de la composición química proximal, carbohidratos totales, azúcares libres y fructanos del tipo inulina – fructooligosacáridos del yacón (*Smallanthus sonchifolius* (poepp. et endl.)). Universidad Peruana Cayetano Heredia Facultad De Ciencias Y Filosofía, Lima, Perú. 114 p.

Seminario, J., Valderrama, M. y Manrique, I. 2003. El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú. 60 p.

Scott, G.J., Best, R., Rosegrant, M y Bokanka, M. 2000. Roots and Tubers in the Global Food System: A vision statement to the year 2020 (Including Annex). Printed in Lima Perú: International Potato Center.

Sudha, M., Srivastava, A., Vetrmani, R. y Leelavathi, K. 2007. Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. J. Food Eng. 80(3): 922-930.

Valor, I. y Mosqueda, M. 1989. Efecto de la sustitución con harina de maíz cruda y precocida en la elaboración y calidad de galletas rotativas y laminadas (tipo soda). Tesis de grado. Facultad de Ciencias. U.C.V. Caracas. 145 p.

Valdez, G. A. C., Margalef, M. I. y Gómez, M. H. 2013. Formulación de barra dietética funcional prebiótica a partir de harina de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*). *Diaeta* 31(142): 27-33.

Velezmoro, J. 2004. Perfil de mercado del yacón, Universidad del Pacifico, Programa Desarrollo Rural Sostenible, Cajamarca Tolima.

Villarroel, M., Acevedo, M. y Yanez, C. 2003. Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería. *Arch. Latinoam. Nutr.* 53(4): 400-407.

ANEXOS

ANEXO A. PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DE LA GALLETA DULCE DE HARINA DE TRIGO Y DE YACÓN.

Nombre: _____ Fecha: _____

1. Marque cuanto le gustó del producto en relación a los siguientes atributos:

Suavidad

Mucho más suave de lo que me gusta	Un poco más suave de lo que me gusta	Suave como me gusta	Un poco menos suave de cómo me gusta	Mucho menos suave de cómo me gusta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Crocancia

Mucho más crocante de lo que me gusta	Un poco más crocante de lo que me gusta	Crocante como me gusta	Un poco menos crocante de cómo me gusta	Mucho menos crocante de cómo me gusta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sabor de yacón

Mucho más sabor de lo que me gusta	Un poco más sabor de lo que me gusta	Sabor como me gusta	Un poco menos sabor de cómo me gusta	Mucho menos sabor De cómo me gusta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Color

Mucho más oscuro de lo que me gusta	Un poco más oscuro de lo que me gusta	Oscuro como me gusta	Un poco menos oscuro de cómo me gusta	Mucho menos oscuro De cómo me gusta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Continuación Anexo A . Evalué por favor la apariencia, color, aroma, textura y sabor de las galletas dulce con mezcla de harina de trigo y harina de yacón, teniendo en cuenta la siguiente escala:

- 9. Me gusta extremadamente
- 8. Me gusta mucho
- 7. Me gusta moderadamente
- 6. Me gusta ligeramente
- 5. Indiferente
- 4. Me disgusta ligeramente
- 3. Me disgusta moderadamente
- 2. Me disgusta mucho
- 1. Me disgusta extremadamente

2. Cuanto le gustó la APARIENCIA del producto:

Código	Apariencia	Color	Aroma	Textura	Sabor

3. Comentarios:

Por favor, marque lo que en particular a usted le gustó o disgustó de esta galleta dulce con harina mixta de trigo y yacón.

GUSTOS

DISGUSTOS

Para empezar un gran proyecto, hace falta valentía. Para terminar un gran proyecto hace falta perseverancia”