

Desarrollo de pan de queso, utilizando dos tipos de quesos y dos proporciones de harina y almidón de yuca (*Manihot esculenta*)

Génesis Gisselle Guerra Gaitán

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Octubre, 2014

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo de pan de queso, utilizando dos tipos de quesos y dos proporciones de harina y almidón de yuca (*Manihot esculenta*)

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Génesis Gisselle Guerra Gaitán

Zamorano, Honduras

Octubre, 2014

Desarrollo de pan de queso, utilizando dos tipos de quesos y dos proporciones de harina y almidón de yuca (*Manihot esculenta*)

Presentado por:

Génesis Gisselle Guerra Gaitán

Aprobado:

Sandra Espinosa, M.Sc.
Asesora Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria
Alimentaria

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Desarrollo de pan de queso, utilizando dos tipos de quesos y dos proporciones de harina y almidón de yuca

Génesis Gisselle Guerra Gaitán

Resumen. El pan de queso es un producto libre de gluten formulado con almidón de yuca, huevo, leche y queso; su elaboración no ha sido estandarizada por lo que en el mercado se encuentran productos con diferentes características organolépticas. El objetivo de este estudio fue establecer la formulación y el flujo de procesos para crear un nuevo pan de queso, utilizando quesos de origen hondureños y diferentes proporciones de almidón y harina de yuca; se evaluaron las características fisicoquímicas y sensoriales; y la calidad microbiológicas de las formulaciones. Se utilizó queso seco y ahumado de origen Olanchano y proporciones almidón:harina de yuca de 50:50% y 70:30%. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial 2x2, y tres repeticiones. Los análisis llevados a cabo fueron: análisis físicos de color y textura, análisis químicos de pH y Aw, análisis microbiológicos (Conteo de *Escherichia coli* y Coliformes totales) y análisis sensorial de aceptación (con los atributos: apariencia, olor, sabor, textura y aceptación general). La formulación de pan de queso, con queso seco y proporciones 50-50% almidón:harina de yuca, fue el tratamiento más aceptado y se determinó que el queso utilizado fue el factor que influyó en el valor L, valor b, textura y pH, así como en la percepción de olor, sabor, textura y aceptación general; la relación almidón:harina de yuca influyó en el valor L, valor a y valor b; la interacción de los dos factores influyo en el valor b. Se recomienda evaluar la aceptación del producto en un segmento de mercado diferente a Zamorano.

Palabras clave: Almidón de yuca, harina de yuca, pan de queso.

Summary. The cheese bread is a gluten-free product formulated with cassava starch, egg, milk and cheese; its preparation has not been standardized so market are products having different organoleptic characteristics. The aim of this study was to establish flow formulations and processes to create a new cheese bread, cheeses using Honduran origin and different proportions of starch and cassava flour; physicochemical and sensory characteristics were evaluated; and the microbiological quality of the formulations. Dried and smoked cheese Olanchano origin and proportions of cassava flour starch 50-50% and 70-30% was used. Design of randomized complete blocks with a 2x2 factorial arrangement and three replications. The analyzes performed were: physical analysis of color and texture, pH and chemical analysis Aw, microbiological testing (*Escherichia coli* count and total coliforms) and sensory analysis of acceptance (with attributes: appearance, odor, flavor, texture and general) acceptance. The formulation of cheese bread, cheese and dry proportions 50-50% starch cassava flour was the most widely accepted treatment and determined that the cheese used was the factor that influenced the L value, b value, texture and pH and in the perception of odor, flavor, texture and overall acceptability; the starch cassava flour relationship influenced the L value, ay value b value; the interaction of the two factors influenced the value b. It is recommended to evaluate the acceptability of the product in a different segment Zamorano market.

Key words. Cassava flour, cassava starch, cheese bread.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	17
5. RECOMENDACIONES.....	18
6. LITERATURA CITADA.....	19
7. ANEXOS	22

