



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA" VICERRECTORADO DE
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR
SUBPROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
OSPINO-VENEZUELA

SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE YUCA
(*Manihot esculenta* Crantz) Y FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PANADEROS

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Br. Carlos E. Arenas A. C.I: 24.021.048

Tutor:

Prof.: Ing. José García

Ospino, 2021

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
"EZEQUIEL ZAMORA"

ACTA

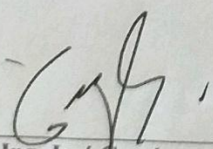
Acta N° SSP/_____

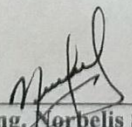
Hoy 18 de Junio de 2021 siendo las 8:31 p.m. reunidos en el Programa de Ciencias del Agro y del Mar, de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, extensión Ospino. Los jurados: Mirla Morales cédula 9.400.755, Norbelis Soto cédula 18.102.158 y el tutor José García cédula 19.188.755, jurados principales para evaluar la Tesis de Grado titulada:

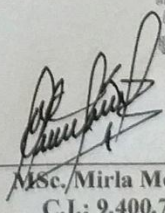
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE YUCA (Manihot esculenta Crantz) Y FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PANADEROS.

Presentada como requisito final para optar al título de **Ingeniero (a) Agroindustrial** por el bachiller **Carlos Arenas cédula 24.021.048**. El tutor dio la apertura al acto refiriéndose a las "normas transitorias para la presentación de trabajo de grado de los estudiantes de la carrera Ingeniería Agroindustrial". Seguidamente el (los) bachiller (es) realizaron la exposición en un tiempo de 30 min. Puntualizó el problema, los objetivos, el marco teórico, el marco metodológico, la propuesta (si aplica), las conclusiones y recomendaciones. Culminada la exposición se dio inicio a al ciclo de preguntas y observaciones por parte del JURADO y las respuestas por parte de el (los) Bachiller (es). La calificación correspondiente al 30% de la nota final es de 22,50 que le fue asignado por el Profesor del subproyecto de Trabajo de Grado. Concluida la defensa el Jurado decidió otorgar una calificación de 52,50 correspondiente al 70% de la nota. Sumando el 30% y el 70% se tiene una nota final de 75 que en la escala de 1 al 5, representa 4.00 como nota definitiva del Subproyecto. En fe de lo expuesto, firma los integrantes del Jurado.

Observaciones:


Ing. José García
C.I.: 19.188.755
Tutor


Ing. Norbelis Soto
C.I.: 18.102.158
Jurado


MSc. Mirla Morales
C.I.: 9.400.755
Jurado

Universidad Nacional Experimental
De Los Llanos Occidentales
Ezequiel Zamora
Extensión Ospino

DEDICATORIA

A Dios primeramente quién me guio por el buen camino, dándome fuerzas y sabiduría para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia que por ellos ahora soy lo que soy.

A mis madres, **Evelyn M. Arenas A** y **Carmen R. Arenas A**, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, y ayuda en los momentos difíciles, ellos me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hija, **Diannys E. Arenas R**, la cual es la otra parte importante de mi vida, que adoro y agradezco a Dios de haberme obsequiado el regalo más hermoso que he recibido que fue traerla a mi vida y llenar mi existencia de felicidad

A mis hermanas, **Kateryn C. Arenas A.**, **Maibelin L. Sanchez A.**, **Rogelis K. Sanchez A**, por estar siempre dispuestas a ayudarme en todo lo que lo que estaba a su alcance.

A mis amigos por brindarme el apoyo incondicional y la ayuda en todo momento.

Gracias mi Dios por darme la oportunidad de culminar una etapa de mi carrera.!!!

A mi país **Venezuela** porque toda mi preparación, es para contribuir en su mejoramiento.

Carlos E. Arenas A.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS Todopoderoso que me ha conservado con vida, salud y dado la inteligencia y cuidado durante el desarrollo y culminación de esta meta.

A mis padres, por la crianza, protección y devoción durante nuestras vidas, por la educación impartida, pero sobre todo por aceptar los errores y virtudes, además de los sabios consejos para guiarme por el camino correcto y motivarme a seguir adelante siempre.

A mis Hermanos y demás Familiares que me han apoyado siempre en el transcurso de la carrera

A la UNELLEZ y todo su Personal, por ser nuestra casa de estudio y habernos dado la oportunidad de indagar y adquirir todos los conocimientos durante el transcurso de la carrera.

A mis Compañeros (as) de estudio: por haber proporcionado la materia prima necesaria para la ejecución de nuestro trabajo de aplicación.

Al Sr José Morales, por haber brindado su apoyo incondicional y prestado las instalaciones de su Establecimiento Comercial (Panadería) para la preparación del producto panadero.

A la Familia Pacheco Soto, por haber facilitado su espacio físico (casa) para la realización de actividades relacionadas al trabajo de grado

Si es de agradecer a todas aquellas personas que de alguna u otra forma, brindaron apoyo muy significativo para la culminación del trabajo; personas especiales que han brindado su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de la vida. Sin importar en dónde estén o si alguna vez llegan a leer estas pocas líneas, quiero darles las gracias por formar parte de nosotros, por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones.

A todos, muchísimas Gracias...

“CON DIOS TODO SIN EL NADA”..!!

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR SUBPROGRAMA DE
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL
OSPINO-VENEZUELA

RESUMEN

SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO POR HARINA DE YUCA
(*Manihot esculenta* Crantz) Y FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN LA
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PANADEROS

En esta investigación se establecieron 3 formulaciones de harina compuesta, en las cuales la harina de trigo se sustituyó en un 20% (F1), 30% (F2) y 40% (F3) por harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), de las cuales se elaboraron los productos panaderos principalmente panes dulces y salados con cada una de las combinaciones formuladas. La evaluación sensorial determinó que los panelistas mostraron mayor preferencia en los panes elaborados con la F1 principalmente los panes dulces. Los resultados del análisis estadístico no paramétrico de Kruskal y Wallis como una aproximación al análisis de la varianza para modelo de clasificación simple (DCA), demostraron que los panes dulces, elaborados con F1 y F2 presentaron mejores tendencias en el olor, sabor y aceptabilidad que los panes obtenidos con F3, mientras que los panes salados, solo los obtenidos con F1 resultaron mejor calificados que los panes elaborados con F2 y F3. Estos resultados demostraron que la sustitución de harina de trigo por harina de yuca y frijol, representa una alternativa económica a pesar de que los niveles de sustitución no deben exceder al 30% en panes dulces y 20% en panes salados, lo que disminuye la necesidad de importación de harinas de trigo para la elaboración de productos panaderos.

Palabras claves. Harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), elaboración de Panes.

Introducción

En el mundo Actual, las raíces y tubérculos son valorados alimentos esenciales en la dieta de los pobladores de América Latina, África y Asia; y a pesar de que una gran cantidad de estos cultivos se podrían desarrollar a nivel mundial, sólo cinco especies ocupan el 99% del total de la producción, los cuales son; papa (*Solanum tuberosum*), yuca (*Manihot esculenta*), batata (*Ipomoea batata*), ñame (*Dioscorea alata*.) y ocumo (*Colocassia*, *Cytosperma*, *Xanthosoma sagittifolium*).

En base a ellos, en Venezuela, la mayoría de los cultivos de raíces, tubérculos, cereales, leguminosas entre ellos la yuca y el frijol, se manejan en el ámbito de pequeños sembradíos y se comercializan principalmente a nivel nacional, teniendo un valor comercial bastante escaso en los canales internacionales, por no incursionar estos mercados.

En general, estos rubros son perecederos y se caracterizan por tener un elevado contenido de humedad, resultando como consecuencia pérdidas postcosecha que alcanzan hasta un 30% a nivel mundial. La extrusión es el proceso capaz de modificar las propiedades de los componentes de las harinas, siendo sometidos a cocción y plastificación, en combinación con ciertos factores, tales como humedad, presión, temperatura y energía mecánica; permitiendo la mejora de la funcionalidad de las mismas y con ello la calidad de los productos alimenticios finales.

La utilización de harinas extruidas para la obtención de ciertos productos alimenticios resulta ventajosa, puesto que el proceso de extrusión con lleva a la pregelatinización de los gránulos de almidón, provocando la pérdida del orden molecular y la completa degradación de los polímeros con la formación de fragmentos altamente solubles.

Por lo tanto, las suspensiones de harinas precocidas por extrusión son capaces de incrementar rápidamente su viscosidad, presentando una baja tendencia a la formación de grumos, ya que los gránulos de almidón han sido modificados, y muestran un gran poder de hinchamiento en frío y en caliente, siendo altamente recomendados en la elaboración de productos alimenticios.

Por consiguiente, esta investigación se basa en productos que se producen en el país como es el ocumo y la batata que podrán ser utilizados para la obtención de harina para productos panaderos la cual seria una alternativa alimenticia para los sujetos de estudio quienes tendrán la posibilidad de dar a conocer sobre otros recursos o tubérculos que pueden ser utilizados para la fabricación de pan y otros subproductos que son tan ingeridos en la dieta diaria de los venezolanos.

Finalmente este proyecto está estructurado de la siguiente manera: Capítulo I: planteamiento del problema, objetivo general y específicos, justificación, delimitación, Capítulo II: Antecedentes, marco teórico, sistema de variables, capítulo III: Marco Metodológico: Tipo de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, validación, confiabilidad del instrumento, procesamiento de datos, análisis estadísticos de datos, capítulo IV: análisis de resultados, Capítulo V: conclusiones y recomendaciones, bibliografías y anexos.

CAPÍTULO I

I.1. EL PROBLEMA

I.1.1 Planteamiento del problema

En Venezuela los productos panaderos son los productos más consumidos por la población, los cuales se elaboran con harina de trigo, algo de lo que se han encargado de hacer creer los medios de comunicación y las grandes empresas venezolanas, quienes tratan de obviar la preparación artesanal, no solo con maíz, sino también con tubérculos como la papa, la yuca, el ocumo, la batata y vegetales (Bavaresco, 2006)

Una tarea que ha asumido la Misión Alimentación, acompañada del Instituto Nacional de Nutrición (INN), es impulsar el consumo de tubérculos, así como de vegetales a través de productos comestibles a base de harinas e invitar a la población a utilizar métodos prácticos, para su elaboración y como base para la preparación de un alimento nutritivo.

El Instituto Nacional de Nutrición (2016), asegura en un reportaje publicado el 8 de abril que las Harinas a base de tubérculos son las ideales para sustituir a la harina precocida, pues, son unos auténticos tesoros ricos en minerales como el potasio, manganeso, hierro, fósforo, entre otros; así como también en vitaminas del grupo B, como el ácido fólico, y vitaminas C y E, convirtiéndose en una forma excelente de energía.

En el mismo reportaje el INN destaca que, estudios médicos afirman que mientras más harina refinada se coma, el cuerpo deberá fabricar más cantidad de insulina, lo que promueve el almacenamiento de las grasas, que conlleva al aumento rápido de peso y de los triglicéridos, ocasionando enfermedades cardíacas. También, las personas tienen más posibilidades de padecer problemas

gástricos, presión alta, obesidad, problemas cardiovasculares y diabetes tipo 2; ésta última cuando el páncreas falla en su función.

En este sentido, las tierras venezolanas son ideales para la siembra de yuca, ocumo, batata, papa, entre otros tubérculos, con los cuales se pueden elaborar harinas alternativas y entender que, no solo de maíz procesado, se hace las arepas ni el pan que tanto nos gustan.

Al respecto, es de destacar que el acto alimentario en su condición de hecho social total sustenta relaciones interpersonales y sociales, sistemas simbólicos y artísticos. Tal como sostiene Levi-Strauss (2014):

Los alimentos son buenos para pensar” en la medida en que constituyen un espacio para la escogencia que expresa los contenidos profundos de una sociedad. Los sabores, los aromas, las texturas, así como la apariencia y los sonidos de las cocinas, se convierten en tendencias que evolucionan al ritmo de necesidades y gustos. (p.25).

Al respecto, el autor expresa que alrededor del fuego y del comer caliente, ha transcurrido la vida de personas y sociedades tratando cada día de mejorar su calidad de vida, experimentar placer y compartir memorias e identidades. De esta forma la alimentación, en los tiempos que corren, ha dejado de ser un tema exclusivo de los expertos en el área de la medicina y la nutrición, o el coto cerrado a los maestros de las artes culinarias, para convertirse en un espacio amplio de conocimiento, que enlaza las más complejas dimensiones en torno a lo que comemos y a cómo lo hacemos, articulando las ciencias sociales, las naturales, las bellas artes e incluso las ciencias exactas, alrededor del sistema alimentario del ser humano.

En el último cuarto del siglo pasado, numerosos investigadores de las ciencias sociales, tanto de Europa como de América Latina (entre otros: Igor da Garine, Claude Fischler, Jean-Pierre Poulain, Máximo Montanari, Jack Goody, Jesús Contreras, Mabel Gracia, Isabel Turmo, A. Garrido Aranda, Isabel Álvarez, Patricia Aguirre) han hecho de la problemática de la alimentación, el tema central

de su trabajo, surgiendo una “socio–antropología de la alimentación” que se define como ...el estudio de la cultura alimentaria, es decir, el conjunto de representaciones, de creencias, conocimientos y de prácticas heredadas y/o aprendidas que están asociadas a la alimentación y que son compartidas por los individuos de una cultura dada o de un grupo social determinado (García y Contreras, 2005, p. 37).

Es decir, un espacio interdisciplinario que se interesa por el consumo de alimentos, el simbolismo que éstos encierran, la manera como la alimentación expresa las diversidades y desigualdades sociales y culturales, en el marco de los procesos de continuidad y transformación que supone la modernidad y la mundialización de los comportamientos alimentarios, las incidencias de la sociedad del riesgo y la necesaria preservación de la etno-bio-diversidad en el planeta.

Por otro lado, es necesario destacar por la situación económica y crisis alimentaria que pasan los estados de nuestro país como es el caso de los rubros provenientes de panadería por la escasez de harina de trigo para su producción, debido a ello el estado Portuguesa específicamente el Municipio Ospino no escapa de esta realidad, la cual abordara todos los ámbitos sociales al no tener variedad en productos panaderos a causa de la escasez de harina de trigo, poca oferta y mayor demanda, lo que trae como consecuencia que la población no tenga acceso a estos productos por ende, se plantea esta propuesta de Obtención de productos panaderos mediante la mezcla de harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Municipio Ospino Estado Portuguesa que son tubérculos que se consiguen a gran escala en el entorno de estudio y son más económicos para su producción y procesamiento e producto terminado.

Debido a esto se plantean las siguientes interrogantes:

¿Cómo será la obtención de productos panaderos mediante la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Municipio Ospino Estado Portuguesa?

¿De qué forma serán elaborados los productos a partir de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)?

