



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA**

**ELABORACIÓN Y NIVEL DE AGRADO DE UN PAN LIBRE DE GLUTEN A  
BASE DE HARINA DE YUCA Y HARINA DE SAGÚ FORTIFICADA CON  
ALBÚMINA**

**Tutora  
Lcda. Arraiz, Issis**

**Autora  
Montilla Figueira Yoynelly Carolina**

**Mérida, 2015**

**ELABORACIÓN Y NIVEL DE AGRADO DE UN PAN LIBRE DE GLUTEN A  
BASE DE HARINA DE YUCA Y HARINA DE SAGÚ FORTIFICADA CON  
ALBÚMINA**

Trabajo Especial de Grado presentado por: Yoynelly Carolina Montilla  
Figueira C.I. 18.365.131, como credencial de mérito para la obtención del  
título de Licenciada en Nutrición y Dietética.

## INDICE GENERAL

	Pág.
Indice de cuadros	vi
Indice de figuras	vii
Indice de anexos	viii
Resumen	ix
Introducción	
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA</b>	
Planteamiento del problema	4
Formulación del problema	8
Objetivos de la investigación	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Justificación	9
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	
Antecedentes	14
Bases teóricas	20
Pan	20
Pasos básicos para la elaboración del pan	22
Reacción de Maillard	23
Elementos que integran la elaboración del pan	24
Importancia y uso del almidón	24

Yuca	25
Valor nutritivo aportado por cada 100g de yuca	29
Sagú	30
Composición nutricional de la raíz de sagú	31
Huevos	31
Definición de terminos básicos	33
Hipótesis de la investigación	34
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO</b>	
Diseño de investigación	35
Tipo de investigación	35
Formulaciones preliminares	37
Elaboración del pan a base de harina de yuca y harina de sagú fortificado con albúmina	39
Ingredientes	39
Preparación	40
Análisis proximal físico químico	41
Determinación de humedad (%)	41
Proteínas	43
Grasas	44
cenizas	45

Condiciones de trabajo en el microondas pyro para la	
Carbonizacion de la muestra	46
Incineracion de la muestra	46
Fibra cruda	46
Carbohidratos	47
Energia	48
Pruebas afectivas	50
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
Analisis sensorial	51
Analisis Fisico Quimico	59
Conclusiones	61
Recomendaciones	62
Referencias	63

## Indice de Figuras

<b>Figura</b>		<b>Pág.</b>
1.	Esquema tecnológico para la elaboración del pan a base de Harina de Yuca y Sagú fortificado con albumina.	40
2.	Escala hedónica de atributos	49
3.	Distribución de Frecuencia para el Nivel de agrado52	
4.	Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado del atributo sensorial Apariencia	54
5.	Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Olor	55
6.	Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Sabor	57
7.	Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Textura	58

## Índice de tablas

<b>Tabla</b>		<b>Pág.</b>
1	Valor nutritivo aportado por cada 100g de yuca.	29
2	Valor nutritivo aportado por cada 100g de sagú.	31
3	Formulaciones preliminares del pan a base de harina de yuca y harina de sagú libre de gluten fortificado con albúmina	37
4	Observaciones del pan a base de harina de yuca y sagú libre de gluten fortificado con albúmina.	38
5	Condiciones de trabajo en el microondas PYRO para la carbonización de la muestra.	46
6	Distribución de frecuencia dl nivel de agrado global	52
7	Distribución de frecuencia del nivel de agrado para el atributo apariencia.	53
8	Distribución de frecuencia del nivel de agrado para el atributo olor.	55
9	Distribución de frecuencia del nivel de agrado para el atributo sabor.	56
10	Distribución de frecuencia del nivel de agrado para el atributo textura.	58
11	Información nutricional	59

## Índice de Anexos

<b>Anexo</b>		<b>Pág.</b>
1	Resultados de la primera prueba hedónica realizada en el Instituto Nacional de Nutrición sede Carcas.	70
2	Resultados de los análisis físico químicos realizados en el laboratorio de investigaciones en alimentos en el Instituto Nacional de Nutrición.	75
3.	Instrumento para la recolección de información	77
4.	Testimonial grafico de la elaboración del pan sin gluten a base de harina de yuca y harina de sagú fortificado con albumina	78
a.	Proceso de elaboración del pan	79
b.	Proceso de análisis sensorial	90

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA**

**ELABORACIÓN Y NIVEL DE AGRADO DE UN PAN LIBRE DE GLUTEN A  
BASE DE HARINA DE YUCA Y HARINA DE SAGÚ FORTIFICADA CON  
ALBÚMINA**

**Autora: Montilla Figueira Yoynelly Carolina  
Tutora: Lcda. Arraiz, Issis  
Fecha: Enero 2015**

**RESUMEN**

La necesidad de alternativas nutricionales para personas con intolerancia al gluten es una opción para la creación y desarrollo de productos nutricionales orientados para esta patología, así como para la diabetes y alergia a las harinas. Hoy en día la harina de yuca es la elección más segura para dicha elaboración sustitutiva, ya que es un producto que se da en el país y es bastante accesible; por otra parte la harina de sagú, aunque no muy conocida, es un alimento que se produce en zonas tropicales en el país y con alto contenido de proteínas es una nueva opción para la elaboración de dichos productos. El objetivo de esta investigación es elaborar un pan libre de gluten a base de harina de Yuca (*Manihot esculenta*) y harina de Sagú (*Metroxylon sp.*), fortificado con albumina, se determinó su calidad nutricional mediante análisis proximal y fibra resaltando su contenido de grasas 14,32%, humedad 37%, proteína 8,37% carbohidratos 36,59%, cenizas 3,72%, calorías 309kcal, fibra 5%, en las pruebas sensoriales registra que el pan obtuvo un nivel de agrado positivo, por lo que es posible elaborar un pan de buena calidad con la sustitución total de harina de trigo por almidones como la yuca y el sagú.

**Palabras clave:** Pan sin gluten, harina de yuca, harina de sagú, celíaca, alergia a las harinas.

## INTRODUCCIÓN

El pan es uno de los alimentos indispensables en la dieta, sin embargo no ha sido hasta el pasado siglo cuando el pan y toda su técnica han sido estudiados, ampliados y llevada al ámbito industrial. Es también, en estos últimos años cuando ha surgido un nuevo concepto de pan: el pan sin gluten. El pan y productos sin gluten han ido ampliando el mercado y fronteras debido al aumento de enfermos celíacos tanto en el país como a nivel mundial.

En Venezuela, el consumo de pan se ha incrementado debido al aumento de la población y en los cambios en relación a los hábitos alimentarios, llegando a representar un alimento primordial en la dieta diaria del venezolano. Esto hace necesario el uso de materias primas nativas menos costosas, como la yuca, que puede sustituir ampliamente la importación de trigo para la elaboración del pan. (Ministerios de Producción y Comercio,2000).

Es importante destacar que, las harinas compuestas son materias resultantes de la sustitución parcial de la harina de trigo, como ingrediente principal de la elaboración del pan, para ello es necesaria la utilización de ciertos ingredientes que reemplacen las características funcionales únicas

del gluten de trigo, para que así prevalezcan las propiedades reológicas y nutricionales características de un buen pan (Salazar y Álvarez, 2001)

En base a esto es que se agregan a la elaboración del pan libre de gluten aditivos como: gomas, enzimas y diferentes fuentes proteicas como: leche, huevo y soya, cada una de ellas aportando propiedades que permiten la elaboración de productos sin gluten de buena calidad (Gallagher, Kenny y Arendt, 2005).

En consecuencia, los postulados antes citados, se asumen dentro de este trabajo de investigación, con la finalidad de poder dar respuesta a una necesidad urgente dentro del ámbito de la nutrición y dietética del venezolano. Forzados por el incremento de diversas patologías clínicas como la diabetes, alergia a los cereales y la celiaquía, la cual es una enteropatía, una enfermedad intestinal por mala absorción, del tipo crónica, y donde la opción de pan sin gluten se convierte en una alternativa saludable. Como es el proceso de cambio de hábitos alimenticios para adaptarse a los nuevos requerimientos.

En ese marco de ideas, el propósito de esta investigación está orientado a la elaboración y nivel de agrado de un pan a base de harina de yuca y harina de sagú libre de gluten fortificada con albumina, que pueda suplir la necesidad de las personas que no pueden consumir el pan tradicional con gluten.

Para tal fin, se propone realizar una investigación descriptiva transversal, que permite describir el estado del fenómeno estudiado en un

momento determinado, en este caso la elaboración del pan a base de harina de yuca y harina de sagú libre de gluten fortificada con albumina, dentro de lo que se conoce como una investigación preexperimental, en el estudio de caso de una sola medición mediante el cual se administra un estímulo o tratamiento a un grupo y después se aplica una medición en una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en estas variables, procediendo al análisis de la composición proximal a las harinas y a los panes, que incluye: contenido de humedad, cenizas proteínas, grasas, carbohidratos y fibra cruda, su aporte energético así como a la realización de pruebas de escala hedónica por atributos, mediante las pruebas de degustación de la muestra ofrecida para que los jueces o panel de comensales señalen su nivel de agrado para cada atributo sensorial según la escala planteada.

Con la iniciativa de ofrecer un producto de consumo selectivo con las pruebas que arrojen los resultados del análisis proximal, verificando su nivel de agrado mediante la tabulación de los datos de prueba de escala hedónica por atributos, se pretende llenar los requisitos formales a los fines de contribuir al segmento poblacional que está impedido de consumir pan con gluten, lo que da una relevancia social, económica y de salud, sin descuidar los parámetros nutricionales como contribución a una dieta balanceada para dicha población beneficiaria, en el marco de la obtención de la licenciatura en Nutrición y Dietética.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **Planteamiento del Problema**

El pan es uno de los alimentos más universales e indispensables en la dieta habitual de los seres humanos, sin embargo, no ha sido sino hasta el pasado siglo cuando el pan y toda su técnica se ha estudiado, ampliado y llevado al ámbito industrial. En los últimos años se alcanza un nuevo concepto del pan: el pan sin gluten. Este último ha ido ampliando mercado y fronteras debido al aumento de enfermos celíacos, a nivel mundial (Miñarro, Capellas & Albanell, 2009).

En ese sentido, la enfermedad celiaca, las alergias a las harinas, y hasta la misma diabetes, han representado un reto a los estudiosos de los alimentos procesados a los fines de elaborar productos con sustitutos del gluten, que permitan mantener las cualidades y la calidad del pan de consumo diario, para ser reemplazado en la ingesta de las personas afectadas por dichas patologías clínicas.

De manera esencial, se conoce como enfermedad celiaca (EC) o enteropatía sensible al gluten, a la intolerancia permanente de la ingestión del gluten mediada inmunológicamente, la cual resulta de un daño inflamatorio a la mucosa intestinal en individuos genéticamente susceptibles. El creciente número de pacientes celíacos concluyen que es la enfermedad genéticamente más frecuente en los seres humanos a nivel mundial. La adecuada terapia nutricional es la exclusión de los cereales que contienen gluten (trigo, centeno, cebada y triticale), eliminando una gran variedad de alimentos tales como el Pan (CANIA, 2009).

La enfermedad celiaca es el resultado de factores intrínsecos (genéticos) y extrínsecos (ambientales), variables que explican el amplio espectro de manifestaciones clínicas, desde pacientes asintomáticos hasta casos severos de mal absorción. Es de vital importancia para el paciente celiaco ceñirse de por vida a los alimentos que puede ingerir, pues la ingestión de poca cantidad de gluten puede producir lesión en las vellosidades intestinales, afectando la capacidad para absorber los nutrientes. Por esto la EC altera el proceso digestivo de absorción, y así existen deficiencias nutricionales, como la pérdida de peso, lo que terminará siendo un problema de malnutrición (Herrera, Herrera & Mármol, 2006).

En ese contexto, y dado que, la elaboración del pan sin gluten presenta importantes dificultades tecnológicas debido a que el gluten es básico en la estructuración de la miga y su ausencia genera pérdida de las propiedades viscoelásticas de la masa y la capacidad de retención gaseosa.

Estos panes presentan una miga desgranable, un bajo volumen y en general una escasa aceptabilidad. Una mejora significativa se logra con la incorporación de algunas gomas y otros ingredientes como aditivos que mejoren las características sensoriales del pan sin gluten (Moore, Schober, Dockery & Arendt, 2004).

Por ello, se debe afrontar esas debilidades en la elaboración del pan sin gluten por lo que se estima necesario sustituir dicho componente por harina de yuca y harina de Sagú ambas sin gluten fortificada con albumina, para enfrentar el problema que genera la presencia de gluten en los enfermos celíacos, alérgicos a las harinas y personas con diabetes.

Es indispensable que, un buen pan debe tener una corteza crujiente, de miga color blanco, de olor apetitoso y con buena conservación; las materias primas que se utilizan tienen una gran influencia en las variaciones de estas características (Clavel, 2001). Por ello, la elaboración de productos sin gluten supone un gran desafío llevando a universidades y centros tecnológicos a investigar nuevas materias primas y autóctonas con las que se podrán elaborar productos sin gluten y optimizar los procesos, ya que los productos destinados a los celíacos son generalmente de alto costo y de baja calidad nutricional (Miñarro, Capellas & Albanell, 2009).

El objetivo de esta investigación consistió en estudiar la receta adecuada para la elaboración de pan a base de harina de yuca y harina de sagú libre de gluten fortificada con albumina, su elaboración a los fines de ajustar la misma mediante los análisis proximal de humedad, cenizas,

grasas, proteínas, carbohidratos totales y fibra cruda, la determinación de su aporte calórico, junto al proceso de aceptabilidad del producto que se traduce de la tabulación de datos de prueba de escala hedónica por atributos, donde un panel de comensales o jueces dan su opinión mediante determinadas escalas de estimación a los fines de evaluar el nivel de agrado del producto para el consumo.