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Resumen de los tratamientos de pan de queso.	5
2. Formulación de tratamientos para el desarrollo de pan de queso con dos tipos de quesos y diferentes concentraciones de harina y almidón de yuca.	6
3. Análisis de textura para el pan de queso.	9
4. Análisis de color para la variable L del pan de queso.	10
5. Análisis de color para la variable a del pan de queso.	10
6. Análisis de color para la variable b del pan de queso.	11
7. Análisis de pH de pan de queso.	11
8. Análisis de Aw de pan de queso.	12
9. Conteo de coliformes totales en el pan de queso.	12
10. Análisis del atributo apariencia en el pan de queso.	13
11. Análisis sensorial del atributo de olor del pan de queso	13
12. Análisis sensorial del atributo sabor del pan de queso	14
13. Análisis sensorial del atributo textura del pan de queso.	14
14. Análisis sensorial de aceptación general del pan de queso	15
15. Análisis sensorial de preferencia del pan de queso.	16
16. Resumen de significancia estadística de los factores sensoriales del pan de queso e interacciones.	16
17. Resumen de significancia estadística de los factores físico-químicos del pan de queso e interacciones.	16
Figuras	Página
18. Diagrama del proceso de elaboración de pan de queso. Obtenido mediante pruebas preliminares.	8
19. Resumen de análisis sensorial acumulado.	15
Anexos	Página
20. Hoja de evaluación sensorial hedónica de pan de queso.	22
21. Hoja de evaluación sensorial de preferencia de pan de queso.	23
22. Tabla de referencia para la prueba sensorial de preferencia.	24

1. INTRODUCCIÓN

La yuca también conocida como mandioca o cassava (*Manihot esculenta*), es una de las mayores fuentes de carbohidratos consumida por la población de los países en desarrollo (BID 2005), sus raíces son fuente de alimentos y por esto se le aplican amplios métodos de transformación para conservar la materia (FAO 2000).

Entre los productos que se pueden obtener de la yuca se encuentra la harina y el almidón de yuca. La harina de yuca se obtiene mediante el secado y molienda de las raíces, su apariencia es blanca y fina; contiene almidones, proteínas, fibra, azúcares y cenizas (FAO 2006). Es utilizada como sustituto de harina de trigo, por tener la cualidad de no esponjarse a razón que el CO₂ no permanece dentro, a falta de una malla glutámica (Rivas *et al.* 2002).

El almidón de yuca se obtiene al separar los gránulos de almidón de la raíz en una fase acuosa (FAO 2013), el mismo está constituido por 17% amilasa y 83% amilopectina, y es utilizado en la elaboración de panes de queso, tortas, pudines, entre otros (Fretes 2010).

La harina y el almidón de yuca, se utilizan como sustituto de harinas por algunas características que estas presentan, como lo son la buena expansión que presenta durante el cocido, esto sin agregar levaduras o algún otro tipo de aditivo (Weber 2009), y sin ser sometido a fermentación. (Montoya 2007)

Existe una alta gama de productos elaborados con estas materias primas, tanto alimenticios como de uso doméstico (engrudo); entre estos se puede mencionar el pan de queso, el cual es un producto libre de gluten por lo que puede ser consumido por personas que padecen enfermedad celiaca, lo cual es un síndrome que afecta la mucosa intestinal y no permite la buena absorción de nutrientes (López 2013); el mismo es formulado con diferentes tipos de quesos secos dependiendo de la región donde se elabore. Tradicionalmente es típico de Minas Gerias, Brasil, pero es conocido en todo Suramérica con diversos nombres (pandebono, cuñape, pan de yuca, entre otros) e ingredientes (FAO *et al.* 2004).

La elaboración de dicho pan no ha sido estandarizada, por lo que se puede encontrar en los mercados panes de quesos, con diversos sabores, aromas y texturas; las principales materiales primas a utilizar en la formulación del pan, brindan la apariencia y consistencia del mismo.

En los recientes años la producción de pan de queso, tuvo un incremento significativo y el producto fue reconocido de manera mundial como un producto cultural de Brasil y este logró un movimiento de más de \$200 millones; el éxito del producto aumento luego que se introdujo el congelado, lo que facilito su comercialización a gran escala. Hoy en día existen más 500 pequeñas compañías en Brasil dedicadas a la producción de dicho pan, cada una con una formulación distinta que hace la diferencia y existen ya negociaciones con EE.UU, Europa, América Latina y Japón para iniciar a comercializar el mismo (Lara 2013).

Honduras es un país Centroamericano que presenta desafíos tanto en desarrollo económico, como demográfico; debido a que posee ingresos muy bajos y sus principales actividades económicas se relacionan entre otras al sector agropecuario (PNUD 2012).

A pesar de los problemas que enfrenta posee exitosas producciones de materias primas entre las que podemos mencionar el almidón de yuca, principalmente en el sur de este país, este producto está siendo elaborado aproximadamente por 164 micros productores (Espinal 2012)

Honduras posee una gama de productos típicos los cuales están elaborados con harinas o almidones de otras fuentes, pero combinados con diferentes quesos de la región como lo son la “tustacas” hechas de maíz procesado, queso y demás ingredientes (Anónimo 2012) también se pueden mencionar las rosquillas de cuajada para las cuales se utiliza queso, harina de maíz y demás ingredientes (Anónimo 2012)

Además se produce un alimento típico conocido como “casabe” el cual es un pan delgado como una galleta, hechos con harina de yuca y originario del pueblo garífuna (Griffin 1999).