¿Cómo será la evaluación mediante un panel sensorial de los productos obtenidos?

¿Cómo podrán compararse los productos obtenidos en base a; olor, color, sabor, textura y aceptabilidad?

I.1.3 Objetivos

I.1.3.1 Objetivo General

Evaluar la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) y harina de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en la elaboración de productos panaderos, en el Municipio Ospino Estado Portuguesa.

I.1.3.2 Objetivos Específicos

- Elaborar productos panaderos mediante la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de yuca y frijol.
- Evaluar mediante un panel sensorial los productos elaborados.
- Comparar los productos obtenidos en base a: olor, color, sabor, textura y aceptabilidad.

I.1.4 Justificación

En el municipio Ospino como en otros estados del país se está viviendo la crisis alimentaria debido a la escasez de materia prima para la elaboración de productos como lo son principalmente el panadero que son los más consumidos por la población venezolana. Debido a esto, se busca miles de alternativas en alimentos que estén disponibles fácilmente como es el caso de los tubérculos y cereales como la yuca y el frijol los cuales, se dan a gran escala en Venezuela y son económicamente accesible, por lo tanto pueden ser usado para la fabricación de una diversidad de productos como es el caso de los panaderos.

En consecuencia, esta investigación describe el proceso de desarrollo productos con alto contenido de almidón para la industria de alimentos; productos que, con suerte, en el futuro, podrán dar lugar a desarrollos tecnológicos, capaces de expandir la frontera del conocimiento para acceder a

mercados más dinámicos, facilitar la reducción de la pobreza, aumentar el nivel de ingresos y disminuir desequilibrios socio-económicos.

Es por ello, que este proyecto se justifica social y económicamente porque busca la integración y concientización de la población estudiada, en cuanto al uso racional de tubérculos y cereales que están presentes en su vida diaria, los cuales pueden sustituir productos difíciles de conseguir como lo es el pan de harina de trigo y realizarlas de yuca y frijol, a su vez pueden mejorar su status económico por medio de la venta de estos productos.

Finalmente, esta propuesta es de gran relevancia ya que permite poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera y brinda un aporte teórico a futuras investigaciones, que deseen ampliar y dar sus puntos de vista sobre el mismo.

I.1.5 Alcances y Limitaciones

Con esta investigación se pretende encontrar nuevas alternativas (materias primas), que proporcionen potencial sustitutivo a la harina de trigo en la elaboración de productos panaderos como los es principalmente el pan, así como también, que estos sean de calidad y de gran aceptación por parte de los consumidores.

Hasta el momento no existe ninguna limitación

I.1.6 Ubicación geográfica

La investigación se llevo a cabo en el municipio Ospino Edo. Portuguesa, principalmente en las instalaciones de la panadería “Orquídea Dorada” ubicada en la Av. Libertador, local S/N.

I.1.7 Institución, autores y tutor académico

Institución: Universidad nacional experimental de los llanos Ezequiel Zamora (UNELLEZ) Vicerrectorado de producción agrícola.

Programa de ciencias del agro y del mar. Núcleo municipalizado Extensión
Ospino Estado Portuguesa.

Investigadores Responsables

Br: Arenas A. Carlos E.

Tutor: Prof. José García

CAPITULO II

II.1. Marco teórico

II.1.1 Antecedentes de la investigación

En este capítulo se presentan los Antecedentes aplicados, con el objetivo de respaldar la siguiente investigación, tomando en cuenta los trabajos de grados relacionados con el tema y considerados de relevancias. En tal sentido, se presentan los siguientes:

Mercedes y Chávez (2008), en su trabajo de grado, “**Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (*Ipomoea batata*)**”, realizado en la universidad de San Carlos de Guatemala, tuvo como objetivo principal, procesar una harina de camote (*Ipomoea batata*) a nivel de laboratorio, llevando a cabo una evaluación nutricional y de factibilidad como materia prima para usos alimenticios. Al obtener la harina de camote (*Ipomoea batata*) se evaluó la cantidad de azúcares reductores por medio del método de Munson – Walker propuesto por la AOAC, en la que se determinó un alto contenido de azúcares reductores. También se realizó un estudio organoléptico de dos panes elaborados con harina de camote (*Ipomoea batata*), donde la distribución de las muestras se realizaron de la siguiente manera: una con un porcentaje de 50% de harina de camote y 50% de harina de trigo, la segunda 100% de harina de camote, de lo cual se realizaron 30 encuestas para determinar la aceptabilidad de la harina, de lo cual se obtuvo un 90% de aceptabilidad.

La investigación sobre la producción de harina de camote (*Ipomoea batata*) realizada a nivel de laboratorio reviste un especial interés, ya que con los resultados obtenidos, ayudarán a establecer parámetros que ayudarán a desarrollar la producción a nivel industrial, y con ello realizar un estudio que establezca la importancia del camote (*Ipomoea batata*) no solamente como un tubérculo natural, sino también como complemento alimenticio.

Ruíz y Urbáez (2010), en su trabajo de grado **“Elaboración de panes con harinas compuestas de catebía de yuca (*manihot esculenta Crantz*) y trigo”**, realizado en la Universidad De Oriente (Venezuela), tuvo como objetivo establecer dos formulaciones de harina compuesta para la elaboración de panes, en las cuales la harina de trigo se sustituyó en un 30 % y un 40 % con catebía de yuca. Se realizó análisis de composición proximal a las harinas y a los panes realizados, donde se observó que el contenido de proteína y grasa fue diferente, siendo mayor el contenido en el pan de trigo; la humedad y la fibra cruda fue igual para los panes con catebía de yuca pero diferente al pan de trigo; el contenido de ceniza no fue distinto entre los panes. El contenido de cianuro libre en los panes con catebía no fue diferente y estuvo por debajo del nivel máximo permitido, por lo que los panes son seguros para el consumidor.

En cuanto al análisis de color (índice de marrón) muestra que la corteza del pan de harina de trigo es más oscura que la corteza de los panes con catebía; mientras que en la miga no se observaron diferencias en el índice de blancura. Con relación a la prueba de textura, tampoco hubo diferencias entre los panes para los parámetros de dureza, cohesividad y rigidez; la gomosidad fue mayor para el pan con 60% harina de trigo en comparación con el de trigo, y la elasticidad fue mayor en el pan de trigo.

La evaluación sensorial de los panes determinó que los panelistas mostraron preferencia por el color y la textura del pan de trigo; el olor y el sabor tuvieron igual aceptación. El estudio de factibilidad económica reveló un precio para los panes con catebía de yuca inferior en un 18% al de los panes de trigo. Los resultados obtenidos mostraron que se pueden elaborar y comercializar panes elaborados con catebía de yuca, lo que permite un uso alternativo a las raíces de yuca abaratando los costos de producción.

Matos (2013), en su tesis doctoral **“Formulación y Desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de Harina de Arroz (*Oryza sativa*) enriquecidos con proteínas”**, presentado en la Universidad Politécnica De Valencia (España), tuvo como objetivo de estudio, el diseño científico de

productos horneados sin gluten (panes y magdalenas) elaborados utilizando harina de arroz, integrando aspectos tecnológicos, sensoriales y nutricionales. El estudio incluyó la evaluación de panes libres de gluten de origen comercial y el diseño de nuevas formulaciones sobre las cuales establecer correlaciones entre las propiedades de las masas y los parámetros tecnológicos de los productos horneados. En el diseño de magdalenas se puso especial énfasis a la evaluación del rol de las proteínas sobre las propiedades reológicas de las masas formuladas y las características tecnológicas del producto final. Los panes sin gluten comerciales mostraron un perfil nutricional muy variable, en general con un bajo contenido en proteína y alto en grasa. Los productos formulados, tanto panes como magdalenas sin gluten presentaron un buen contenido de proteínas y gran variabilidad en las características tecnológicas.

El análisis reológico de las masas libres de gluten y los parámetros tecnológicos y sensoriales de los productos horneados resultantes permitieron establecer correlaciones positivas entre las propiedades de hidratación de la miga y algunos parámetros de textura, y entre la dureza-TPA y los parámetros reológicos de las masas caracterizadas mediante el Mixolab, los cuales podrían utilizarse como predictores de la calidad para los panes libres de gluten. El estudio reológico de las mezclas formuladas para elaborar magdalenas a base de harina de arroz demostró que las propiedades reológicas de las masas-batidas estuvieron gobernadas por el tipo de proteína utilizada en cada formulación. En general, la presencia de clara de huevo confiere propiedades viscoelásticas a la masa-batida basada en harina arroz que permitieron obtener magdalenas con mejores características tecnológicas.

Sarmiento (2014), en su trabajo de grado **“Estudio de la adición de harina de camote en pan de molde”** realizado en la Universidad De Ciencias Equinoccial De Ecuador, tuvo como objetivo principal, estudiar el efecto de la adición de harina de camote en la formulación de pan. Para la obtención de la harina de camote se siguió el procedimiento desarrollado en el estudio de “Elaboración de alimentos con camote”. Se trabajó con cuatro formulaciones

para la obtención de los panes, las cuales fueron de: 0% 5%, 10%, 20% de sustitución de harina de trigo por harina de camote, lo evaluado en el análisis sensorial fueron los siguientes atributos:

sabor, color, textura, aceptabilidad global e intención de compra, los resultados más evidentes fueron los encontrados comparando la muestra de 0% con la muestra del 20% de sustitución. El análisis realizado, dio como resultado que, a mayor sustitución con harina de camote, mayor cambio reológico tendrán las mezclas. Se observó que a mayor sustitución por harina de camote la retrogradación del pan disminuye y por tanto el tiempo de vida del pan aumenta. Como resultado de los análisis realizados a los panes, el que tenía una sustitución del 5% es el de mejor aceptación sensorial, y el que mejor se acercaba a las características del pan control.

Villar (2014), en su proyecto especial de grado **“Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (*Ipomoea batata*) en las características físicos- químicas y sensoriales del pan blanco”**, realizado en la Universidad Agrícola Panamericana (Zamora-Honduras), tuvo como objetivo, determinar el efecto de la sustitución parcial de harina de camote en las características físico-químicas y sensoriales del pan blanco. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro tratamientos (0, 10, 20 y 30% de sustitución de harina de camote por harina de trigo) y tres repeticiones con dos medidas repetidas en el tiempo (días cero y cinco). Se realizó un análisis de medias ajustadas a través del método Lsmeans. Las características físico-químicas evaluadas fueron textura, pH, Aw y color. Se realizaron análisis de preferencia a los dos mejores tratamientos y el control.

Los tratamientos realizados presentaron pocas variaciones en cuanto a color y pH. El pan control fue el tratamiento más preferido por los panelistas sin embargo el tratamiento con 20% de harina de camote tuvo mayor aceptación en comparación con los otros porcentajes de harina de camote usado. El control presentó el mayor costo variable de formulación. Se deben realizar análisis proximal al pan blanco con harina de camote. La industria panadera busca

opciones para sustituir la harina de trigo por harinas de otras fuentes con el fin de disminuir los costos de producción, ya que el costo de importación de la harina de trigo implica elevados costos de producción. Con el uso de la harina de camote se brinda una opción de proceso al camote que no cumple los estándares para la exportación.

Por otra parte tenemos a trabajos de estudios de las leguminosas se valoran en todo el mundo como una alternativa sostenible y menos costosa que la carne y se consideran la segunda fuente de nutrientes más importante después de los cereales (**Maphosa y Jideani, 2017**). Los granos de las leguminosas contienen una buena proporción de proteínas, mayor que la de los granos de cereales, y son una rica fuente de fibra dietética, almidón, minerales y vitaminas (Siddiq, Ravi, Harte y Dolan, 2010). Así, para variedades de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) se han reportado altos contenidos de proteína (29-33%), grasas (3-7%) y cenizas (4-5%) (Granito, Guinand, Pérez y Suhey, 2009). Además, las leguminosas contienen compuestos bioactivos como fitoquímicos y antioxidantes, así como compuestos no nutritivos. De este modo, en las leguminosas se encuentran isoflavonas, lignanos, inhibidores de proteasas, inhibidores de tripsina y quimotripsina, saponinas, alcaloides, fitoestrógenos y fitatos (Maphosa y Jideani, 2017).

En relación a las sustancias “antinutrientes”, aunque no son tóxicos, generan efectos fisiológicos adversos e interfieren con la digestibilidad de las proteínas y la biodisponibilidad de algunos minerales, no obstante la mayoría de estos anti nutrientes son inestables al calor y, dado que las leguminosas se consumen después de la cocción, no representan un riesgo para la salud (Maphosa y Jideani, 2017). Sin embargo, el proceso de cocción afecta la digestibilidad y la biodisponibilidad del almidón en los alimentos vegetales. En ese sentido, Ramírez Jiménez, Reynoso Camacho, Mendoza Díaz y Loarca Piña (2014) reportaron que el almidón disponible y el almidón digerible aumentaron después de la cocción, no obstante, éstos disminuyen durante el proceso de deshidratación por la formación de almidón retrogradado resistente. Asimismo, los autores notaron disminución en la concentración de compuestos fenólicos y en la capacidad antioxidante.

La producción de harina a partir de leguminosas comprende la limpieza de los granos, lavado, cocción, molienda, secado y empaque. Estas harinas pueden ser usadas en la sustitución parcial de otras harinas o solas en la formulación de un determinado alimento. Chandra, Singh y Kumari (2014) definen el término “harina compuesta” como una harina rica en nutrientes esenciales para la dieta humana, la cual se produce mezclando una proporción variable de más de una harina que no sea de trigo con o sin la harina de trigo, la cual puede usarse en la producción de alimentos horneados o aperitivos con levadura o sin levadura, que tradicionalmente se hacen con harina de trigo. Una de las ventajas de este producto es el aporte nutricional, así Manonmani, Bhol y Bosco (2014), en estudio de mezclas de harina de frijoles rojos con harina de trigo para la producción de pan, determinaron un aumento considerable en el contenido de proteínas en las mezclas de harina, proporcional al aumento en el nivel de inclusión, lo que podría explicarse por la composición de la leguminosa, la cual presenta mayor contenido proteico que el trigo.