Podría afirmarse que el interés de la investigación es lograr un producto balanceado y de gran aceptabilidad en la población, para poder brindar a los enfermos celíacos, diabéticos y alérgicos a las harinas, un alimento en base a productos de fácil obtención en el mercado nacional que permita la sustitución del gluten que les afecta, y con una mejor relación de costo beneficio en comparación a otros productos sustitutos del gluten preparados para este grupo de la población que son importados y tienen costos mucho más elevados que este que se pretende ofrecer.

Actualmente la misma producción nacional de muchos de los productos necesarios para la elaboración del pan está limitada por la coyuntura económica que se vive, se debe considerar, de manera simultánea, la posibilidad de sustitución de algunos rubros en las recetas, para adecuarlos a la oferta real disponible en Venezuela. Por lo tanto, la investigación también pretende hacer uso de la materia prima disponible que facilite a la población beneficiaria de esta investigación, poder disponer de un producto de fácil elaboración y costo no tan alto como los productos importados, que de igual forma, tenga calidad y valor nutricional, sea

aceptado por la población, representando una alternativa en la relación costo beneficio.

### **Formulación del problema**

¿Tendrá un buen nivel de agrado y valor nutricional un pan elaborado a base de harina de yuca y harina de sagú libre de gluten fortificada con albúmina?

### **Objetivos de la investigación**

#### **Objetivo general**

Elaborar pan libre de gluten a base de harina de Yuca (*Manihot Esculenta*) y harina de Sagú (*Metroxylon sp.*), fortificado con albúmina, caracterizando su calidad nutricional-organoléptica para el consumo humano.

#### **Objetivos específicos**

Elaborar un pan a base de harina de Yuca y harina de sagú libre de gluten fortificado con albúmina.

Determinar el valor nutricional del pan a base de harina de Yuca y harina de sagú libre de gluten fortificado con albumina, a través del análisis proximal y de fibra cruda.

Evaluar el nivel de agrado del pan a base de harina de Yuca y harina de sagú libre de gluten fortificado con albúmina, mediante un panel de consumidores utilizando una escala hedónica por atributos, que exprese el gusto para cada atributo sensorial como lo son la apariencia, olor, sabor y textura.

### **Justificación**

Las harinas compuestas son materias primas producto de la sustitución total de la harina de trigo, como ingrediente principal en la elaboración de pan. El uso de estas harinas se presenta necesario y atractivo, desde el punto de vista económico y aceptable por el consumidor. En este sentido, utilizando algunos ingredientes amiláceos en sustitución del trigo tales como yuca y sagú, a fin de obtener un producto de calidad (Salazar, Salazar & Fleming, 2004).

En atención a lo señalado por los autores reseñados, se aprecia un elemento adicional que permite la selección de esas dos harinas como sustitutos de la harina de trigo a los efectos de eliminar de la elaboración del pan el gluten que afecta a los celíacos y a las personas diabéticas o alérgicas. Allí lo económico es fundamental, pues uno de los principales problemas de llevar adelante una dieta balanceada en dichas personas, es el alto costo de los productos importados que tradicionalmente conforman la dieta de personas con dichos padecimientos.

En este caso, la selección de la yuca y el sagú, contribuyen a la reducción de los costos en la producción del pan, por su alta disponibilidad en la producción nacional de ambos productos.

Gracias a la disposición de nuevos métodos de detección de la enfermedad celiaca, cada vez más sensibles ha sido posible conocer la prevalencia actual de la enfermedad, situándose como una de las enfermedades genéticas más frecuentes, con una prevalencia de 1 entre 130-300 individuos en la población. Dicha enfermedad perdura durante toda la vida, pudiéndose presentar a cualquier edad y siendo una dieta totalmente ausente de gluten la única solución para este problema (Dickey y Kerney, 2006).

El fin del presente trabajo es desarrollar la formulación y el esquema tecnológico de un pan sin gluten con características aceptables, utilizando para ello distintos sustitutos del gluten como son las gomas, y a la vez modificando los porcentajes de los principales ingredientes del pan tradicional o convencional sustituyendo la harina de trigo por una harina compuesta (Valderrama, 1996).

Adicionalmente, la escasa veracidad de los etiquetados nutricionales, junto a la falta de legislación respecto a lo que es considerado un producto "Sin gluten", incrementan sustancialmente el costo y la inseguridad del consumidor diagnosticado a la hora de determinar si un producto puede o no ser consumido con confianza. Agregado a lo anteriormente expuesto se le suma la poca variabilidad de productos sin gluten disponibles en el mercado

para el consumo surgiendo así la idea de formulación de un pan libre de gluten (Asociación de Celíacos, 2006).

En particular, en Venezuela, el paciente debe escoger entre la poca variedad de productos que se ofertan, en su mayoría importados, justamente, para garantizar el consumo de un producto verdaderamente libre de gluten, pues se presume que en Estados Unidos y Europa, de donde vienen la gran mayoría de ellos, se cumplen estrictas normas de control de calidad y etiquetado; adicionalmente consumir dichos productos, implica la inversión de grandes sumas de dinero para comprar permanentemente los productos importados para la dieta diaria.

De allí, que un estudio de esta naturaleza se justifica, pues ante la credibilidad que posee la universidad venezolana en cuanto a la seriedad de sus estudios, donde intervienen docentes calificados, técnicos de primer nivel, laboratorios reconocidos y estudiantes con deseos de éxito en su labor profesional mediante el aporte de soluciones, como la presente, a un problema real y directo de la población, un pan elaborado a base de harina de yuca y harina de sagú, fortificado con albumina, que haya pasado las pruebas previstas en el diseño investigativo, representa una garantía, que aún puede ser elaborada para beneficio de dicho segmento poblacional afectado por los padecimientos que les impide consumir gluten.

Al desarrollar el pan libre de gluten se busca mejoras en las características en comparación con un pan tradicional, abriendo así una nueva línea de estudio en la elaboración de productos de panificación.

Teniendo en cuenta que el consumidor es un elemento clave para el diseño de cualquier sector alimentario ya que sus gustos y preferencias van a condicionar la estrategia de seguir con la industria, es por esto que se puede ofrecer como una terapia de sustitución a los productos que tradicionalmente contienen trigo, con una palatabilidad altamente aceptada como es el producto original y un perfil nutricional adecuado debido a las múltiples deficiencias que usualmente presentan los pacientes diagnosticados con enfermedad celiaca (CANIA,2009).

Es por ello, que la elaboración de productos libres de gluten en la actualidad presenta un gran desafío, el creciente número de pacientes celíacos y la baja calidad de los productos existentes en el mercado, ha llevado a universidades y centros tecnológicos a investigar nuevas materias primas para la elaboración de productos y a optimizar los procesos (Fassano y Catassi, 2001).

En síntesis, el problema que pretende estudiar la presente investigación es relevante, por cuanto en Venezuela existe una significativa población que está afectada por el consumo de gluten y en consecuencia requiere disponer para su dieta diaria de productos que no lo contengan lo cual hace que el pan elaborado con harina de yuca y harina de sagú, enriquecido con albúmina, sea una alternativa práctica, saludable y económica a tales fines.

Así mismo, se realiza la investigación ante la necesidad de comprobar el cumplimiento de los parámetros establecidos en cuanto al valor nutricional

de un pan elaborado en las condiciones propuestas, así como el requerimiento técnico académico de estudiar su aceptabilidad mediante un panel de consumidores o jueces que determinen el nivel de agrado en cuanto a los valores en la escala hedónica por atributos del pan propuesto.

Este tipo de investigación puede beneficiar, no sólo a la academia por los aportes reales a necesidades directas de la población, que la reivindica como instrumento de formación para solventar sus problemas directos, sino, principalmente porque la necesidad existe, y científicamente es aceptable la propuesta que se oferta para solventarla.

Se plantea entonces, una posible solución a un problema de la población.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes**

En un estudio realizado en Argentina, se elaboraron dos formulaciones a base de fécula de mandioca (80% que representaba la formula) y harina de maíz con la única diferencia del agregado de monoglicéridos a una de las formulaciones. Se procedió a mezclar todos los ingredientes básicos del pan: levadura de cerveza en agua, azúcar, sal, huevo, leche y grasa vegetal, toda la mezcla se vertió en moldes para panes dejándose fermentar por 20 minutos para luego ser horneados durante 20 minutos a 240°C. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente a través de una anova simple y evaluados mediante test de Tukey. No se encontró diferencia significativa en el volumen específico entre los dos panes, en cuanto a la firmeza se observó que el pan que tenía monoglicéridos presentaba una firmeza inferior con respecto al otro pan sin monoglicéridos. Se concluyó que el uso de monoglicéridos no modifica las características (firmeza, volumen específico, elasticidad) de los panes elaborados a base de féculas de mandioca y de maíz por lo que el no agregado del mismo, implica una reducción de costo y la obtención de un pan más natural resultando un beneficio para la población (Milde, Urbina, Rybak, Oliveira y Gonzalez, 2009).

Después, en ese mismo año, se partió de una formulación previamente desarrollada, utilizando tres aditivos (grasa, huevo y leche) cuya combinación sustituiría las propiedades del gluten. Se partieron de harinas ensayadas a base de productos locales en proporción de 80% de fécula de mandioca, 20% de harina de maíz, con agregados de: levadura fresca disuelta en agua, azúcar, sal refinada, grasa vegetal (10,20,30 g), huevo (0;1;2 unidades) y leche entera en polvo (0;13; 26g). Se pudo observar que la leche tiende a aumentar la firmeza fortaleciendo el efecto con la adición de huevo y contrarrestándose con la adición de grasa, de igual modo encontrándose que la mezcla de la grasa con huevo afecta con intensidad la elasticidad que da la grasa y leche. El análisis de superficie halló que una combinación óptima de grasa, huevo y leche en los rangos ensayados permitió obtener un panificado en rangos aceptables, usando valores más altos de grasa lo que hizo disminuir la elasticidad por sobre la firmeza (Milde, González, Urbina y Rybak,2009).

Como se aprecia en los dos estudios anteriores, realizados por un mismo equipo, en continuidad, su metodología y resultados son significativos aportes a este estudio, por cuanto es un antecedente en el cual se comprobó que algunos de los ingredientes de las fórmulas para la elaboración del pan, pueden ser sustituidos sin que se pierdan sus principales propiedades.

Por otra parte, en Barcelona, España, se investigó las diferencias entre tres formulaciones de pan sin gluten (S) almidón y con albumina de

huevo, (SV) almidón pero sin albumina de huevo y (F) basada en una mezcla de harina y alto contenido de fibra, tomando en cuenta las características: pérdidas de peso por cocción, volumen, textura y color. En cuanto a los resultados obtenidos se observó que (F) tiene un valor de volumen específico mucho menor que (S) y (SV), siendo (F) un pan más compacto debido a la retención de líquidos por la presencia de fibra; tampoco se encontraron diferencias significativas en la actividad de agua entre las tres formulaciones. En relación a la pérdida de peso por cocción se observó que la muestra (F) es la que tuvo menores pérdidas, mayor dureza o firmeza y mayor color en comparación con las otras dos muestras, concluyendo que es posible formular panes sin gluten de buena calidad basado en almidones (Miñarro, Capellas, y Albannel, 2009)

Así mismo, en el estudio realizado por los autores antes citados, se obtuvieron resultados en cuanto al efecto tecnológico que posee la leche, el huevo y la soya como fuentes proteicas en la elaboración de productos libres de gluten. Resultando que las proteínas de la leche contribuyen al desarrollo del pan, como elemento que permite el retardo del deterioro del mismo, mejora la adhesión de la masa y conserva la humedad por un tiempo más prolongado. En ese mismo orden de ideas, se obtuvo que los componentes del huevo se comportan como agentes emulsificantes generando una mayor dureza en el pan. Por su parte, la soya mejoró las propiedades estructurales por presentar una mayor afinidad por el agua permitiendo el aumento de la consistencia de las masas mejorando su volumen, lo cual permitió a los

investigadores, concluir que las diferentes fuentes proteicas ejercen un papel importante en la elaboración de pan libre de gluten por cuanto mejoran su calidad.

En virtud de los resultados obtenidos por los investigadores previamente reseñados, son antecedentes valederos para este estudio, pues permiten ratificar la intencionalidad del mismo en el manejo de las proporciones de los nuevos elementos o ingredientes de la formula sustitutivos del gluten, y comprueban que la fortificación con albumina es positiva y contribuye al valor nutricional y a la presentación adecuada del producto que es degustado de manera aceptada.

Dentro de la misma orientación propositiva de producir pan sin gluten, destaca un antecedente previo realizado, en Argentina con el objetivo de evaluar el comportamiento de siete genotipos de arroz utilizando un ensayo de panificación para pan sin gluten y analizar la influencia del tamaño de la partícula y de algunas propiedades fisicoquímicas de estas variedades sobre las características del producto a elaborar. Se procedió a mezclar todos los ingredientes con las tres distribuciones de tamaños de partículas en las siguientes proporciones: almidón de maíz, harina de arroz, almidón de mandioca (100g), harina de soya (0,5g), sustituto del gluten (2g), levadura(2g), sal(2g), azúcar(5g), oleomargarina(10g), luego se incorporó agua hasta lograr una consistencia de batido. Observaron que existen diferencias significativas entre los tamaños de las partículas ya que disminuye el volumen a medida que disminuye el tamaño de las partículas.

