

UNELLEZ
Vicerrectorado de Infraestructura
y Procesos Industriales
Programa Ciencias del Agro y del Mar
San Carlos – Venezuela



RESPUESTA TECNOLÓGICA DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN A
BASE DE HARINAS DE AJONJOLÍ, (*Sesamum indicum*) YUCA
(*Manihot esculenta*) Y CARNE DE CERDO DESHIDRATADA (*Sus*
***scrofa domestica*)**

Br. Artigas Deibys CI: 19902541

Br. Velásquez Darwin CI: 24013228

Tutor: Ing. José Ramos

SAN CARLOS, SEPTIEMBRE DE 2017

UNELLEZ
Vicerrectorado de Infraestructura
y Procesos Industriales
Programa Ciencias del Agro y del Mar
San Carlos – Venezuela



**RESPUESTA TECNOLÓGICA DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN A
BASE DE HARINAS DE AJONJOLÍ, (*Sesamum indicum*) YUCA (*Manihot
esculenta*) Y CARNE DE CERDO DESHIDRATADA (*Sus scrofa domestica*)**

Br. Artigas Deibys

Br Darwin Velásquez

El trabajo de grado titulado “**RESPUESTA TECNOLÓGICA DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN A BASE DE HARINAS DE AJONJOLÍ, (*Sesamum indicum*) YUCA (*Manihot esculenta*) Y CARNE DE CERDO DESHIDRATADA (*Sus scrofa domestica*)**”, presentada por los Brs. Deibys Artigas C.I 19.902.541 y Darwin Velásquez C.I 24.013.228, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agroindustrial, fue aprobado en fecha: xx/xx/2017 por el siguiente jurado:

Prof.

Prof.

Prof. José Ramos

SAN CARLOS, SEPTIEMBRE DE 2017

DEDICATORIA

Dios Todopoderoso por darme el ser y la sabiduría, siempre me ha ayudado a salir adelante, en todo momento. En especial en los más difíciles momentos.

A mi madre Carmen Cazut, a mi padrastro José Peralta y a mi hermana Maryoris Peralta por ser fuentes de inspiración para mí. Aunque muchas veces el camino es un poco complicado me han motivado con sus consejos y aptitudes a realizar uno de mis primeros sueños. Tomando en cuenta que este es el primer escalón para lograr subir a la escalera de la vida, gracias por su apoyo y sus palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo hiciera aun cuando todo se complicaba, asumiendo el reto de apoyarme y brindarme siempre esa mano amiga creyendo en mí siempre a pesar de las dudas de los demás.

A ellos les dedico este gran logro con mucho amor porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida.

Deibys Artigas

AGRADECIMIENTO

Antes que todo agradezco a Dios por darme la vida y permitir cumplir mis metas. Gracias por iluminar mi camino siempre, mis padres y a mis hermanos por enseñarme a luchar en esta vida llena de adversidades, a conquistar las metas que me proponga hasta agotar los recursos que sean necesarios, a estar conmigo cuando he caído y motivarme a seguir adelante.

Agradezco a la UNELLEZ (Universidad Nacional Experimental De Los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”) por haber aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, porque de ella depende mi formación como profesional así como también a los diferentes profesores que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día, ya que sirvieron de guías en mi camino de vida, y siendo un pilar importante me hicieron crecer como persona y superar etapas.

Al profesor José Ramos tutor académico; también a mis compañeros de estudio gracias por el apoyo, conocimientos y amistad brindados durante todos estos años. Y a todas aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron durante esta etapa de mi vida y me alentaron a seguir hacia adelante y nunca darme por vencido.

A mi compañero de tesis Darwin Velásquez por su ayuda y compañerismo en la elaboración de este trabajo de grado.

Deibys Artigas

DEDICATORIA

A Dios primeramente por darme todo lo tengo y permitirme ser quien soy.

A mi padre José Desiderio Velásquez, gracias por ser mi motor, mi orgullo y ejemplo a seguir, sin ti esto no sería posible, mi guía en todo este camino.

A mi madre Ana Peroza por cada madrugada, por cada situación que sacaste para darme la oportunidad de ser mejor en vida, por todo el amor y cariño eres mi vida te amo.

Darwin Velásquez

AGRADECIMIENTO

A mi padre José Desiderio Velásquez y mi madre Ana Peroza, gracias a ellos estoy donde estoy y soy quien soy, son todo para mí y los amo mucho.

A mis hermanos Robert Velásquez, Robinson Velásquez, Reinaldo Velásquez, Ana Desiré Velásquez y Rivaldo Velásquez. A mis abuelas Claudia Castillo y Ana Barrios por haberme ayudado a ser mejor en la vida y su ayuda incondicional

A mis tíos Orbeira Velásquez, Carmen Velásquez, Elizabet Velásquez, Argilia Velásquez, Miguel Peroza, Santos Peroza, Raul Rangel y Danny Rangel.

A mis primos José Elías Urriola, Samantha González, y Ender Peroza.

A mis panas queridos que se calaron cada locura mía Lilo, Ender, Mantequilla, Wilfredy, Ramón y Deibys.

A mi compañeros de la universidad y a mi compañero de tesis que lo quiero mucho Deibys Artigas por su ayuda y compañerismo en la elaboración de este trabajo de grado.

A mi tutor académico José Ramos por su ayuda en el trabajo de grado.

Darwin Velásquez

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE CUADROS.....	XII
INDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XIV
RESUMEN.....	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	4
I.1. EL PROBLEMA	4
I.1.1. Planteamiento del problema	4
I.1.2. Formulación de los objetivos	6
I.1.2.1. Objetivo general	6
I.1.2.2. Objetivos específicos.....	6
I.1.3. Evaluación del problema.....	6
I.1.3.1. Importancia	6

I.1.3.2. Interés	7
I.1.3.3. Justificación	7
I.1.4. Alcances y limitaciones.....	10
I.1.4.1. Alcances	10
I.1.4.2. Limitaciones	10
I.1.5. Ubicación geográfica	10
I.1.6. Institución, Investigador (es), Tutor Académico y Asesor metodológico	10
CAPITULO II	12
II.1. MARCO TEÓRICO	12
II.1.1. Antecedentes de la investigación	12
II.1.2. BASES TEÓRICAS	14
II.1.2.1. Ajonjolí	14
II.1.2.2. Yuca	17
II.1.2.3. Carne de cerdo.....	26
II.1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	29
II.1.4. Formulación de sistema de hipótesis.	33
II.1.4.1. Hipótesis de Investigación.	34
II.1.4.2. Hipótesis Operacional.	34

II.1.4.3. Hipótesis Estadística.	34
II.1.5. Formulación del sistema de variables.	34
II.1.5.1. Variable independiente.....	34
II.1.5.2. Variables independientes de la matriz de diseño.	35
II.1.5.3. Variables dependientes.....	35
II.1.5.4. Operacionalización de variables.	35
CAPITULO III.....	37
III.1. MARCO METODOLOGICO.	37
III.1.1. Tipo de investigación.....	37
III.1.2. Población y muestra.	37
III.1.2.1. Población.	37
III.1.2.2. Muestra.	37
III.1.3. Diseño de la investigación.....	38
III.1.3.1. Diseño de muestreo de los tratamientos.	38
III.1.3.2 Materiales y Metodos.....	39
III.1.3.2.1 Materiales.....	39
III.1.3.2.2 Métodos	40
III.1.4. Metodología.....	42

CAPITULO IV	50
IV.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
IV.1.1. Resultados de la caracterización fisicoquímica de la materia prima: ajonjolí, (<i>sesamumindicum</i>) yuca (<i>manihotesculenta</i>) y carne de cerdo deshidratada (<i>sus scrofadomesticus</i>) en su estado natural.	50
IV.1.2. Resultados de la estandarización del proceso de obtención de harina de ajonjolí, (<i>sesamumindicum</i>) yuca (<i>manihotesculenta</i>) y carne de cerdo deshidratada (<i>sus scrofadomesticus</i>).....	50
IV.1.3. Resultados de la mezcla óptima a base de las harinas de (yuca, ajonjoli y carne de cerdo deshidratada).....	51
IV.1.4. Resultados de las características físicas y químicas de las mezclas de las harinas de (yuca, ajonjolí y carne de cerdo).	57
IV.1.4.1. Resultados estadísticos.....	59
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....	614

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor nutricional por tipo de semilla de ajonjolí.....	14
Tabla 2. (Composición por cada 100gr de Ajonjolí).....	15
Tabla 3. Taxonomía y Morfología.....	16
Tabla 4. Posición sistemática.....	22
Tabla 5. Taxonomía del cerdo.....	26
Tabla 6. Valor Nutricional de la carne de cerdo.....	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diseño de centro factor simplex de 3 factores.....	38
Cuadro 2. Rangos de los factores experimentales de las pruebas pilotos.....	41
Cuadro 3. Caracterización físico-químicas de la materia prima.....	50
Cuadro 4. Características físico-químicas de las harinas de (yuca, ajonjolí y carne de cerdo).....	52
Cuadro 5. Valores porcentuales de las mezclas de harinas.....	54
Cuadro 6. Valores naturales de las mezclas de harinas.....	57
Cuadro 7. Características físicas y químicas de las mezclas de harinas.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de un diseño simple lattice.....	29
Figura 2. Esquema tecnológico para la elaboración de harina de yuca.....	42
Figura 3. Esquema tecnológico para la elaboración de harina de ajonjolí.....	44
Figura 4. Esquema tecnológico para la elaboración de harina de cerdo.....	46
Figura 5. Esquema tecnológico para la elaboración de un producto de panificación.....	48

UNELLEZ
Vicerrectorado de Infraestructura
y Procesos Industriales
Programa Ciencias del Agro y del Mar
San Carlos – Venezuela



RESUMEN

Br. Deibys Artigas
Br. Darwin Velásquez
Tutor: Ing. José Ramos

**RESPUESTA TECNOLÓGICA DE UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN A
BASE DE HARINAS DE AJONJOLÍ, (*Sesamum indicum*) YUCA (*Manihot
esculenta*) Y CARNE DE CERDO DESHIDRATADA (*Sus scrofa domestica*)**

Para evaluar el efecto de la respuesta tecnológica de un producto de panificación a base de harinas de ajonjolí, (*sesamum indicum*) yuca (*manihot esculenta*) y carne de cerdo deshidratada (*sus scrofa domestica*); se estandarizó un proceso de obtención de las harinas de yuca, ajonjolí y carne de cerdo deshidratada, Se utilizó un diseño completamente aleatorizado de 7 tratamientos o unidades experimentales, sin repetición y se estudiaron 4 respuestas: pH, ATT, aW y humedad. En la investigación experimental y controlada se realizaron pruebas piloto para establecer las condiciones de trabajo. Se desarrolló una mezcla para los factores en estudio evaluando la matriz generada por el software estadístico STATISTICA, corriendo los valores de las unidades experimentales con sus respuestas para determinar el proceso óptimo de las mezclas de las harinas, el cual arrojó como óptimo la mezcla 7 por presentar valores ideales para $X_1 = 87$, $X_2 = 5$ y $X_3 = 8$ para los valores de los factores experimentales (ver cuadro 2); En cuanto a la evaluación sensorial de los atributos (sabor, color, olor, textura) de los productos compuestos de las 7 diferentes mezclas la que arrojó mayor aceptación de parte de los consumidores fue la de la mezcla 7 (87% de harina de yuca, 5% de harina de ajonjolí y 8% de harina de carne).

Palabras Clave: Harinas (Yuca, Ajonjolí, Carne de Cerdo), Panificación, estadística, respuesta tecnológica.