Estudios evaluando las propiedades funcionales de la harina de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) de algunas variedades han sido realizados previamente (Audu y Aremu, 2011; Granito et al., 2009; Ramírez Jiménez et al., 2014; Ranilla, Genovese y Lajolo, 2009; Siddiq et al., 2010). En relación a los usos potenciales de la harina de frijoles, Anton, Ross, Lukow, Fulcher y Arntfield (2008) evaluaron la sustitución de la harina de trigo en la elaboración de tortillas, Gallegos Infante et al. (2010). Emplearon la harina de frijoles como sustituto parcial del trigo en la producción espaguetis, Sathe, Iyer y Salunkhe (1982) evaluaron la inclusión de la harina de frijoles en la producción de galletas, Manonmani, Bhol y Bosco (2014) determinaron su efecto en la calidad del pan, Vongsumran, Ratphitagsanti, Chompreeda y Haruthaitanasan (2014) estudiaron su uso potencial en la sustitución parcial de harina de trigo para la producción de rosquillas (donut cake). Tomando en cuenta la disponibilidad de frijoles rojos en Nicaragua, se propuso la realización del presente estudio. El proceso de producción de harina de frijoles fue

evaluado al igual que el uso potencial de este producto como sustituto parcial de la harina de trigo en la producción de tortas. El término torta se refiere al alimento dulce hecho de harina, huevos, grasa y azúcar mezclados y horneados, como definido en el Diccionario Cambridge (Cambridge, 2019)

II.1.2 Bases Teóricas

Según Bavaresco (2006) las bases teóricas tiene que ver con:

Las teorías que brindan al investigador el apoyo inicial dentro del conocimiento del objeto de estudio, es decir, cada problema posee algún referente teórico, lo que indica, que el investigador no puede hacer abstracción por el desconocimiento, salvo que sus estudios se soporten en investigaciones puras o bien exploratorias (p.45).

En este sentido, en los enfoques descriptivos, experimentales, documentales, históricos, etnográficos, predictivos u otros donde la existencia de marcos referenciales son fundamentales y los cuales animan al estudioso a buscar conexión con las teorías precedentes o bien a la búsqueda de nuevas teorías como producto del nuevo conocimiento.

II.1.2.1 Conceptos básicos

Productos panaderos

Fonseca (2015) expresa que “son todos aquellos que se elaboran con harina de trigo y mezclas de otros alimentos, los cuales son producidos en sitios como las panaderías y comercios” (p.45). Es decir que son fabricados por medio de un tipo de harina como lo es la de trigo y que de allí surge una cantidad de subproductos que han sido vendidos desde tiempos remotos a la población a nivel mundial, principalmente el pan.

Comercialmente, el pan toma distintos nombres de acuerdo con su composición y forma. De acuerdo con los tipos de harina y de levadura empleados se obtienen variedades que se conocen con los siguientes nombres: pan francés, hecho con harina y “masa madre”; pan de Viena, pan alemán, hechos con harina y levadura; pan de Graham, elaborado con harina integral sin levadura ni sal.

Por otra parte un buen pan presentará una miga blanca, con preferencia blanco crema, en su sección. La textura de la miga será fina, elástica y bien aireada. Su aroma debe ser dulce y de sabor agradable, y con salado

característico; además debe tener apariencia uniforme y su corteza debe ser relativamente seca y crujiente. Su composición química es, aproximadamente, agua: 34 %; proteínas: 6,5 %; grasas: 0,5 %; carbohidratos: 57 %; minerales: 2 %.

Ingredientes de la masa

Harina

Calaveras, 1996 Define a la harina como exclusivamente el producto obtenido de la molienda del endospermo del grano de trigo limpio, obteniendo una serie de productos de características químicas diversas, siendo la harina el producto que se produce en mayor porcentaje.

Debido a lo antes expuesto se prefiere la harina de trigo para la elaboración de un pan esponjoso, ya que al ser mezclada con agua y bajo condiciones apropiadas de trabajo mecánico, origina una masa elástica y cohesiva. Cabe destacar que la harina está compuesta por muchos elementos importantes en la formulación del pan, entre los glúcidos presentes, uno de los más relevantes tanto por su cantidad como por su función, es el almidón, ya que al entrar en contacto con el agua hidrata la masa en el amasado y provee un sustrato para la fermentación, y mientras más empaquetados estén los gránulos de almidón, habiendo más cohesión entre ellos, mayor será la solidez de la miga.

Es interesante mencionar que el contenido de almidón en la harina varía inversamente con el de la proteína. Es por ello que en la panificación se buscan valores intermedios, ya que estos dos componentes (almidón y proteínas) son indispensables en la formulación del pan. Entre los carbohidratos restantes, los cuales cumplen una función importante en panificación están: disacáridos como maltosa y sacarosa, y monosacáridos como glucosa y fructosa, los cuales sirven de sustrato a las levaduras.

Las proteínas, y dentro de éstas se encuentran; la gliadina y la gluteína, al hidratarse forman una estructura diferente llamada gluten; este complejo tiene propiedades elásticas y de esponjamiento de gran valor para la fabricación de pan.

La gliadina confiere al gluten plasticidad y elasticidad, mientras que la gluteína comunica solidez y estructura.

Los lípidos están solo en pequeños porcentajes en la composición de la harina; se encuentran presentes en mezclas complejas y parte de aquellos están asociadas a la proteína donde contribuye a la formación de gluten.

El agua

Según Calvel, (1983). Señala que el agua es el segundo componente mayoritario de la masa. El agua hidrata la harina facilitando la formación del gluten, con ello y con el trabajo mecánico del amasado se le confieren a la masa sus características plásticas: la cohesión, la elasticidad, la plasticidad y la tenacidad.

El mismo autor señala que el agua es uno de los ingredientes fundamentales en la elaboración del pan; su calidad tiene una influencia notable en la tecnología de la panificación y en los productos de ella obtenidos.

Es por ello que el agua a utilizar debe ser potable, es decir, apta para el consumo humano y libre de contaminantes y de microorganismos. Puesto que la masa debe tener un pH en torno a 5-6, en caso de que en su preparación se utilice agua alcalina, se obtiene una masa con pH superior a 6, con menor producción de gas y menor acidez y con un mayor tiempo de maduración debido a la menor actividad de las levaduras, de las diastasas y de las bacterias lácteas. Un agua alcalina tiene efectos negativos, también sobre la formación del gluten, debido que para su formación y plasticidad es necesario un agua ligeramente ácida.

Sal común

Calvel, (1983) señala que la sal es importante porque hace la masa más tenaz, actúa como regulador de la fermentación, favorece la coloración de la corteza durante la cocción y aumenta la capacidad de retención de agua en el pan.

De acuerdo a esto la sal o cloruro sódico constituye un elemento indispensable para la masa del pan ya que además de esto su objetivo principal es dar sabor al pan.

Azúcares y endulzantes para panificación

Tejero (1995) Indica que los azúcares que se añaden a la masa para elaborar algunos productos horneados, además de la función de conferir un sabor dulce y ser alimento para las levaduras, tiene efecto sobre la propiedades de absorción, sobre el tiempo de desarrollo de la masa y sobre las características organolépticas del producto.

Cabe señalar, que los azucares aseguran también una mejor conservación del producto, ya que permite una mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial y retrasando el proceso de endurecimiento. El azúcar actúa también en la formación del aroma, por este motivo en los panes especiales donde se permite el empleo del azúcar se añade en cantidad mayor de la necesaria (2-7%) para producir anhídrido carbónico.

Las sustancias grasas

Miralbés, (2000) señala que las grasas pueden ser simples aditivos o coadyuvantes tecnológicos que se emplean en proporción y cuyo único objetivo es favorecer el proceso tecnológico de elaboración del pan.

Según lo señalado por el autor las grasas son una de las sustancias que con más frecuencia se emplean en la elaboración de productos de horneo. Su empleo como mejorador de las características de la masa y como conservante viene corroborado en numerosas investigaciones y depende de su propiedad emulsificante.

El tipo de grasa presente en el pan puede tener diversos orígenes, ya sea animal, como manteca de cerdo y mantequilla, o de origen vegetal, como aceites y margarina.

Funciones:

- ✓ Los lípidos actúan como emulsificantes, ya que facilitan la emulsión, confiriéndole a ésta mayor estabilidad respecto a la que se puede obtener solamente con proteínas.
- ✓ Retarda el endurecimiento del pan y mejora las características de la masa.
- ✓ Al añadirle grasas emulsificantes a la masa, se forma una sutil capa entre las partículas de almidón y la red glutínica, lo que da a la miga una estructura fina y homogénea, además de la posibilidad de elongarse sin romperse y retener las burbujas de gas, evitando que se unan para formar burbujas más grandes.

Cuando la harina y el agua se mezclan se obtiene una masa con características plásticas: las partículas de almidón finamente subdivididas son encapsuladas por una matriz proteica, llamada gluten. Si a la masa se añaden grasas emulsionantes se forma una sutil capa entre las partículas de almidón y la red glutínica, y después del efecto acondicionador de los emulsionantes transforman la superficie hidrófila de las proteínas en una superficie más lipófila. Esta capacidad de los lípidos de acomplejar y, por consiguiente, de ligar las diferentes mallas del gluten, aumentan simultáneamente la posibilidad de elongamiento. La adición de emulsionantes confiere a la miga una estructura fina y homogénea ya que el gluten, al tener la posibilidad de elongarse sin romperse, retiene las burbujas más gruesas.

Agentes fermentadores

Guinet y Godon, (1996) Definen las levaduras como un grupo particular de hongos unicelulares caracterizados por su capacidad de transformar los azúcares mediante mecanismos reductores (fermentación) o también oxidantes. Su reproducción es por gemación, particularmente activa en aerobiosis.

Es de gran relevancia saber que para la fermentación de masas panarias se emplean levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*, el cual es capaz de fermentar azúcares produciendo anhídrido carbónico y alcohol.

Por otra parte los agentes fermentadores son aquellos que directa o indirectamente tienen un efecto de dilatación y elevación o aumento del volumen en las masas destinadas a obtener productos horneados. La porosidad y el aumento de volumen del producto se obtienen principalmente por el anhídrido carbónico producido por la levadura natural o industrial, o por las reacciones de sustancias químicas por medio de calor o de otros medios físicos.

En el comercio se encuentran la levadura seca activa y la levadura comprimida. La levadura seca activa es la obtenida de cepas de diferentes géneros, donde las células se desecan hasta tener una humedad inferior al 8%. Esta levadura es resistente al desecamiento, a las concentraciones elevadas de azúcares y a algunos inhibidores como el propionato de calcio; adicionalmente, la levadura seca activa es más resistente que la levadura comprimida, ya que esta última pierde más del 6,55 % de su actividad en cuatro meses a 4 °C.

La levadura cuenta en su organización con un conjunto de enzimas las cuales son su principio activo y le permiten metabolizar y reproducirse, entre ellas se tiene:

- ✓ Invertasa; transforma azúcar de caña en levulosa y dextrosa
- ✓ Maltasa; transforma maltosa en dextrosa
- ✓ Zimasa; transforma azúcar simple en gas y alcohol
- ✓ Proteasas; actúan sobre proteínas extrayendo materias nitrogenadas que la levadura necesita y por ende suaviza el gluten acondicionándolo.

El proceso de panificación

Cauvain y Young (1998) Expresa que para hacer pan con harina de trigo son necesarios tres requisitos: la formación de la estructura del gluten mediante el mezclado y amasado, el esponjamiento de la mezcla por la producción del gas procedente de la fermentación de la masa por las levaduras, y la compactación del material al cocer en el horno.

Cabe destacar que no existe un solo método de panificación, sino una amplia variedad de procesos posibles, según el tipo de pan que se va a elaborar, los equipos de panificación con los que se dispone.

A- Formación de la masa

La transformación de harina de trigo en masa para pan es un proceso complejo se produce cuando las partículas de harina se humedecen y luego se amasan, se forma una masa coherente, cuyo carácter viscoso elástico se atribuye al desarrollo del gluten. Otros constituyentes, además de las proteínas, participan en la formación del gluten en la masa para pan, como los lípidos, pentosanos solubles en el agua y glicoproteínas. Además es necesaria la presencia del agua.

Así, en la preparación habitual de la masa de panadería, se añade agua y sal a una mezcla apropiada de harinas y se amasa de 10 a 20 minutos, lo que permite la absorción de agua por las proteínas y los gránulos triturados del almidón, así como el desarrollo de la elasticidad y extensibilidad del gluten. Durante este proceso de amasado, la proteína hidratada forma una red proteica rígida, estable y tridimensional, por la formación de enlaces cruzados.

Cuando se mezcla la harina y demás ingredientes con el agua, con la agitación y el vaivén de la amasadora, las fracciones proteicas de la harina (gliadina y gluteína) se vuelven pegajosas. Los enlaces al unirse dan lugar a una red elástica y extensible (gluten), donde se retienen los gases. Una mayor o menor formación de gluten, está determinada por la oxidación o exposición de la masa al oxígeno del aire.

B- Fermentación

- ✓ Es uno de los procesos más importantes, el cual está a cargo de las levaduras. El proceso de fermentación comprende todo el período desde que termina la mezcla hasta que entra al horno. Las enzimas principalmente implicadas en la fermentación son las que actúan sobre carbohidratos:

- ✓ amilasa
- ✓ amilasa
- ✓ maltasa e invertasa.

Esta etapa origina la producción de anhídrido carbónico (CO_2) por lo que la pasta crece al formarse bolsas de gas que quedan retenidas entre las finas membranas del gluten. En este proceso también se forma alcohol, que se elimina durante el proceso de cocción, y otros productos secundarios como ácidos, carbonilos y ésteres, que proporcionan los aromas y sabores característicos del pan.

Esta fermentación se debe a la acción de diversas enzimas sobre los azúcares preexistentes en la harina (1-2%) y los procedentes de la hidrólisis de parte del almidón por las amilasas presentes en la harina y otras enzimas procedentes de las levaduras, como la maltasa, la invertasa y el complejo zimasa. Solo una pequeña parte del almidón presente en la harina (10%) será transformada.

C- El horneado

El horneado es el proceso de calentamiento en el que ocurren muchas reacciones a diferentes velocidades. Entre ellas están las siguientes:

- 1) producción y expansión de gases.
- 2) coagulación del gluten y huevos, y gelatinización del almidón
- 3) deshidratación parcial debido a la evaporación del agua

- 4) desarrollo de sabores
- 5) cambios de color debido a reacciones, entre leche, gluten y proteínas de huevo con azúcares reductores, y otros cambios de color de origen químico;
- 6) formación de corteza debido a la deshidratación superficial
- 7) oscurecimiento de la corteza debido a reacciones y caramelización de los azúcares.

Durante la cocción del pan, la masa es sometida a un perfil de temperaturas. El proceso de cocción de las piezas de masa consiste en una serie de transformaciones de tipo físico, químico y bioquímico, que permite obtener al final del mismo, un producto comestible y de excelentes características organolépticas y nutritivas. La cocción constituye uno de los factores que más influye en el sabor del pan. Debe hacerse de forma que el pan cocido tenga un color amarillo dorado fuerte, con una ligera tonalidad anaranjada. También hay que saber que la coloración de la corteza, que se debe sobre todo a la caramelización de los azúcares residuales durante la cocción, contribuye en gran medida al enriquecimiento del sabor de la misma. Cuando la corteza carece de color, el sabor del pan se ve perjudicado.