Concluyen que el tamaño de la partícula de los granos de arroz es una variable que influye significativamente sobre los parámetros que miden la calidad del pan sin gluten, tales como el volumen específico, resultando la granulometría fina la menos indicada para la elaboración de este producto ya que produce deterioro en el mismo (Torres, González, Sánchez, Osella & De la Torre, 1999)

Evidentemente, la producción de pan sin gluten es factible, y el cuidado que se debe tener en los elementos que lo sustituyen es muy importante al momento de realizar formulas con otros ingredientes, como es el caso del presente estudio que hace uso de la harina de yuca y de la harina de sagú, fortificada con albumina. De allí que el antecedente antes reseñado es considerado por sus aportes significativos a este trabajo, pues la revisión de sus procedimientos y el tratamiento a las variables permiten extrapolar para este lo más relevante de su investigación.

A nivel regional, se tiene el estudio realizado en la Universidad de Oriente, Departamento de Ingeniería Química, núcleo Anzoátegui, en Puerto la Cruz Venezuela, en el que se estudió el efecto del almidón de maíz y la albumina de huevo sobre las propiedades reológicas, funcionales y nutricionales de harinas compuestas a base de yuca amarga destinadas a panificación. La harina de trigo comercial fue sustituida parcialmente por harina de yuca amarga, variando en diferentes proporciones estudiadas la concentración de aditivos ensayados. Fueron utilizados para cada caso el comportamiento viscoamilográfico, la retención de gas y el índice de

absorción de agua de las masas por los métodos descritos por Defloor, el índice de firmeza al producto final y el valor nutricional (contenido de proteínas). Los resultados indican que un aumento en el contenido de almidón de maíz a medida que aumenta la sustitución de harina de trigo por harina de yuca, mejora las características viscoamilográficas de las harinas compuestas en mayor proporción que utilizando como aditivo la albumina de huevo. En cuanto a la retención de gas, en el índice de firmeza se observaron los mejores valores en las masas de harinas compuestas al ir aumentando el contenido de albúmina de huevo; sin embargo en cantidades de 3:2 de albúmina/almidón se observó un efecto sinérgico sobre la retención de gas en las masas ensayadas. La variación en el contenido de proteína es amortiguada en mayor proporción al realizar las sustituciones de harina de trigo hasta en un 50%, cuando se utiliza la albúmina de huevo como aditivo panadero (Salazar, Salazar & Fleming, 2004).

En todo caso, los aportes del anterior trabajo de investigación sirven como antecedentes por sus significativos aportes en el manejo de la albúmina de huevo como elemento fortificante de la formulación del pan sin gluten, lo que es muy relevante para este estudio pues da las herramientas claves para su incorporación en la fórmula de harina de yuca y harina de sagú.

Por último es conveniente resaltar, que los antecedentes reseñados, representan sustanciales aportes al presente estudio por cuanto consideraron en su conjunto las variables en estudio dentro de esta

investigación, todo lo cual permite un importante ahorro de esfuerzos intelectuales, físicos, económicos, e investigativos, principalmente en lo referente a la elaboración de la fórmula adecuada que combine los elementos necesarios para producir un pan sin gluten en base a la harina de yuca y a la harina de sagú, fortificándola con albúmina. Todo ello, necesario de ponderar adecuadamente para el éxito de la presente investigación.

## **Bases Teóricas**

### **Pan**

El pan es un producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida al mezclar harina de trigo, sal comestible, agua potable, fermentada por especies de microorganismos propias de la fermentación panaria, como *Saccharomyces cerevisiae*. Según el porcentaje de agua se distinguen dos tipos de pan común: el pan bregado, de miga dura, español candeal y el pan de flama o de miga blanda, este último con mayor proporción de agua. (García y Guerra, 2010).

Los mismos autores refieren que cuando se utilizan harinas enriquecidas o de otros cereales distintos del trigo, se añaden otro tipo de ingredientes o de coadyuvantes especiales, o no se añaden levaduras, el pan se denomina especial. Son panes especiales aquellos que llevan harina de otro cereal en una proporción mínima de 50% (pan de centeno, o de avena), los que incorporan otros ingredientes como por ejemplo el pan enriquecido, pan de viena, de huevo, de leche, de pasas, de miel, pan al

gluten (15-25% de gluten) y pan aglutinado (más del 25%); también se incluyen los que se elaboran con las partes externas del grano (pan integral y pan con salvado con una proporción mínima de 20%) o cuando requieren un proceso especial de elaboración.

Así mismo, el pan aporta a la dieta una gran cantidad de los nutrientes esenciales para vivir (fibra, proteínas, minerales y vitaminas). Su papel en toda dieta equilibrada es fundamental. Este tiene una cualidad básica, que le destaca por encima de la mayoría de los alimentos y le convierte en un aliado fundamental de cualquier dieta: aunque se coma pan varias veces al día, todos los días del año, no se cansaran de comerlo; y, si no está, lo echan de menos. Prácticamente no hay ningún otro alimento como el pan en el que ocurra lo mismo. Además, ha tenido y sigue teniendo un papel esencial en muchas religiones, en muchas fiestas populares, en la cultura, en el folklore; y, por supuesto, en una gran cantidad de comidas y celebraciones familiares a lo largo y ancho del planeta (Hernández y Majem, 2010).

De allí, la importancia de aportar solución a los enfermos celíacos, con diabetes y alergia a las harinas, para que consuman un pan elaborado sin gluten como es en este caso el pan a base de harina de yuca y harina de sagú fortificado con albúmina, pues el valor cultural del consumo del pan en la dieta diaria es muy difícil de eliminar, por lo que presentar este tipo de alternativa saludable permite la preservación de las tradiciones en un marco de ingesta saludable y equilibrada para el ser humano y en especial para los afectados por las dolencias referidas

## **Pasos básicos para la elaboración del pan**

El amasado tiene como objetivo principal distribuir homogéneamente los ingredientes (harina, agua, sal, levadura, azúcar, leche, grasa), aditivos y coadyuvantes tecnológicos, facilitar la absorción en agua, introducir aire en la masa como fuente de evolución de gas carbónico, y desarrollar el gluten (red tridimensional formada por las proteínas insolubles del trigo unidas por puentes disulfuro, que impiden la salida del gas carbónico producido por las levaduras). El trigo es el único cereal capaz de formar esta red tridimensional de gluten (García, Ruiz y Guerra, 2010).

También, explican los autores, que durante la fermentación, las enzimas de las levaduras desdoblan los monosacáridos con la reducción principalmente de dióxido de carbono y alcohol etílico (fermentación etílica), y en menor proporción de ácido acético (fermentación acética), butírico (fermentación butírica) y láctico (fermentación láctica), esterres y alcoholes. El dióxido de carbono permite levantar la masa alcanzando el volumen y la textura característicos. Los productos minoritarios proporcionan aroma, sabor y permiten la adecuada conservación del pan. Para que se produzca la fermentación es necesario que exista un nivel de azúcares mínimo y una actividad enzimática adecuada para que pueda iniciarse y proseguir la actuación de las levaduras.

Y por último, los mencionados autores acotan que la cocción se lleva a cabo a temperaturas entre 180°C y 250°C. Antes de introducir la masa

fermentada en el horno debe sufrir un ligero reposo para formar una fina capa seca sobre la superficie de la masa, para permitir la fijación de vapor de agua al entrar al horno. Las transformaciones principales que sufre la masa durante la cocción son la producción de dióxido de carbono y su expansión (volumen final), evaporación del agua y alcohol, gelificación del almidón y coagulación del gluten (que contribuya a la estructura del pan) y formación de color y aroma debido a las reacciones de caramelización y de Maillard.

### **Reacción de Maillard**

Es una reacción no enzimática, que designa a un grupo muy complejo de transformaciones que traen la producción de múltiples compuestos. Entre ellos pueden citarse las melanoidinas coloreadas, que van desde amarillo claro hasta café oscuro e incluso negro, y afectan también el sabor, el aroma y el valor nutritivo de los productos involucrados; además, dan lugar a la formación de compuestos mutagénicos o potencialmente carcinogénicos, como la acrilamida. Para que tales reacciones se lleven a cabo se requiere la presencia de un azúcar reductor (cetosa o aldosa) y un grupo amino libre, proveniente de un aminoácido o de una proteína (Martins, Martinus & Van Boekel, 2005).

## **Elementos que integran la elaboración del pan**

### **Importancia y uso del almidón**

Este carbohidrato ha sido parte fundamental de la dieta del hombre desde la prehistoria, además, de que se le ha dado un gran número de usos industriales. Después de la celulosa, es probablemente el polisacárido más abundante e importante desde el punto de vista comercial. Se puede encontrar en cereales, tubérculos y en algunas frutas como polisacáridos de reserva energética. El almidón constituye la mayor fracción de los hidratos de carbono, ya que los azúcares son muy escasos; a medida que la fruta madura, el polisacárido se hidroliza por la acción de las amilasas y mediante otros sistemas enzimáticos se sintetizan la sacarosa, y la fructosa que se encuentran cuando llega a su maduración (Belitz y Grosch, 1997).

El almidón se encuentra ampliamente distribuido en los más diversos órganos de las plantas, como carbohidratos de reserva. Unos de los métodos para obtener el almidón de manera comercial consiste en la llamada molienda húmeda del grano, en la que intervienen diferentes pasos, tales como: la limpieza de los granos y su macerado en agua entre 24 a 48 horas a 50°C; en esta etapa el grano absorbe agua hasta alcanzar un contenido de humedad de 45 a 50%, con lo cual se ablanda y se facilita su trituración; durante este proceso se desprende el germen, que se recupera por la flotación. Luego se procede a moler y filtrar, así el almidón se separa de las proteínas; posterior a esto se seca por métodos como el de tambor o el de aspersión.

El almidón es un importante aglutinante y espesante usado en la industria de los alimentos para la elaboración de: sopas, salsas, alimentos infantiles, productos de panadería, mayonesa, entre muchos otros, así como también es utilizado en las diferentes ramas de la industria tales como la textil y papelera (García, Ruiz y Guerra, 2010).

## **Yuca**

La yuca es la fuente energética de mayor productividad en el trópico, que puede usarse como sustituto del trigo en la elaboración de alimentos para celíacos. Conocida en algunos países como casabe o mandioca, se originó en América Latina, pero ahora se cultiva también ampliamente en muchas partes de Asia y África, especialmente por sus raíces tuberosas feculentas, que pueden crecer hasta alcanzar un tamaño enorme. Fácilmente reproducida en trozos del tubérculo, crece en suelos pobres, requiere relativamente poca atención, resiste a condiciones adversas del tiempo. Las hojas de yuca se utilizan generalmente como hortaliza verde, su valor nutritivo es similar al de otras hojas verde oscura. Son muy valiosas como fuente de vitamina A, C, hierro y calcio. Las hojas, además, contienen algo de proteína. Para que se conserve la mayor cantidad de vitamina C la yuca no se debe cocinar por más de 20 minutos (Sánchez, Osella y De la Torre, 2002).

Entre sus múltiples usos, la yuca puede convertirse en una harina de alta calidad para utilizarse como sustituto parcial de harinas de trigo, maíz,

arroz, entre otras. En formulaciones de alimentos tales como el pan, pastas, mezclas para tortas, sopas, también se puede utilizar para la producción de espesantes, y extensor de sopas deshidratadas, condimentos, papillas para bebés, dulces y carnes procesadas (Hernández y Majem, 2010).

La planta de yuca puede alcanzar alturas hasta de 5 metros cuando se desarrolla en ecosistemas silvestres, sin prácticas culturales de ninguna naturaleza. Cultivada, por lo general no llega a los 3 metros. Hay que destacar que de la planta, las raíces constituyen la parte de mayor importancia comercial de este cultivo. La raíz de yuca consta de las siguientes partes: a. La película tuberosa que se desprende fácilmente y que representa 1-2% de la raíz total; b. La cáscara o corteza que forma del 12 al 20% de la raíz; c. El cilindro central o pulpa, que tiene dos clases de elementos: los vasos leñosos y las células parenquimatosas llenas de almidón; forma del 78 al 85% de la raíz (Ruiz y Urbaez, 2010).

Las mismas autoras, acotan que, en casi toda la geografía nacional se siembra yuca, bien sea del tipo dulce para consumo directo, o amarga para procesamiento de casabe y obtención de otros subproductos. Las variedades que se cultivan mayormente han sido seleccionadas por los productores tomando en consideración la precocidad del cultivo, resistencia a la sequía, adaptabilidad a los distintos tipos de suelo, o sea, a una sumatoria de características agronómicas favorables. Debido a la multiplicidad del material explotado de yucas autóctonas silvestres, ya la taxonomía ha sido casi marginada, y se toma en consideración la composición que tiene de

glucósidos tóxicos que producen ácido prúsico (HCN) y que en gran medida va a estar determinado por las condiciones agroclimáticas imperantes en la región donde esté la plantación. Los diferentes clones cultivados van recibiendo distintos nombres según sea la región del país, tanto en el tipo dulce como amarga y en muchos casos hay un mismo clon con diferentes nombres comunes.

Entre las principales variedades cultivadas en el oriente de Venezuela (Anzoátegui, Sucre, Monagas, Nueva Esparta, Bolívar y Delta Amacuro) se encuentran las siguientes: Dulces: Cubana, ceibita, pata de negro, algodонера, señorita, pan de pobre, zamura, mantequilla, ministerio, seda, etc.-Amargas: Catira, juliana, querepa, piñonera, José María, chapapotera, mulata, muerteña, yuca negra, conga, teta de indio, guasayera, paridora, cogollo verde, gobernadora, lengua de culebra.