Este estudio tiene como fin desarrollar un nuevo producto para el mercado Centroamericano, el cual es conocido como pan de queso en Brasil, y es elaborado a base de harina y almidón de yuca. Buscando brindar a los consumidores un producto de calidad y de buen sabor, en el mismo se utilizan quesos típicos de la región (Queso Seco y Queso Ahumado). Este estudio se orientó a desarrollar un pan de queso a base de almidón y harina de yuca utilizando dos diferentes proporciones de las mismas (50-50%, 30-70%), a razón que el almidón tiene la capacidad de aumentar la elasticidad de dicho producto (Aristizábal *et al.* 2007) y la harina le brinda un sabor marcado a yuca y una textura granulosa; y 2 tipos de quesos (seco y ahumado), siendo los objetivos del estudio:

- Establecer un flujo de proceso y la formulación para elaboración de pan de queso.
- Evaluar las características fisicoquímicas de las formulaciones
- Determinar si las formulaciones establecidas cumplen con los parámetros microbiológicos indicados para este producto.
- Identificar la formulación de pan de queso con mayor aceptación entre los consumidores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. El estudio se realizó en el Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada en el Departamento de Francisco Morazán. El proceso de elaboración del pan de queso, se realizó en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ) y el Laboratorio de Microbiología.

Materia prima para la elaboración del pan de queso. Se utilizó almidón dulce de yuca importado marca “Red Mill”, y harina de yuca (Farhina de Yuca), la cual es un tipo de harina obtenida luego de un proceso de limpieza, rallado, comprimido, fermentado y secado (Aristizábal *et al.*2007); leche estandarizada al 2%, huevos, aceite vegetal de canola, queso seco y queso ahumado de la región de Olancho, Honduras, al queso ahumado se le retiro previo la corteza marrón ahumada para evitar cambio de color en el producto final.

Equipo.

- Balanza analítica Acculab, modelo PP201
- Horno BLODGETT, modelo DFG-100/200W
- Texturómetro INSTRON 444
- Colorflex Hunterlab
- Potenciometro Orion3Star
- Aqualab 3TE

Pruebas preliminares. Con el fin de determinar el tipo de queso, y porcentaje de almidón y harina que se pondrían en la formulación se realizaron pruebas con diferentes proporciones de almidones y harinas de yuca (50-50, 60-40, 70-30, 80-20%) se utilizaron 5 tipos de queso (seco, semi seco, ahumado, frijolero y quesillo). Las formula final fue obtenida luego de realizar pruebas de ensayo y error y mesas redonda para determinar la preferencia por parte de los panelista en cuanto al tipo de queso a utilizar y las proporciones almidón-harina que se utilizarían en la investigación. Se determinó el flujo de proceso a utilizar para la elaboración del pan de queso.

Análisis microbiológico. El conteo de Coliformes Totales y *Escherichia coli* se realizó en el Laboratorio de Microbiología para los 4 cuatro tratamientos, realizando 3 repeticiones de cada uno, usando agar biliado – rojo neutro – cristal violeta (VRBA) y MUG como medio selectivo de cultivo. La incubación de las muestras fue realizada a 35°C durante 24 horas. El análisis microbiológico se realizó previo a los análisis fisicoquímico y sensorial debido a que se utilizaron como materia prima quesos artesanales, no pausterizados, y se

realizó este análisis para determinar que se encontraran entre el conteo de microorganismo permitido para este producto.

Análisis físicos. Para determinar los análisis de color y textura, se utilizaron el ColorFlex de Hunterlab, que mide los valores de color L,a,b. El eje L mide la claridad y el brillo de negro (0) a blanco (100). El eje a se encarga de medir el espectro de luz visible comprendido del verde (-60) al rojo (+60); y el eje b mide el espectro visible desde el azul (-60) al amarillo (+60). Se realizaron tres mediciones por cada unidad experimental, tanto de la superficie del pan, como de la parte interna del mismo (López 2013); para los análisis de textura se utilizó el Texturómetro Instron serie 4400 modelo 4444, con el cual se analizó la compresión del pan, las muestras de pan de queso tenían unas medidas de 38 cm de largo x 25 cm de ancho, los resultados fueron reportados en Newton (N). Los parámetros puestos en el analizador fueron: velocidad pre-ensayo 2.0 mm/s, velocidad de ensayo 2.0 mm/s, distancia de compresión 15 mm, esto según López *et al.* (2012).