La masa se cose en un horno a una temperatura externa de aproximadamente 200-230 °C, produciéndose en la superficie un endurecimiento por desecación y un pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard), que conduce a la formación de pigmentos pardos denominados *melanoidinas*, y otros compuestos, que proporcionan los olores característicos del pan. Durante el desarrollo de la cocción existe una disminución de las moléculas de agua que alcanzan la superficie y se evaporan, y por ello existe un gradual aumento de la temperatura sobre la superficie externa que provoca la formación de la corteza, tanto más gruesa cuanto más dure esta fase de la cocción.

Trigo

Vásquez (2009) Define al trigo el cereal por excelencia más apropiado para la elaboración del pan y su superioridad se debe a las propiedades químicas de sus proteínas. Se designa con el nombre de trigo a especies del género *Triticum*, perteneciente a la familia de las gramíneas, que presentan espigas terminales compuestas de cuatro o más carreras de granos, de los cuales, triturados o molidos, se obtiene la harina.

Harina de trigo

COVENIN 217-01 la define como el producto destinado al consumo humano que se obtiene de la molturación o molienda de granos completamente maduros, sanos, limpios y sin germinar del trigo común (*Triticum aestivum*) separando gran parte de salvado y germen triturando el endospermo hasta que tenga un grano adecuado de finura.

Debido a lo ante expuesto la harina de trigo es la materia prima utilizada principalmente por excelencia en todos los procesos de pan. Como sucede en el caso de todos los cereales, existen muchas variedades de trigo cultivadas. El trigo duro es el más rico en proteína, este proporciona una harina amasable y fuerte, formando una masa mas elástica y más conveniente para la elaboración de pan, ya que este tipo de masa es esencial a fin de retener el volumen logrado por la fermentación. En contraste, el trigo blando es más bajo en proteína, por ende ofrece una harina más débil y en consecuencia forma masas o mezclas también más débiles; es por ello que uso va destinada principalmente a la repostería.

Composición de la harina de trigo

Componente	%
Calorías	300-350 kcal/100g
Carbohidratos	58-80
Humedad	12-14
Proteínas	7-15
Grasas	1-3
Fibra	2-11
Cenizas	1,5-2

Fuente: Alonso (2013)

El almidón es el elemento principal de la harina. En la elaboración del pan, el almidón proporciona gran parte de azúcares simples. El porcentaje de azúcares simples es reducido en la composición de la harina, pero su papel es muy importante en el momento de la fermentación de la masa.

El gluten como tal no existe en el grano de trigo. En estado natural, en la almendra harinosa, se encuentran dos fracciones proteicas insolubles: la gliadina y la gluteína. Una propiedad importante de esto es que asociadas con el agua forman el gluten. La gluteína son cadenas proteicas con enlaces, que le dan a la masa la consistencia y resistencia. Por su parte, la gliadina son cadenas proteicas sin enlaces, que le confieren a la masa la viscosidad.

El gluten posibilita la formación de una masa que puede retener el dióxido de carbono formado durante la fermentación por la levadura, o por los aditivos químicos utilizados para este fin. Este complejo proteico tiene la propiedad de hidratarse, de embeber grandes cantidades de agua; por tal motivo se dice que cuanto más gluten contenga el pan, mejor se conservará y permanecerá fresco durante períodos más largos.

La yuca

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 elite fueron introducidos del continente Asiático de China, Filipinas, Tailandia y Viet Nam. Hay escasas accesiones procedentes del continente africano.

La yuca es una de las fuentes más ricas de almidón del cual sus raíces contienen más de 30 por ciento. A nivel mundial la utilización del almidón se destina a fines Industriales como papel, cartón, dextrinas, colas, textiles, resinas, maderas compuestas, productos farmacéuticos, edulcorantes, alcohol, entre otros. Estos productos, aunque representan un bajo porcentaje del uso de la producción mundial de yuca, son los que tienen mayor valor agregado en el mercado. La harina, almidón y otros productos para alimentación humana de gran valor agregado como trozos deshidratados, copos, productos para refrigerios, mezclas para tortas, panadería, tallarines, helados son los que se intensificarán según el análisis de las nuevas tendencias (FIDA y FAO, 2000).

Dependiendo del uso final de la yuca, esta puede ser clasificada como de calidad culinaria cuando se destina al consumo humano directo; como industrial cuando se usa para la producción de subproductos tales como harina, almidón,

trozos secos o como de doble propósito, es decir, fenotipos que podrían ser usados tanto para el consumo humano como industrial. Esta variabilidad da lugar a que el agricultor venda para el mercado en fresco si los precios son altos o, en caso contrario que venda las raíces para procesos industriales, por lo general a un precio considerablemente menor. Esta estrategia ha interferido con el uso industrial de la yuca porque no permite un suministro constante y confiable de la materia prima. Actualmente, los programas de mejoramiento genético están dirigidos a la búsqueda de variedades específicas para la industria, ya que las variedades de doble propósito resultaban, en algunos casos inadecuadas para consumo en fresco o para la industria (Ceballos, 2002).

Propiedades y beneficios de la yuca

La yuca tiene grandes propiedades nutritivas, entre las cuales están:

- La yuca posee vitamina A, fundamental para la formación y mantenimiento de los dientes y para generar los pigmentos necesarios para el buen funcionamiento de la retina, desempeñando así un rol importante en el desarrollo de una buena visión.
- Posee también vitamina C, que sirve para evitar el envejecimiento y facilitar la absorción de otras vitaminas y minerales, actuando como un poderoso antioxidante.
- Tiene un alto contenido en fibra es el alimento perfecto para mantener el organismo libre de toxinas y residuos.

La tapioca es el almidón o la fécula extraída de la yuca, tiene grandes propiedades nutritivas, entre las cuales están:

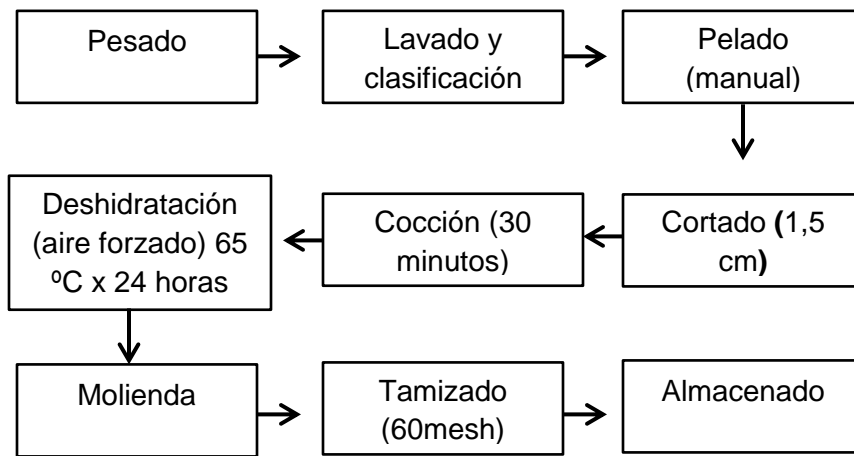
- Es rico en hidratos de carbono complejos (almidón) y otras sustancias nutritivas, de gran importancia en nuestra alimentación cotidiana. Es un alimento muy adecuado para todas las edades y en especial, para situaciones que requieren de un gran desgaste físico y para los deportistas
- muy buena fuente de vitaminas del grupo B y vitamina C.
- La yuca es rica en magnesio, calcio, hierro y potasio.
- Es fácil de digerir por lo que resulta adecuado a personas que sufren de afecciones digestivas como acidez, gastritis, entre otras.
- No contiene gluten.

Composición nutricional de la yuca

Componente	Por 100 g de porción comestible
Energía	149
Proteínas (g)	1,2
Grasas (g)	0,2
Calcio	68
Hierro	1,9
Vitamina A	15
Vitamina B1	0,04
Vitamina B2	0,05
Vitamina B3	0,60
Vitamina B9	24
Vitamina C	31

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición (INN) 2001

Metodología para el desarrollo de la harina de la yuca



Frijol

Las leguminosas se valoran en todo el mundo como una alternativa sostenible y menos costosa que la carne y se consideran la segunda fuente de nutrientes más importante después de los cereales (Maphosa y Jideani, 2017). Los granos de las leguminosas contienen una buena proporción de proteínas, mayor que la de los granos de cereales, y son una rica fuente de fibra dietética, almidón, minerales y vitaminas (Siddiq, Ravi, Harte y Dolan, 2010). Así, para variedades de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) se han reportado altos contenidos de proteína (29-33%), grasas (3-7%) y cenizas (4-5%) (Granito, Guinand, Pérez y Suhey, 2009). Además, las leguminosas contienen compuestos bioactivos como fitoquímicos y antioxidantes, así como compuestos no nutritivos. De este modo, en las leguminosas se encuentran isoflavonas, lignanos, inhibidores de proteasas, inhibidores de tripsina y quimotripsina, saponinas, alcaloides, fitoestrógenos y fitatos (Maphosa y Jideani, 2017).

En relación a las sustancias “antinutrientes”, aunque no son tóxicos, generan efectos fisiológicos adversos e interfieren con la digestibilidad de las proteínas y la biodisponibilidad de algunos minerales, no obstante la mayoría de estos antinutrientes son inestables al calor y, dado que las leguminosas se consumen después de la cocción, no representan un riesgo para la salud (Maphosa y Jideani, 2017). Sin embargo, el proceso de cocción afecta la digestibilidad y la biodisponibilidad del almidón en los alimentos vegetales. En ese sentido, Ramírez Jiménez, Reynoso Camacho, Mendoza Díaz y Loarca Piña (2014) reportaron que el almidón disponible y el almidón digerible aumentaron después de la cocción, no obstante, éstos disminuyen durante el proceso de deshidratación por la formación de almidón retrogradado resistente. Asimismo, los autores notaron disminución en la concentración de compuestos fenólicos y en la capacidad antioxidante.

La producción de harina a partir de leguminosas comprende la limpieza de los granos, lavado, cocción, molienda, secado y empaque. Estas harinas pueden ser usadas en la sustitución parcial de otras harinas o solas en la formulación de un

determinado alimento. Chandra, Singh y Kumari (2014) definen el término “harina compuesta” como una harina rica en nutrientes esenciales para la dieta humana, la cual se produce mezclando una proporción variable de más de una harina que no sea de trigo con o sin la harina de trigo, la cual puede usarse en la producción de alimentos horneados o aperitivos con levadura o sin levadura, que tradicionalmente se hacen con harina de trigo. Una de las ventajas de este producto es el aporte nutricional, así Manonmani, Bhol y Bosco (2014), en estudio de mezclas de harina de frijoles rojos con harina de trigo para la producción de pan, determinaron un aumento considerable en el contenido de proteínas en las mezclas de harina, proporcional al aumento en el nivel de inclusión, lo que podría explicarse por la composición de la leguminosa, la cual presenta mayor contenido proteico que el trigo.

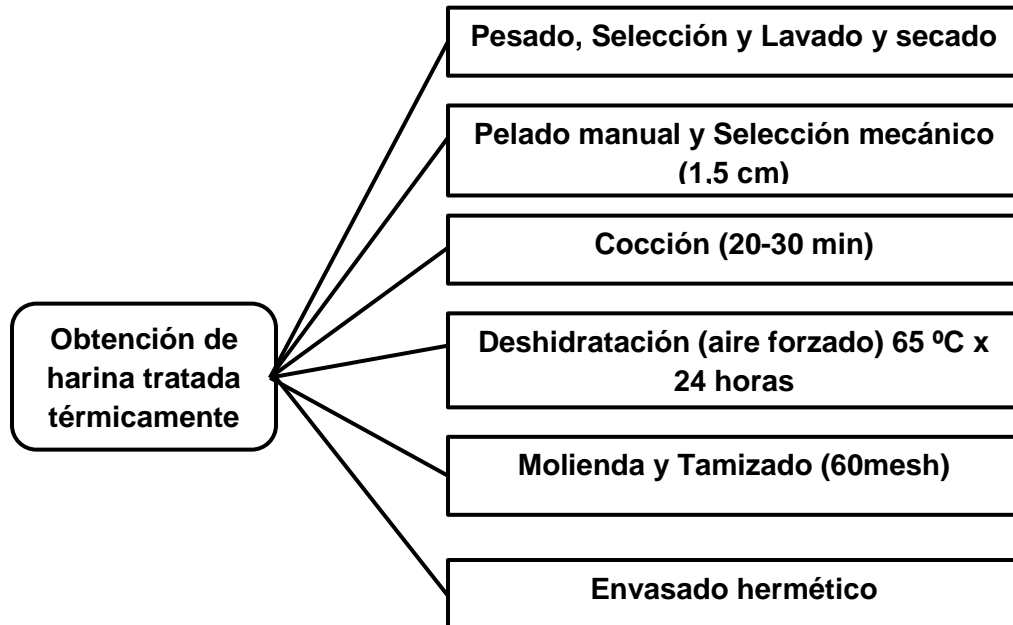
Estudios evaluando las propiedades funcionales de la harina de frijoles (*Phaseolus vulgaris*) de algunas variedades han sido realizados previamente (Audu y Aremu, 2011; Granito et al., 2009; Ramírez Jiménez et al., 2014; Ranilla, Genovese y Lajolo, 2009; Siddiq et al., 2010). En relación a los usos potenciales de la harina de frijoles, Anton, Ross, Lukow, Fulcher y Arntfield (2008) evaluaron la sustitución de la harina de trigo en la elaboración de tortillas, Gallegos Infante et al. (2010). Emplearon la harina de frijoles como sustituto parcial del trigo en la producción espaguetis, Sathe, Iyer y Salunkhe (1982) evaluaron la inclusión de la harina de frijoles en la producción de galletas, Manonmani, Bhol y Bosco (2014) determinaron su efecto en la calidad del pan, Vongsumran, Ratphitagsanti, Chompreeda y Haruthaitanasan (2014) estudiaron su uso potencial en la sustitución parcial de harina de trigo para la producción de rosquillas (donut cake). Tomando en cuenta la disponibilidad de frijoles rojos en Nicaragua, se propuso la realización del presente estudio. El proceso de producción de harina de frijoles fue evaluado, al igual que el uso potencial de este producto como sustituto parcial de la harina de trigo en la producción de tortas. El término torta se refiere al alimento dulce hecho de harina, huevos, grasa y azúcar mezclados y horneados, como definido en el Diccionario Cambridge (Cambridge, 2019)

Valor nutricional del frijol

Componente	Por 100 g de porción comestible
Proteínas lisina (g)	6.4 a 7.6
Proteínas Tirosina	5.3 a 8.2
Grasas (g)	1.5 a 6.2
Carbohidratos Totales (g)	52 a 76
Fibra Total (g)	14 a 19

Revista Fuente Año 3 No. 8 Julio - Septiembre 2011 ISSN

Elaboración de harina de frijol



CAPITULO III

III.1 MARCO METODOLÓGICO

III.1.1. Tipo de investigación y Diseño de la Investigación

Esta investigación se puede definir que es de campo, de tipo experimental, señalado por Fonseca (2010) la investigación experimental plantea:

La manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. (p.25).