En torno a su valor nutricional, la fuente antes citada reseña que, las raíces de la yuca tienen de 30 a 40 % de materia seca, o sea una proporción más alta que la de otras raíces y tubérculos. El contenido de materia seca depende de factores tales como la variedad, la edad de las raíces al momento de la cosecha, el suelo, las condiciones climáticas y la sanidad de la planta. El almidón y los azúcares son los componentes predominantes (aproximadamente un 90 %) de la materia seca, siendo el almidón mucho más importante. La energía metabolizable de la yuca seca es, de 3500 a 4000 kcal/g, similar a la de la harina de maíz.

Así mismo, el contenido de proteína cruda de las raíces de yuca, que generalmente se estima multiplicando el contenido de N por el factor 6,25, es de 2 a 3 % con base en la materia seca; sin embargo, el contenido de proteína verdadera es menor, ya que hasta la mitad del N de las raíces no es nitrógeno proteico. La calidad de la proteína es razonablemente buena, a pesar de que hay deficiencias de aminoácidos azufrados; sin embargo, la preocupación sobre la calidad de las proteínas es algo académica, ya que los niveles de estas sustancias son tan bajos en las raíces frescas que al final del procesamiento para obtener “gari” o “farinha” (en los cuales dicho contenido baja aún mas) tales niveles no tienen ninguna significación nutricional.

Adicionalmente, las raíces contienen cantidades significativas de vitamina C, tiamina, riboflavina y niacina. Una persona que consuma diariamente más de 250 calorías de yuca satisface los requerimientos diarios de vitamina C; sin embargo, el contenido de esta vitamina se reduce en 50 o 70% al cocinar la yuca y en un 75% o más al preparar productos tales como “farinha”, “gari” o “fufu”. De todas maneras, en áreas donde hay alto consumo de yuca, aunque ésta sea procesada, dicho consumo puede proveer suficiente vitamina C para satisfacer los requerimientos mínimos diarios. Por lo tanto, el papel nutricional de la yuca consiste en ser una fuente energética de bajo costo, que se debe usar con otros alimentos que provean las proteínas, las vitaminas, las grasas, y los minerales necesarios.

En ese sentido, como se muestra en la tabla 1, sobre la base del valor nutritivo por cada 100 g de yuca, se observa que a pesar de que tiene bajos contenidos en proteína y grasa, esas deficiencias se compensan cuando se recibe en la alimentación los aportes que hacen otros alimentos en la combinación de la dieta diaria.

**Tabla 1 Valor nutritivo aportado por cada 100g de yuca**

Componente		Componente	
Energía (calorías)	148	Calcio (mg)	29,0
Humedad (g)	61,6	Fosforo (mg)	53,0
Proteína (g)	1,1	Hierro (mg)	0,7
Carbohidratos (g)	35,5	Tiamina (mg)	0,06
Grasa (g)	0,2	Riboflavina (mg)	0,03
Fibra (g)	1,0	Niacina (mg)	0,06
Cenizas (g)	0,6	Vitamina A	Trazas

Fuente: INN, 2001

## **Sagú**

El sagú, también llamado, achira, arawac, imocoma, chisgua, maraca y capacho, pertenece a la familia botánica de las cannáceas y su nombre científico es *canna edulis*, es una planta herbácea perenne, alcanza hasta 3 metros de altura. Actualmente, es una especie olvidada, pero de una importancia estratégica en la economía campesina por sus ventajas comparativas de biodiversidad, criterios de sostenibilidad, cultivo en áreas agrícolas marginales, asociado a la producción lechera, contribución a la dieta familiar, capacidad de generar valor agregado por la creación de pequeñas agroindustrias y empleadora de mano de obra familiar. (Moreno, 2006).

El sagú se utiliza en la alimentación humana y animal, principalmente para la producción de almidón industrial y preparación de fideos. Las raíces se pueden consumir asadas o cocidas. De sus cormos se obtiene la harina con la que se preparan galletas, panecillo y dulces, pues contiene 4% de azúcar. Del almidón se prepara un budín para alimentación infantil y de personas convalecientes, los tallos tiernos son comestibles y los rizomas se pueden usar para alimentación animal.

Sucedé pues, que el almidón de sagú tiene alto contenido de amilasa, la cual es una enzima importante. Muestra una viscosidad muy alta en las temperaturas que se someten en la elaboración de pastas, lo cual permite manipular con mayor facilidad los geles calientes en comparación con otros almidones. Es una excelente fuente de nutrientes para niños, ancianos y

personas que sufren problemas digestivos. Las propiedades nutricionales del sagú se presentan a continuación: en la tabla 2.

**Tabla 2 Composición nutricional de la raíz de sagú (metroxylon sp.) en 100 g.**

Agua	70g
Proteínas	2,7g
Lípidos	0,1g
Fibras	0,8g
<b>Almidón</b>	<b>16g</b>
Calorías	126 kal
Vitamina A	8mg
Calcio	35mg
Hierro	9,3mg
Fósforo	33mg

Fuente: Caicedo, 2000.

## **Huevos**

Los huevos han servido de alimento para el hombre desde tiempos muy antiguos. Contienen valiosos nutrientes en forma concentrada y fácilmente absorbible, la utilización de este alimento es completa. Así, la cascara se puede emplear como aporte de calcio en ponedora, o para purificar hidrógeno que posteriormente se utiliza como combustible. El huevo entero, la clara, o la yema, se utilizan para la elaboración de ovoproductos o

productos derivados del huevo, su uso en la industria alimentaria, en restaurantes y hostelerías se ha visto potenciado, entre otras razones, por la prohibición en algunos países del uso del huevo fresco para elaborar mayonesas o salsas (Belitz, Grosch y Shieberle, 2009).

Así mismo, el peso medio de un huevo suele ser de unos 60g, la cascara que los envuelve le confiere forma ovalada y puede tener color blanco, amarillo o marrón. Sus principales componentes son agua (74%), proteínas (12%), y lípidos (11%) (Belitz y Grosch, 1997).

Destaca una acotación muy importante, de que la clara llamada albumen, es una solución acuosa de proteínas de naturaleza viscosa. Contiene cuatro capas distintas: la delgada externa (es fluida y representa el 23%), la gruesa (es densa y representa el 57%), la delgada interna (fluida y representa el 17%) y las chalazas o codones (capa densa representa el 3%) dispuesta en forma de filamentos que van desde la yema hasta los dos extremos del huevo y son los responsables de la sujeción de la yema en el centro del huevo. Alrededor del 88% de la clara es agua, 10,6% proteínas, 0,6% hidratos de carbono, 0,03% lípidos, sales minerales 0,6% siendo la proteína el otro componente en importancia. Desde el punto de vista tecnológico hay que destacar la presencia de glucosa libre en cantidades próximas al 1% ya que esta contribuye a que se produzca la reacción de Maillard (Belitz, Grosch y Shieberle, 2009).

## **Definición de términos básicos**

**Aditivo:** Son aquellas sustancias que pueden adicionarse en forma intencional a alimentos y bebidas, sin intención de cambiar su valor nutritivo, con la finalidad de modificar sus características tecnológicas de elaboración o conservación, o para mejorar su adaptación al uso a que se destinan.

**Emulgentes:** sustancias que hacen posible la formación o el mantenimiento de una mezcla homogénea de dos o más fases no miscibles, como el aceite y el agua, en un producto alimenticio.

**Espesante:** sustancia que aumenta la viscosidad de un alimento.

**Conservadores:** sustancia que prolongan la vida útil de los alimentos, protegiéndolos del deterioro causado por microorganismos o que protegen del crecimiento de microorganismos patógenos.

**Almidones modificados:** sustancias obtenidas por uno o más tratamientos químicos de almidones comestibles, que pueden haber sufrido un tratamiento físico o enzimático y ser diluidas o blanqueadas con ácidos y bases.

**Caramelización:** ocurre cuando los azúcares se calientan por arriba de su punto de fusión, esta reacción no enzimática se presenta en los alimentos

tratados térmicamente de manera drástica, tales como los derivados de la panificación, las frituras y los dulces a base de leche.

**Cormo:** es un tallo subterráneo de base hinchada, envuelto por hojas secas de escamas. Es una estructura sólida, de tallo, con nudos y entrenudos marcados y evidentes.

**Herbáceas:** es una planta blanda y pequeña que no posee un leño pero tiene una muy buena floración.

**Canacceas:** planta con apariencia de tubérculo que se desarrolla en países tropicales y subtropicales.

### **Hipótesis de la investigación**

Un pan elaborado a base de harina de yuca y harina de sagú, libre de gluten, fortificada con albumina, tendrá un buen nivel de agrado valor nutricional.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **Diseño de investigación**

La presente investigación se desarrolló a través de un diseño de tipo preexperimental con estudio de una sola medición ya que consistió en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición en una o más variables (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

Implica dicho diseño, en que la elaboración del pan se realizó mediante la formulación de un esquema tecnológico, y sus parámetros fueron medidos una sola vez en función de la obtención de los resultados que tanto la teoría como la puesta en práctica indicaron, y en base a ello, se procedió a la caracterización de la medición del respectivo análisis sensorial de acuerdo a la escala hedónica de atributos.

#### **Tipo de investigación**

Así mismo, se propone realizar una investigación descriptiva de tipo transversal, que permite describir el estado del fenómeno estudiado en un momento determinado, en este caso la elaboración del pan a base de harina de yuca y harina de sagú libre de gluten fortificada con albumina, procediendo al análisis de la composición proximal a las harinas y a los

panes, que incluye: contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasas, carbohidratos totales, y fibra cruda, el cálculo del aporte energético, así como la realización de pruebas hedónicas por atributos, mediante las pruebas de degustación de la muestra ofrecida para que los jueces o panel de consumidores señalaran su nivel de agrado para cada atributo sensorial según la escala estructurada.

A los efectos estadísticos, se hace uso de la distribución de frecuencia porcentual a los fines de tabular los resultados en cuadros e ilustrarlos mediante gráficos de área tipo barras horizontales, en función del análisis de la orientación en cuanto a la opinión sobre el agrado del producto.

Antes de llegar a la formulación precisa se procedieron a realizar 6 ensayos previos.

<b>Pan a base de Harina de yuca y harina de sagú libre de gluten fortificado con albumina</b>						
Ingredientes	1era formula ción	2da formula ción	3era formula ción	4ta formula ción	5ta formula ción	6ta formula ción
Harina de yuca	200g	200g	200g	200g	150g	100g
Harina de sagú	100g	100g	100g	100g	150g	100g
Azúcar	15	15g	15g	20g	15g	15g
Levadura	2g	5g	5g	5g	12g	15g
Sal	1cdta	1cdta	1cdta	1cdta	1cda	½ cda
Margarina		30g	30g	30g	1cda	1cda
Aceite de oliva		1 cda	1cda			
Aceite vegetal				1cda	1 cda	2 cda
Leche descremada		1 taza	1 taza			
Leche en polvo				100g	80g	50g
Huevos	2	2	3	3	4	4
psyllium			5g	5g		
Goma xantan				5g	1 cdta	1 cdta
Agua	350mL	350mL	350mL	150mL	½ taza	
Soda				200mL	1 taza	1 ½ taza

Tabla 3. Laboratorio Análisis Físico Químico Escuela de Nutrición y Dietética (2014).

Observaciones	
1era formulación	Se observó poco volumen así como un color pálido en el pan, un poco duro pero con buen sabor.
2da formulación	En la segunda formulación salió un pan con poco volumen, un poco más dorado y manteniendo el sabor de la primera formulación.
3era formulación	En esta formulación de observo un bajo volumen, un color más dorado pero un aspecto gomoso en el pan, y cambios en el sabor lo cual tenía un sabor a jamón endiablado.
4ta formulación	En esta formulación se observó un pan con un mayor volumen, color dorado, un poco más suave, un poco grasoso y un sabor un poco dulce.
5ta formulación	En esta formulación el pan obtuvo un mayor volumen, un color más dorado, de corteza crujiente, se puso observar el olor característico del pan y un poco dulce. Pero una vez sacado del horno el pan perdió un poco de volumen.
6ta formulación	En la formulación final del pan se observó un buen color dorado, una corteza crujiente, el olor característico el pan, mejorando el sabor dulce de formulaciones anteriores, y conservando su volumen una vez sacado del horno.

Tabla 4. Laboratorio Análisis Físico Químico Escuela de Nutrición y Dietética (2014).

## **Formulación precisa de ingredientes para la elaboración del pan propuesto.**

Harina de Yuca 100g

Harina de Sagú 100g

Leche en polvo 50g

1cda de goma xantan

4 Huevos

Levadura 15g

Azúcar 15g

Sal ½ cda

2 cda de aceite

1 cda de margarina

1 ½ taza de soda

## **Preparación**

En un recipiente mezclar todos los líquidos, una vez mezclado ir agregando poco a poco los ingredientes secos junto con la levadura e ir batiendo con un batidor de mano hasta obtener una masa muy pegajosa. Dejar reposar por 30 min. Precalentar el horno a 150 °C, introducir la mezcla levada por un periodo de 1 hora o hasta que el pan dore, se recomienda no abrir el horno durante los primeros 30 minutos de la cocción. Todo ello siguiendo los pasos que se plasman en la Figura 1 que corresponde al

esquema tecnológico para la elaboración del pan a base de harina de Yuca y Sagú fortificado con albumina.