UNELLEZ
Vicerrectorado de Infraestructura
y Procesos Industriales
Programa Ciencias del Agro y del Mar
San Carlos – Venezuela



SUMMARY

Br. Deibys Artigas
Br. Darwin Velásquez
Tutor: Ing. José Ramos

**TECHNOLOGICAL RESPONSE OF A PANICATION PRODUCT BASED ON
AJONJOLÍ (*Sesamum indicum*) FLOUR, YUCA (*Manihot esculenta*) AND
DEHYDRATED PIG MEAT (*Susscrofadomesticus*)**

To evaluate the effect of the technological response of a baking product based on sesame flour, (*sesamum indicum*) cassava (*manihot esculenta*) and dehydrated pork (*scrofadomesticus*); a cassava flour, sesame and dehydrated pork process was standardized. A completely randomized design of 7 treatments or experimental units was used, without repetition and 4 responses were studied: pH, ATT, aW and humidity. In experimental and controlled research, pilot tests were carried out to establish working conditions. A mixture was developed for the factors under study, evaluating the matrix generated by STATISTICA statistical software, running the values of the experimental units with their answers to determine the optimum process of the mixtures of the flours, which showed the mixture 7 as optimum. present ideal values for X1 = 87, X2 = 5 and X3 = 8 for the values of the experimental factors (see table); As regards the sensory evaluation of the attributes (taste, color, smell, texture) of the composite products of the 7 different mixtures, the one that received the greatest acceptance from the consumers was that of the mixture 7 (87% cassava flour). , 5% sesame flour and 8% meat meal).

Keywords:Flours (Yucca, Sesame, Pork), Bakery, statistica, technological respo

INTRODUCCIÓN

El pan se utiliza como base de la alimentación desde hace más de 11.000 años. Desempeña un papel fundamental en la dieta como alimento básico para satisfacer los requerimientos energéticos y nutricionales de los seres humanos. Por ello, es un alimento inamovible de la base de la pirámide alimenticia. En el perfil calórico de una dieta sana y equilibrada, como mínimo el 50% de las calorías totales han de provenir de los hidratos de carbono. Aumentar el consumo de pan contribuye al cumplimiento de estos objetivos nutricionales, evitando posibles desequilibrios en la dieta. En los últimos años, el consumo de pan ha descendido notablemente. En la actualidad, España es uno de los países europeos donde menos pan se consume, por debajo de Alemania, Francia o Italia. La Organización Mundial de la Salud (OMS) aconseja una ingesta óptima de 200-250 g/día, lo que mejoraría el aporte calórico y de macro nutrientes y micronutrientes de la dieta (Bautista *et al*, 2009).

El pan es un producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina, sal y agua, fermentada por especies de microorganismos vivos, las levaduras. El pan es un alimento muy valioso desde el punto de vista nutricional. La grasa está presente en cantidades muy bajas y, con un aporte calórico moderado, suministra ingestas muy apreciables de macro nutrientes y micronutrientes (Bautista, *et al*, 2009).

La yuca puede destinarse a la producción de harina de alta calidad para utilizarse como sustituto parcial, no sólo de harinas de trigo, sino de harinas de otros cereales como el maíz y arroz, en formulaciones de alimentos como pan, pastas, mezclas para tortas, bizcochería, mezclas de harinas para coladas y sopas, snacks y productos extruidos, carnes procesadas, etc. El rápido crecimiento urbano en los países de América Latina y del Caribe ha incrementado la demanda de estos alimentos procesados, donde la harina de yuca puede adquirir un mayor valor agregado (Gallego y García, 2015).

La Corporación CLAYUCA, (2015) desde sus inicios, ha desarrollado diversos proyectos con el propósito de expandir la producción y el uso de la harina de yuca, impulsando la apertura de nuevos mercados y promoviendo el establecimiento de agroindustrias rurales, que permitan incrementar los ingresos de los pequeños productores.

La semilla de sésamo posee una cantidad elevada de proteínas (20 % de su peso), encontrándose en ellas unos 15 aminoácidos [6]. En su contenido aminoacídico se destaca la metionina aunque es carente de lisina, por lo que se recomienda la combinación con productos ricos en lisina para completar esta carencia, además contiene aminoácidos no esenciales. El sésamo, conocido como ajonjolí, es el fruto desecado de una planta oleaginosa, cuyo nombre científico es *Sésamum indicum*, proviene de los países del Oriente Medio, la India y África y se extendió por América con la llegada de los esclavos africanos, que utilizaban sus semillas para espesar y dar sabor a gran variedad de platos (Monzón, *et al*, 2014).

La carne es un alimento que está presente en nuestra dieta cotidiana, ya que es una de las principales fuentes de proteínas. Pero también hay que tener en cuenta que en muchos casos nos aporta cantidades de grasa que debemos tener en cuenta. Esto es precisamente lo que siempre se ha atribuido a la carne de cerdo, que hemos mantenido alejada de nuestra dieta por considerarla rica en grasas que ponían en riesgo nuestra salud. Por este motivo en este post queremos ver otras propiedades de la carne de cerdo. En primer lugar, antes de ver los beneficios que nos aporta es necesario que tengamos presente los valores nutricionales medios de la carne de cerdo.

Como todo alimento cárnico, hay que tener presente el alto contenido de proteínas de un gran valor biológico. En concreto, este tipo de carne contiene una media de cuarenta y tres gramos de por cada cien de producto. A esto hay que destacar su moderado contenido en grasa, que es menor de lo que la gente cree, ya que la media es de nueve por ciento del contenido. A estos nutrientes debemos añadir las dosis de vitaminas que nos aporta este tipo de carne. Vamos a destacar la tiamina, vitamina B6,

niacina, riboflavina y vitamina B12. Todas ellas necesarias para mantener y conseguir una correcta salud en los tejidos que componen nuestro cuerpo. A esto debemos sumar su alto contenido en minerales como el hierro, zinc, fósforo, magnesio y potasio, necesarios a la hora de mantener unos correctos biorritmos corporales (Delgado, 2011).

Las harinas de carne son productos obtenidos de animales terrestres de sangre caliente y subproductos de matadero, salas de despiece y supermercados, a los que se les ha extraído parte de la grasa e incluyen, vísceras y digestivo, huesos, sangre, cabezas y tejidos magros y que se utilizan habitualmente para la alimentación animal. La caracterización nutritiva de los ingredientes habituales y las harinas de carne, así como el ajuste de los niveles máximos de su incorporación en piensos, se realizó de acuerdo a las especificaciones descritas por Fedna (Fedna, 2010).

CAPITULO I

I.1. EL PROBLEMA

I.1.1. Planteamiento del problema

Actualmente en Venezuela los productos alimenticios básicos escasean en los establecimientos comerciales, debido que hoy en día en el país hay un gran problema en lo que alimentos se refiere. Uno de los sectores que poseen gran debilidad es el área de panadería. En Venezuela la mayoría de las panaderías no poseen suficiente materia prima (harina de trigo debido a que es importado), por lo cual los consumidores no encuentran los productos que estos pueden ofrecer. Cabe destacar que el sector panadero es un mercado fuerte, que cuenta con gran demanda en sus productos, debido a que muchos de ellos pertenecen a la cesta básica alimenticia del país, la gran mayoría de las panaderías cuentan con muchos consumidores y clientes lo que hace difícil ofrecer una variedad de productos innovadores (Moron y Sequera, 2013).

La producción de harina de trigo en Venezuela es nula, esto permite importaciones y mayores costos o gastos siendo un problema para la industria panadera, la distribución de harina de trigo para el sector panadero resulto afectada a raíz del conflicto laboral que paralizó a molinos nacionales (Monaca) en 2 oportunidades en 2013. La empresa que se encuentra intervenida por el estado desde el 2010 retomó las operaciones a finales de diciembre pasado. El presidente de la federación venezolana de industriales de la panificación y afines (fevipan), Tomas Ramos, informó que esta situación afectó el suministro de 410 mil sacos de harina de trigo al mercado, lo que obligó a las panaderías del país a consumir el inventario de reserva que han estimado en 500 mil sacos. Ramos, indicó que actualmente el mercado tiene un déficit de un millón de sacos de harina de trigo, y que la escases del rubro oscila entre 30 y 40% (IPAF, 2014).

Como consecuencia de ello, el objetivo principal de la investigación radica en la elaboración de un producto de panificación con harina de ajonjolí, yuca y carne de cerdo deshidratada, sustituyendo la harina de trigo de forma parcial, obteniendo un producto de alto valor nutricional que satisfaga los requerimientos de los consumidores.

No producir trigo no impide que Venezuela sea un país de gran tradición panadera gracias, sobre todo, a la numerosa inmigración española y portuguesa. Como casi todo en el país, el trigo también es importado. Y ahora escasea, como sucede con los productos cuya presencia en el mercado depende de un Estado con ingresos mermados por la caída de los precios del petróleo, principal y casi única exportación del país (García, 2017).

A partir de un análisis documental y bibliográfico, en esta investigación se describe el sector alimentario venezolano en la actualidad. Para ello se discute brevemente la crisis alimentaria mundial a manera de contexto y luego se caracteriza la estructura pública del sector alimentario en Venezuela, para finalmente plantear la realidad actual, destacando la carencia reinante de productos alimenticios básicos a nivel nacional. Son muchos los factores que inciden en la crisis alimentaria que atraviesa el país. Cabe destacar que no es un fenómeno aislado, pues en el mundo también se presenta dicho fenómeno. Por ello, con la finalidad de establecer un contexto, se iniciará discutiendo de manera breve la crisis alimentaria mundial basándose en documentos de organismos internacionales especializados en el área como la Organización para las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO) (Nava, 2014).

I.1.2. Formulación de los objetivos

I.1.2.1. Objetivo general

- Respuesta tecnológica de un producto de panificación a base de harinas de ajonjolí, (*sesamum indicum*) yuca (*maniót esculenta*) y carne de cerdo deshidratada (*sus scrofadomesticus*)

I.1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar mediante análisis proximal las características físicas y químicas de la materia prima: Ajonjolí, (*Sesamum indicum*) yuca (*Manihot esculenta*) y carne de cerdo, (*Sus scrofadomesticus*) con el fin de establecer parámetros comparables con las del producto final.
- Estandarizar los procesos de obtención de las harinas de ajonjolí, (*Sesamum indicum*) yuca (*Manihot esculenta*) y carne de cerdo (*Sus scrofadomesticus*).
- Desarrollar una formulación para un producto de panificación a partir de las harinas obtenidas utilizando un diseño de mezcla simple lattice.
- Analizar los atributos sensoriales (color, olor, sabor, textura) del producto de panificación obtenido.

I.1.3. Evaluación del problema

El problema de la siguiente investigación se evalúa bajo los siguientes tres criterios: importancia, interés y justificación.

I.1.3.1. Importancia

El motivo de nuestra investigación se basa en la necesidad de mejorar y aportar nuevas opciones en la industria panadera, debido a que los productos están siendo

requeridos frecuentemente y actualmente esta no cuenta con gran cantidad y variedad. Es importante realizar este producto primordialmente por la carencia en el mercado venezolano, donde la materia principal (harina de trigo) es importada. En dicha investigación la materia prima a utilizar se adapta al mercado venezolano.

Es conveniente la realización de esta investigación porque beneficiara directamente a la industria panadera ya que se encargara de satisfacer las necesidades tanto de los consumidores como de la línea de producción, también aportando valores para mejorar en la calidad de servicio.

I.1.3.2. Interés

El interés de la investigación radica en lo novedoso que es la obtención de un producto de panificación con sustitución parcial de harina de trigo por harina de ajonjolí y harina de carne de cerdo deshidratada, evaluando la respuesta tecnológica y su funcionalidad sobre las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del producto.

Además, del uso de Software Estadísticos-Matemáticos de Diseño Experimental que permitan optimizar el proceso mediante los análisis estadísticos-matemáticos-gráficos de datos y resultados obtenidos.

I.1.3.3. Justificación

Esta investigación se encuentra enmarcado en las líneas de Investigación del Programa Ciencias del Agro y Mar de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, en el plan general de investigación de la UNELLEZ 2008-2012, dentro del Área ciencias del agro y ambientales; línea de investigación: agroecológica.

Las oleaginosas como el ajonjolí poseen 17.73 gr de proteína de alto valor biológico, éste valor se potencia al combinarlo con legumbres o cereales, además presenta una elevada proporción de metionina aminoácido limitante en cereales. El

aumento en la proporción del cereal induce a una deficiencia de lisina y el aumento en la proporción de la leguminosa induce una deficiencia de aminoácidos azufrados, estas mezclas pueden mejorarse desde el punto de vista proteínico con fuentes ricas en metionina como el ajonjolí (Bressani, 2009).

La elaboración de harinas a partir de cereales o tubérculos requiere materia prima previamente deshidratada con un contenido de humedad de 10 - 13 %. El proceso de molienda se lleva a cabo con molinos de martillo, discos, cuchillas, entre otros. Los molinos son diseñados y modificados dependiendo de la materia prima a procesar y del tipo de producto final requerido (UNIFEM, 2002).