Análisis químicos. Se midió el pH en la miga de pan por medio de potenciómetro, según el método de la AOAC 945.42 (Vergara 2011). Se midió la actividad de agua (A_w) de cada tratamiento por medio del AquaLab 3TE 0102875. Estos análisis se realizaron a cada repetición

Análisis sensorial. Se realizó análisis sensorial de aceptación utilizando una escala hedónica de nueve puntos, siendo uno (1) me disgusta extremadamente y nueve (9) me gusta extremadamente. Los atributos evaluados fueron apariencia, aroma, textura, sabor y aceptación general, se presentaron 4 tratamientos a cada panelista para de esta manera no causar fatiga en ellos (Elía 2011). Basándonos en estudios realizados por Ndife *et al.* (2011) en donde usaron 20 panelistas para evaluar panes elaborados con una mezcla de trigo entero y harina de frijoles- soya; para la evaluación sensorial del pan de queso se conformó un panel integrado de 25 panelistas, los que participarían en la evaluación de las 3 repeticiones. Durante la evaluación sensorial se usó manzanas verdes y agua como limpiadores de paladar y se codificó cada muestra con números de tres dígitos. Posteriormente con las muestras mejor evaluadas se llevó a cabo una evaluación sensorial de preferencia con 100 personas, en el cual un tratamiento debe ser preferido por al menos 61 personas con un nivel de error del 0.05% (Stone *et al.* 2004) para que sea significativamente diferente.

Diseño experimental. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), arreglo factorial utilizado fue de 2x2, y los factores en estudio fueron las proporciones almidón-harina de yuca (50-50, 70-30%) y los dos tipos de quesos de origen olanchanos (queso seco y ahumado) (Cuadro 1). Se bloqueó para los análisis fisicoquímicos por repeticiones, y para análisis sensorial por panelista. Se realizaron tres repeticiones por tratamiento, con un total de 12 unidades experimentales.

Cuadro 1. Resumen de los tratamientos de pan de queso.

Proporciones A:H	Tipos de Queso	
	Seco	Ahumado
50:50	TRT 1	TRT 3
70:30	TRT 2	TRT 4

A: Almidón yuca, H: Harina de yuca

Análisis estadístico. El análisis estadístico fue realizado con el programa “Statistical Analysis System” (SAS® versión 9.1.3). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar la significancia del modelo y de esta manera determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre las características sensoriales de los 4 tratamientos, se utilizó separación de medias LsMeans para determinar la interacción de los factores. Niveles de significancia menor a 0.05 mostraron diferencias significativas y niveles mayores a esto, mostraron que no existía ninguna diferencia entre los resultados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba preliminar. Los resultados obtenidos de la mesa redonda, en cuanto a sabor, apariencia, olor y demás atributos en los tratamientos con queso seco y ahumado, determinaron el uso de estos dos tipos de quesos (seco y ahumado), y concentraciones de 50:50 y 70:30%. También se determinó las cantidades de queso y leche a utilizar (Cuadro 2) para el proceso de elaboración de la masa de pan (Figura 1). Como resultado de las pruebas preliminares como se mencionó antes, los tratamientos mejor evaluados por los participantes de la mesa redonda fueron los que incluían en su formulación quesos secos y quesos ahumados, y concentraciones de harina y almidón de yuca de 50-50% y 70-30%. Por otro lado también se determinó la cantidad de queso y leche a utilizar.

Cuadro 2. Formulación de tratamientos para el desarrollo de pan de queso con dos tipos de quesos y diferentes concentraciones de harina y almidón de yuca.

Ingredientes	Cantidad (%)			
	A50:H50	A70:H50	A50:H50	A70:H50
Harina de yuca [∞]	15.00	10.00	15.00	10.00
Almidón de yuca [∞]	15.00	20.00	15.00	20.00
Queso [∞]	15.95	15.95	15.95	15.95
Aceite Vegetal	2.00	2.00	2.00	2.00
Leche	40.00	40.00	40.00	40.00
Huevos	12.00	12.00	12.00	12.00
Sal	0.05	0.05	0.05	0.05
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

[∞]Factores de estudio

A: almidón yuca, H: harina de yuca

Preparación de masa de pan de queso.

Pesado de Ingredientes: Los ingredientes se pesaron tomando en cuenta las formulaciones y las proporciones de almidón-harina de yuca a la que se deseaba realizar el pan de queso.

Mezcla de almidón, harina de yuca y sal: Se mezclaron de forma manual por un minuto las materias primas secas, como la sal, harina y almidón de yuca, hasta lograr una mezcla homogénea.

Pre calentamiento de leche al 2% grasa con el aceite: Se mezcla la leche y el aceite, esta mezcla se calienta hasta 100°C.