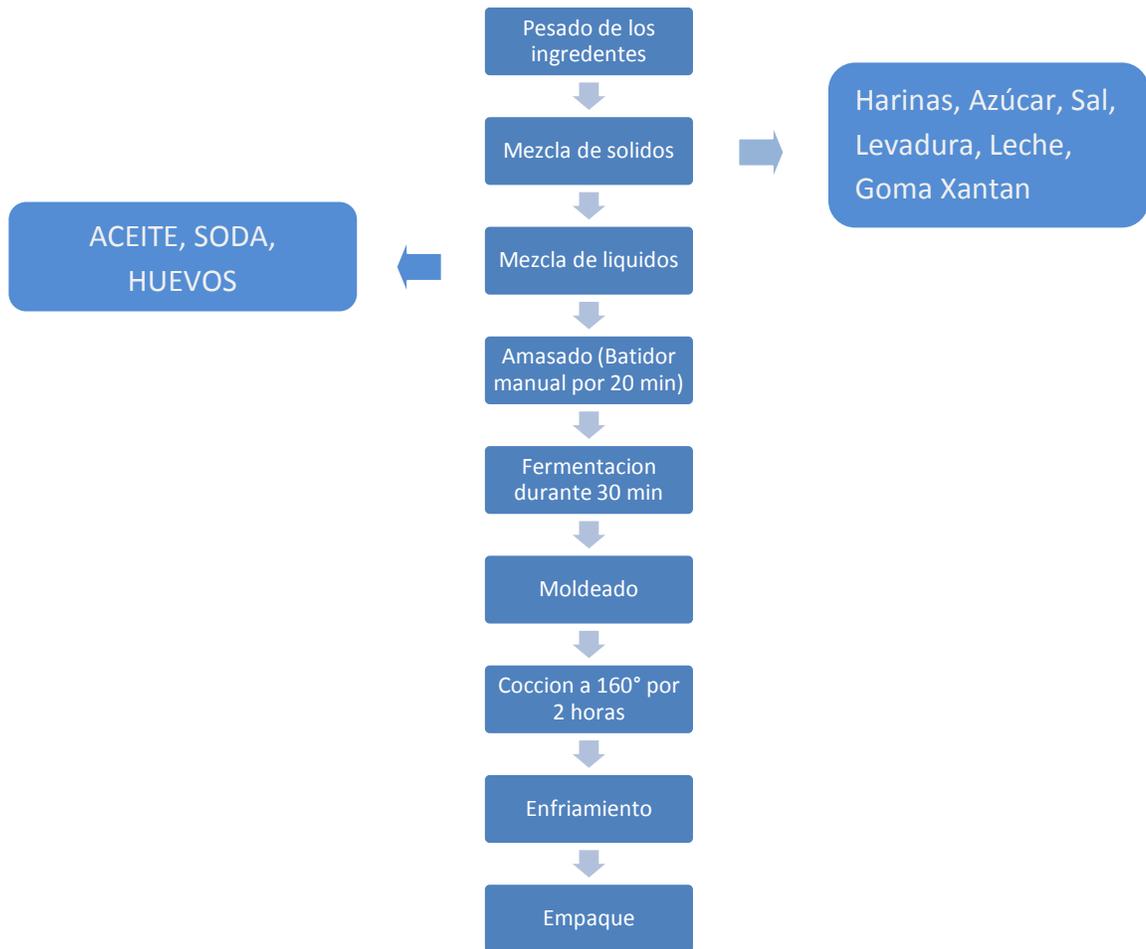


Figura 1. Esquema tecnológico para la elaboración del pan a base de harina de Yuca y Sagú fortificado con albumina.

## **Análisis Físico químico**

El análisis proximal se realizó en el laboratorio de Análisis Físico Químico de la Dirección de Investigación en Alimentos, del Instituto Nacional de Nutrición, que funciona en Caracas, en atención a la posibilidad de realización durante el período de pasantías profesionales.

A los efectos, el producto Pan artesanal de yuca y Sagú, fue sometido a las pruebas de humedad según Norma Venezolana COVENIN No.1553(2001), proteínas según Norma Venezolana COVENIN No.1195 (1998), grasas según Norma Venezolana COVENIN No.931 (1997), cenizas según Norma Venezolana COVENIN No.1783 (1998), fibra según Norma Venezolana COVENIN No.1789 (1981) y el respectivo cálculo de carbohidratos totales y energía.

### **Determinación de humedad (%)**

La norma contempla el método de ensayo para determinar el contenido de humedad en productos de cereales y leguminosas, tales como: harinas, almidones, sémola y pastas alimenticias. El Contenido de humedad es la pérdida de peso que experimenta el producto al ser secado mediante calentamiento en estufa a temperatura constante y a presión atmosférica normal, bajo condiciones tales que eviten cualquier cambio químico que pueda ocurrir en la muestra( COVENIN, 2001)

El material a ensayar consiste en una muestra de 5 g, molida o preparada según indique para cada producto, en la norma COVENIN correspondiente.

A los efectos, se sigue el siguiente procedimiento: Las cápsulas y sus tapas se colocaron en la estufa a 130° C durante una hora, se enfrían en el desecador y se pesan. En cada cápsula se pesaron 5g de la muestra, y se colocaron destapadas dentro de la estufa, regulada a 130°C, contando una hora a partir del momento en que la estufa alcance nuevamente la temperatura de 130°C. Se sacaron las cápsulas de la estufa, se taparon rápidamente, se colocaron en el desecador y se pesaron tan pronto alcanzaron la temperatura ambiente. Se colocaron nuevamente las cápsulas destapadas en la estufa, durante 30 minutos, luego se taparon, se dejaron enfriar en el desecador y se pesaron. Se continuó con este procedimiento hasta obtener peso constante.

Finalmente, la expresión de los resultados es en porcentaje y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Humedad \%} = \frac{\text{g de agua}}{\text{Muestra húmeda}} \times 100$$

Dónde: A= peso de la muestra original, en gramos B= peso de la muestra seca en gramos, teniendo una precisión: La diferencia entre los resultados obtenidos para las dos determinaciones del mismo ensayo no debe ser mayor al 0,2%.

## Proteínas

El cálculo de proteínas se realiza según Norma Venezolana COVENIN No.1195 año 1998, utilizando el método de Kjeldahl para la determinación del nitrógeno total en productos alimenticios.

La muestra a ensayar, consiste en 100 mg, representativos del material original, tomados según la norma COVENIN correspondiente, mantenida en un frasco herméticamente cerrado desde el momento en que se toma del lote o envase original y debidamente identificado.

El método, se basa en la digestión de la materia orgánica por la acción del ácido sulfúrico concentrado y calor, acelerado por un agente catalítico, donde ocurre la transformación de nitrógeno orgánico en sulfato de amonio que luego es liberado como amoníaco por la acción de una solución alcalina de hidróxido de sodio. El amoníaco liberado es destilado, recogido en una solución de ácido bórico y titulado con una solución de ácido clorhídrico. El contenido de nitrógeno en la muestra se calcula como:

$$(V_{HCl} \text{ muestra} - V_{HCl} \text{ Blanco}) \times N_{HCl} \times 14 \times 100$$

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{\text{Resultado de la fórmula anterior}}{\text{Miligramos de la muestra}}$$

Miligramos de la muestra

Dónde:

%N= porcentaje de nitrógeno expresado en términos de masa.

V= volumen en mL.

NHCl= Normalidad del HCl.

Mediante un método de conversión determinar el contenido de proteínas presente en la muestra

% Proteína = % Nitrógeno x 6,25

## **Grasas**

Según la Norma Venezolana COVENIN No.931 (1997), se aplica el método Roesse Gottlieb, donde la diferencia en peso multiplicado por 100 indica la cantidad por litro de grasa en la muestra. En todos los casos es necesaria una corrección para conocer el peso exacto de la grasa, lo que se logra restando el peso obtenido en el testigo. Cuando se emplean los mismos reactivos si el testigo es mayor de 0,5 mg purificar o reemplazar estos reactivos.

En concreto, dicha norma, establece que se extrae la materia grasa en una disolución alcohólico amoniacal con éter etílico y éter de petróleo, se evapora el disolvente y se pesa el residuo (COVENIN, 1997).

$$\% \text{ Grasa cruda (base húmeda)} = \frac{\text{Peso de la grasa}}{\text{Muestra húmeda}} \times 100$$

## **Cenizas**

El cálculo de las cenizas se realiza mediante la aplicación de la Norma Venezolana COVENIN No.1783 (1998), que indica realizar el análisis por triplicado. El principio en que se basa esta prueba se refiere a la combustión completa de las sustancias orgánicas presentes en la harina, hasta quedar solamente las sustancias inorgánicas que no combustionan, el color final de la muestra incinerada debe ser un polvo blanco o ligeramente grisáceo. Inicialmente se introduce el crisol en la estufa a 100 °C por aproximadamente 60 minutos. Seguidamente extraer el crisol de la estufa e introducirlo en el desecador por 60 minutos. Determinar el peso del crisol vacío, registrar este peso y luego pesar sobre el crisol la muestra (aproximadamente 3 g y registrar el peso del crisol más la muestra.

Posteriormente se procede al secado de la muestra a 100°C por 6 horas, para luego carbonizarla; para ello, se siguen las condiciones de trabajo en el microondas PYRO para la carbonización de la muestra, como se indica en la tabla 3.

**Tabla 5. Condiciones de trabajo en el microondas PYRO para la carbonización de la muestra**

Tiempo (min)	Potencia (W)	Temperatura (°C)
20	1000	550
45	1000	550
60	1000	550

Por último se procede a la incineración de la muestra, para lo cual se introduce el crisol en la mufla a 550 °C toda la noche. Apagar la mufla a primera hora de la mañana y esperar hasta alcanzar una temperatura menor a 100 °C. Después pasar el crisol al desecador y dejar enfriar a temperatura ambiente por aproximadamente 60 minutos, pesar el crisol con las cenizas y registrar el peso.

Para este cálculo se utilizó a siguiente ecuación:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso de las cenizas}}{\text{Muestra húmeda}} \times 100$$

Este método es aplicable a los granos, harinas y otros productos derivados de los cereales (Zumbado, 2002).

**Fibra cruda**

Su cálculo se realiza aplicando la Norma Venezolana COVENIN No. 1789 (1981), la cual establece el método de ensayo para determinar el contenido de fibra cruda en productos de cereales y leguminosas. El método

consistió en digerir la muestra desgrasada, primeramente con solución de ácido sulfúrico, lavar y digerir nuevamente con solución de hidróxido de sodio, luego lavar, secar y finalmente calcinar hasta destrucción completa de la materia orgánica. La pérdida de peso después de la calcinación representa el contenido de fibra cruda en la muestra. La expresión de los resultados para el contenido de fibra cruda en la muestra se expresa en porcentaje y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ fibra cruda (base húmeda)} = \frac{(mr - mc)}{\text{Muestra húmeda}} \times 100$$

Dónde:

Mr: masa del residuo

Mc: masa de ceniza

### **Carbohidratos**

El porcentaje de carbohidratos se obtuvo por diferencia al restar los resultados de humedad, proteínas, lípidos, y cenizas del 100%.

(Rodríguez y Martin, 1980).

Se determinó por diferencia:

$$\% \text{Carbohidratos totales} = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Proteínas} + \% \text{ Cenizas} + \% \text{ Grasa})$$

## **Determinación de Energía**

Los cálculos se establecieron relacionando la cantidad en gramos de cada macronutriente con los coeficientes de Atwater (proteínas 4kcal/g, carbohidratos 4kcal/g, grasas 9kcal/g).

## **Evaluación sensorial**

Para la evaluación sensorial de los panes se utilizó una escala Hedónica estructurada para determinar el nivel de agrado o desagrado de las muestras en los consumidores. En esta prueba se estudiaron los atributos, mostrados en la Figura 2.

Atributo	Escala		Respuesta
Nivel de Agrado Global	1	Me disgusta mucho	
	2	Me disgusta un poco	
	3	Ni gusta ni disgusta	
	4	Me gusta	
	5	Me gusta Mucho	
Apariencia	1	Me disgusta mucho	
	2	Me disgusta un poco	
	3	Ni gusta ni disgusta	
	4	Me gusta	
	5	Me Gusta Mucho	
Olor	1	Me desagrada mucho	
	2	Me desagrada un poco	
	3	Ni agrada ni desagrada	
	4	Me agrada	
	5	Me agrada mucho	
Sabor	1	Me disgusta mucho	
	2	Me disgusta un poco	
	3	Ni gusta ni disgusta	
	4	Me gusta	
	5	Me gusta Mucho	
Textura	1	Muy dura	
	2	Dura	
	3	Ni dura ni suave	
	4	Suave	
	5	Muy suave	

Figura 2. Escala hedónica estructurada.

## **Pruebas afectivas**

Son aquellas pruebas en la que el juez expresa o manifiesta su respuesta subjetiva ante un producto evaluado, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si lo prefiere a otro o no. Tienen como propósito fundamental evaluar la respuesta personal, ya sea de preferencia y/o aceptación de un producto, el número de jueces varía entre 50 y 300 panelistas y así se aumenta en gran medida la eficacia estadística (Linares, 2008).

Aunque estas pruebas suelen ser sencillas y rápidas logran dar una idea general de la aceptación o rechazo del producto a evaluar (Pedrero y Pangborn, 1997).

## **CAPÍTULO IV**

### **DISCUSIÓN Y RESULTADOS**

#### **Análisis sensorial**

El análisis sensorial que permite plasmar los resultados de la opinión recabada en las pruebas de degustación, se realizó en dos sesiones siendo la primera, en el mes de septiembre, en fecha 11.09.2014, con 14 jueces, bajo la coordinación del Laboratorio de Evaluación Sensorial del Instituto Nacional de Nutrición en Caracas (anexo 1), y ante los resultados obtenidos, y por recomendación de la docente tutora, la segunda prueba se realizó el 18.09.2014, con 50 jueces.