La calidad de la harina de yuca se mide por la forma en que sus características cumplen, entre otros aspectos, con: Las disposiciones legales de sanidad. La composición. La aceptabilidad por parte del consumidor o comprador. Un producto puede cumplir con las disposiciones legales y, sin embargo, puede ser rechazado por el comprador debido a su color, sabor, olor, composición química, etc.; por esto, el control de calidad no sólo debe ocuparse del cumplimiento de las disposiciones legales, sino también de los aspectos que determinan la aceptación por parte de los consumidores. En relación con la calidad final de la harina refinada de yuca, es muy importante, aparte de contar con materia prima de buena calidad, realizar actividades de supervisión y control en todas las etapas que componen su producción. La dificultad de realizar dichas actividades en la práctica, hace necesaria la revisión permanente y sistemática del producto terminado, es decir, de la harina de yuca. En resumen, la harina de yuca debe cumplir con ciertos requisitos que impone el mercado a través de los clientes. Estas características tienen que ver con aspectos físicos (tamaño, color), sensoriales (olor, sabor), composición química, propiedades reológicas (viscosidad) y calidad microbiológica (Aristizábal y Henao, 2004).

La harina de yuca es usada para el consumo humano en la industria de la panificación, en la preparación de harinas compuestas trigo–yuca para la elaboración de pan y galletas, fideos y macarrones, como relleno para carnes procesadas; como

espesante de sopas deshidratadas, condimentos, papillas y para la elaboración de harinas precocidas y mezclas instantáneas, entre otras. En el mundo, con harina de yuca seca o tostada se fabrican, particularmente en algunas regiones, productos comestibles conocidos como casabe, mañoco y gari, en Brasil una gran proporción de yuca es consumida como farinha en la preparación de diversos platos típicos (Aristizábal y Henao, 2004).

En panificación, los estudios realizados han permitido determinar que el pan elaborado con harina refinada de yuca, usando niveles de sustitución del 5–10%, presenta un buen comportamiento en las pruebas de volumen específico y altos valores de absorción de agua; además, no se presentan diferencias en las pruebas de aceptación con los consumidores, comparado con el pan de trigo.

Adicionalmente, la sustitución parcial de la harina de yuca, permite a los panaderos ahorrar en sus costos de producción, ya que es posible obtener la harina de yuca a menor precio que la harina de trigo. Sin embargo, cuando se utiliza la harina de yuca en productos panificados como galletería y tortas, el porcentaje de sustitución puede alcanzar hasta un 50% (Ospina, *et al*, 2015).

Aliat (2013), menciona que la carne de cerdo presenta una consistencia suave, su color es más bien rosa y al cocinarse adquiere un tono gris claro, a diferencia de las otras carnes rojas. En la actualidad se tiene una imagen equivocada de lo que significa el consumo de este tipo de carne, porque se tiene la idea de que su carne y grasa son - 6 - dañinos a la salud, sin embargo su manteca contiene ácidos grasos esenciales; la grasa del tocino es más insaturada que la interna, su contenido de colesterol es similar el de la carne de pollo y ligeramente más alto que el de la carne de res. La carne de cerdo es una buena fuente de cinc, fósforo, sodio y potasio, contiene más tiamina que el resto de las carnes y es buena fuente de vitamina B12. (44) Aliat (2013), menciona que el ganado porcino es aprovechado en su totalidad; prácticamente todo el cuerpo es comestible y las partes que no lo son, se aprovechan completamente para fabricar otros

productos. Aproximadamente el 90% de los productos cárnicos provienen de la carne del cerdo sola o mezclada con otras carnes como la de res o pavo.

I.1.4. Alcances y limitaciones

I.1.4.1. Alcances

Se obtendrá un producto de panificación a partir de (harina de ajonjolí, harina de yuca y proteína de cerdo) que sea lo suficientemente balanceado en cuanto a proteínas y de un valor nutricional completo, con ello se persigue explorar el área agroindustrial utilizando rubros que pueden servir como materia prima alternativa en la elaboración de productos de panificación.

I.1.4.2. Limitaciones

Debido a la complejidad de la elaboración de este producto donde la materia prima puede ser una limitante ya que en este caso la proteína de cerdo económicamente tiene valor elevado. A nivel nacional los productos tipo pan representan una demanda alta y la elaboración de nuestra investigación generaría un alto valor monetario.

I.1.5. Ubicación geográfica

Esta investigación se ejecuta en el estado Cojedes, trabajando fundamentalmente con harina de Ajonjolí, (*Sesamum indicum*) yuca (*Manihot esculenta*) y carne de cerdo, (*Sus scrofa domestica*). Se llevara a cabo en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos (LITA) del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales UNELLEZ San Carlos-Cojedes.

I.1.6. Institución, Investigador (es), Tutor Académico y Asesor metodológico

Institución: Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ – VIPI Núcleo San Carlos-Estado Cojedes.

Investigadores: Br. Deibys Artigas

Br. Darwin Velásquez

Tutor Académico: Ing. José Alejandro Ramos

CAPITULO II

II.1. MARCO TEÓRICO

II.1.1. Antecedentes de la investigación

Díaz y Medina (1998), elaboraron botanas tipo "totopos" usando como materia prima la siguiente mezcla: harina de ajonjolí/harina de maíz/suero lácteo; donde formularon mezclas usando un programa de computadora que nos permitió realizar el cálculo de la calificación química con variaciones de 15% en 15% de harina tomando en cuenta el porcentaje de proteína obtenido en cada una de las materias primas. Por medio de regresión lineal se graficaron las calificaciones químicas obtenidas para cada una de las mezclas obteniéndose que la mezcla que presentó la mayor calificación química fue la 30/60/10; siendo ésta la mezcla ideal.

Colindres (2014), formuló una galleta a base de trigo, amaranto y ajonjolí, de alto valor nutritivo y aceptable por niños en edad escolar. Se elaboró una mezcla vegetal de harina de trigo, harina de amaranto y harina de ajonjolí, creando cuatro mezclas con porcentajes diferentes de las harinas que permitieron un balance adecuado de aminoácidos; se calculó el valor nutritivo para luego elaborar de éstas mezclas cuatro galletas mejoradas, las cuales fueron sometidas a un análisis químico proximal utilizando cuatro galletas de 22 gr cada una para cada mezcla y por último se evaluó sensorialmente la galleta que obtuvo el mejor aporte de proteína.

Lovato, y Fabián (1989), estudiaron la elaboración de pan con harina de yuca, sin aditivos, con harina de yuca precocida como sustituto del gluten, empleando una formulación y método de elaboración adaptados del "Pan de yuca à la mode de FAO". Se encuentra, por análisis amilográfico y pruebas de panificación, que el tiempo adecuado de precocción de la yuca con vapor vivo es de 5 min. El porcentaje óptimo de harina de yuca precocida (base harina total) es de 12,5 por ciento. Se analiza la sustitución parcial de harina de yuca con harinas de trigo y soya. La harina de trigo

actúa como mejorante hasta un nivel del 20 por ciento, la adición del 10 por ciento de harina de soya desengrasada mejora el valor protéico, disminuyendo a un nivel tolerable la calidad del pan. El pan de yuca mejorado con 10 por ciento de harina de trigo y fortificado proteicamente con 10 por ciento de harina de soya tiene buenas características físicas y organolépticas, una calidad teórica de proteína superior a la del pan de trigo y un costo similar. La variable de proceso estudiada más importante es el porcentaje de absorción de agua del batido que tiene un valor óptimo para cada mezcla de harinas y con el cual coinciden la mejor miga y masticabilidad. El análisis farinológico, en base a amilogramas y farinogramas, de las mezclas de harinas no permite establecer relaciones entre las características de las harinas y la calidad del pan.

Ayala, *et al*, (2014), tuvieron como principal objetivo, formular y obtener un pan de molde enriquecido con arracacha y ajonjolí, cuyas características fisicoquímicas y nutricionales sean apropiadas para niños en edad escolar. Asimismo el desarrollo y fundamento de la tesis, se establece bajo la siguiente hipótesis: “Mediante el enriquecimiento con harina de arracacha y harina de ajonjolí, se mejoraran las características fisicoquímicas y nutricionales del pan de molde para niños en edad escolar”. Los parámetros analizados fueron la “Evaluación del porcentaje de Proteínas”, utilizando el método de N° 920.87 de la AOAC (1987). “Cuantificación de Hierro (Fe)” mediante el método Espectrometría de absorción Atómica de Llama (FAAS), “Variación del Color Instrumental” tanto en la corteza como en la miga por el método CIELab, utilizando el colorímetro de modelo CR-400, y la evaluación de la calidad sensorial, aplicado a cada uno de los ii ensayos. El diseño experimental a fin de optimizar las formulaciones; fue la metodología de Superficie de Respuesta (MSR), y tras el análisis final se determinó que la sustitución parcial de harina de trigo por Ajonjolí tiene efectos significativos en cuanto al incremento de (%) Proteína y Hierro (Fe) en el pan de molde.

II.1.2. BASES TEÓRICAS

II.1.2.1. Ajonjolí

El ajonjolí también conocido como sésamo, es una planta perteneciente a la familia de las pedaliáceas, del género *Sesamum*. Esta planta es oriunda del África e India y llega a alcanzar hasta 1.5 metros de altura, su fruto es una cápsula que contiene un gran número de pequeñísimas semillas de 2 a 5 mm de longitud. Esta es una planta de fácil adaptación; sin embargo su cultivo alcanza cosechas óptimas a elevadas temperaturas (26 a 30°C) y una baja humedad atmosférica. Por otro lado, la planta de ajonjolí brinda cosechas cada 90 o 130 días (Saravia y Espinoza, 2014).

II.1.2.1.1. Variedades de ajonjolí

Existen diversos tipos de semillas de ajonjolí o sésamo. Sin embargo, los tres más importantes son: el blanco, negro y rojo. A continuación se muestra en la Tabla 1 la comparación del valor nutricional de estas semillas.

Tabla 1. Valor nutricional por tipo de semilla de ajonjolí.

Informacion Nutricional			
Composición por cada 45g de Ajonjolí			
	Ajonjolí Negro	Ajonjolí Blanco	Ajonjolí Rojo
Energy	227 kcal	251 kcal	299 kcal
Proteínas	8g	11g	12g
Grasas Saturadas	1.9g	3.5g	4.5g
Calcio	370mg	350mg	31mg
Hierro	3mg	2mg	1.6mg
Vitamina E	-	0.9mg	0.8mg
Omega 3	-	0.06g	0.1g
Omega 6	-	9g	11g
Omega 9	-	8g	10g

Fuente: Saravia y Espinoza (2014).

II.1.2.1.2. Característica Nutricional

Información nutricional del Ajonjolí

Tabla 2. (Composición por cada 100gr de Ajonjolí)

Compuesto	Cantidad
Calorías	573 kcal
Agua	4.69g
Proteína	17.73g
Grasa	49.67g
Cenizas	4.45g
Carbohidratos	23.45g
Fibra	11.8g
Calcio	975mg
Hierro	14.55mg
Fósforo	629mg
Vitamina C	0g
Vitamina E	0.25mg

Fuente: USDA, (2014)

En base a la información mostrada y la Unión Vegetariana Internacional (IVU) se puede decir que el ajonjolí es una fuente importante de calcio, ya que contiene, en 100 gramos, el 81% de calcio diario necesario que necesitan las mujeres y el 65% de calcio diario necesario que necesitan las mujeres embarazadas, en estado de lactancia o que superaron la menopausia. Además, debido a ser una semilla oleaginosa y tener un bajo contenido de hierro en proporción al calcio, hace que el calcio obtenido de estas semillas sea de fácil absorción para las personas.

Por otro lado, las semillas de sésamo tienen un 52% de lípidos, de los cuales el 80% son ácidos grasos insaturados, principalmente omega 6 y 9, lo cual hace que estas semillas tengan gran eficacia en la regulación del nivel de colesterol en la sangre. Otros componentes interesantes, en el ajonjolí, son los antioxidantes y el ácido fólico (Quispe y Espinoza, 2014).