Es decir que estudia las variables que el investigador escoge siguiendo ciertos parámetros para su valoración y comprobación, así obtener una serie de resultados.

A su vez, Lorena (2014) plantea que la investigación experimental:

Predice lo que ocurrirá si se produce alguna modificación en la condición actual de un hecho, para lograr esto aplica el razonamiento hipotético-deductivo y la metodología suele ser cuantitativa. Los experimentos pueden realizarse en el laboratorio o pueden ser de campo (p.63).

Es decir, que busca plantear algo que puede suceder y que puede cuantificarse para obtener una serie de resultados los cuales se comprueban por medio de una serie de experimentos.

Por otro lado, esta investigación es de campo, ya que se realiza un análisis sistemático del problema, con el propósito de describir, entendiendo su naturaleza, buscando dar explicación a sus causas y efectos, se determina las posibles soluciones, así como los datos se recolectaron de forma directa en el campo de estudio.

Al respecto, Pérez (2005) acude a que se denominan investigaciones de campo aquellos “cuyo propósito es expresar un momento o situación a través de las fuentes directas y en su contexto natural”. (p.43)

Lo que expresa el autor, es que cuando se realizan investigaciones de campo es necesario tomar en cuenta la información obtenida a través de la observación directa para esquematizar la situación actual de cualquier proceso productivo, para de esta manera, determinar los puntos críticos, ventajas y desventajas de cada proceso.

III.1.2 Metodología de campo experimental:

III.1.2.1. Elaborar los productos panaderos mediante la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de yuca y frijol.

A partir de los resultados obtenidos en la tesis de grado **“ELABORACIÓN DE HARINA DE YUCA Y FRIJOL COMO PRODUCTO ALIMENTICIO”**

Se procedió a elaborar los productos panaderos (panes dulces y salados), utilizando las siguientes formulaciones:

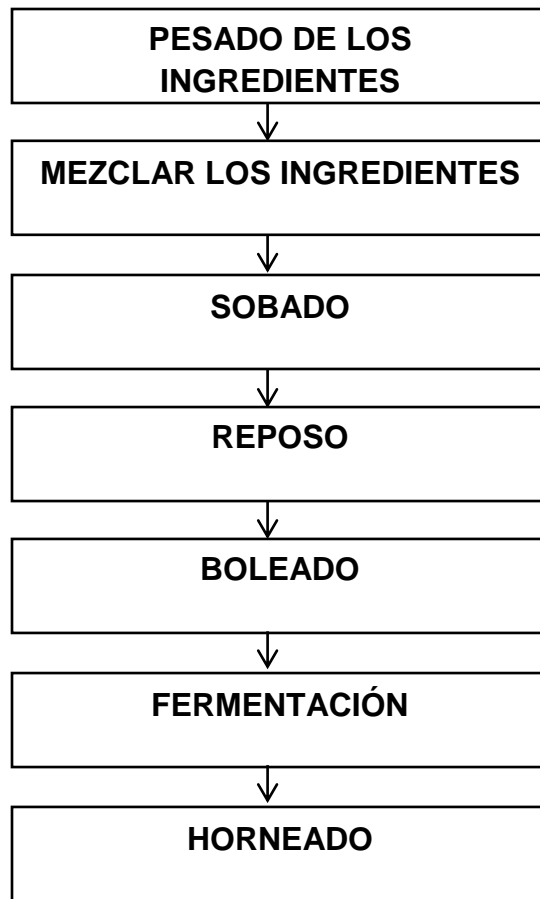
*F1 (20% de harina de yuca y frijol - 80% de harina de trigo)

*F2 (30% de harina de yuca y frijol –70% de harina de trigo)

*F3 (40% de harina de yuca y frijol – 60% de harina de trigo)

Cabe resaltar que siguiendo estas formulaciones se sustituyo de manera parcial la harina de trigo por la mezcla de harina de yuca y frijol (50/50) en un 20, 30 y 40 %.

III.1.2.1.1 Para la elaboración de los panes dulces y salados de acuerdo a las formulaciones antes descritas, se siguió el procedimiento experimental exhibido en la figura que se muestra a continuación:



III.1.2.1.2. Descripción del proceso.

Pesado de los ingredientes: Se pesaron los ingredientes en una balanza digital, entre ellos se encuentran; la mezcla de los tres tipos de harina (trigo, yuca y frijol, de acuerdo a las formulaciones antes señaladas), la levadura, la sal, el azúcar, el agua y la margarina.

Mezcla de los ingredientes: Se colocaron las harina, junto con la levadura, el azúcar, la sal y la margarina, en la mezcladora (cabe señalar que para la elaboración de los panes dulces se excluyó la sal de la mezcla y se añadió un huevo así como también vainilla y canela al gusto), una vez realizado esto, se puso en marcha y se le fue añadiendo el agua con la finalidad que la mezcla se desprendiera de las paredes del envase, permitiendo así que se unifiquen

completamente los ingredientes. Cabe destacar que este proceso tardo aproximadamente 5 minutos.

Sobado: Se realizo mediante una sobadora industrial, en el cual este proceso consto en realizarle 20 pases a la masa obtenida de la mezcla (con el objetivo, que la masa quedase suave y elástica), además este procedimiento permitió desgasificar la masa para así evitar la formación de ampollas.

Boleado: Una vez cumplido con el sobado, la masa fue colocada en una mesa de acero inoxidable, se dividió en proporciones utilizando un cuchillo filoso, seguidamente cada proporción se fue pesando para así obtener cantidades iguales, finalmente le dio la forma al pan deseado; Cabe destacar que en los panes salados se realizo pan francés de 100 g cada uno, mientras que los panes dulces se elaboraron redondos y piñitas, de 50 g cada uno.

Fermentación: En este paso los panes fueron colocados en bandejas de acero inoxidable (previamente engrasada con manteca), donde fueron llevados a la cava fermentadora, dejándolos reposar por 2 horas aproximadamente hasta lograr que los panes aumentaran el doble su tamaño. Luego de esto los panes salados fueron cortamos, realizándoles patrones paralelos en la superficie utilizando una hojilla filoso, esto se realizo con el propósito de airear la masa el cual favorecerá en la maduración y la producción de gas debido a la presencia de la levadura, beneficiando así las características en cuanto a aroma, sabor y estructura interna de la masa. Por otra parte los panes dulces se les añadieron azúcar en la superficie para darles un mejor sabor y una mejor presentación.

Horneado: Para cumplir con este proceso, el horno industrial fue precalentado a una temperatura 230°C durante 30 minutos, luego de esto las bandejas fueron llevadas al horno permaneciendo dentro del mismo por 25 minutos aproximadamente.

III.1.2.2. Evaluar mediante un panel sensorial los productos elaborados.

Para analizar sensorialmente los productos obtenidos (panes salados y dulces) se sometieron a prueba mediante un panel inexperto, conformado por 10 panelista, los cuales evaluarán a través de una escala hedónica de 5 puntos las características de; Color, Olor, Sabor, Textura y Aceptabilidad, tal como se expone en el siguiente cuadro:

COLOR	1.-Muy oscuro 2.-Oscuro 3.-Normal 4.-Claro 5.-Muy Claro
OLOR	1.-Desagradable 2.-No tiene olor 3.-Ligeramente perceptible 4.-Intenso característico 5.-Agradable
SABOR	1.-Desagradable 2.-No tiene sabor 3.-Regular 4.-Bueno característico 5.- Agradable
TEXTURA	1.-Muy blanda 2.-Poco blanda 3.-Blanda 4.-Firme 5.-Muy firme
ACEPTABILIDAD	1.-Desagrada mucho 2.-Desagrada poco 3.-Ni gusta ni disgusta 4.-Gusta poco 5.-Gusta mucho

Por otra parte a cada panelista se le presentaron (6) muestras de panes al azar, las cuales fueron servidas y acompañada por un vaso con agua, seguidamente se le suministro una planilla a cada panelista para que seleccionara la respuesta de su preferencia.

III.1.2.3. Comparar los productos obtenidos en base a; olor, color, sabor, textura y aceptabilidad.

Para comparar los productos obtenidos en base a; olor, color, sabor, textura y aceptabilidad se llevo a cabo mediante un ANOVA (análisis de varianza) utilizando el programa estadístico STATISTIX ver 8.0 usando la técnica de la aproximación no paramétrica de Kruskal y Wallis al Análisis de la varianza (F) con modelo de una vía de clasificación (diseño completamente aleatorizado).

Modelo lineal aditivo

$$X_{ij} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ijk} : Representa una observación cualquiera de Color, Olor, Sabor, Textura o Aceptabilidad, en escala gradual de 1 a 5

μ : Efecto de la media general de rangos

τ_j : Efecto de la Formulación

ε_{ij} : Error experimental

Prueba MDS (multidimensional) de rangos al 5% para clasificar promedios de rango o medianas de categorías para cada parámetro.

CAPITULO IV

IV.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

IV.1.1. Elaboración de los productos panaderos mediante la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de yuca y frijol.

En esta primera etapa, los panes dulces y salados fueron elaborados, sustituyendo de manera parcial la harina de trigo por harina de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), según las proporciones propuestas en este trabajo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Proporciones de harinas de Yuca, Frijol y Trigo, utilizadas en la elaboración de panes dulces y salados

Fórmulas	Yuca %	Frijol %	Trigo %
F1	10	10	80
F2	15	15	70
F3	20	20	60

Estas proporciones se asemejan a las utilizadas por Villar (2014) en el **Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (*Ipomoea batata*) en las características físicos- químicas y sensoriales del pan blanco**. Donde se utilizaron cuatro tratamientos (0, 10, 20 y 30%) de sustitución de harina de camote por harina de trigo), pero no tanto a las usadas por Sarmiento (2014) en su **Estudio de la adición de harina de camote en pan de molde**, donde sustituyó la harina de trigo por harina de camote con cuatro formulaciones para la obtención de panes, las cuales fueron de: 0% 5%, 10%, 20%. Esto determina que se están utilizando algunos rangos de sustitución

que ya han sido estudiados y que han arrojados resultados favorables en la elaboración de panes.

IV.1.2 Evaluación mediante un panel sensorial de los productos elaborados.

Los porcentajes de respuestas indicadas por los panelistas, sobre el color de los panes, permiten inferir a simple vista, que en los panes dulces, el 90% de las respuestas de la F1, perciben color de normal a claro (Gráfico 1), al igual que el 100% en los panes salados y estos resultados se repiten de manera parecida en las otras fórmulas, para los panes dulces, mientras que las formulas F2 y F3 de los panes salados, tendieron a producir coloraciones claras o muy claras, Estos resultados pudieran afectar la preferencia de los consumidores por la poca coloración de los panes salados.

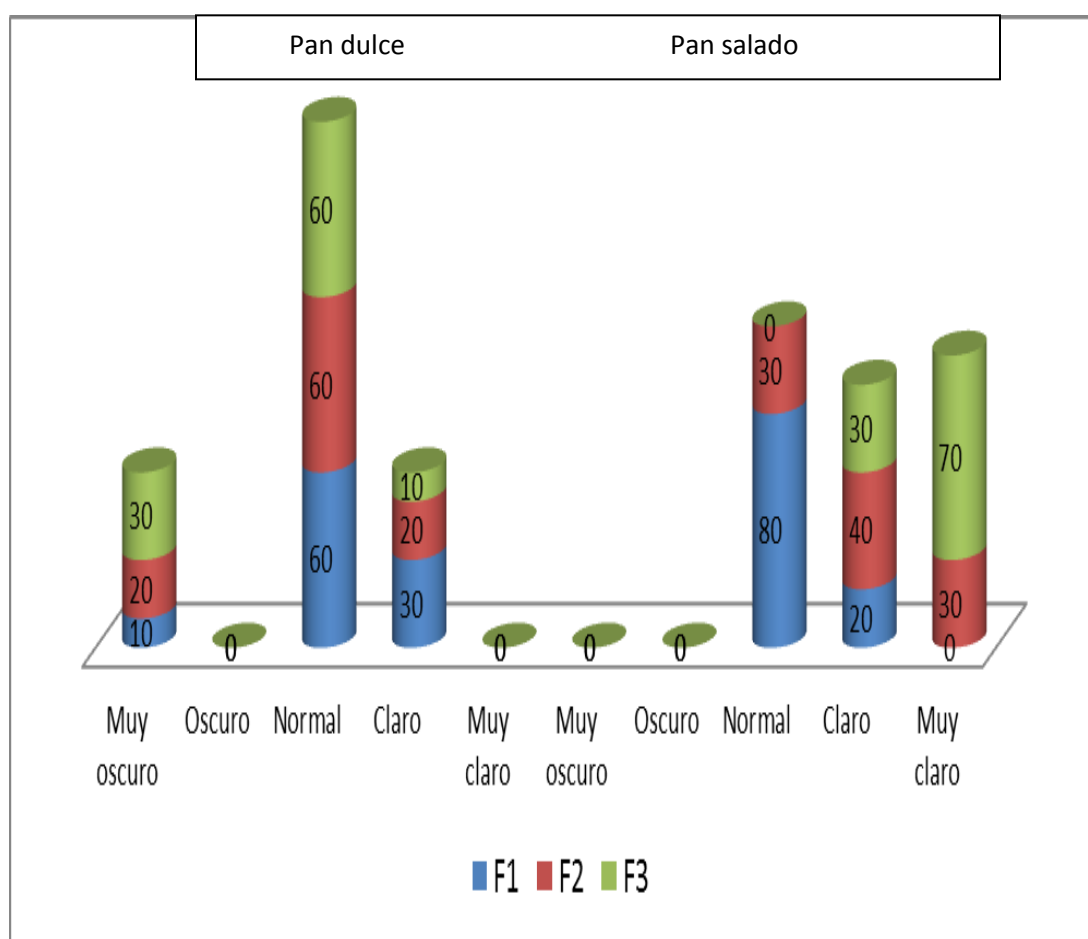


Gráfico 1. Porcentaje de respuesta de los panelistas para el color de los panes según escala hedónica aplicada a panes dulces y salados.

Cuando se consideró el olor de los panes, la gran mayoría de los panelistas percibieron (Gráfico 2) olor agradable de los panes dulces, provenientes de las tres fórmulas, pero en los panes salados, solo en la fórmula 1 el 50% manifestó olor agradable, lo que pareciera indicar que es posible reemplazar hasta un 40% de la harina de trigo sin muchos cambios de olor en panes dulces, pero no en panes salados.