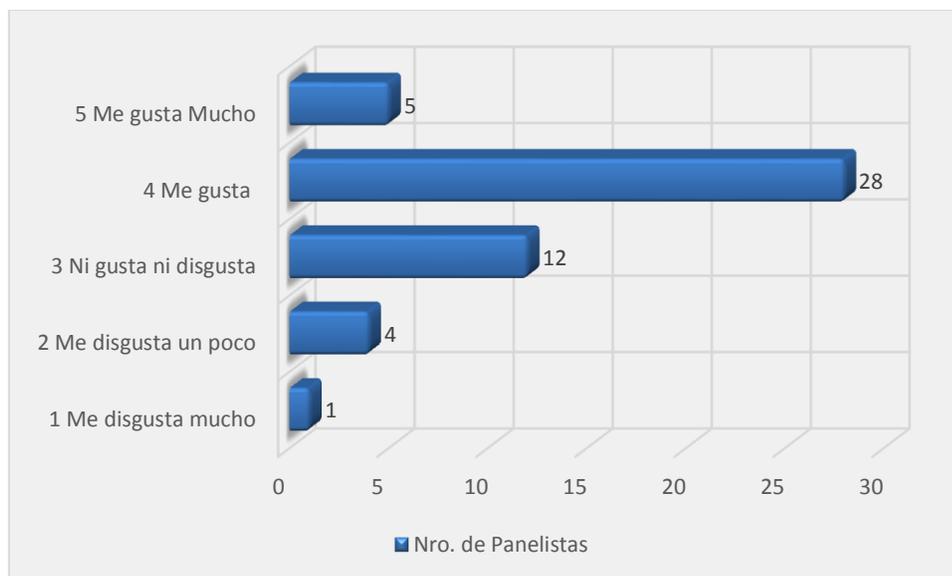
Es necesario acotar, que aun cuando la metodología planteaba realizar una sola medición, se decidió realizar otra medición con la elaboración de otro producto mejorado de acuerdo a las conclusiones de la primera prueba sensorial que señalan que el nivel de agrado de los jueces en cuanto a los atributos sabor y textura se expresaron en la categoría “ME ES INDIFERENTE” (Puntuación aproximada=3), mientras que para los atributos aspecto, color y olor se expresaron en la categoría “ME GUSTA” (puntuación aproximada =4). Recomendación: Tomar en cuenta los comentarios emitidos por los jueces para futuras formulaciones a fin de mejorar el nivel de agrado, como es el caso de ciertos atributos donde los jueces indicaron una textura

babosa y aspecto no uniforme, de igual manera comentaron un sabor ácido y a levadura.

A los resultados de la 2da prueba hedónica se les aplicó un análisis estadístico descriptivo por atributo que se muestran a continuación.

**Tabla 6. Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado global**

Atributo	Escala	Respuesta Nro. de Panelistas
Agrado	1 Me disgusta mucho	1
	2 Me disgusta un poco	4
	3 Ni gusta ni disgusta	12
Global	4 Me gusta	28
	5 Me gusta Mucho	5

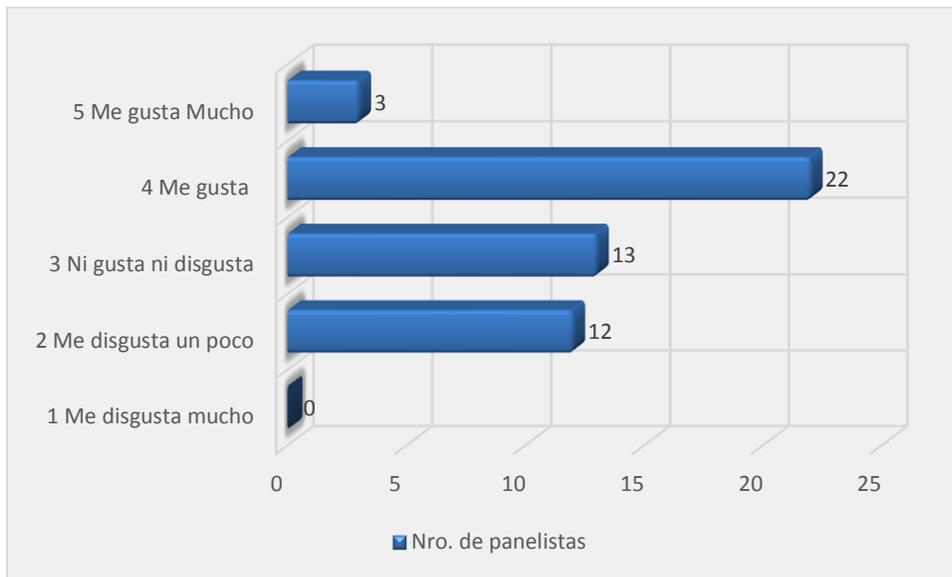


**Figura 3: Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado**

Como se aprecia en la tabla 5, ilustrado por la figura 5, el nivel de agrado global en la segunda prueba del análisis sensorial del pan sin gluten elaborado con harina de yuca y harina de sagú fortificado con albumina, presenta una orientación totalmente positiva, al haber resultado seleccionas las alternativas “Me gusta” por 28 personas con respecto a las otras opciones “ Ni me gusta ni me disgusta”, “ Me disgusta un poco” y me “Disgusta mucho” cuya polarización no afecta los resultados positivos en esta opinión mayoritaria.

**Tabla 7. Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Apariencia.**

<b>Atributo</b>	<b>Escala</b>	<b>Respuesta Nro. de panelistas</b>
	1 Me disgusta mucho	0
	2 Me disgusta un poco	12
Apariencia	3 Ni gusta ni disgusta	13
	4 Me gusta	22
	5 Me gusta Mucho	3



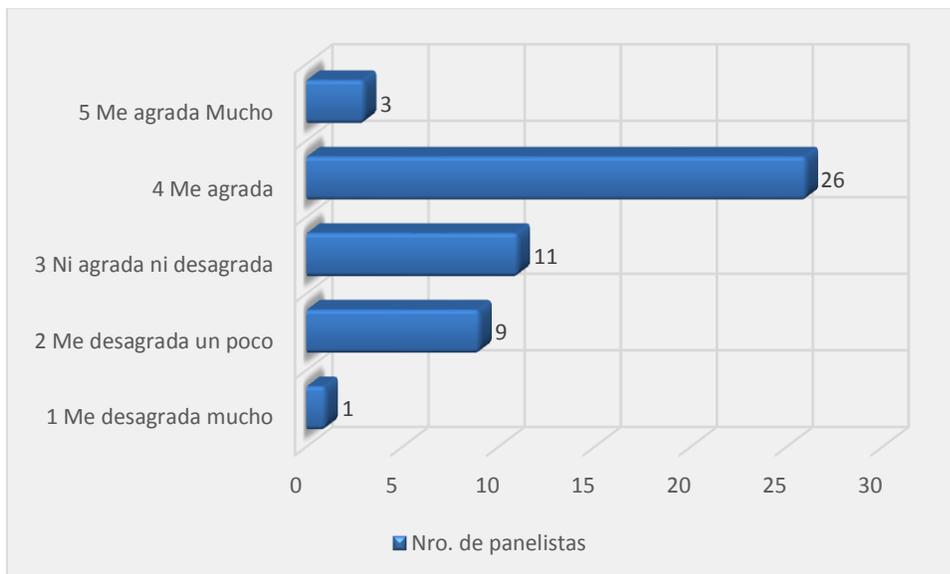
**Figura 4: Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Apariencia.**

Los resultados plasmados en la tabla 6, ilustrado por la figura 6, pertenecen al agrado por la Apariencia en la segunda prueba del análisis sensorial, la cual presentó una orientación positiva, al haber resultado seleccionadas las alternativas “Me Gusta” y “Me Gusta Mucho” por 25 personas.

Sin embargo, como hay igual número de panelistas expresando su opinión negativa y de indiferencia sobre el pan, es necesario considerar en el futuro algunos ajustes en la apariencia para la producción definitiva.

**Tabla 8. Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Olor**

Atributo	Escala	Respuesta Nro. de panelistas
Olor	1 Me desagrada mucho	1
	2 Me desagrada un poco	9
	3 Ni agrada ni desagrada	11
	4 Me agrada	26
	5 Me agrada Mucho	3



**Figura 5. Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Olor.**

Los resultados de la opinión de los panelistas en el cuadro 7, ilustrado por la figura 7, sobre el Aroma en la segunda prueba del análisis sensorial

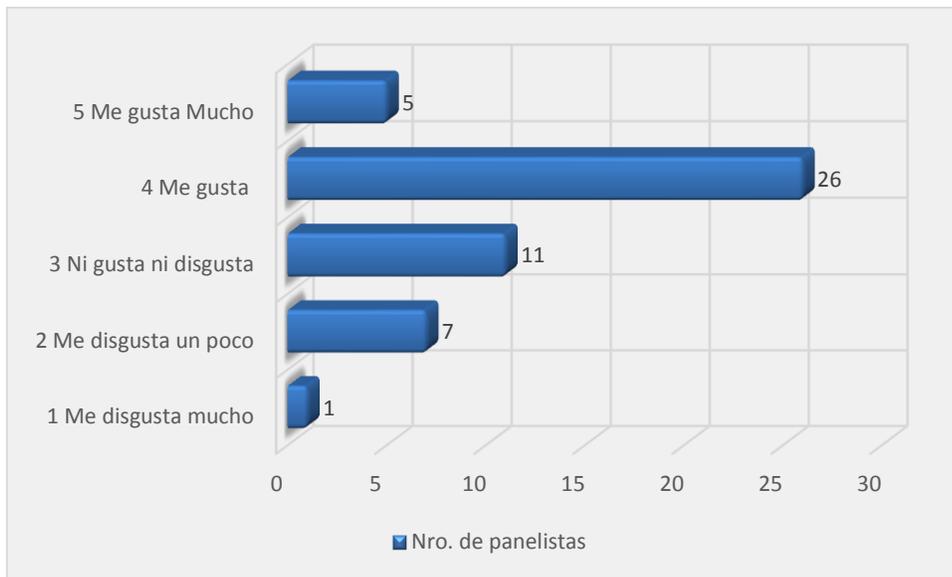
del pan presentaron una orientación altamente positiva, al haber resultado seleccionada la alternativa “Me Agrada” por la mayor parte de los panelistas.

Conviene resaltar que los resultados obtenidos, marcan un buen nivel de agrado en cuanto al olor del producto, aunque una parte de los panelistas no están convencidos plenamente del olor del pan; esta situación puede ser considerada solventada mediante aditivos que no influyan en el valor nutricional de dicho producto.

No se debe olvidar, que el olor puede significar de acuerdo a su intensidad y nivel de agrado en el público, la posibilidad de adquirir o no dicho producto, por lo tanto se hace importante corregirlo en el corto plazo, mejorando el olor para hacerlo aún más atractivo al consumidor.

**Tabla9.Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Sabor**

<b>Atributo</b>	<b>Escala</b>	<b>Respuesta Nro. de panelistas</b>
Sabor	1 Me disgusta mucho	1
	2 Me disgusta un poco	7
	3 Ni gusta ni disgusta	11
	4 Me gusta	26
	5 Me gusta Mucho	5

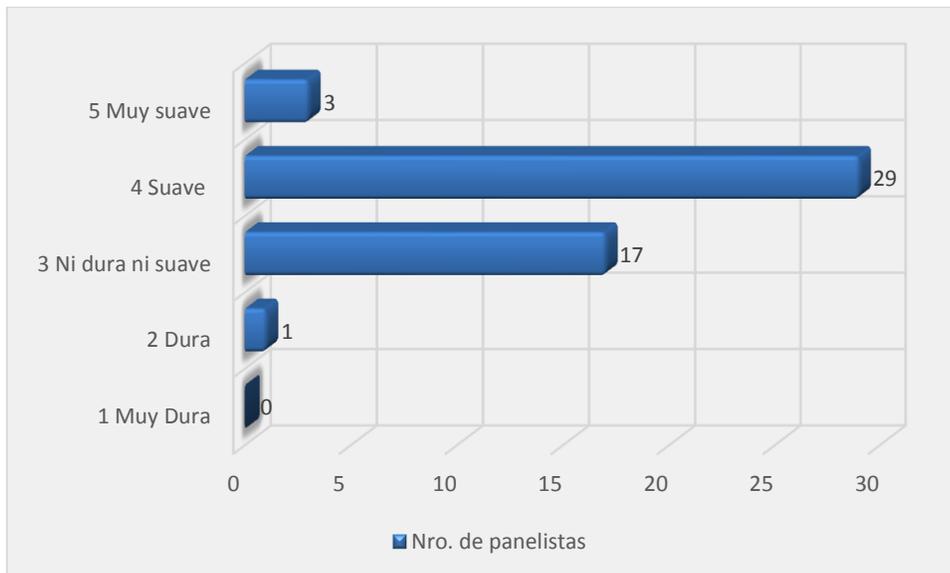


**Figura 6. Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Sabor.**

Como se aprecia en el tabla 8, ilustrado por la figura 8, el nivel de agrado en cuanto al sabor en la segunda prueba del análisis sensorial del pan presenta una orientación positiva, al ser mayoritaria la selección de “Me Gusta” y “Me Gusta Mucho” representado por 31 de los 50 panelistas con respecto a las otras alternativas; sin embargo, no hay que olvidar que estas posibles respuestas son importantes para futuras formulaciones.

**Tabla10. Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Textura.**

Atributo	Escala	Respuesta Nro. de panelistas
Textura	1 Muy Dura	0
	2 Dura	1
	3 Ni dura ni suave	17
	4 Suave	29
	5 Muy suave	3



**Figura 7. Distribución de Frecuencia del Nivel de agrado para el atributo sensorial Textura.**

Los resultados que se presentan en la tabla 9, ilustrado por la figura 9, muestran una orientación positiva, al haber resultado seleccionadas las

alternativas “Suave” y “Muy Suave” por 32 de 50 panelistas, en relación a las otras alternativas. Esto indica que la textura del pan es suave y agradable al consumo.