II.1.2.1.3. Taxonomía y Morfología

Nombre científico	Sesamum indicum
Familia taxonómica	Pedaliácea
Nombre común	sésamo, ajonjolí, ajonjolín, ajonjulí
reino	plantae
división	magnoliophyta
clase	magnoliopsida
orden	lamiales
genero	sesamum
especie	Sesamun indicum l

Fuente: Linneo, (2014)

II.1.2.1.4. Descripción

El sésamo o ajonjolí es una planta herbácea ampliamente cultivada en los países de Oriente Medio y en la India, de donde es originaria. Actualmente su cultivo se ha extendido a otras regiones tropicales y subtropicales de América, África y países mediterráneos. Alcanza hasta 1,5 metros de altura. La parte de la planta utilizada es la semilla, así como el aceite derivado de la misma. Sus semillas ricas en aceite, se

emplean en gastronomía cómo en el pan para hamburguesas. También es usado para alimento del ganado y posee propiedades energizantes

El aceite de sésamo permite luchar eficientemente contra las radicales libres por su alto contenido en tocoferol

(Vitamina E). Los componentes sesamol y sesaminol le dan propiedades reestructurantes y energizantes.

Se lo describe como un complemento nutritivo para quienes están sometidos a gran actividad mental o física, embarazo, lactancia y convalecencia después de intervenciones quirúrgicas.

II.1.2.1.5. Alergenicidad

El sésamo es usado como saborizante y decorativo de las comidas y postres. Existe sólida evidencia del aumento de los casos de alergia al sésamo en todo el mundo, especialmente en los países desarrollados debido a las nuevas costumbres culinarias. La alergia al sésamo –tanto en pediatría como adultos- se ha transformado en una significativa, seria y creciente amenaza. Los alérgicos al sésamo deben abolirlo en todas sus formas –semilla o aceite. CM Bozzola, JC Ivancevich, IA Kriunis, E Tassiello

II.1.2.2. Yuca

La yuca –*Manihot esculenta* Crantz- pertenece a la familia Euphorbiaceae. Esta familia está constituida por unas 7 200 especies que se caracterizan por el desarrollo de vasos laticíferos compuestos por células secretoras o galactocitos que producen una secreción lechosa. Su centro de origen genético se encuentra en la Cuenca Amazónica. Dentro de esta familia se encuentran tipos arbóreos como el caucho, *Hevea brasiliensis*; arbustos como el ricino o higuera, *Ricinus communis* y numerosas plantas ornamentales, medicinales y malezas además del género *Manihot*.

El nombre científico de la yuca fue dado originalmente por Crantz en 1766. Posteriormente, fue reclasificada por Pohl en 1827 y Pax en 1910 en dos especies diferentes: yuca amarga *Manihotutilissima* y yuca dulce *M. aipi*. Sin embargo, Ciferri (1938) reconoció prioridad al trabajo de Crantz en el que se propone el nombre utilizado actualmente.

Se han descrito alrededor de 98 especies del género *Manihot* de las cuales sólo la yuca tiene relevancia económica y es cultivada. Su reproducción alógama y su constitución genética altamente heterocigótica constituyen la principal razón para propagarla por estacas y no por semilla sexual (Ceballos y De la Cruz, 2002).

II.1.2.2.1. Variedades

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) conserva en el banco de germoplasma *in vitro* que constituye la mayor colección de yuca del mundo, 6 073 clones discriminados en 5 724 clones de *Manihot esculenta*, que incluyen cultivares primitivos, cultivares mejorados y material genético y 349 accesiones correspondientes, a 33 especies silvestres. La conservación en el banco de germoplasma se basa en dos sistemas: en el campo e *in vitro*. Estas dos modalidades de conservación *ex situ* mantienen exitosamente las combinaciones de genes, sin cambios comprobados en la estabilidad genética de los clones.

Según Debouck y Guevara (1995) la colección de germoplasma de yuca del CIAT está constituida en un 96 por ciento por accesiones procedentes de América Latina que es el centro primario de diversidad. Se han introducido aproximadamente 800 accesiones de Brasil. Se estima que 87 por ciento de los clones de la colección son cultivares primitivos y el resto son cultivares avanzados, híbridos y material genético. De los 61 países donde *Manihot esculenta* es importante, 24 de ellos han contribuido a la colección. Algunos de estos países con áreas de alta prioridad para la adquisición de germoplasma son: en la región de Mesoamérica, El Salvador, Honduras y Nicaragua; en la región del Amazonas, la zona central y occidental de

Brasil; la región del Chaco de Bolivia y Paraguay; Venezuela y la parte oriental de Colombia, Guyana y Suriname y la región montañosa de Ecuador. En la región Caribe se encuentra en República Dominicana y Haití. Importantes genotipos élite fueron introducidos del continente asiático de China, Filipinas, Tailandia y Vietnam. Hay escasas accesiones procedentes del continente africano.

II.1.2.2.2. Valor Nutricional

II.1.2.2.2.1. Carbohidratos y proteínas

Al igual que con las papas, la yuca tiene una alta cantidad de carbohidratos y baja cantidad de proteína. Los carbohidratos son necesarios para la función del sistema nervioso y de la energía, lo que los hace necesarios en nuestras dietas en grandes cantidades. La ingesta diaria recomendada para adultos es de 130 gramos de carbohidratos al día. La yuca contiene cerca de 38 gramos de carbohidratos por porción de 100 gramos.

II.1.2.2.2.2. La grasa y el colesterol

Una dieta alta en grasas saturadas y colesterol conduce a la obstrucción de las arterias y un alto riesgo de enfermedades del corazón. La yuca tiene una cantidad insignificante de grasa total y es libre de colesterol. Una porción de 100 gramos tiene cerca de 0.3 gramos de grasa total y 0,07 gramos de grasa saturada. La ingesta de grasa total recomendada para un día es de 25 a 35 por ciento del total de calorías, mientras que la recomendación para la grasa saturada es 7 por ciento de las calorías totales. Basado en una dieta de 2,000 calorías, esto vendría a ser entre 50 y 70 gramos de grasa total, incluyendo 14 gramos de grasa saturada. Adición de mantequilla a la yuca preparada alterará el contenido de grasa y colesterol. Una cucharada de mantequilla, por ejemplo, añade más de 7 gramos de grasa saturada y 31 miligramos de colesterol.

II.1.2.2.2.3. Fibra

La yuca tiene una cantidad moderada de fibra dietética. Una porción de 100 gramos contiene un poco menos de 2 gramos. Esta forma de hidratos de carbono ayuda a sentir saciedad, lo que es beneficioso para el control de peso. La fibra también ayuda a prevenir el estreñimiento, estabiliza los niveles de azúcar en la sangre y reduce el riesgo de colesterol alto. La cantidad recomendada de fibra por día es de al menos 20 gramos para las mujeres y 30 gramos para los hombres. Preparación de raíz de yuca como acompañante de frijoles, brócoli, coliflor o col de Bruselas creará una comida rica en fibra.

II.1.2.2.2.4. Vitamina C

La vitamina C es moderadamente alta en la raíz de la yuca en alrededor de 21 miligramos por porción de 100 gramos. El valor diario recomendado de vitamina C es de 75 miligramos para las mujeres y 90 miligramos para los hombres de 19 años o más. Esta vitamina es responsable de muchas funciones en el cuerpo, tales como la cicatrización de heridas, la fuerza del tejido conectivo, la salud del sistema inmune y la formación de tejido cicatricial.

II.1.2.2.2.5. Manganeso

Similar a la vitamina C, manganeso ayuda a fortalecer el tejido conectivo. También juega un papel en la producción de hormonas sexuales y la coagulación de la sangre. La yuca tiene una moderadamente alta cantidad de manganeso. Una porción de 100 gramos contiene 19 por ciento de la ingesta diaria recomendada. Las legumbres, como frijoles, guisantes y lentejas, hacen buenas combinaciones con la yuca para crear una comida llena de manganeso.

II.1.2.2.2.6. Los antioxidantes

El color de un alimento tiene mucho que decir acerca de su poder antioxidante. La carne de la yuca, por ejemplo, es de color blanco. Las frutas y verduras con un pigmento blanco contienen antioxidantes llamados antoxantinas, que ayudan a reducir el riesgo de enfermedades del corazón, cáncer de estómago y la presión arterial alta de acuerdo con especialista en nutrición (Robinson y Rail, 2015).

II.1.2.2.3. Taxonomía y Morfología

El género *Manihot* pertenece a la familia Euphorbiaceae constituida por unas 7.200 especies que se caracterizan por su notable desarrollo de los vasos laticíferos, compuesta por células secretoras llamadas galactocitos que producen una secreción lechosa que caracteriza las plantas de esta familia. Dentro de esta familia existen una gran variedad de arquitecturas de planta, desde los tipos arbóreos como el caucho (*Hevea brasiliensis*) hasta los arbustos de importancia económica como el ricino. *Ricinus comunis* (Ceballos y Cruz, 2002).

La yuca es un arbusto perenne que alcanza una altura entre los 90 y 250 centímetros, tiene grandes hojas palmeadas y sus raíces son comestibles (las hojas se pueden usar como forraje). Las flores nacen en el extremo del tallo y su color varía del púrpura al amarillo. La planta es "monoica", lo que significa que en ella misma, crecen separadas flores masculinas y femeninas; las femeninas maduran más pronto y el cruce con otras plantas ocurre mediante la polinización con insectos (SADRB (2008).

Rogers, citado por Montaldo (1985), señala que el género *Manihot*, tiene alrededor de 180 especies, con árboles de más de 15 m de alto y entre los árboles hay algunos que producen caucho de poco valor industrial. El género se compone principalmente de arbustos y está confinado desde Arizona, en Estados Unidos hasta Argentina.

II.1.2.2.3.1. Posición sistemática

Clase	Dicotyledoneas
Subclase	Archichlamydeae
Orden	Orden
Familia	Euphorbiaceae
Tribu	Manihoteae
Género	Manihot
Especie	Manihot esculenta Crantz

Domínguez, (1981).

II.1.2.2.4. El tallo

Ceballos y Cruz (2002), señalan que los tallos están formados por la alternación de nudos y entrenudos. En las partes más viejas se observan unas protuberancias que marcan en los nudos la posición que ocuparon inicialmente las hojas. La longitud del entrenudo es otra característica del tallo y ese carácter está condicionado por el medio en que se desarrolla el cultivo (Figura 1A). El grosor del tallo es importante y se le ha indicado como asociado directamente con alto rendimiento (Montaldo, 1985).

El color del tallo, a los 6-8 meses de desarrollo se manifiesta como: rojo claro, rojo oscuro, marrón, verde oscuro, verde claro o amarillo. Muestra una corteza y un cilindro central, donde la corteza se divide en: corteza externa y la corteza interna (Montaldo 1985). Las estacas plantadas dan origen, preferentemente en su extremo apical, a uno o varios tallos. Cada tallo, puede ramificarse, a cierta altura del suelo, constituyendo la ramificación primaria, donde el tipo que predomina en la yuca cultivada es de tres ramificaciones, siendo este un carácter importante desde el punto de vista agronómico, especialmente para efectuar labores de escarda. La posición de los tallos puede ser. 1) erecta ; 2) decumbente; y 3) acostada.

II.1.2.2.5. Las hojas

Las hojas son simples y están compuestas por la lámina foliar y el peciolo. La lámina foliar es palmeada y profundamente lobulada (Figura 1A). El número de lóbulos en una hoja es variable y por lo general es impar, oscilan entre tres y nueve. Los lóbulos miden entre 4 y 20 cm de longitud y entre 1 a 6 cm de ancho; los centrales son de mayor tamaño que los laterales.

Se puede clasificar la forma de los lóbulos de distintas maneras y con un número variable de categorías. Una clasificación simple distingue tres tipos de lóbulos: lineal o recto, abovado y en forma de guitarra (pendulado). Pero existen tipos intermedios que han motivado otras formas de calificar dicha característica, el haz de la hoja está cubierta por una cutícula cerosa brillante, mientras que el envés es opaco y en él se encuentran localizados la mayoría de los estomas, aunque algunas variedades también presentan abundantes estomas en el haz (Ceballos y Cruz, 2002).