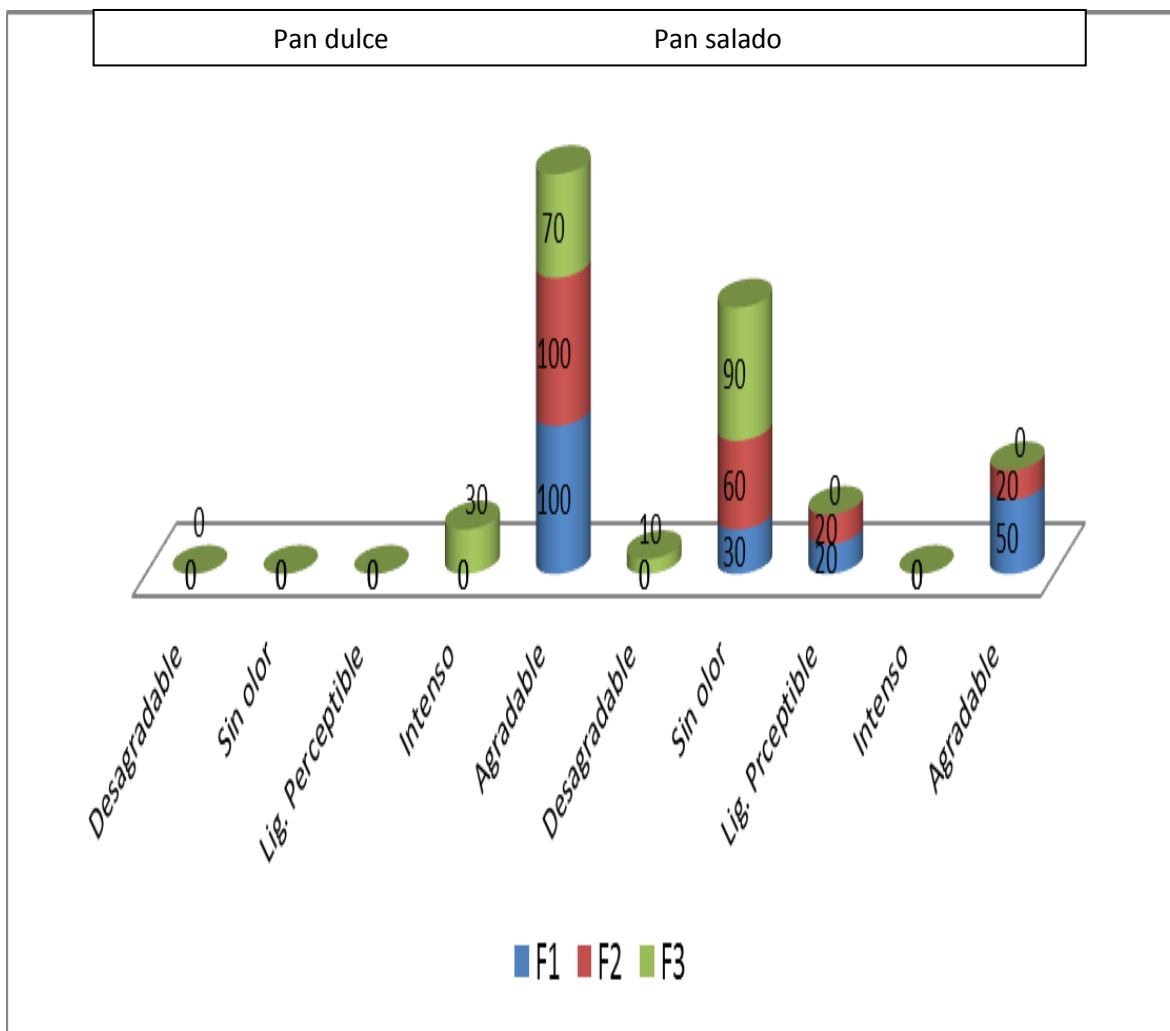


Gráfico 2. Porcentaje de respuesta de los panelistas para el Olor de los panes según escala hedónica aplicada a panes dulces y salados.

El gráfico 3, se aprecia que el 70% de los panelistas perciben sabor agradable en los panes dulces provenientes de la F1 y solo el 40% en la F2, mientras que en los panes salados, solo el 40% de los panelistas encontró sabor

agradable en la F1. Estos resultados parecieran indicar algunos problemas de sabor en las F2 y F3.

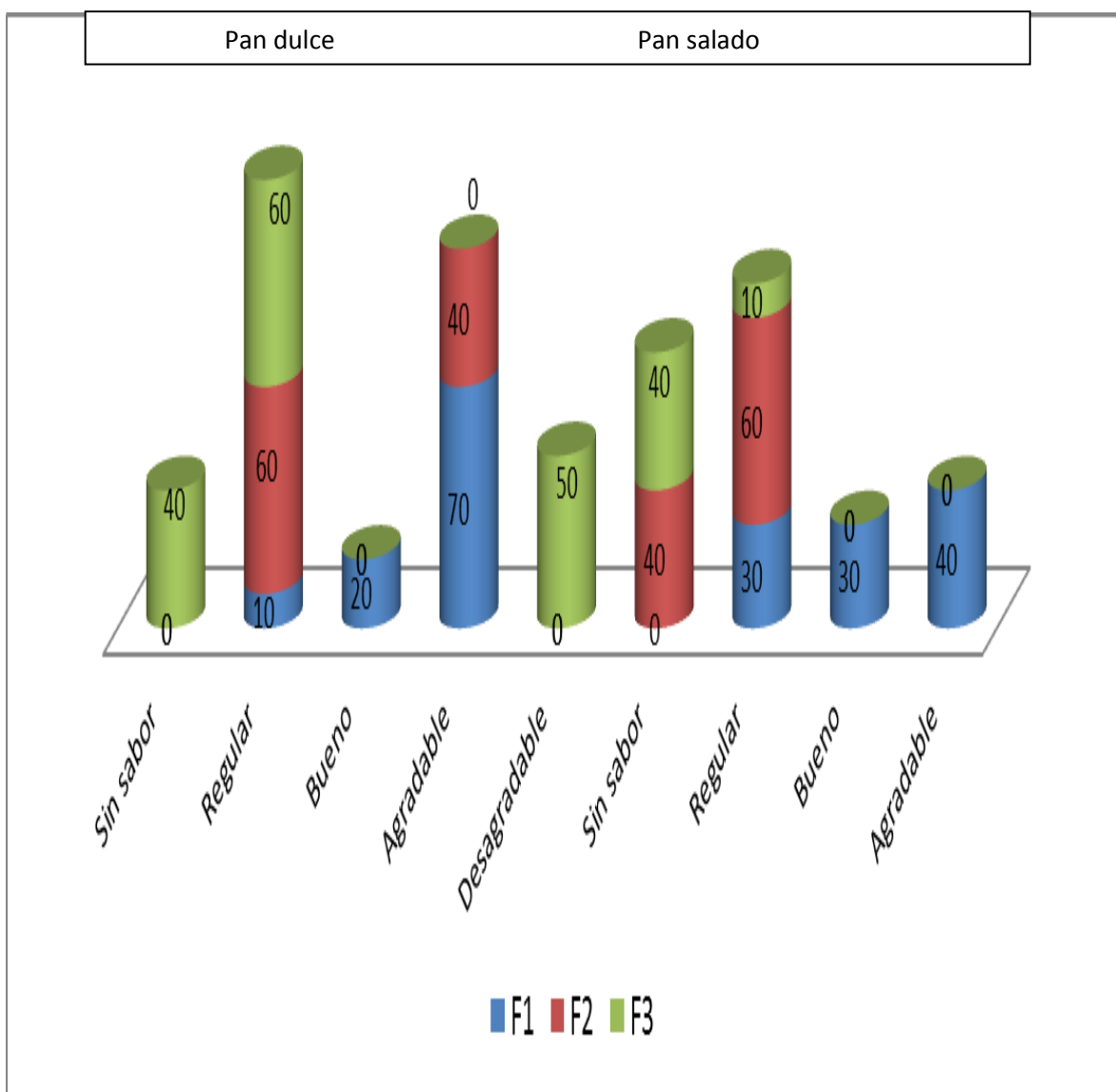


Gráfico 3. Porcentaje de respuesta de los panelistas para la Sabor de los panes según escala hedónica aplicada a panes dulces y salados.

Al considerar la Textura de los panes, el gráfico 4 manifiesta que en la medida que se aumenta la cantidad de harina de batata y ocumo, aumenta la firmeza de los panes dulces y salados, según la percepción de los panelista.

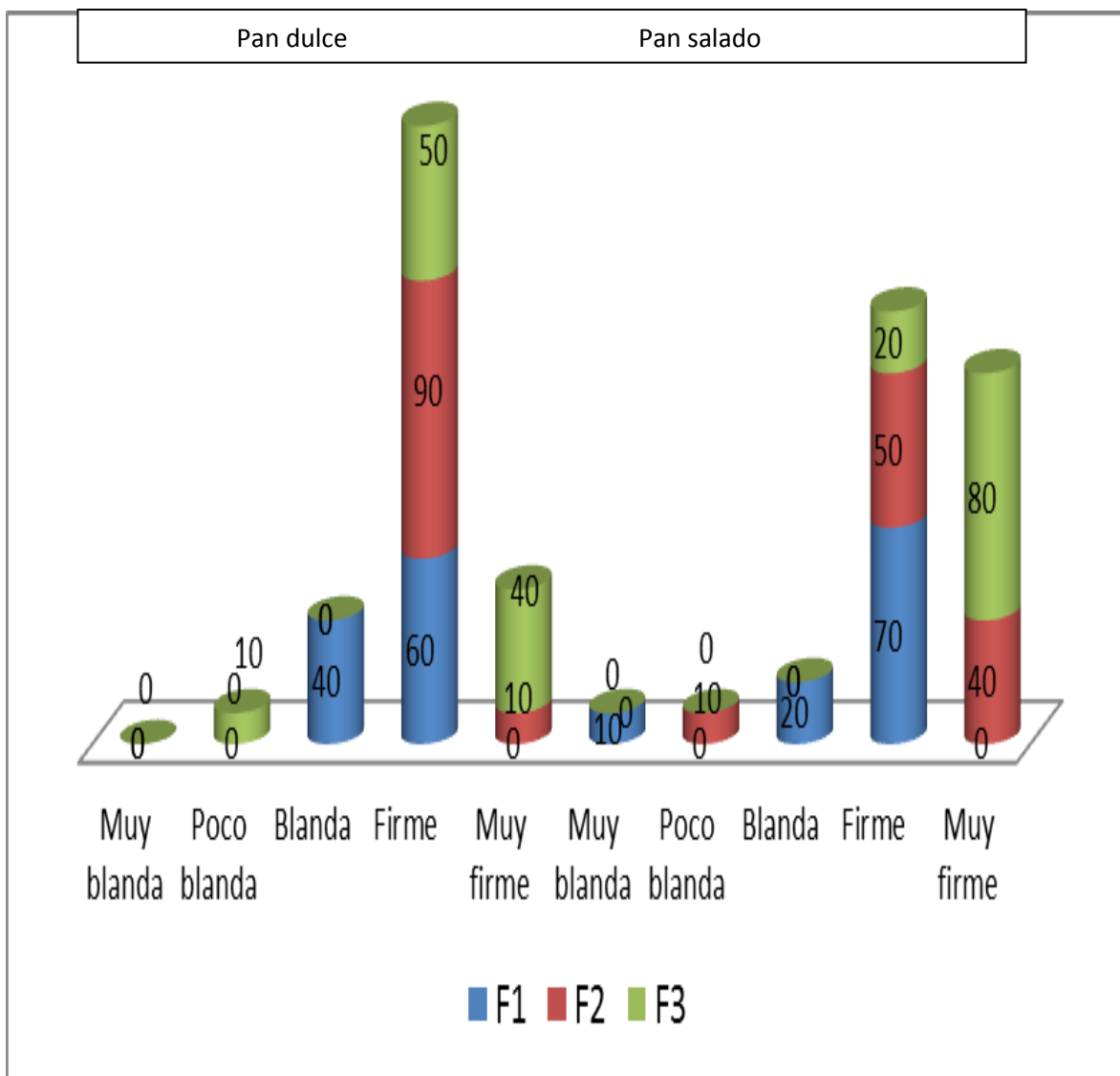


Gráfico 4. Porcentaje de respuesta de los panelistas para la textura de los panes según escala hedónica aplicada a panes dulces y salados.

Los resultados sobre la aceptación de los panes dulces (Gráfico 5), el 100% indico mucho gusto y el 80% de poco a mucho gusto, mientras que los panes salados, solo la F1 gustó mucho en un 50% y la F2 gustó poco en un 70%. Estos resultados manifiestan a simple vista que en la medida que se incrementan las sustituciones de harina de trigo, disminuye la preferencia del público por los panes, especialmente los salados.

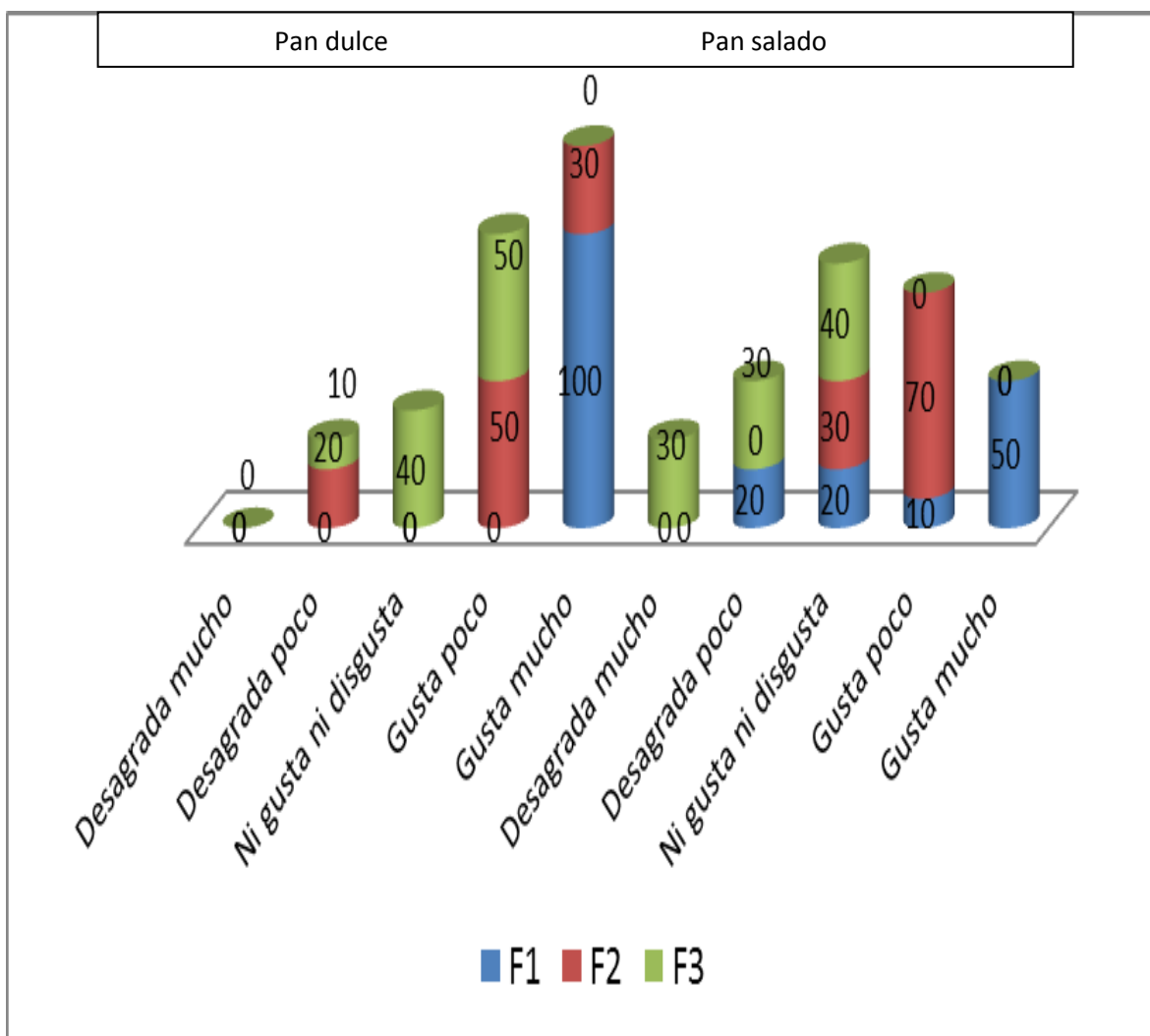


Gráfico 5. Porcentaje de respuesta de los panelistas para la aceptación según escala hedónica aplicada a panes dulces y salados.