### Análisis físico químico

El análisis físico químico se realizó en el Instituto Nacional de Nutrición, tal y como se evidencia en el cuadro 10, que se presenta a continuación, donde están contenidos los valores de humedad, grasas, proteínas, cenizas, carbohidratos totales cálculo de su valor energético y fibra cruda.

Tabla 10 información nutricional

INFORMACION NUTRICIONAL		
PRODUCTO (Pan de harina de yuca y sagú)		
	por cada 100g	% Requerimiento INN
<b>Humedad</b>	<b>37</b>	
<b>Minerales</b>	<b>3,72</b>	
<b>Proteína (g)</b>	<b>8,37</b>	<b>1,5</b>
<b>Grasa totales (g)</b>	<b>14,32</b>	<b>5,6</b>
<b>Carbohidratos totales (g)</b>	<b>36,59</b>	<b>6,4</b>
<b>Energía (Kcal)</b>	<b>309</b>	
<b>Fibra Cruda (g)</b>	<b>5</b>	<b>25</b>

\*De acuerdo a las recomendaciones nutricionales diarias del Instituto Nacional de Nutrición (I.N.N). Los requerimientos diarios se calcularon con base a una dieta de 2.300 Kcal.

**CALORIAS POR GRAMOS: Proteínas 4\*, Grasa 9\*, Hidratos 4\***

En dicho estudio, tal y como se aprecia en la figura precedente, la humedad dio como resultado 37% humedad, las grasas 14,32 %, Proteínas 8,37%, cenizas 3,72 %, Carbohidratos totales 36,59%, Energía 309 Kcal y 5% de Fibra cruda, todo en base al estudio de g/100g de muestra del producto.

Conviene destacar que los resultados reflejan que las grasas están un poco altas en comparación al pan tipo sándwich del que hace referencia la tabla de composición de alimentos en Venezuela (INN, 2001) es importante acotar que este pan lleva leche en polvo completa y aceite de soya lo que justifica el valor obtenido. No obstante, se puede recomendar a la hora de realizar la receta sustituir la leche en polvo completa por leche en polvo descremada, al igual que el aceite que es de soya. Se utilizó este tipo de aceite por la situación del país ya que muchos productos no se consiguen por la poca disponibilidad de productos de manera coyuntural, se entiende que al hacerlo apegados a la formulación registrada en esta investigación con los productos tal cual, salvo el cambio de leche en polvo completa por descremada.

En resumen, el análisis físico químico, resultó exitoso lo que permite la elaboración del pan con los fines propuestos, para ser una alternativa a los enfermos celíacos, de diabetes y alérgicos a la harina para que puedan consumir pan sin gluten.

## CONCLUSIONES

Se puede elaborar un pan de buena calidad con la sustitución total de la harina de trigo por almidones como la yuca y el sagú.

El uso de la albumina permite obtener las características de un pan.

Se determina el valor nutricional del pan elaborado a través de un análisis proximal, altos contenidos de grasas y fibra cruda en comparación con un pan tipo sándwich que hace referencia a la tabla de composición de alimentos.

Se observó una orientación positiva en cuanto al nivel de agrado del pan elaborado por lo que se podría inferir que tendrá una aceptabilidad en el mercado.

## RECOMENDACIONES

Así mismo para mejorar el sabor es posible el agregado de una esencia que disimule ese sabor a levadura que arrojo ambos resultados tanto los del INN como los de análisis sensoriales realizados en el laboratorio de la escuela de nutrición y dietética.

Se recomienda el agregado de leche en polvo descremada esto ayudaría a disminuir el contenido de grasa.

Es preferible consumir en pan caliente o ligeramente tostado en la plancha ya que su sabor mejora un poco eliminándose el olor a levadura y sabor a huevo.

Se puede sustituir la harina de yuca por harina de soya o cualquier otro almidón.

Se recomienda realizar estudios sobre la vida útil del pan para futuras formulaciones.

## Referencias Bibliográficas

- Asociación de celíacos. (2006). *La enfermedad celíaca*. (en línea). Disponible en: <http://celiacosmadrid.org>. Consultado Septiembre 21, 2013.
- Belitz, H. y Grosch, W. (1997). *Química de los Alimentos*. Zaragoza: Acribia,s.a.
- Belitz, H., Grosch, W. y Shieberle, P. (2009). *Food Chemistry*. Heidelberg, Springer (4ta. Edit.).
- Caicedo, G. (2000). *El cultivo de achira, alternativa de producción para el pequeño productor*. Revista Raíces Andinas 11. Corpoica. Bogotá, Colombia.p. 39-40.
- CANIA (2009). *Nutrición en pediatría*. (Vol.1). Caracas, Venezuela: Epísteme.
- Clavel, R. (2001). *El Sabor del Pan. Molinería y Panadería*. Extraído desde: <http://www.molineriaypanaderia.com/tecnica>
- Norma venezolana COVENIN (1997). Norma 931-1997. Leche y sus derivados .Determinación de grasa por el método Roesse Gottlieb.Comisión venezolana de normas industriales, Caracas.
- Norma venezolana COVENIN (1998).Norma 1195-80. Alimentos. Proteínas. Determinación de Nitrógeno. Método de Kjeldahl.Comisión venezolana industriales, Caracas.
- Norma venezolana COVENIN (1998).Norma 1783. Alimentos. Productos de Cereales y Leguminosas. Determinación de cenizas.Comisión venezolana de normas industriales, Caracas.

Norma Venezolana COVENIN (2001). Norma 1553. Alimentos. Determinación de humedad. Norma 1553. Comisión venezolana de normas industriales, Caracas.

Norma Venezolana COVENIN (2001). Norma 1789. Alimentos. Productos de Cereales y Leguminosas. Determinación de Fibra Cruda. Comisión venezolana de normas industriales, Caracas.

Dickey, W., y Kearney, N. (2006). *Overweighth in celiac disease: prevalence, clinical, characteristics, and effect of a gluten free diet*, Am J Gastroenterol. Trillas. Arkasas. USA.

Fassano, A., Catassi, C. (2001). Curret Aproaches to diagnosis and Tratment of Celiac diasease: an envolving spectrum. Gastroenterology. 120. p.636

Gallagher, E., kenny, S. y Arendt, E. (2005). *Impact of dairy protein powders on biscuit quality*, Ed: Eur foods es Technol. 221. p. 237-243.

García V., B. y Guerra H., E. (2010). *Cereales y productos derivados*. En Gil, A. Tratado de Nutrición. Tomo II. Madrid: Panamericana. p. 97-138.

Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. (4ta. Ed.), D.F. México: Mcgraw-Hill Interamericana.

Hernández, G. y Majem, S. (2010). *Libro Blanco del pan*. Madrid: Panamericana.p. 3-7.

Herrera A., Herrera, E., & Mármol, R. (2006). *La enfermedad celiaca y su gastronomía*. Buenos Aires: Carena Editions. Valencia. p. 28-66.

Instituto Nacional de Nutrición (2001). División de Investigaciones de Alimentos. "Tabla de composición de alimentos para uso práctico". Primera reimpresión. Caracas. Venezuela.

Linares, A. (2008). *Manual de Prácticas para análisis sensorial de alimentos*. Escuela de Nutrición. Facultad de Medicina. Universidad de Los Andes.

Martins, S., Martinus, A. & Van Boeckel, A. (2005). *A kinetic model for the glucose/glycine Maillard reactions pathways*. Food chemistry. 90. Países Bajos. p. 257-269.

Milde, L., González, K., Valle, C. y Rybak, A. (2009). *Pan de fécula de mandioca con leche. Comportamiento físico al adicionar un emulsionante*. Ciencias y tecnología. 11. Extraído el día 18 de octubre de 2013 desde: <http://exactas-unam.dyndns.org/recyt/images/stories/Descargas/revista%20milde11-1.pdf>.

Milde, L., Urbina, C., Rybak, A., Oliveira, C. y González, K. (2009). *Metodología de la superficie de respuesta para optimizar panificado libre de gluten con grasa, huevo y leche*. Ciencias tecnología. 11. Extraído desde: [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/dis\\_exp/und\\_7/pdf/metodologia%20de%20superficie.pdf](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/dis_exp/und_7/pdf/metodologia%20de%20superficie.pdf).

Ministerio de Producción y Comercio o (MPC). (2000). *Anuario estadístico agropecuario*. Extraído desde: [www.platino.gov.ve/MAC/INDICE-P-HYM](http://www.platino.gov.ve/MAC/INDICE-P-HYM).

Miñarro, B., Capellas, M. y Albanell, E. (2009). *Optimización del pan sin gluten. Tecnología para el sector de panificación, pastelería y bollería.* 403. Extraído desde: [http://www.cerpta.com/premsa/revistes\\_2009/3.pdf](http://www.cerpta.com/premsa/revistes_2009/3.pdf).p. 60-62.

Miñarro, B., Albanell, E. y Capellas, M. (2009). *Fuentes proteicas alternativas al gluten en panificación. Tecnología para el sector de panificación y bollería.* 405. Extraído desde: [http://www.cerpta.com/premsa/revistes\\_2009/5.pdf](http://www.cerpta.com/premsa/revistes_2009/5.pdf).p. 64-68.

Moore, M., Schober, T., Dockery, P, & Arendt, E. (2004). *Texturak comparisons of gluten free and whet based doyghs, batters, and breads cereal.*Chemistry. 81. John Wiley & Sons, Inc: John Wiley & Sons, Inc.

Moreno, G. (2006). *Proyecto de producción del cultivo de sagú en el municipio Jauregui, estado Táchira.* Proyecto elaborado para Fundacite Táchira, Material mimeografiado.

Pedrero, B., y Pangborn, R. (1997). *Evaluación sensorial de los alimentos.* México: Almbra Mexicana.p. 145-147.

Rodríguez, B. y Martin, E. (1980). *Carbohidratos. Análisis de alimentos.* (1° ed.) Caracas, Venezuela. p. 17-32

Ruiz, S. y Urbaez, Z. (2010). *Elaboración de panes con harinas compuesta de catebia de yuca y trigo.* Universidad de Oriente. Escuela de

Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Núcleo Anzoátegui, Puerto La Cruz.  
Venezuela. p. 38

Salazar, E., Álvarez, L. (2001). *Características objetivas y subjetivas en la evaluación de panes de harinas compuestas a base de yuca (Manihot esculenta) y subproductos amiláceos del maíz (Zea mays)*.

Revista SABER. 13 (1). p. 40-45.

Salazar, E., Salazar, D. & Fleming, A. (2004). *Efecto del Almidón de Maíz y de la Albúmina de Huevo sobre las propiedades reológicas, funcionales y nutricionales de las harinas compuestas a base de yuca amarga destinadas a panificación*. Revista Saber. 16(1).p.45-50.

Disponible en

<http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1045/1/07-EFE>

CTO %DEL%20ALMID%C3%93N.pdf.Consultado, Noviembre 18,2013.

Sánchez, H., Osella, C., & De la Torre, M. (1996). Desarrollo de una fórmula para pan sin gluten. (2).p.35-41. Disponible en:

<http://books.google.co.ve/> books?hl=es&lr=&id=c0i4-

RzTkBgC&C&oi=fnd&pg=PA35&dq= alimen

tos+oara+celiacos&ots=66fEqZW-qA&sig=d\_2hDiK9elkPmDZLoVj Xm

Bw7wes&redir\_esc=y%v=onepage&q&f=false. Consultado, Noviembre

22,2013.

Sánchez, H.D.; Osella, C. y De la Torre, M.A. (2002). *Optimization of gluten-free bread prepared from cornstarch, rice flour, and cassava starch*. J. Food Sci. 67. Estados Unidos. p. 416-419.

Torres, R., González, R., Sánchez, H., Osella, C. & De la Torre, M. (1999). Comportamiento de variedades de arroz en la elaboración de pan sin gluten (en línea). Arch. Latinoam. nutr. 49 (2).p. 162-165. Disponible en <http://www.educapalimentos.org/site2/archivos/investigaciones/ARROZ%20EN%20LA%20ELABORACION%20PAN.pdf>. Consultado, Noviembre 23, 2013.

Valderrama, M, (1996). *Influencias de la sustitución de la harina de trigo por harina y afrechillo de kañihua en la calidad de pan*. Tesis para optar por el título de ingeniero en industrias alimentarias. Lima Perú.

Zumbado, H. (2002). Análisis químico de los alimentos métodos clásicos 2da edición. Libro de texto. Edición electrónica (ISBN 959-16-0253-8). Editorial Universitaria (EDUNIV). Ministerio de Educación Superior.p.438

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**

**RESULTADOS DE LA PRIMERA PRUEBA HEDÓNICA REALIZADA EN**

**EL INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICIÓN SEDE CARACAS**

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES EN ALIMENTOS  
Laboratorio de Evaluación Sensorial  
Informe de Evaluación Sensorial

Tabulación de Datos de Prueba de Escala Hedónica por atributos.