El tamaño de la hoja se mide por el largo del lóbulo medio donde el color de la cara superior puede ser: verde, verde marrón o verde claro. Los pecíolos son largos y delgados de 20-40 cm. Sus colores son: rojo, rojo verdoso, verde rojizo y verde (Montaldo, 1985).

Las hojas maduras son siempre glabras; es decir, que carecen de pubescencia, las hojas del cogollo; sin embargo, pueden o no ser pubescentes y éste es un aspecto relevante, pues la pubescencia en las hojas del cogollo está estrechamente relacionada a la resistencia a trips (Ceballos y Cruz, 2002).

II.1.2.2.6. Las raíces

La principal característica de las raíces de la yuca es su capacidad de almacenamiento de almidón, razón por la cual es el órgano de la planta que hasta el momento ha tenido un mayor valor económico.

Cuando la planta proviene de semilla sexual, se desarrolla una raíz primaria pivotante y varias de segundo orden. Aparentemente, la raíz primaria siempre evoluciona para convertirse en una raíz tuberosa y es la primera en hacerlo. Si la planta proviene de estacas las raíces son adventicias y se forman en la base inferior cicatrizada de la estaca, que se convierte en una callosidad y también a partir de las yemas de la estaca que están bajo tierra. Estas raíces al desarrollarse, inicialmente forman un sistema fibroso, pero después algunas de ellas (generalmente menos de 10) inician su engrosamiento y se convierten en raíces tuberosas.

Si se corta transversalmente una raíz de yuca se muestran dos divisiones principales; la corteza externa llamada también súber o corcho y la corteza interna que está formada por felodermis (tejido vivo en constante división) que no lleva esclerénquima como en el tallo (Pérez, 1989).

II.1.2.2.7. El fruto

Es una cápsula tricarpelar, provista de seis alas y se abre por seis valvas en la madurez, lo que por lo general, se produce a partir de los cinco meses.

El fruto cortado transversalmente presenta un epicarpio, un mesocarpio y un endocarpio. El pericarpio es leñoso y con tres lóbulos, cada uno con una sola semilla; cuando el fruto está maduro y seco, el pericarpio se abre liberando y dispersando las semillas. Con separación de los tejidos tanto a lo largo de la nervadura en el medio de cada lóbulo del fruto, con entre las separaciones entre los mismos (Ceballos y Cruz, 2002).

II.1.2.2.8. La semilla

La semilla tiene forma elíptica de 1-1.5 cm. de longitud, 6 mm de ancho y 4 mm de espesor. La testa es lisa, de color café con moteado gris. En la parte externa, especialmente si se trata de semilla nueva, se encuentra la carúncula, estructura que se pierde una vez que la semilla ha caído al suelo. El extremo opuesto de la carúncula

termina en una pequeña cavidad, posee una testa de color gris, algunas veces jaspeado con manchas oscuras. Los reportes sugieren que la germinación de la semilla requiere tiempo (Pérez, 1989).

II.1.2.2.9. Inflorescencia

No todas las variedades de yuca florecen en las mismas condiciones ambientales, y entre las que lo hacen hay una marcada diferencia en cuanto el tiempo de floración y la cantidad de flores que producen. El ambiente influye considerablemente en la inducción de la floración. Como todas las especies del género *Manihot*, la yuca es una planta monoica, es decir con flores unisexuales masculinas y femeninas en una misma planta y generalmente, en la misma inflorescencia (Ceballos y Cruz, 2002).

Cada inflorescencia posee 50-60 flores monoperiantadas (monoclamideas). Las flores femeninas están en la base de la inflorescencia y son pocas; las flores masculinas se encuentran en la parte alta de la inflorescencia y son abundantes, la proporción es de 6-10 flores masculina por flor femenina (Montaldo, 1985).

Las flores de la yuca son muy modestas y sencillas. No presentan ni cáliz ni corola, sino que hay cinco tépalos (algo intermedio a los sépalos y pétalos en las flores completas). Los tépalos pueden ser amarillos, rojizos o morados, y en las flores femeninas se encuentran totalmente separado el uno del otro hasta su base, cosa que no sucede en las masculinas. La flor masculina es esférica, con un diámetro de aproximadamente 0.5 cm (Figura 1B). Presenta un pedicelo recto y muy corto, mientras que el de la flor femenina es más grueso y largo. La flor femenina es ligeramente más grande que la masculina, sobre todo en el eje longitudinal (Cruz, 2002).

La flor femenina tiene en su interior un disco menos lobulado que el de la flor masculina, el cual descansa sobre la pared central del ovario. El ovario es súpero, dividido en tres carpelos que contiene cada uno un óvulo individual, penduloso,

anátropo con un rafe ventral y el micrópilo dirigido hacia arriba. Sobre el ovario se encuentra el estilo muy pequeño que da origen a un estigma compuesto de tres lóbulos ondulado y carnosos. Las flores masculina y femeninas no polinizadas, generalmente se desprenden una vez se inicia el proceso de maduración de los frutos.

II.1.2.3. Carne de cerdo

La carne de cerdo se aprovecha y se consume desde tiempos remotos, aunque muchas veces se la ha descrito como un alimento poco saludable. En la actualidad, ese concepto empieza a cambiar. Recientes investigaciones afirman que esta carne debería formar parte de la alimentación habitual de la población a cualquier edad dadas sus buenas cualidades nutricionales. La carne de cerdo es muy magra, la mayoría de grasas presentes son insaturadas y es rica en proteínas, potasio, hierro y selenio. Además, la carne porcina es una de las producciones más eficientes debido a la precocidad de los animales, su corto ciclo reproductivo y la gran capacidad de transformación de nutrientes. En este artículo se explica qué composición nutricional tiene la carne de cerdo, cuáles son las principales medidas higiénicas para conservarla y manipularla, y cómo cocinar esta carne (Gimferrer, 2012).

II.1.2.3.1. Taxonomía del cerdo

Género	Sus
Especie	Sus vitulina, Sus scrofa, Sus mediterraneus
Reino	Animal
Tipo	Cordado
Subtipo	Vertebrados
Clase	Mamíferos
Orden	Ungulados
Suborden	Artiodáctilos
Familia	Suidos
Subfamilia	Suinos

Fuente: Munayco, (2011)

II.1.2.3.2. Valor Nutricional de la carne de cerdo

Nutrientes	Media
Grasa total (g/100g)	2,3
Total sustratos%	39,5
Total Mono insaturados%	46,7
Total poliinsaturados%	13,8
n-6%	12,2
n-3%	1,3
n-6/n-3	10,6
insaturados/saturados%	0,30
Hierro mg/100g	1,05
Zinc mg/100g	2,25
Magnesio mg/100g	20,9
Sodio mg/100g	44,5
Vitamina E mg a-tocoferol100g	1,29

Fuente: Dorsi, (2006)

Diseño de mezcla simple lattice.

El diseño experimental consiste en planear y conducir el trabajo para extraer la máxima cantidad de información en un mínimo número de experimentos. La idea básica es cambiar todos los factores relevantes simultáneamente sobre un grupo de experimentos planeados y conectar e interpretar los resultados usando modelos matemáticos (Montgomery, 2003).

En un diseño de mezclas la suma de todos los componentes es el 100%. Los factores de mezcla son expresados como fracciones de la cantidad total. Los rangos se hallan entre cero y uno, esto significa que no puede ser cambiado total e independientemente uno de otro.

Un diseño simplex-lattice consiste de un conjunto de puntos uniformemente espaciados sobre un simplex, es decir, el simplex es la representación natural de la región experimental para un experimento de mezclas. El diseño simplex-lattice usa $m+1$ valores igualmente espaciados entre 0 y 1, definido por

$$X_j = 0, 1/m, 2/m, \dots, 1$$

Donde m es el orden del modelo que será estimado. Para estimar un modelo lineal, solamente las mezclas puras serán utilizadas, tal como

$$(X_1=1, X_2=0, X_3=0)$$

$$(X_1=0, X_2=1, X_3=0)$$

$$(X_1=0, X_2=0, X_3=1)$$

Par estimar el modelo cuadrático, las mezclas binarias como

$$(X_1=.5, X_2=.5, X_3=0)$$

$$(X_1=.5, X_2=0, X_3=.5)$$

$$(X_1=0, X_2=.5, X_3=.5)$$

Un diseño simplex es un diseño de mezcla en el cual los puntos de diseño están organizados de manera uniforme (o reticular) en un L-simplex. Un diseño L-simplex es similar al siguiente triángulo que se observa en la figura 2 y tiene los lados paralelos al mismo:

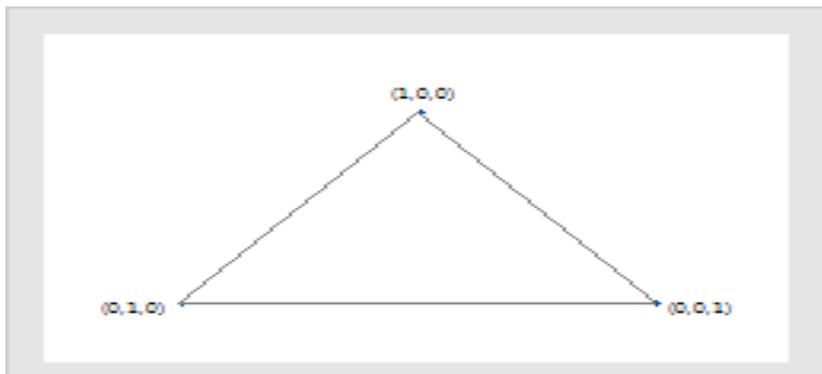


Figura 1. Diagrama de un diseño simple lattice.

Fuente: Didier *et al* (2007).

II.1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Harina

La harina es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón.

Pan

El pan es un alimento básico y relativamente barato que forma parte de la dieta tradicional en Europa, Medio Oriente, India, América y Oceanía. Se suele preparar mediante el horneado de una masa, elaborada fundamentalmente con harina de cereales, sal y agua. La mezcla, en la mayoría de las ocasiones, suele contener levaduras para que fermente la masa y sea más esponjosa y tierna.

Proceso

Un proceso es una secuencia de pasos dispuesta con algún tipo de lógica que se enfoca en lograr algún resultado específico. Los procesos son mecanismos de comportamiento que diseñan los hombres para mejorar la productividad de algo, para establecer un orden o eliminar algún tipo de problema. El concepto puede emplearse en una amplia variedad de contextos, como por ejemplo en el ámbito jurídico, en el de la informática o en el de la empresa. Es importante en este sentido hacer hincapié que los procesos son ante todo procedimientos diseñados para servicio del hombre en alguna medida, como una forma determinada de accionar.

Sal

La sal común o sal de mesa, conocida popularmente como sal, es un tipo de sal denominada cloruro sódico (o cloruro de sodio), cuya fórmula química es NaCl.

Existen tres tipos de sal común, según su procedencia: la sal marina y la de manantial, que se obtienen por evaporación; la sal gema, que procede de la extracción minera de una roca mineral denominada halita, y la sal vegetal, que se obtiene por concentración, al hervir una planta gramínea (método también utilizado para la obtención de azúcar a partir de otra planta gramínea) que crece en el desierto de Kalahari.

Margarina

La margarina tiene una larga historia, en ocasiones confusa. Su nombre se origina tras el descubrimiento del «ácido margárico», realizado por Michel Eugène Chevreul en 1813. Se pensaba que el ácido margárico era uno de los tres ácidos grasos que en combinación formaban las grasas animales, siendo los otros el ácido esteárico y el ácido oleico. No obstante, en 1853 se descubrió que el ácido margárico no era más que una combinación de ácido esteárico y del ácido palmítico, antes desconocido.

Aceite vegetal

El aceite vegetal es un compuesto orgánico obtenido a partir de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía.

Algunos no son aptos para consumo humano, como el de ricino o algodón. Como todas las grasas está constituido por glicerina y tres ácidos grasos.

Horneado

El horneado es el proceso de cocción por medio de calor seco que generalmente se efectúa en un horno. Consiste en someter a un alimento a la acción del calor sin mediación de ningún elemento líquido.

Entre los alimentos que comúnmente son horneados se encuentran el pan, las galletas, los pasteles y los bizcochos. En levadura de panadero, el bicarbonato de sodio; materia grasa como son la manteca y el aceite vegetal; huevos, leche y azúcar. Estos ingredientes se mezclan para crear una masa o pasta que después se coloca en una cacerola o bandeja para calentarla.