Adición gradual de leche con aceite a la mezcla de almidón:harina. Se agrega la mezcla de leche y aceite sobre la mezcla de ingredientes secos (Clareto *et al.* 2006); este paso es esencial debido a que produce la ruptura del arreglo molecular del almidón lo que provoca hinchamiento e hidratación de los gránulos (López 2013). De manera manual se homogenizan todos los ingredientes, para obtener una masa homogénea.

Amasado. Luego se da un amasado por un tiempo de 8-10 minutos para darle forma a la masa.

Adición de huevos y queso rallado (seco y ahumado). Posteriormente se agrega el huevo y el queso rallado (seco o ahumado) y se amasa por otros 8-10 minutos hasta que toda la masa quede homogénea.

Moldeado. Una vez homogénea se pesan bolita de 15 g.

Horneado. Para su cocción el horno es calentado a 190°C por un tiempo de 13 minutos (Figura 1).

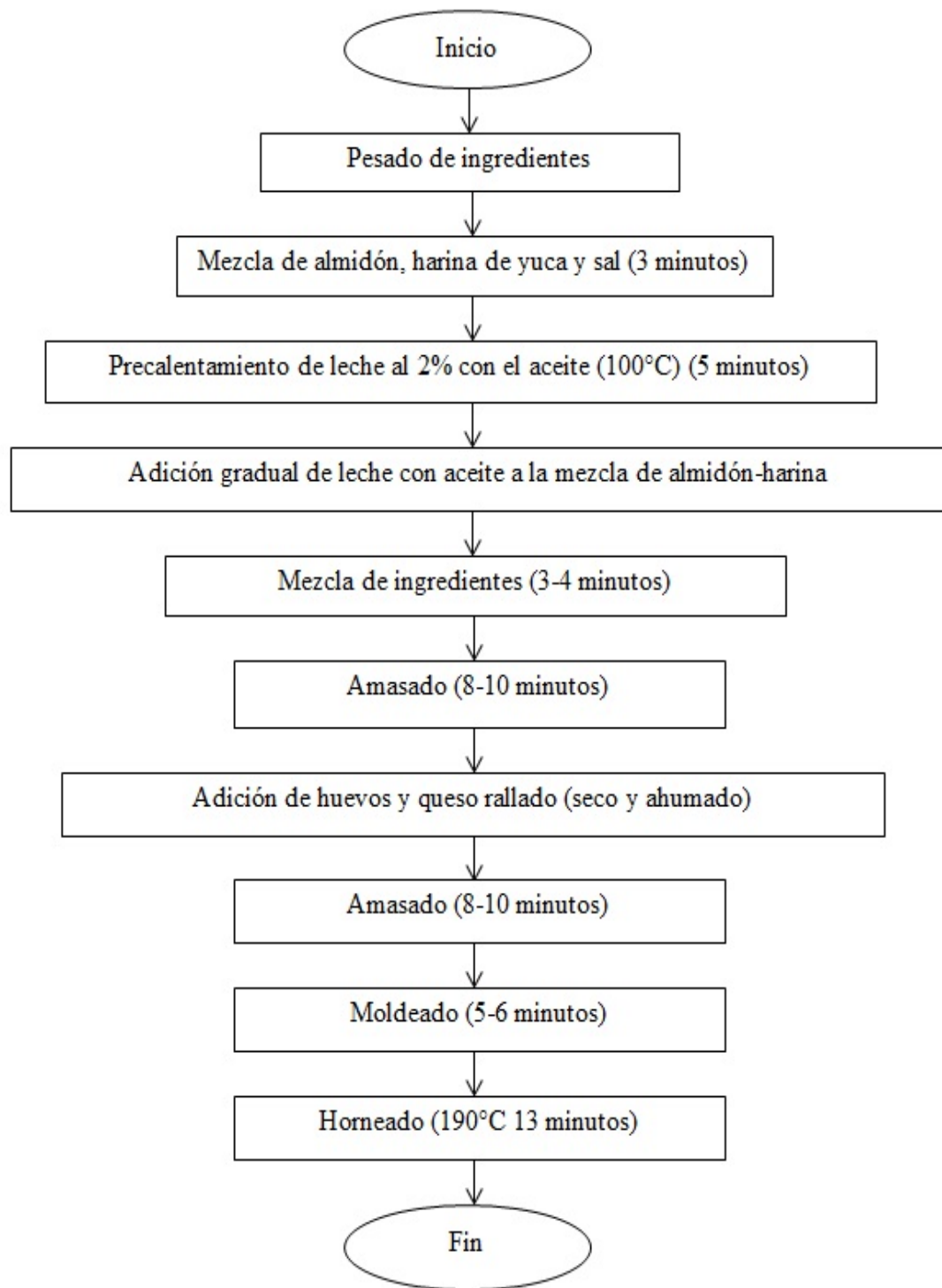


Figura 1. Diagrama del proceso de elaboración de pan de queso. Obtenido mediante pruebas preliminares.