1. Fecha de la prueba: 11 de Septiembre de 2014		2. Lugar de realización: Laboratorio de Evaluación Sensorial		3. Responsable (s) del Panel: Lcda. Hilda Nieto, Lcdo. Joseph Bustos, Lcdo. Luis Parías		
4. Usuario: Pasantías Universidad de los Andes		5. Producto: Producto panificado con harina de Sagú		6. Nº Registro de Muestra: 14-248	7. Procedencia: Producto artesanal	
8. Fecha de Elaboración: 07 de Septiembre de 2014		9. Fecha de Vencimiento: 14 de Septiembre de 2014		10. Cantidad de Muestra Preparada: 3 panes	11. Tamaño de Presentación: 35gr	
12. Temperatura de Presentación: 20°C			13. Método de Preparación: Para consumo.			
14. Tipo de prueba: Escala Hedónica por Atributos		15. Tipo de panel: Semi-entrenado		16. Nº de Juces: 14	17. Análisis estadístico: Media y Desviación estándar	
18. Puntuación: -5 ME GUSTA MUCHO -4 ME GUSTA -3 ME ES INDIFERENTE -2 ME DESAGRA DA -1 ME DESAGRA DA MUCHO						
nº de Juces	1. Aspecto	2. Color	3. Olor	4. Sabor	5. Textura	6. Comentarios
1	3	4	4	4	4	Tiene algo diferente en el aspecto
2	2	4	3	3	3	textura y aspecto no es uniforme
3	4	4	4	4	4	
4	4	4	4	4	4	Buena miga, presenta buenas características
5	4	4	4	2	2	Sabor a ácido
6	5	5	5	4	4	Sabor fuerte a levadura
7	4	4	3	3	3	
8	3	4	4	2	3	Sabor a levadura
9	4	4	4	4	3	Textura babosa
10	4	4	3	4	3	Textura babosa
11	3	2	2	3	3	Buen sabor, mejor ar un poco el aspecto algo baboso
12	4	4	4	3	3	sabor ácido residual
13	4	4	4	4	4	
14	3	4	4	4	4	
$\bar{x}$	3,64	3,93	3,71	3,43	3,36	
s.d.	0,74	0,62	0,73	0,76	0,63	
$\pm$ APROX // %	4 $\pm$ 0,74	4 $\pm$ 0,62	4 $\pm$ 0,73	3 $\pm$ 0,76	3 $\pm$ 0,63	
<b>RESULTADOS</b>						
El nivel de agrado de los jueces en cuanto a los atributo sabor y textura se expresaron en la categoría "ME ES INDIFERENTE" (Puntuación aproximada=3), mientras que para los atributos aspecto, color, y olor se expresaron en la categoría "ME GUSTA" (Puntuación aproximada =4)						
ELABORADO POR:			APROBADO POR:			
Nombre y Apellido: Lcdo. Joseph Bustos			Nombre y Apellido: Lcda. Mabel Villafranca			
Firma y Fecha:			Firma y Fecha:			

**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES EN ALIMENTOS**  
**Laboratorio de Evaluación Sensorial**  
**Informe de Evaluación Sensorial**

Datos del producto:

1.Registro N°: 14-248

2. Fecha de emisión del informe: 12 de Septiembre de 2014.	
3. Fecha de prueba: 11 de Septiembre de 2014.	
4. Nombre del producto: pan a base de harina de yuca y sagú fortificada con albumina.	
5. Tipo de alimento: Panificable.	
6. Marca: No reportada.	
7. Lugar de Procedencia: Elaboración Artesanal.	
8. Lote(s): No reporta.	
9. Fecha de elaboración: 07 de septiembre 2014.	
10. Fecha de vencimiento: 14 de septiembre 2014.	
11. Objetivo(s) de la(s) prueba(s): Determinar el nivel de agrado o desagrado del panel semientrenado por los atributos (aspecto, color, olor, sabor y textura).	
12. Tipo(s) de prueba: Escala Hedónica por Atributos .	
13. Atributos evaluados: Aspecto, Color, Olor, Sabor y Textura.	
14. Análisis Estadístico de Datos: Media y Desviación Estándar.	
15. Tipo de panel: Escala Hedónica por atributos: Semientrenado.	
16. Cantidad de jueces: 14 jueces.	
17. Conclusiones:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los resultados obtenidos en la prueba Escala Hedónica por Atributos aplicada a la muestra 14-248, reportó nivel de agrado de los jueces en cuánto a los atributo sabor y textura se expresaron en la categoría "ME ES INDIFERENTE" (Puntuación aproximada= 3), mientras que para los atributos aspecto, color, y olor se expresaron en la categoría "ME GUSTA" (Puntuación aproximada = 4)</li> </ul>	
18. Recomendaciones:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tomar en cuenta los comentarios emitidos por los jueces para futuras formulaciones a fin de mejorar el nivel de agrado, como es el caso de ciertos atributos donde los jueces indicaron una textura babosa y aspecto no uniforme, de igual manera comentaron un sabor ácido y a levadura.</li> </ul>	
19. Anexos: Ver en adjunto (Página 02).	
FIN DEL INFORME	
20. Analista(s):	Firma y fecha:
21. Elaborado por:	Firma y fecha:
22. Recibido por:	Firma y fecha:
23. Revisado por:	Firma y fecha:
24. Aprobado por:	Firma y fecha:

INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICIÓN

Av. Baralt, esquina El Carmen. Edif. INN. Piso 2. Dirección de Investigaciones en Alimentos. Quinta Crespo, Municipio Libertador, Caracas-Venezuela.

Tel: 0212-48182541/ 9451. email: [diainn@email.com](mailto:diainn@email.com), [inv\\_alimentos@inn.gob.ve](mailto:inv_alimentos@inn.gob.ve)

S-IA-LS-FOR-008

Válido: 11/2012

Rev. 001

Pág 1/2

**ANEXO 2**

**RESULTADOS FÍSICOS QUÍMICOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO  
DE INVESTIGACIONES EN ALIMENTOS INSTITUTO NACIONAL DE  
NUTRICIÓN**

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES EN ALIMENTOS.  
Laboratorio de Análisis Físico Químico  
Resultados de Análisis Físico-Químicos.

Fecha de inicio del Trabajo: 26 de Agosto de 2014

Registro N°: 14-248

Solicitante: Br. Yoynelly Montilla, Pasante de la Universidad de Los Andes, Facultad de Medicina, Escuela de Nutrición y Dietética, Casco Central de Mérida, Avenida 3 "Independencia", Diagonal Plaza Bolívar, Mérida- Venezuela, Teléfono: 0414-2822544, Correo electrónico: yoynelly89@gmail.com

N° de Memo: N° 123 de 25 de Agosto de 2014.

1. Resultados del Análisis proximal y Fibra Cruda

Nombre del producto	PARÁMETROS						
	Humedad	Grasas	Proteína	Cenizas	Carbohidratos	Energía	Fibra
	g/100g	g/100g	g/100g	g/100g	Por Diferencia	Kcal.	g/100g
Pan Artesanal de yuca y sagú	37,00	14,32	8,37	3,72	36,59	309	5,00

Métodos de ensayo de referencia: **Humedad** NVC N° 1553, **Proteína** NVC N° 1195, **Grasa** NVC N° 931, **Cenizas** NVC N° 1783, **Fibra** NVC N° 1789, **Carbohidratos**: Calculado, **Energía**: Calculado. **Observaciones**: los resultados son de carácter informativo. 1) se observa heterogeneidad entre las replicas de las muestras entregadas al laboratorio. 2) se puede suponer que el tiempo de vida útil del producto es muy corto, ya que a los tres días empezó a presentar descomposición (presencia de mohos en el producto).

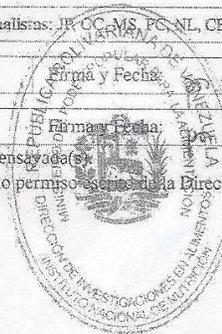
FIN DEL INFORME

Analisis: JP, OC, MS, PG, NL, CE, GO

Aprobado por: M.Sc. José Gregorio Lanza *J. Radondo*

Revisado por: M.Sc. Adriana Radondo *A. Radondo*

Nota 1: Los resultados solo conciernen a la(s) muestra(s) ensayada(s).  
Nota 2: Prohibida su reproducción total o parcial sin previo permiso escrito de la Directora Ejecutiva del Instituto Nacional de Nutrición.



**ANEXO 3**

**INSTRUMENTO APLICADO PARA LA PRUEBA HEDÓNICA REALIZADA**

**EN EL LAB DE ANÁLISIS SENSORIAL DE LA ESCUELA DE**

**NUTRICIÓN**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Por favor deguste la muestra ofrecida y señale su nivel de agrado para cada atributo sensorial según la escala planteada. En cada uno de los atributos seleccione la característica que mejor lo describe colocando una "X". Escoja **solo una** alternativa para cada atributo. Cualquier comentario sobre la muestra lo puede realizar en las observaciones.

Atributo	Escala		Respuesta
<b>Nivel de Agrado Global</b>	1	Me disgusta mucho	
	2	Me disgusta un poco	
	3	Ni gusta ni disgusta	
	4	Me gusta	
	5	Me gusta Mucho	
<b>Apariencia</b>	1	Me disgusta mucho	
	2	Me disgusta un poco	
	3	Ni gusta ni disgusta	
	4	Me gusta	
	5	Me Gusta Mucho	
<b>Olor</b>	1	Me desagrada mucho	
	2	Me desagrada un poco	
	3	Ni agrada ni desagrada	
	4	Me agrada	
	5	Me agrada mucho	
<b>Sabor</b>	1	Me disgusta mucho	
	2	Me disgusta un poco	
	3	Ni gusta ni disgusta	
	4	Me gusta	
	5	Me gusta Mucho	
<b>Textura</b>	1	Muy dura	
	2	Dura	
	3	Ni dura ni suave	
	4	Suave	
	5	Muy suave	

Observaciones:

---

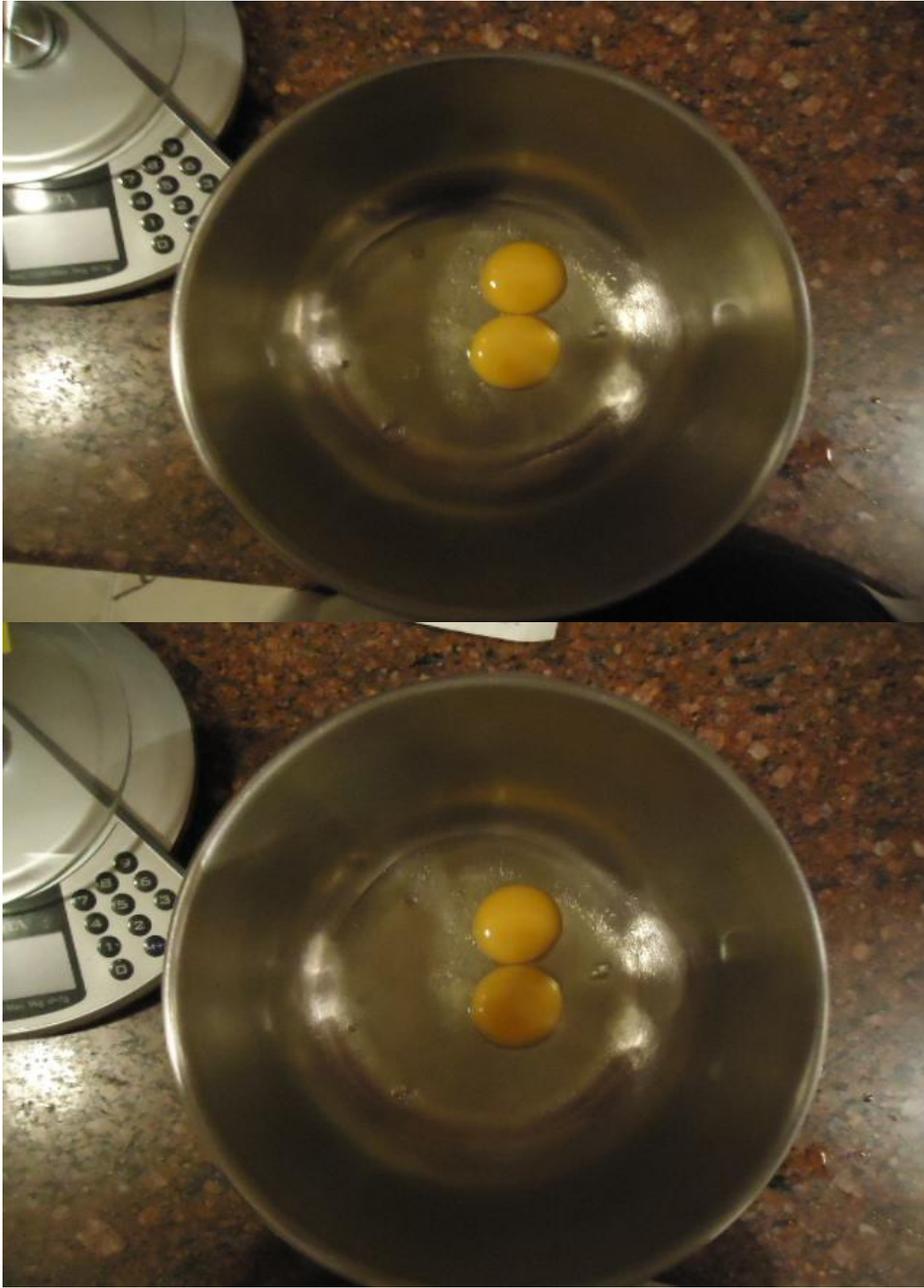
## **ANEXO 4**

**TESTIMONIAL GRÁFICO DE LA ELABORACIÓN DEL PAN SIN GLUTEN  
A BASE DE HARINA DE YUCA Y HARINA DE SAGÚ FORTIFICADO CON  
ALBÚMINA**

**Parte A. proceso de Elaboración del pan**

**Incorporación de los líquidos**

**Mezcla de líquidos**





## Mezcla de solidos



## Incorporación y mezclado de los sólidos









## Reposo



## Horneado





**Parte B. proceso de análisis sensorial**