Moldeado

Acción y efecto de moldear. Colocar en un molde la materia para darle la forma de la cavidad de aquel. Los moldes se utilizan con mucha frecuencia en la fabricación de manualidades como jabones. Los aceites aromatizados adquieren cualquier forma con la ayuda de moldes. De la misma forma en el trabajo con ceras y barros líquidos los moldes son de gran utilidad.

Molino

Es todo ingenio, artefacto o maquinaria que sirve para moler utilizando una energía, sea la fuerza del viento o del agua, un motor, sea térmico o eléctrico.

Secado

El secado es un método de conservación de alimentos, consistente en extraer el agua de estos, lo que inhibe la proliferación de microorganismos y dificulta la putrefacción. El secado de alimentos mediante el sol y el viento para evitar su deterioro ha sido practicado desde la antigüedad. El agua suele eliminarse por evaporación (secado al aire, al sol, ahumado o al viento) pero, en el caso de la liofilización, los alimentos se congelan en primer lugar y luego se elimina el agua por sublimación.

Tubérculos

Un tubérculo es un tallo subterráneo modificado y engrosado donde se acumulan los nutrientes de reserva para la planta. Posee una yema central de forma plana y circular. No posee escamas ni cualquier otra capa de protección, tampoco emite hijuelos. La reproducción de este tipo de plantas se hace por semilla, aunque también se puede hacer por plantación del mismo tubérculo. Es así como se realiza casi siempre la siembra de la patata, papa o yuca.

Carne

La carne es el tejido animal, principalmente muscular, o vegetal que se consume como alimento.³ Se trata de una clasificación coloquial y comercial que solo se aplica a animales terrestres normalmente vertebrados: mamíferos, aves y reptiles, pues, a pesar de que podría aplicarse a los animales marinos, estos entran en otra categoría, la de pescado, especialmente los peces los crustáceos, moluscos y otros grupos suelen recibir el nombre de marisco. Más allá de su clasificación biológica, otros animales, como los mamíferos marinos, se han considerado a veces carne y a veces pescado.

Deshidratado

La deshidratación es la alteración o falta de agua y sales minerales en el plasma de un cuerpo, también se puede definir como la pérdida de agua corporal por encima del 3%. Puede producirse por estar en una situación de mucho calor (sobre todo si hay mucha humedad), ejercicio intenso, falta de bebida o una combinación de estos factores. También ocurre en aquellas enfermedades donde está alterado el balance hidroelectrolítico. Básicamente,

Desgrasado

Quitar la grasa acumulada en una superficie.

Trigo

El trigo (de color amarillo) es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto al maíz y el arroz.⁵ En 2013, la producción mundial fue de 713 millones de toneladas, es decir, ocupó el tercer lugar, después del maíz (1,016 millones) y el arroz (745 millones).⁶ y el más ampliamente consumido por la población occidental desde la antigüedad. El grano del trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza (véase también: historia de la cerveza) y una gran variedad de productos alimenticios.

Producción

Desde el punto de vista de la economía, la producción es la actividad que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y, al mismo tiempo, la creación de valor. Es la actividad que se desarrolla dentro de un sistema económico. Más específicamente, se trata de la capacidad que tiene un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo de tiempo determinado. El concepto de producción parte de la conversión o transformación de uno o más bienes en otros diferentes. Se considera que dos bienes son diferentes entre sí cuando no son completamente intercambiables por todos los consumidores.

II.1.4. Formulación de sistema de hipótesis.

II.1.4.1. Hipótesis de Investigación.

Las combinaciones de los factores en estudio (harina de yuca, harina de ajonjolí y harina de carne de cerdo deshidratada), responderán a la tecnología de mezclas de harinas que se aplicará, y se obtendrá una harina para la elaboración de un producto de panificación con características fisicoquímicas y funcionales medibles.

II.1.4.2. Hipótesis Operacional.

Las características de las harinas de yuca ajonjolí y carne de cerdo deshidratada, serán comparables a las obtenidas en otras harinas compuestas.

II.1.4.3. Hipótesis Estadística.

La variabilidad de las respuestas de las harinas de yuca, ajonjolí y carne de cerdo deshidratada, permitirá modelar y visualizar gráficamente la variabilidad del proceso, en función de las variables independientes, permitiendo optimizar el proceso.

II.1.5. Formulación del sistema de variables.

II.1.5.1. Variable independiente.

Las variables independientes son todos aquellos factores que modifican, modulan o controlan el proceso y modifican las variables respuesta de la matriz de diseño.

II.1.5.2. Variables independientes de la matriz de diseño.

Para efecto de esta investigación, se seleccionaron solo tres variables independientes, las cuales son:

x_1 = Harina de yuca (%)

x_2 = Harina de ajonjolí (%)

x_3 = Harina de carne de cerdo deshidratada (%)

II.1.5.3. Variables dependientes.

Las variables dependientes son las respuestas que se van a medir en cada tratamiento aplicado de acuerdo a lo que se estipulo en la matriz “D” de diseño, cuando se varían las dosis de las variables independientes. Para efecto de esta investigación, se medirán como variables dependientes:

Y_1 = Acidez iónica (pH)

Y_2 = Acidez titulable total (ATT)

Y_3 = Actividad de agua (aW)

Y_4 = Humedad (H)

II.1.5.4. Operacionalización de variables.

pH.

Este indicador, cuantifica la variable $[H^+]$ del componente elemento químico, del factor valor nutritivo, que cuantifica la calidad potencial Redox, el cual se midió con el instrumento peachimetro siguiendo la metodología de la Norma Venezolana COVENIN N° 1315 - 1979.

Determinación de porcentaje de humedad.

Por método volumétrico registrado por COVENIN 1120:97. Este método consiste en secar en una estufa la porción a ensayar hasta la masa. Se realiza mediante la siguiente fórmula:

Donde:

A: peso de la cápsula + la muestra

B: peso de la cápsula

G: peso de la muestra

Determinación de acidez titulable total.

La acidez libre (acidez titulable) representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres y se mide neutralizando los jugos o extractos de frutas con una base fuerte, el pH aumenta durante la neutralización y la acidez titulable se calcula a partir de la cantidad de base necesaria para alcanzar el pH del punto final de la prueba; en la práctica se toma como punto final $\text{pH} = 8.5$ usando fenolftaleína como indicador. Bajo estas condiciones, los ácidos orgánicos libres y sólo una parte del ácido fosfórico y fenoles están involucrados en el resultado final. Para reportar la acidez, se considera el ácido orgánico más abundante del producto vegetal, el cual varía dependiendo de la especie de que se trate, por lo que el resultado se expresa en términos de la cantidad del ácido dominante. COVENIN 1787-81

CAPITULO III

III.1. MARCO METODOLOGICO.

III.1.1. Tipo de investigación.

La investigación desarrollada es de tipo exploratoria y experimental; se realizara bajo condiciones controladas en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la UNELLEZ San Carlos, Venezuela. Los resultados que se generaran son válidos para el proceso específico de obtención de una harina para la elaboración de un producto de panificación a base de las harinas de yuca, ajonjolí y carne de cerdo deshidratada. Para la realización de la misma se construirán modelos que se ajustan a cada una de las respuestas para las condiciones controlada y estadísticamente diseñadas.

III.1.2. Población y muestra.

III.1.2.1. Población.

La población de la investigación estará formada por las materias primas (yuca, ajonjolí y carne de cerdo) estas materias primas fueron adquiridas en diferentes establecimientos comerciales del estado Portuguesa.

III.1.2.2. Muestra.

La muestra utilizada en la experimentación estará representada por las unidades experimentales que indicó la matriz de tratamientos del diseño estadístico establecido, le correspondieron 7 tratamientos distintos sin repetición.

III.1.3. Diseño de la investigación.

III.1.3.1. Diseño de muestreo de los tratamientos.

Para las muestras de cada tratamiento se diseñó estadísticamente una Matriz “D”, utilizando el software estadístico STATISTICA, con la plataforma **Industrial Statistics&six sigma**, el modulo **Experimental Design (DOE)**; y la opción **Mixture design and triangular surfaces;** de allí se selecciona la opción **Simplex-lattice designs** para 3 factores, significando que se construyó un diseño de mezcla de respuesta para tres (3) factores experimentales, en un bloque para un total de 7 muestras o tratamientos distintos, con una réplica; al aceptar esta secuencia, el programa genera automáticamente una matriz de 3 columnas o (3 factores) con valores codificados (0,0;0,5;1,0), llamada matriz “D” de diseño de tratamientos, que se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Diseño de centro factor simplex de 3 factores.

tratamiento	H. Yuca (X1)	H. Ajonjolí (X2)	H. carne (X3)
2	0,000000	0,000000	0,000000
4	0,500000	0,000000	0,000000
5	0,500000	0,000000	0,500000
6	0,000000	0,000000	0,500000
7	0,333333	0,000000	0,333333
1	1,000000	0,000000	0,000000
3	0,000000	0,000000	1,000000

III.1.3.2. Materiales y Métodos

III.1.3.2.1. Materiales:

La yuca

La yuca fue recolectada en estado de madurez, donde se le extrajo la concha, luego se almacenó en bolsas plásticas herméticas, y posteriormente llevadas al laboratorio LITA de la UNELLEZ para el debido proceso de la harina.

El ajonjolí

Este también fue recolectado en estado de madurez, se extrajo todas sus partes hasta solo quedarnos la semilla, fue guardado en bolsas herméticas, luego se refrigeró hasta su uso para la elaboración de la harina.

Carne de cerdo

La carne de cerdo fue adquirida en un establecimiento comercial, luego fue llevada al laboratorio del LITA de la UNELLEZ donde se le extrajo la grasa y fue preparada para la elaboración de la harina.

Equipos e instrumentos

- Balanzas Explorer Pro de Ohaus de capacidad 6100 g.
- Licuadora marca Osterizer, de tres velocidades.
- Molino
- Medidor de pH
- Planchas de agitación
- Cuchillos de acero inoxidable
- Beacker (10, 50, 100, 250) ml
- Bandejas de acero de 1.400gr
- Tabla para picar
- Desecador
- Bolsas herméticas
- Horno
- Tasas

III.1.3.2.2. Métodos

III.1.3.2.2.1. a) Metodología para la caracterización de la materia prima.

Esta se realizará con la finalidad de conocer la composición de los parámetros fisicoquímicos de la materia prima. Para la caracterización parcial de la materia prima (yuca, ajonjolí y carne) se emplearon las metodologías establecidas por las Normas COVENIN como se detalla a continuación:

- Humedad. (AOAC 1990).
- Actividad de Agua. (AOAC 1990).
- Acidez Iónica PH (COVENIN 1979).
- acidez Titulable Total (COVENIN 1981)

III.1.3.2.2.2. b) Metodología para realizar las pruebas pilotos.

Las pruebas pilotos se efectuaron con el objeto de familiarizarse con la metodología de obtención de las harinas (yuca, ajonjolí y carne de cerdo) y las fracciones de su mezcla, así como, el uso de los instrumentos y equipos. Además, con estas pruebas preliminares se puede estimar los valores a utilizar de la yuca, ajonjolí y carne de cerdo, para determinar los valores de los factores necesarios para la elaboración de la matriz de diseño.

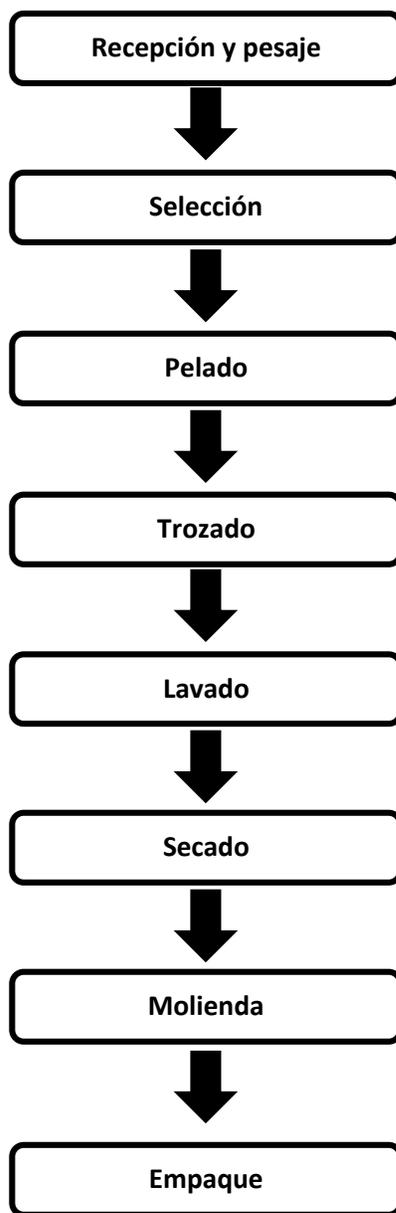
Se hizo un ensayo previo a la realización del experimento definitivo, el cual constaba de 7 unidades con diferentes niveles de los factores experimentales, recomendados en los tratamientos; los cuales se pueden apreciar en el cuadro 2.