Análisis de textura. Se presentó diferencia significativa entre todos los tratamientos ($P<0.05$) (Cuadro 3). Los tratamientos que presentaron mayor firmeza, fueron aquellos formulados con queso ahumado. La dureza de este producto depende en su mayoría de la distribución de las celdas de aire. Otro factor que pudo afectar la dureza fueron los contenidos de grasa de los tipos de queso que se están utilizando, ya que cuando los cristales de grasa se funden en el proceso de horneado, la interface grasa-líquido que se forma le brinda un material extra a la superficie de la burbuja, que al momento de expandirse crea menos rupturas y esto contribuye a una mejor uniformidad, dicha teoría mencionada por López *et al.* (2012). El estudio presente muestra lo contrario a la teoría mencionada, ya que según estudio realizado por Borjas (1998) el contenido de grasa del queso seco de Honduras en promedio contiene 51.66% y el queso ahumado según Girón y Valentino (1983) posee un contenido de grasa de 27.81%, por lo que se esperó que el pan formulado con queso seco tuviera mayor dureza que el formulado con queso ahumado.

Cuadro 3. Análisis de textura para el pan de queso.

Tratamientos		Dureza
Quesos	Proporción A:H	media (N) \pm D.E
Seco	50:50	20.89 \pm 2.10 ^{bc}
Seco	70:30	18.99 \pm 2.89 ^c
Ahumado	50:50	25.67 \pm 2.83 ^a
Ahumado	70:30	24.53 \pm 3.51 ^{ab}
Coeficiente de variación (%)		13.01

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a-c: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columna ($P<0.05$)

D.E.: Desviación estándar.

Análisis de color.

Valor L. En este estudio se encontraron diferencias entre los tratamientos ($P<0.05$) en cuanto a luminosidad (Cuadro 4). Los tratamientos que incluían mayor cantidad de harina de yuca presentaron mayor luminosidad. Según Cueto *et al.* (2011), la luminosidad aumenta en zonas o áreas que contengan mayor cantidad de harina de yuca. También el color de la corteza está influenciado por la operación de horneado que se le aplica a la masa, dando origen a cambios que están ligados a un fenómeno conocido como reacción de Maillard (Wong 2012).

Cuadro 4. Análisis de color para la variable L del pan de queso.

Tratamientos		L
Queso	Proporción A:H	media ± D.E
Seco	50:50	57.13±2.52 ^a
Seco	70:30	53.95±2.45 ^{bc}
Ahumado	50:50	54.54±2.79 ^b
Ahumado	70:30	52.08±0.19 ^c
Coeficiente de variación (%)		4.076

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a-c: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columna (P<0.05)

D.E.: Desviación estándar.

Valor a. Los resultados indican que hay diferencia significativa entre los tratamientos (P<0.05). En general los valores de a se mantuvieron cercanos al color rojo (Cuadro 5), los tratamientos que obtuvieron los valores más rojos fueron aquellos con mayor cantidad de almidón de yuca y bajas proporciones de harina de yuca. Según Cueto *et al.* (2011) a medida que se aumenta la cantidad de harina de yuca agregada, la tendencia hacia el color rojizo-marrón disminuye.

Cuadro 5. Análisis de color para la variable a del pan de queso.

Tratamientos		a
Queso	Proporción A:H	media ± D.E
Seco	50:50	3.56±1.24 ^c
Seco	70:30	4.86±0.82 ^{ab}
Ahumado	50:50	4.06±1.67 ^{bc}
Ahumado	70:30	5.76±0.40 ^a
Coeficiente de variación (%)		24.601

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a-c: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columna (P<0.05)

D.E.: Desviación estándar.

Valor b. Todos los tratamientos presentaron un color amarillo claro (Cuadro 6) esto puede estar influenciado por la operación de cocción que da como resultado reacción Maillard (Wong 2012). Por otro lado según Cueto *et al.* (2011) en tortas a las que se adiciono harina de yuca en diferentes proporciones, se presentó un aumento en la tonalidad amarilla, esto al aumentar la proporción harina de yuca en la corteza y en la miga de pan. Solo el tratamiento con A50 H50 y queso seco, presento diferencia significativa (P<0.05) con respecto a los otros tres tratamientos.

Cuadro 6. Análisis de color para la variable b del pan de queso.