Estos resultados se relacionan a los obtenidos por Villar, (2014) el cual el tratamiento más preferido por los panelistas fue el de 20% de harina de camote siendo este el tratamiento que tuvo mayor aceptación en comparación con los otros porcentajes de harina de camote usados. Por otra parte la evaluación sensorial de los panes hecha por Ruíz y Urbáez (2010) determinó que los panelistas mostraron preferencia por el color y la textura del pan echo por la formulación del 20% con catebía de yuca, donde el olor y el sabor tuvieron igual aceptación, lo que determina que para obtener un pan de buena calidad no se debe sustituir la harina de trigo más allá del 20%.

IV.1.3. Comparación de los productos obtenidos en base a; olor, color, sabor, textura y aceptabilidad.

La aproximación no paramétrica de Kruskal y Wallis al análisis de la varianza con modelo simple (cuadro2) indicó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en el olor, sabor y aceptación de los panes dulces y ninguna diferencia significativa ($P > 0,05$) en el color y textura manifestada por los panelistas.

Cuadro 2. Aproximación al Análisis de la varianza de Kruskal y Wallis aplicado en dos tipos de panes con diferentes formulaciones de harinas de yuca, frijol y trigo en la fabricación de panes dulces y salados.

FUENTE DE VARIACIÓN	F Aprox. (Color)	F Aprox. (Olor)	F Aprox. (Sabor)	F Aprox. (Textura)	F Aprox. (Aceptac.)
FÓRMULA	0,45	16,7	7,9	2,93	17,0
(Panes Dulces)	ns($P > 0,05$)	** ($P < 0,01$)	**($P < 0,01$)	ns($P > 0,05$)	**($P < 0,01$)
FÓRMULA	15,8	8,91	30,3	15,6	7,03
(Panes salados)	**($P < 0,01$)	** ($P < 0,01$)	** ($P < 0,01$)	** ($P < 0,01$)	**($P < 0,01$)

NOTA: ns: No hay diferencias significativas; *: Diferencias significativas;

**: Diferencias altamente significativas.

Al respecto, el cuadro 3 y gráfico 6 muestra que las medianas o tendencias en color y textura son muy parecidas, mientras que los panes dulces provenientes de las fórmulas F1 y F2 muestra un Olor, sabor y aceptación superior a la F3, lo que indica que efectivamente las formulas F1 y F2 superan en preferencia a la Formula 3, por lo que no debe excederse la sustitución de la harina de trigo más allá del 30%.

Cuadro 3. Valores medianales (Mediana) por formulación y significancia según prueba MDS de rangos al 5%, en panes dulces.

Formulaciones	Mediana (Color)	Mediana (Olor)	Mediana (Sabor)	Mediana (Textura)	Mediana (Acept.)
F1(20%Yuca y Frijol y 80% de trigo	3,0 a	5,0 a	5,0 a	4,0 a	5,0 a
F2(30%Yuca y Frijol y 70% de trigo	3,0 a	5,0 a	3,0 b	4,0 a	4,0 ab
F3(40%Yuca y Frijol y 60% de trigo	3,0 a	2,0 b	3,0 b	4,5 a	3,0 b

NOTA: Letras distintas en la misma columna indican Medianas diferentes.

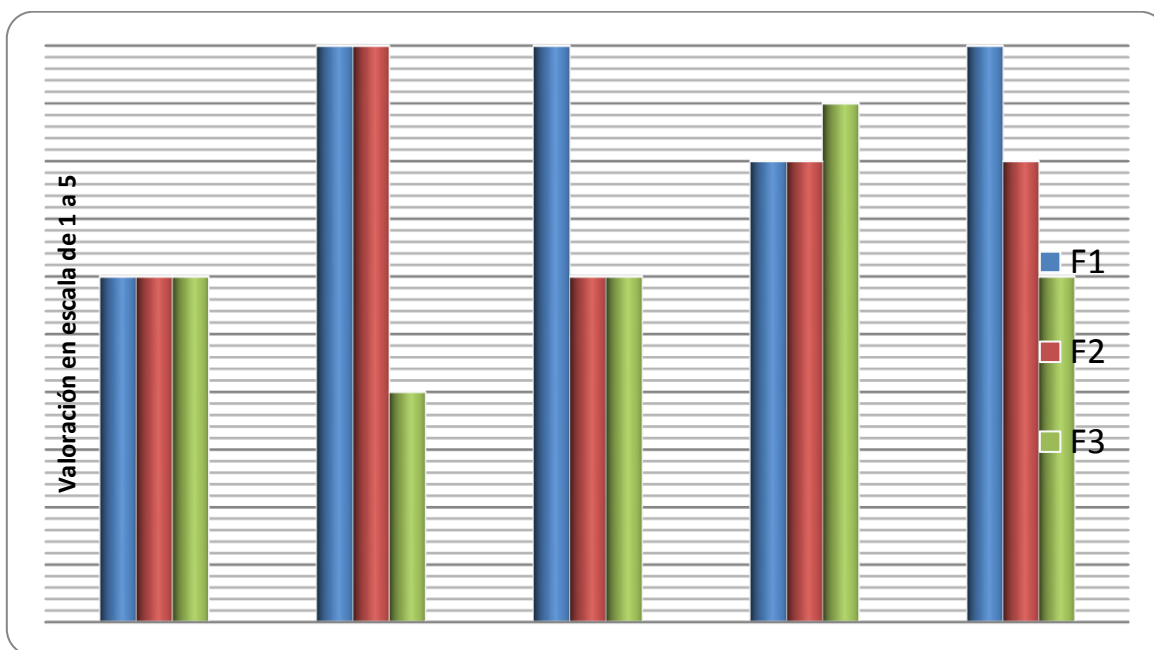


Gráfico 6. Medianas de las categorías para el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad de los panes dulces, según escala hedónica de 1 a 5.

En cuanto a la elaboración de panes salados, el análisis estadístico demostró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) en todos los aspectos evaluados, indicando cambios importantes, según la percepción de los panelistas. Al respecto, el cuadro 4 y gráfico 7 muestran que solo los panes elaborados con F1, superaron en olor, sabor y aceptabilidad a los panes elaborados con F3. Mientras que en color y textura, resultan menores que las fórmulas F2 y F3. Estos resultados indican que en los panes salados, la sustitución de harina de trigo por yuca y frijol, no debe exceder del 20%, para no afectar la preferencia de los consumidores.

Cuadro 4. Valores medianaes (Mediana) por formulación y significancia según prueba MDS de rangos al 5%, en panes salados.

Formulaciones	Mediana (Color)	Mediana (Olor)	Mediana (Sabor)	Mediana (Textura)	Mediana (Acept.)
F1(20% Yuca y Frijol y 80% de trigo	3,0 b	4,0 a	5,0 a	4,0 b	4,5 a
F2(30% Yuca y Frijol y 70% de trigo	4,0 ab	2,0 b	3,0 ab	4,0 b	4,0 ab
F3(40% Yuca y Frijol y 60% de trigo	5,0 a	2,0 b	1,5 b	5,0 a	2,5 b

NOTA: Letras distintas en la misma columna indican Medianas diferentes.

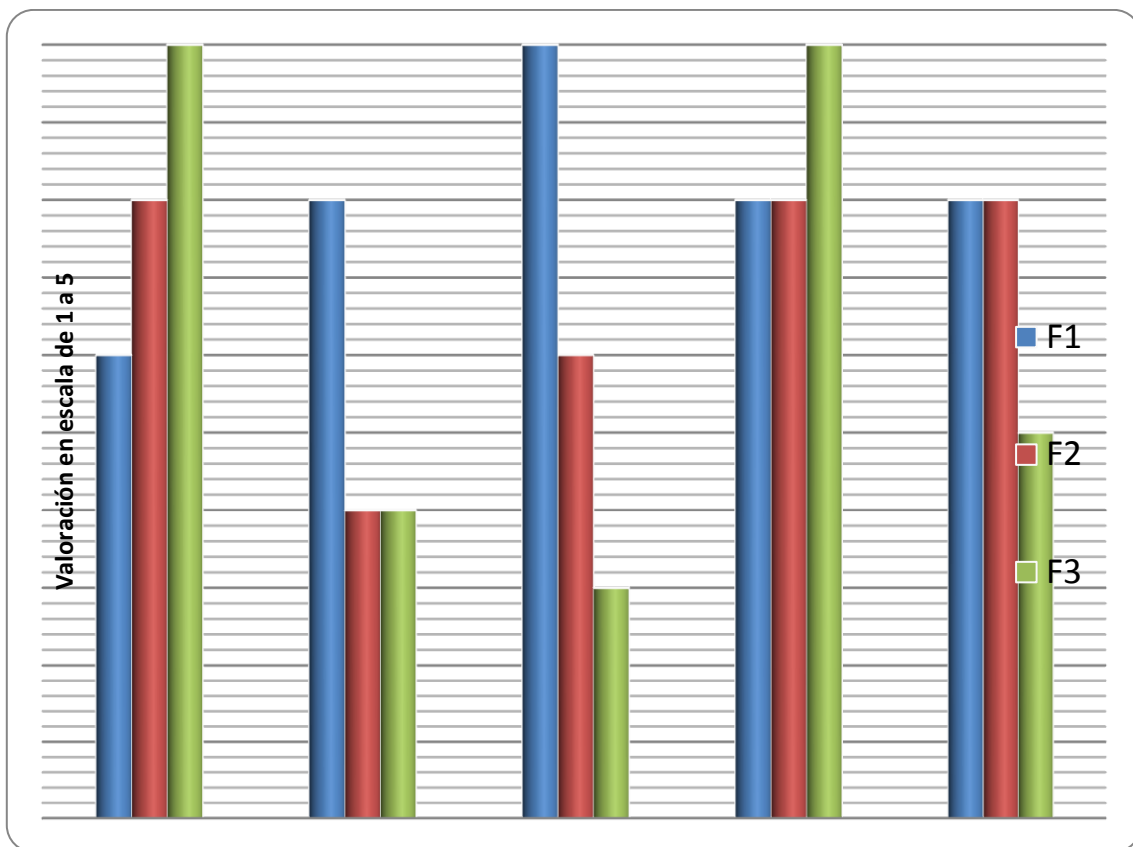


Gráfico 7. Medianas de las categorías para el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad de los panes salados, según escala hedónica de 1 a 5.

CAPÍTULO V

V.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V.1.1. Conclusiones

- ✓ En base a los resultados obtenidos al sustituir parcialmente la harina de trigo por diferentes sustitutos (yuca y frijol) en diferentes porcentajes (60, 70 y 80 %) podemos concluir que se puede llegar a igualar el rendimiento productivo del pan.
- ✓ Los resultados y el análisis respectivo, indicaron que es posible sustituir hasta un 30% de harina de trigo por harina de yuca y frijol en la elaboración de panes dulces, sin afectar la preferencia de los consumidores.
- ✓ El análisis estadístico, indicó que en la elaboración de panes salados, no se debe sustituir más allá de un 20% de harina de trigo por harina de yuca y frijol, ya que sustituciones superiores, afectaron negativamente la preferencia de los consumidores.
- ✓ Los resultados obtenidos demostraron que la sustitución de harina de trigo por harina de yuca y frijol, representa una alternativa económica a pesar de que los niveles de sustitución no deben exceder al 30% en panes dulces y 20% en panes salados.

V.1.2. Recomendaciones

- ✓ Evaluar otras materias primas con potencial sustitutivo de harina de trigo en la elaboración de panes.
- ✓ Caracterizar los productos obtenidos con pruebas físico-químicas, además de realizar un estudio que determine la vida útil de los mismos.
- ✓ Usar la formulación 80 % (harina de trigo) / 20% (harina de yuca y frijol) ya que con esta se obtuvieron resultados óptimos principalmente en la elaboración de panes dulces.

Bibliografías

- Bavaresco, 2006 bases teóricas disponible en línea: <http://trabajodegrado.webcindario.com/bases.html> <https://www.vitonica.com/alimentos-funcionales/todo-sobre-la-batata-propiedades-beneficios-y-su-uso-en-la-cocina> batata, beneficios, usos ocumo <http://www.venelogia.com/archivos/6440/>. (consulta: 2017, junio 25)
- Calaveras, 1996. Harina. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/html/724/72430508/> (Consulta 2017, junio 25).
- Calvel, 1983. El agua, sal común. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/html/724/72430508/>. (Consulta 2017, junio 25).
- Cauvain y Young (1998). El proceso de panificación. Disponible en línea www.redalyc.org/html/724/72430508/. (Consulta 2017, junio 25).
- Edmon 1971, Bovell-benajmin (2007). La batata. Documento en línea: <https://documentslide.org/Presentations/>. (Consulta 2017, junio 25).
- Fonseca ,2015. Definición de tubérculos y productos panaderos . Disponible en línea: https://www.google.co.ve/search?q=tuberculos&rlz=1C1AOHY_enVE751VE751&oq=tuberculos+&aqs=chrome..69i57.3001j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8. (consulta: 2017, junio 30).
- Fonseca, 2010. Investigación experimental. Disponible en línea. revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/299/992. (Consulta 2017, julio 10).
Gracia y Contreras, (2005). Problema de alimentación en América Latina. Documneot n línea, disponible: https://www.google.co.ve/search?rlz=1C1AOHY_enVE751VE751&btnG=Buscar&q=En+el+%C3%BAltimo+cuarto+del+siglo+pasado%2C+numerosos+investigadores

+de+las+ciencias+sociales%2C+tanto+de+Europa+como+de+Am%C3%A9rica+Latina. (consulta: 2017, junio 30).