Cuadro 2. Rangos de los factores experimentales de las pruebas pilotos.

Pruebas Pilotos	X1 (H.yuca) %	X2 (H. ajonjoli) %	X3 (H.carne)%
1	43	35	22
2	50	30	20
3	58	25	17
4	65	20	15
5	72	15	13
6	80	10	10
7	87	5	8

III.1.4. Metodología

Esquema tecnológico para la elaboración de harina de yuca.



Fuente: Benitez *et al*, (2008)

Recepción y pesaje: se obtiene la materia prima (yuca) y se pesa para llevar un control de rendimiento y pérdida en la elaboración de la harina.

Selección: se seleccionan los túbulos que estén en mejor estado.

Pelado: pelar la yuca con cuchillos para verduras.

Trozado: cortar en rodajes de 5-10 cm de grosor.

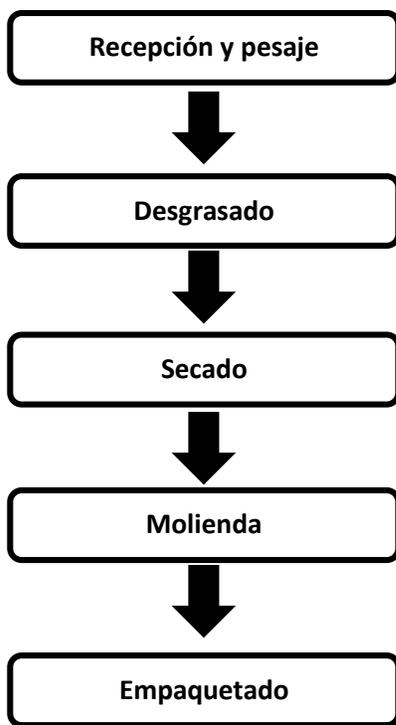
Lavado: lavar la yuca suavizada con agua limpia.

Secado: meter la yuca al desecador y revisar cada 30 minutos hasta que su peso sea constante.

Molienda: moler la yuca hasta reducirla en granos muy pequeños.

Empaque: empaquetar en recipientes secos y limpios:

Esquema tecnológico para la elaboración de harina de ajonjolí.



Fuente: Soto, (2013)

Recepción y pesaje: se obtiene la materia prima (ajonjolí) y se pesa para llevar un control de rendimiento y pérdida en la elaboración de la harina.

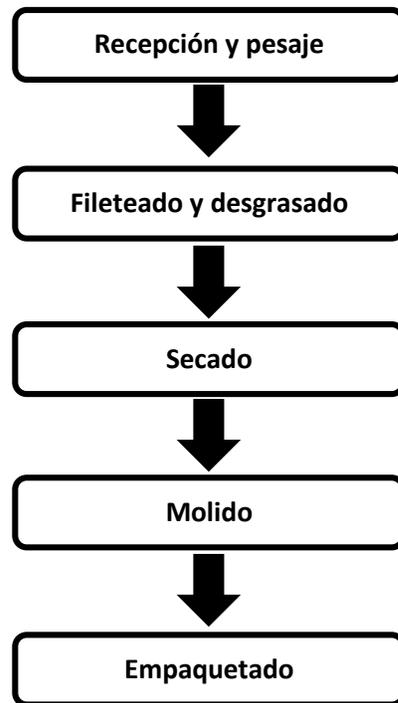
Desgrasado: colocar la semilla del ajonjolí en un recipiente con agua por 24 horas, para ablandarla, luego licuarla con agua hervida y colar el bagazo ya desgrasado.

Secado: meter el bagazo al desecador y revisar cada 30 minutos hasta que su peso sea constante.

Molienda: moler el bagazo hasta reducirlo en granos muy pequeños.

Empaquetado: empaquetar en recipientes secos y limpios.

Esquema tecnológico para la elaboración de harina de cerdo.



Fuente: Sánchez, (1993)

Recepción y pesaje: se obtiene la materia prima (cerdo) y se pesa para llevar un control de rendimiento y pérdida en la elaboración de la harina.

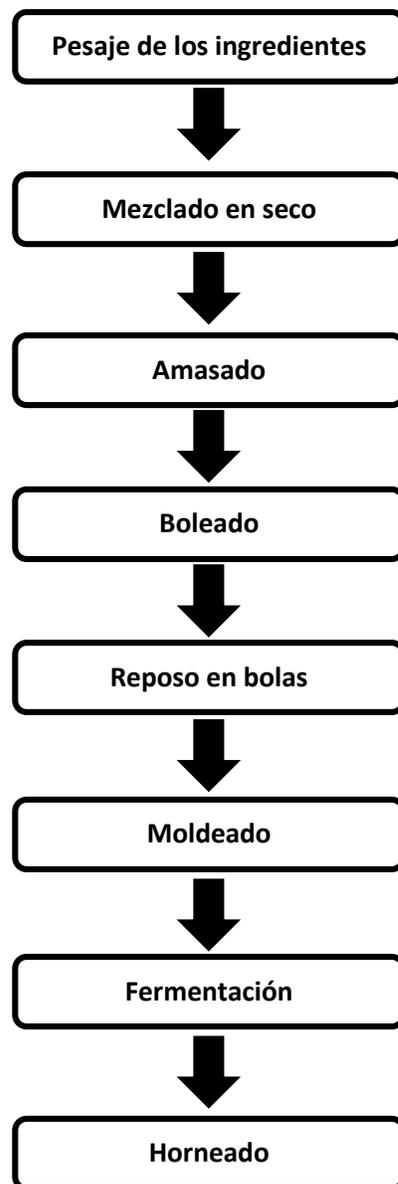
Fileteado y desgrasado: reducir en bloques más pequeños la carne de cerdo y separar la grasa.

Secado: meter los bloques de carne al desecador y revisar cada 30 minutos hasta que su peso sea constante.

Molido: moler los trozos de carne seca hasta reducirlo en pequeños grumos usando un molino de martillo.

Empaquetado: empaquetar en recipientes secos y limpios.

Esquema tecnológico para la elaboración de un producto de panificación.



Fuente: Ordoñez y Oviedo, (2010)

Pesaje de los ingredientes: pesar cada uno de los ingredientes de la mezcla.

Mezclado en seco: agregar los ingredientes.

Amasado: se debe formar una masa suave y homogénea.

Boleado: darle forma de bola y pesarla en igual proporción.

Reposo en bolas: dejar reposar las bolas entre 15-20 minutos.

Moldeado: darle forma final al producto.

Fermentación: es el periodo de reposo de la masa, una vez que las piezas han sido formadas y activan las levaduras y enzimas presentes en la harina.

Horneado: transformación de la masa fermentada en pan, se realizan en hornos que van desde los 220 a los 260°C, aunque el interior de la masa nunca llega a rebasar los 100°C

CAPITULO IV

IV.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV.1.1. Resultados de la caracterización fisicoquímica de la materia prima: ajonjolí, (*sesamum indicum*) yuca (*manihot esculenta*) y carne de cerdo deshidratada (*sus scrofadomesticus*) en su estado natural.

En el cuadro 3 se muestran los resultados de la caracterización fisicoquímica parcial, realizada a la yuca, ajonjolí y carne de cerdo, antes de preparar los tratamientos o unidades experimentales generados por la matriz de diseño, dicha materia prima presentó los siguientes valores:

Cuadro 3. Caracterización físico-químicas de la materia prima:

Materia prima	pH	ATT(%)	Humedad(%)	aW
Yuca	6.50	1.7	66.6	0.991
Ajonjolí	5.10	11.52	5.96	0.711
Carne de cerdo	5.60	1.84	73.4	0.9998

IV.1.2. Resultados de la estandarización del proceso de obtención de harina de ajonjolí, (*sesamum indicum*) yuca (*manihót esculenta*) y carne de cerdo deshidratada (*sus scrofadomesticus*).

En la estandarización del proceso de obtención de harina de yuca (*manihot esculenta*), se utilizó la metodología empleada por Benitez, et al, (2008). En la harina de ajonjolí, (*sesamum indicum*) se aplicó la metodología empleada por Soto, (2013) y para la harina de carne de cerdo deshidratada (*sus scrofadomesticus*) se empleó la metodología de Sánchez, (1993).

Una vez obtenidas las harinas se realizaron previamente al experimento final una serie de pruebas pilotos (ver cuadro 2) para determinar los valores de los factores necesarios para la elaboración de la matriz de diseño, arrojando mejores condiciones del proceso la prueba n° 7.

IV.1.3. Resultados de la mezcla óptima a base de las harinas de (yuca, ajonjolí y carne de cerdo deshidratada).

Se desarrollaron varias formulaciones de mezcla a fin de obtener la más adecuada, para lo cual, se utilizó un diseño de mezcla simple lattice en base a los valores obtenidos en la prueba piloto óptima para los niveles de los factores en estudio.

Se establecieron los parámetros más idóneos para la preparación de la mezcla, es decir, tiempo y temperatura de secado de la yuca, ajonjolí y carne de cerdo en su estado natural. A las harinas obtenidas se les determinó el rendimiento por separado y se almacenaron en bolsas de ziploc listas para elaborar las mezclas, Se evaluaron los parámetros de calidad de las harinas y sus mezclas tales como: contenido de humedad, pH, acidez, actividad de agua.

Resultados de las características fisicoquímicas de las harinas (yuca, ajonjolí y carne de cerdo deshidratada).

En el cuadro 4, se observa un análisis proximal de las características físicas y químicas de las harinas de (yuca, ajonjolí y carne de cerdo deshidratada), arrojando valores comprendidos dentro de los establecidos por normas Covenin y bibliografía consultada.

Cuadro 4. Características físico-químicas de las harinas de (yuca, ajonjolí y carne de cerdo).

Harinas	pH	ATT(%)	Humedad(%)	aW
Yuca	6.04	0.29	14.76	0.399
Ajonjolí	6.25	4.58	3.82	0.0511
Carne de cerdo	6.12	0.62	19.02	0.423

Rendimiento de la harina de yuca.

- Peso muestra 3750gr de yuca (cruda)
- Secado
- Molienda
- Peso de la yuca seca = 2200gr
- Peso de la harina de yuca= 1700gr
- % de rendimiento del secado de la yuca = 58.67%
- % de rendimiento de la molienda de la yuca = 77.27%

$$3750\text{gr} \rightarrow 100\% \quad \frac{2200\text{gr} \times 100\%}{3750\text{gr}} = 58.67\% \text{ del secado}$$

$$2200\text{gr} \rightarrow x \quad 3750\text{gr}$$

$$2200\text{gr} \rightarrow 100\% \quad \frac{1700\text{gr} \times 100\%}{2200\text{gr}} = 77.27\% \text{ de la molienda}$$

$$1700\text{gr} \rightarrow x \quad 2200\text{gr}$$

Rendimiento de la harina de ajonjolí.

- Peso muestra 7300gr de ajonjolí (cruda)
- Secado
- Molienda
- Peso del ajonjolí seco = 4344.96gr
- Peso de la harina del ajonjolí= 2356gr
- % de rendimiento del secado del ajonjolí = 59.52%
- % de rendimiento de la molienda del ajonjolí = 54.22%

$$\begin{array}{l} 7300\text{gr} \rightarrow 100\% \quad \frac{4344.96\text{gr} \times 100\%}{7300\text{gr}} = 59,52\% \\ 4344.96\text{gr} \rightarrow x \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 4344.96\text{gr} \rightarrow 100\% \quad \frac{2356\text{gr} \times 100\%}{4344.96\text{gr}} = 54.22\% \\ 2356\text{gr} \rightarrow x \end{array}$$

Rendimiento de la harina de carne de cerdo.