Tratamientos		b
Queso	Proporción A:H	media ± D.E
Seco	50:50	19.40±0.75 ^a
Seco	70:30	17.99±1.52 ^b
Ahumado	50:50	17.96±0.56 ^b
Ahumado	70:30	17.65±1.16 ^b
Coeficiente de variación (%)		3.945

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a-b: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columna (P<0.05)

D.E.: Desviación estándar.

Análisis pH. Los resultados de pH obtenidos en el estudio se encuentran en el rango de ligeramente ácido (Cuadro 7). Según FDA (2007) los panes deben tener pH entre 5.00 a 6.20, esto afirma que el pH de los tratamientos, estuvo dentro del rango permitido. Los tratamientos en cuanto a pH son significativamente diferentes (P<0.05). Los tratamientos con queso seco son iguales entre sí y son más ácidos a diferencia de los tratamientos con queso ahumado que son más alcalinos, por lo que se puede concluir que el queso influyó en el pH final de los panes.

Cuadro 7. Análisis de pH de pan de queso.

Tratamientos		pH
Queso	Proporción A:H	media ± D.E
Seco	50:50	5.84±0.036 ^b
Seco	70:30	5.86±0.032 ^b
Ahumado	50:50	6.03±0.087 ^a
Ahumado	70:30	5.99±0.120 ^a
Coeficiente de variación (%)		0.93

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a-c: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columna (P<0.05)

D.E.: Desviación estándar.

Análisis de Actividad de agua (Aw). No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05) para el factor Aw (Cuadro 8) obteniéndose valores entre el rango de 0.93-0.94, para los cuatro tratamientos. La actividad de agua del pan de queso en promedio fue 0.93 en comparación con otro tipo panes (<0.85) (FDA 2010) la Aw del pan de queso fue alta, esto debido a que el almidón de yuca posee una mayor capacidad de absorción de agua (27.18 g agua/almidón a 90°C), y presenta una mayor estabilidad en pérdida de agua, cuando se aplican procesos de calentamiento y enfriamiento. (Hernández-Medina *et al.* 2008). La actividad de agua en los alimentos, describe el grado de agua disponible para reacciones biológicas y está ligada al crecimiento de los microorganismos (FDA 2010), entre más alta sea la Aw de los alimentos, esta permite un mayor crecimiento de bacterias, hongos y levaduras (Alzamora *et al.* 2004)

Cuadro 8. Análisis de Aw de pan de queso.

Tratamientos		Aw
Queso	Proporción A:H	media ± D.E
Seco	50:50	0.9386±0.0073 ^a
Seco	70:30	0.9393±0.0133 ^a
Ahumado	50:50	0.9393±0.0102 ^a
Ahumado	70:30	0.9413±0.0100 ^a
Coeficiente de variación (%)		0.62

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a: Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre medias de columna (P>0.05)

D.E.: Desviación estándar.

Análisis de coliformes totales. El muestreo microbiológico de todos los tratamientos en cada una de las tres repeticiones, indicó una presencia menor a el máximo legal permitido (<10⁴ UFC/g) (Chairman 1997) y mediante esto se descartó la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli.*, estos son eliminados por el tratamiento térmico que se le aplica a la masa de 190°C por 13 minutos (Chairman 1997).

Cuadro 9. Conteo de coliformes totales en el pan de queso.

Tratamiento	Coliformes Totales (UFC [♣] /g)			
	R.1	R.2	R.3	Máx. Legal
A50-H50 x queso seco	<10 ¹	<10 ¹	<10 ¹	<10 ²
A70-H30 x queso seco	<10 ¹	<10 ¹	<10 ¹	<10 ²
A50-H50 x queso ahumado	<10 ¹	<10 ¹	<10 ¹	<10 ²
A70-H30 x queso ahumado	<10 ¹	<10 ¹	<10 ¹	<10 ²

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

♣ Unidades formadoras de colonias.

R.: repeticiones

Análisis sensorial del atributo de apariencia. No se presentaron diferencias significativas (P<0.05) de apariencia entre los tratamientos con queso seco y los de queso ahumado; las proporciones almidón:harina de yuca tampoco fueron influencia para dicho atributo (Cuadro 10). Según la escala de nueve puntos utilizada las respuestas de los panelistas estuvieron en un rango de me agrada poco (6) y me agrada moderadamente (7).

Cuadro 10. Análisis del atributo apariencia en el pan de queso.

Tratamientos		Apariencia
Queso	Proporción A:H	Media ± D.E
Seco	50:50	7.01±1.278 ^a
Seco	70:30	7.04±1.235 ^a
Ahumado	50:50	6.84±1.424 ^a
Ahumado	70:30	6.81±1.495 ^a
Coeficiente de variación (%)		16.92

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a: Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre medias de columna (P>0.05)

Escala: 1=Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente.