- Guinet y Godon, 1996. Agentes fermentadores. Disponible en línea: www.tecnobura.net/material/.../3.Descripcion_de_los_procesos_de_fabricacion.pdf. (Consulta 2017, junio 25).

- Irving Sarmiento 2014. Estudio de la adición de harina de camote en pan de molde Disponible en línea: <https://es.scribd.com/document/305263054/estudio-de-adicion-de-harina-de-batata-en-pan-de-molde-pdf>. (consulta: 2017, junio 25)

- Levi-Strauss 2014. Acto alimenticio. Disponible en línea. <https://prezi.com/ikhle6giuhqx/disenos-de-investigación/>. (Consulta 2017, julio 10).

- Lorena, 2014 Investigación experimental. Disponible en línea. <https://prezi.com/ikhle6giuhqx/disenos-de-investigación/>. (Consulta 2017, julio 10).

- Lucas (2015). El ocumo. Documento en línea: nv.gob.ve/conoce-un-poco-mas-de-este-alimento-nutritivo-el-ocumo/. (Consulta 2017, junio 25).

- Matos, María 2013. Formulación y Desarrollo de productos horneados libres de gluten a base de Harina de Arroz (*Oryza sativa*) enriquecidos con proteínas. Disponible en línea: <https://riunet.upv.es/handle/10251/28273>. (consulta: 2017, junio 25) .

-Mercedes y Chávez 2008. Diseño de una línea de producción para la elaboración de harina de camote (*ipomoea batata*). Disponible en línea: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1098_Q.pdf.(consulta: 2017, junio 25)

- Miralbés, 2000. Las sustancias grasas. Disponible en línea: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-6-grasas.pdf>. (Consulta 2017, junio 25).

- Muñoz, Leonardo 2011. Obtención De Harina De Camote (*Ipomoea batata*) Para Su Aplicación Como Base En La Elaboración De Productos Tipo Galletas. Disponible en línea: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24221>. (consulta: 2017, junio 25) .

- Pérez ,2005 .investigaciones de campo. Disponible en línea: www.monografias.com › Educación.. (Consulta 2017, julio 10).

- Ruíz y Urbáez 2010. elaboración de panes con harinas compuestas de catebía de yuca (*manihot esculenta*) y trigo. Disponible en línea: <http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/2693/1/020-TESIS.IQ.pdf>. (consulta: 2017, junio 25) .

- Salas , 2016. Harinas y almidones de fuentes no convencionales: elaboración y usos. Disponible en línea: <https://www.inti.gob.ar/ue/pdf/publicaciones/cuadernillo29.pdf>. (consulta: 2017, junio 25)

- Tejero 1995, Azúcares y endulzantes para panificación. Disponible en línea: www.franciscotejero.com/tecnicas/los-azucares-en-las-masas-fermentadas/. (Consulta 2017, junio 25).

- Villar M., Jhonmairis Y. 2014 Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (*Ipomoea batatas var. bush buck*) en las características físicos- químicas y sensoriales del pan blanco. Disponible en línea: <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/3381>. (consulta: 2017, junio 25)

- Woofle 1992 y Bovell-Benjamin 2000. La batata. Documento en línea: <https://books.google.co.ve/books?isbn=1466589671> (Consulta 2017, junio 25).

Anexos

Elaboración de los panes (dulces y salados)

Pesado de los ingrediente



Mezclado.



Sobado.



Boleado



Fermentación.



Horneado



Instrumento utilizado en la prueba sensorial



Análisis Sensorial

NOMBRE:

Pruebe cada tratamiento y califique con una X en el casillero que usted crea conveniente.

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVAS	TRATAMIENTOS							
		PAN SALADO				PAN DULCE			
		F1	F2	F3		F1	F2	F3	
COLOR	1.-Muy oscuro								
	2.-Oscuro								
	3.-Normal								
	4. Claro								
	5.-Muy Claro								
OLOR	1.-Desagradable								
	2.-No tiene olor								
	3.-Ligeramente perceptible								
	4.-Intenso característico								
	5.-Agradable								
SABOR	1.-Desagradable								
	2.-No tiene sabor								
	3.-Regular								
	4.-Bueno característico								
	5.- Agradable								
TEXTURA	1.-Muy blanda								
	2.-Poco blanda								
	3.-Blanda								
	4.-Firme								
	5.-Muy firme								
ACEPTABILIDAD	1.-Desagrada mucho								
	2.-Desagrada poco								
	3.-Ni gusta ni disgusta								
	4.-Gusta poco								
	5.-Gusta mucho								

Statistix 8.0 (aproximación no paramétrica de Kruskal y Wallis)

Statistix 8.0
02:11:40 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for OLOR by TRATAMps

TRATAMps	Mean Rank	Sample Size
F1	21.9	10
F2	13.6	10
F3	11.0	10
Total	15.5	30

Kruskal-Wallis Statistic 11.5326
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0031

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	659.15	329.575	8.91	0.0011
Within	27	998.35	36.976		
Total	29	1657.50			

Total number of values that were tied 30
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 30 Missing Cases 0

Statistix 8.0
02:12:54 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of OLOR by TRATAMps

TRATAMps	Mean	Homogeneous Groups
F1	21.950	A
F2	13.600	AB
F3	10.950	B

Alpha 0.1
Critical Z Value 2.128 Critical Value for Comparison 8.3781
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Statistix 8.0
02:13:08 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for COLOR by TRATAMps

TRATAMps	Mean Rank	Sample Size
F1	8.0	10
F2	15.9	10
F3	22.7	10
Total	15.5	30

Kruskal-Wallis Statistic 15.6258
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0004

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	1074.95	537.475	15.8	0.0000
Within	27	920.05	34.076		
Total	29	1995.00			

Total number of values that were tied 30
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 30 Missing Cases 0

Statistix 8.0 22/07/2017,
02:13:18 p.m.

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of COLOR by TRATAMps

TRATAMps	Mean	Homogeneous Groups
F3	22.650	A
F2	15.850	AB
F1	8.0000	B

Alpha 0.1
Critical Z Value 2.128 Critical Value for Comparison 8.3781
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Statistix 8.0 22/07/2017,
02:13:36 p.m.

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for SABOR by TRATAMps

TRATAMps	Mean Rank	Sample Size
F1	24.3	10
F2	14.8	10
F3	7.3	10
Total	15.5	30

Kruskal-Wallis Statistic 20.0684
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0000

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	1442.85	721.425	30.3	0.0000
Within	27	642.15	23.783		
Total	29	2085.00			

Total number of values that were tied 29
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 30 Missing Cases 0

Statistix 8.0
02:13:47 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of SABOR by TRATAMps

TRATAMps	Mean	Homogeneous Groups
F1	24.300	A
F2	14.850	B
F3	7.3500	B

Alpha 0.1
Critical Z Value 2.128 Critical Value for Comparison 8.3781
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Statistix 8.0
02:14:04 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for TEXT by TRATAMps

TRATAMps	Mean Rank	Sample Size
F1	8.5	10
F2	15.3	10
F3	22.7	10
Total	15.5	30

Kruskal-Wallis Statistic 15.5365
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0004

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	1008.80	504.400	15.6	0.0000
Within	27	874.20	32.378		
Total	29	1883.00			

Total number of values that were tied 28
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 30 Missing Cases 0

Statistix 8.0
02:14:14 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of TEXT by TRATAMps

TRATAMps	Mean	Homogeneous Groups
F3	22.700	A
F2	15.300	AB
F1	8.5000	B

Alpha 0.1

Critical Z Value 2.128 Critical Value for Comparison 8.3781
 There are 2 groups (A and B) in which the means
 are not significantly different from one another.

Statistix 8.0
 02:14:30 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for ACCEPT by TRATAMps

TRATAMps	Mean Rank	Sample Size
F1	19.6	10
F2	18.3	10
F3	8.6	10
Total	15.5	30

Kruskal-Wallis Statistic 9.9291
 P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0070

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	722.60	361.300	7.03	0.0035
Within	27	1387.90	51.404		
Total	29	2110.50			

Total number of values that were tied 30
 Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 30 Missing Cases 0

Statistix 8.0
 02:14:41 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of ACCEPT by TRATAMps

TRATAMps	Mean	Homogeneous Groups
F1	19.600	A
F2	18.300	A
F3	8.6000	B

Alpha 0.1
 Critical Z Value 2.128 Critical Value for Comparison 8.3781
 There are 2 groups (A and B) in which the means
 are not significantly different from one another.

Statistix 8.0
 02:16:03 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for COLOR by TRATApd

TRATApd	Mean Rank	Sample Size
---------	-----------	-------------

F1	16.9	10
F2	16.1	10
F3	13.5	10
Total	15.5	30

Kruskal-Wallis Statistic 1.0118
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.6030

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	63.20	31.6000	0.49	0.6192
Within	27	1748.30	64.7519		
Total	29	1811.50			

Total number of values that were tied 30
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 30 Missing Cases 0

Statistix 8.0
02:16:23 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for OLOR by TRATApd

TRATApd	Mean Rank	Sample Size
F1	21.0	10
F2	17.6	10
F3	7.9	10
Total	15.5	30

Kruskal-Wallis Statistic 16.0538
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0003

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	924.20	462.100	16.7	0.0000
Within	27	745.30	27.604		
Total	29	1669.50			

Total number of values that were tied 30
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 30 Missing Cases 0

Statistix 8.0
02:16:33 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of OLOR by TRATApd

TRATApd	Mean	Homogeneous Groups
F1	21.000	A
F2	17.600	A
F3	7.9000	B

Alpha 0.1
 Critical Z Value 2.128 Critical Value for Comparison 8.3781
 There are 2 groups (A and B) in which the means
 are not significantly different from one another.

Statistix 8.0 22/07/2017,
 02:16:48 p.m.

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for SABOR by TRATApd

TRATApd	Mean Rank	Sample Size
F1	22.0	10
F2	14.6	10
F3	9.9	10
Total	15.5	30

Kruskal-Wallis Statistic 10.7018
 P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0047

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	732.15	366.075	7.90	0.0020
Within	27	1251.85	46.365		
Total	29	1984.00			

Total number of values that were tied 30
 Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 30 Missing Cases 0

Statistix 8.0 22/07/2017,
 02:16:57 p.m.

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of SABOR by TRATApd

TRATApd	Mean	Homogeneous Groups
F1	21.950	A
F2	14.600	AB
F3	9.9500	B

Alpha 0.1
 Critical Z Value 2.128 Critical Value for Comparison 8.3781
 There are 2 groups (A and B) in which the means
 are not significantly different from one another.

Statistix 8.0 22/07/2017,
 02:17:10 p.m.

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for TEXT by TRATApd

Mean	Sample
------	--------

TRATApd	Rank	Size
F1	11.1	10
F2	16.7	10
F3	18.7	10
Total	15.5	30

Kruskal-Wallis Statistic 5.1733
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0753

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	310.40	155.200	2.93	0.0705
Within	27	1429.60	52.948		
Total	29	1740.00			

Total number of values that were tied 30
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 30 Missing Cases 0

Statistix 8.0
02:17:25 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis One-Way Nonparametric AOV for ACCEPT by TRATApd

TRATApd	Mean Rank	Sample Size
F1	23.4	10
F2	14.6	10
F3	8.5	10
Total	15.5	30

Kruskal-Wallis Statistic 16.1749
P-Value, Using Chi-Squared Approximation 0.0003

Parametric AOV Applied to Ranks

Source	DF	SS	MS	F	P
Between	2	1122.20	561.100	17.0	0.0000
Within	27	889.80	32.956		
Total	29	2012.00			

Total number of values that were tied 30
Max. diff. allowed between ties 0.00001

Cases Included 30 Missing Cases 0

Statistix 8.0
02:17:36 p.m.

22/07/2017,

Kruskal-Wallis All-Pairwise Comparisons Test of ACCEPT by TRATApd

TRATApd	Mean	Homogeneous Groups
F1	23.400	A
F2	14.600	B
F3	8.5000	B

Alpha 0.1
Critical Z Value 2.128 Critical Value for Comparison 8.3781
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Statistix 8.0
02:18:46 p.m.

22/07/2017,

Frequency Distribution of COLOR

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
1	2	6.7	2	6.7
2	5	16.7	7	23.3
3	17	56.7	24	80.0
4	6	20.0	30	100.0
Total	30	100.0		

Frequency Distribution of OLOR

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
1	2	6.7	2	6.7
2	4	13.3	6	20.0
3	3	10.0	9	30.0
4	2	6.7	11	36.7
5	19	63.3	30	100.0
Total	30	100.0		

Frequency Distribution of SABOR

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
2	2	6.7	2	6.7
3	11	36.7	13	43.3
4	5	16.7	18	60.0
5	12	40.0	30	100.0
Total	30	100.0		

Frequency Distribution of TEXT

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
2	2	6.7	2	6.7
3	4	13.3	6	20.0
4	18	60.0	24	80.0
5	6	20.0	30	100.0
Total	30	100.0		

Frequency Distribution of ACCEPT

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
2	4	13.3	4	13.3
3	4	13.3	8	26.7
4	10	33.3	18	60.0
5	12	40.0	30	100.0
Total	30	100.0		

Statistix 8.0
02:19:38 p.m.

22/07/2017,

Frequency Distribution of COLOR

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
3	11	36.7	11	36.7
4	9	30.0	20	66.7
5	10	33.3	30	100.0
Total	30	100.0		

Frequency Distribution of OLOR

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
1	2	6.7	2	6.7
2	19	63.3	21	70.0
3	3	10.0	24	80.0
5	6	20.0	30	100.0
Total	30	100.0		

Frequency Distribution of SABOR

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
1	6	20.0	6	20.0
2	6	20.0	12	40.0
3	11	36.7	23	76.7
4	1	3.3	24	80.0
5	6	20.0	30	100.0
Total	30	100.0		

Frequency Distribution of TEXT

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
1	1	3.3	1	3.3
2	1	3.3	2	6.7
3	2	6.7	4	13.3
4	13	43.3	17	56.7
5	13	43.3	30	100.0
Total	30	100.0		

Frequency Distribution of ACCEPT

Value	Freq	Percent	Cumulative	
			Freq	Percent
1	3	10.0	3	10.0
2	4	13.3	7	23.3
3	9	30.0	16	53.3
4	9	30.0	25	83.3
5	5	16.7	30	100.0
Total	30	100.0		