- Peso muestra 1500gr de cerdo (cruda)
- Secado
- Molienda
- Peso de la carne seca = 762gr
- Peso de la harina de carne= 481.96gr
- % de rendimiento del secado de la carne= 50.8%
- % de rendimiento de la molienda de la carne = 63.25%

$$\begin{array}{l} 1500\text{gr} \rightarrow 100\% \quad \frac{762\text{gr} \times 100\%}{1500\text{gr}} = 50.8\% \\ 762\text{gr} \rightarrow x \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 762\text{gr} \rightarrow 100\% \quad \frac{481.96\text{gr} \times 100\%}{762\text{gr}} = 63.25\% \\ 481.96\text{gr} \rightarrow x \end{array}$$

Formulación de las mezclas de las harinas de (yuca, ajonjolí y carne de cerdo).

Para la formulación de las mezclas de harinas se tomó como base de cálculo 300 gr de cada una de las harinas, con porcentajes comprendidos dentro de los establecidos para los niveles de los factores de la matriz del diseño, como se observa en el cuadro 5.

Cuadro 5. Valores porcentuales de las mezclas de harinas.

Mezclas	H. yuca (%)	H. ajonjolí (%)	H. carne (%)
1	43	35	22
2	50	30	20
3	58	25	17
4	65	20	15
5	72	15	13
6	80	10	10
7	87	5	8

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 43\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{43\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 129\text{gr h.y}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 35\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{35\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 105\text{gr h.a}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 22\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{22\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 66\text{gr h.c}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 50\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{50\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 150\text{gr h.y}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 30\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{30\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 90\text{gr h.a}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 20\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{20\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 60\text{gr h.c}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 58\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{58\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 174\text{gr h.y}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 25\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{25\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 75\text{gr h.a}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 17\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{17\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 51\text{gr h.c}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 65\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{65\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 195\text{gr h.y}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 20\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{20\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 60\text{gr h.a}$$

$$\begin{array}{l} 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\ 15\% \rightarrow x \end{array} \quad \frac{15\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 45\text{gr h.c}$$

$$\begin{array}{l}
 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\
 72\% \rightarrow x
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \frac{72\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 216\text{gr h.y} \\
 100\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\
 15\% \rightarrow x
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \frac{15\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 45\text{gr h.a} \\
 100\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\
 13\% \rightarrow x
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \frac{13\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 39\text{gr h.c} \\
 100\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\
 80\% \rightarrow x
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \frac{80\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 240\text{gr h.y} \\
 100\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\
 10\% \rightarrow x
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \frac{10\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 30\text{gr h.a} \\
 100\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\
 10\% \rightarrow x
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \frac{10\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 30\text{gr h.c} \\
 100\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\
 87\% \rightarrow x
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \frac{87\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 261\text{gr h.y} \\
 100\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\
 5\% \rightarrow x
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \frac{5\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 15\text{gr h.a} \\
 100\%
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 100\% \rightarrow 300\text{gr} \\
 8\% \rightarrow x
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 \frac{8\% \times 300\text{gr}}{100\%} = 24\text{gr h.c} \\
 100\%
 \end{array}$$

En el cuadro 6 se observan los valores naturales de las mezclas desarrolladas de las harinas de (yuca, ajonjolí y carne de cerdo).

Cuadro 6. Valores naturales de las mezclas de harinas.

H. yuca (gr)	H. ajonjolí (gr)	H. carne (gr)	Total
129	105	66	300
150	90	60	300
174	75	51	300
195	60	45	300
216	45	39	300
240	30	30	300
261	15	24	300

IV.1.4. Resultados de las características físicas y químicas de las mezclas de las harinas de (yuca, ajonjolí y carne de cerdo).

Los resultados de las características físicas y químicas de las diferentes mezclas de las harinas de (yuca, ajonjolí y carne de cerdo) se pueden observar en el cuadro 7, donde se puede apreciar valores de pH, acidez titulable total, la actividad de agua y porcentaje de humedad.

Cuadro 7. Características físicas y químicas de las mezclas de harinas.

Mezclas de Las harinas (%)	pH	ATT (%)	Humedad (%)	aW
43/35/22	6.18	1.57	18.03	0.412
50/30/20	6.16	1.57	17.33	0.411
58/25/17	6.16	1.40	16.66	0.411
65/20/15	6.14	1.35	16.18	0.409
72/15/13	6.15	1.21	15.69	0.399
80/10/10	6.10	1.04	15.11	0.398
87/5/8	6.08	0.89	14.93	0.395

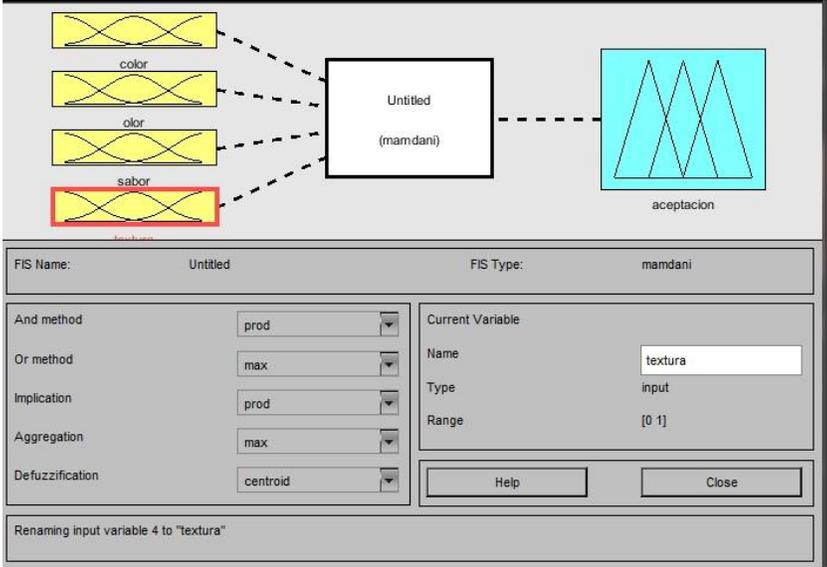
IV.1.4.1. Resultados estadísticos.

La investigación experimental y exploratoria realizada se efectuó bajo un diseño completamente aleatorizado, sin repetición para 3 factores experimentales para un total de 7 tratamientos o corridas, bajo condiciones de superficie controladas.

Los factores y niveles experimentales mostrados en la metodología (Capítulo III, Cuadro 2) se determinaron estableciendo criterios tecnológicos según la literatura (Fernández, 1994) y pruebas pilotos desarrolladas en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos (LITA), UNELLEZ, San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. Estas pruebas permitieron establecer los valores de: punto central y valores extremos, según la matriz de diseño generada empleando el software Statistica 8.

Resultados obtenidos de los análisis sensoriales del producto aceptado del producto final

Atributos medidos en la catación del producto.



CONCLUSIONES

- En la caracterización fisicoquímica de la materia prima en su estado natural, se obtuvieron valores para el rubro de yuca de 66,6% de humedad, un valor de pH = 6,50; para ATT = 1,7% y 0,991 de actividad de agua; En cuanto al rubro de ajonjolí valores de 5,96% de humedad, 5,10 de pH, 11,52% de acidez titulable total y para la actividad de agua un valor de 0,711; y para la carne de cerdo y valor de 73,4% de humedad, 5,60 de pH, 1,84% ATT y 0,9998 aW.
- Los resultados de la caracterización fisicoquímica de las harinas de (yuca, ajonjolí, carne de cerdo) generadas de la estandarización del proceso de obtención de la harinas arrojaron valores de pH=6,04; ATT=0,29%; aW=0,399 y H=14,76% para la harina de yuca, para la harina de ajonjolí pH=6,25; ATT=4,58%; aW=0,0511 y un valor de 3,82% de humedad y para la harina de carne de cerdo pH=6,12; ATT=0,62%; aW=0,423 y H=19,02%
- Las mezclas desarrolladas de las harinas arrojaron valores ideales de 43/35/22, 50/30/20, 58/25/17, 65/20/15, 72/15/13, 80/10/10 y 87/5/8 de las harinas de (yuca, ajonjolí y carne de cerdo) respectivamente.
- En la evaluación sensorial de los atributos (color, olor, sabor, textura) con respecto a su aceptación del producto que arrojó como óptimo, indica que hay diferencias estadísticamente significativas las medias a un nivel de confianza de 96,6%, lo que señala que los consumidores observaron algún cambio característico, dándole buena aceptación al producto tipo pan de la mezcla de las harinas 87/5/8 al momento de la degustación.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para estudios posteriores, hacer un análisis microbiológico, más análisis físico-químicos (proteínas, fibra, cenizas, peso específico) y un estudio de vida útil al producto que arrojó como óptimo.
- Darle uso a las harinas alternativas de productos panificados en la formulación de alimentos que aumenten la calidad nutricional de los consumidores.
- Promover y divulgar el consumo de harinas compuestas que sustituyan a las harinas convencionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala Cruz, Pedro David; Bocanegra Mendoza, Dan Henry, (2014)
“Evaluación Fisicoquímica y Nutricional de un Pan de Molde Enriquecido con Arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*) y Ajonjolí (*Sesamun Indicum*) para Niños en Edad Escolar”.
- Barva Lovato, Luis Fabián, (1989) “Elaboración de Pan con Harina de Yuca”
- Ceballos y De la Cruz, (2002). “Guía Técnica para Producción de Análisis de Almidón de Yuca.”
- “Centro Nacional de Alimentación y Nutrición – Instituto Nacional de Salud, Yuca,” (2009)
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. Normas venezolana COVENIN N° 1315-79. Determinación del pH. Ministerio de fomento. Caracas, Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. Normas venezolana COVENIN N° 1120-97. Determinación de humedad. Ministerio de fomento. Caracas, Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. Normas venezolana COVENIN 1787-81. Determinación de acidez. Ministerio de fomento. Caracas, Venezuela.
- D’yust Moron, Laury Sequera, 2013 Sistema On-line de Toma de Pedidos por Encargo para Productos de Panaderías de la Empresa Nina´s Pan Poblado Ubicado en (San Diego-Estado Carabobo)

Diego Andre Saravia Quispe, Gabriel Alberto Espinoza Quispe, (2014)
“Estudio de Pre-factibilidad para la Producción y Comercialización de Néctar de
Ajonjolí en Lima Metropolitana”

Domínguez, (1981). “Taxonomía y Morfología de la Yuca.”

Dorsi, (2006) “Valor Nutricional de la Carne de Cerdo.”

“Efsa,” (2010), AJONJOLI

“Fao,” (2016)

“Fevipan,” (2017)

Gabriel Alberto Espinoza Quispe, (2014). “Estudio de Pre-factibilidad para la
Producción y Comercialización de Néctar de Ajonjolí.”

“Instituto de Políticas Agrícolas de Fedeaagro Ipaf,” diciembre 2013/enero 2014

Leslie Janette Palma Colindres, (2014). “Valor Nutritivo y Evaluación de
Aceptabilidad de una Galleta Formulada a Base de Trigo, Amaranto y ajonjolí en
Niños Escolares”.

Linneo, (2014). “Sesamum Indicum Taxonomía del Ajonjolí Publicado por
Species Plantarum.”

Montaldo, (1985) “La Yuca o Mandioca: Cultivo, Industrialización, Aspectos
Económicos, Empleo en la Alimentación Animal, Mejoramiento.”

Munayco, (2011). “Taxonomía del Cerdo.”

Natàlia Gimferrer, (2012) “Centro de Información de Actividades Porcinas
(CIA)”

Pérez, (1989). “Experiencias Sobre la Agroindustria de la Yuca en Colombia. Metodologías Aplicadas a Proyectos Integrados de Yuca.”

Teresa de Jesús Díaz Montes, María Esperanza Amelita Medina Sánchez, (1998) “Elaboración de una Botana a Base de Harina de Maíz, Adicionada de Harina de Ajonjolí y Suero Lácteo para Elevar el Valor Nutricional de la misma”.

“Universoporsino, ”(2012)

USDA, (2014) “United states Departament of Agriculture.”