D.E.: Desviación estándar.

Análisis sensorial del atributo olor. Los tratamientos más aceptados en cuanto a olor fueron aquellos que incluían queso seco en su formulación, sin tomar en cuenta la variable proporción harina:almidón yuca (Cuadro 11). A razón que parámetros fisicoquímicos tales como pH, actividad acuosa y contenido de sal están directamente ligados con los compuestos volátiles producidos en los quesos (Wolf 2009). Según la escala utilizada los panelistas estuvieron en un rango de me agrada poco y me agrada moderadamente.

Cuadro 11. Análisis sensorial del atributo de olor del pan de queso

Tratamientos		Olor
Queso	Proporción A:H	Media ± D.E
Seco	50:50	7.42±1.243 ^a
Seco	70:30	7.24±1.250 ^a
Ahumado	50:50	6.70±1.600 ^b
Ahumado	70:30	6.76±1.650 ^b
Coeficiente de variación (%)		17.73

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a-b: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columna (P<0.05)

Escala: 1=Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente.

D.E.: Desviación estándar.

Análisis sensorial del atributo sabor. Los panelistas tuvieron mayor aceptación en el atributo sabor por los tratamientos a base de queso seco (Cuadro 12), independientemente de las proporciones almidón:harina de yuca. El queso seco elaborado en Honduras es caracterizado por su sabor salado y ácido, esto a razón que se utiliza la sal como preservante (De Loma-Ossorio *et al.* 2000). Según la escala de nueve puntos utilizada las respuestas de los panelistas estuvieron en un rango de me agrada poco (6) y me agrada moderadamente (7).

Cuadro 12. Análisis sensorial del atributo sabor del pan de queso

Tratamientos		Sabor
Queso	Proporción A:H	Media \pm D.E
Seco	50:50	7.37 \pm 1.205 ^a
Seco	70:30	7.49 \pm 1.298 ^a
Ahumado	50:50	6.34 \pm 1.656 ^b
Ahumado	70:30	6.49 \pm 1.554 ^b
Coeficiente de variación (%)		19.19

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a-b: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columna (P<0.05)

Escala: 1=Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente.

D.E.: Desviación estándar.

Análisis sensorial del atributo textura. La aceptación de los panelistas en cuanto al atributo textura estuvo orientada a los tratamientos que en su formulación tenían queso seco, independientemente de las proporciones almidón:harina de yuca (Cuadro 13). Según la escala de nueve puntos utilizada las respuestas de los panelistas estuvieron en un rango de me agrada poco (6) y me agrada moderadamente (7).

Cuadro 13. Análisis sensorial del atributo textura del pan de queso

Tratamientos		Textura
Queso	Proporción A:H	Media \pm D.E
Seco	50:50	7.38 \pm 1.149 ^a
Seco	70:30	7.36 \pm 1.110 ^a
Ahumado	50:50	6.49 \pm 1.663 ^b
Ahumado	70:30	6.66 \pm 1.638 ^b
Coeficiente de variación (%)		18.37

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a-b: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columna (P<0.05)

Escala: 1=Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente.

D.E.: Desviación estándar.

Análisis sensorial de aceptación general. En general los tratamientos más aceptados por los panelistas fueron los que incluían queso seco en su formulación. Se presentó diferencia significativas (P<0.05) entre los tratamientos con formulaciones de queso seco y tratamientos con queso ahumado (Cuadro 14), independientemente de las proporciones almidón:harina de yuca. Según la escala de nueve puntos utilizada las respuestas de los panelistas estuvieron en un rango de me agrada poco (6) y me agrada moderadamente (7).

Cuadro 14. Análisis sensorial de aceptación general del pan de queso

Tratamientos		Aceptación
Queso	Proporción A:H	Media ± D.E
Seco	50:50	7.57±0.975 ^a
Seco	70:30	7.53±1.094 ^a
Ahumado	50:50	6.56±1.454 ^b
Ahumado	70:30	6.81±1.291 ^b
Coeficiente de variación (%)		15.63

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

a-b: Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de columna (P<0.05)

Escala: 1=Me disgusta extremadamente 9= Me gusta extremadamente.

D.E.: Desviación estándar.

Resumen de análisis sensorial acumulado. Los tratamientos que tuvieron puntuaciones más altas en todos los atributos evaluados durante el análisis sensorial (Figura 2), fueron aquellos que en su formulación contenían queso, las proporciones almidón-harina de yuca no mostraron tener influencia en el resultado. Se puede observar en la Figura 2 que las medias acumuladas más altas las presentan los tratamientos con quesos secos.

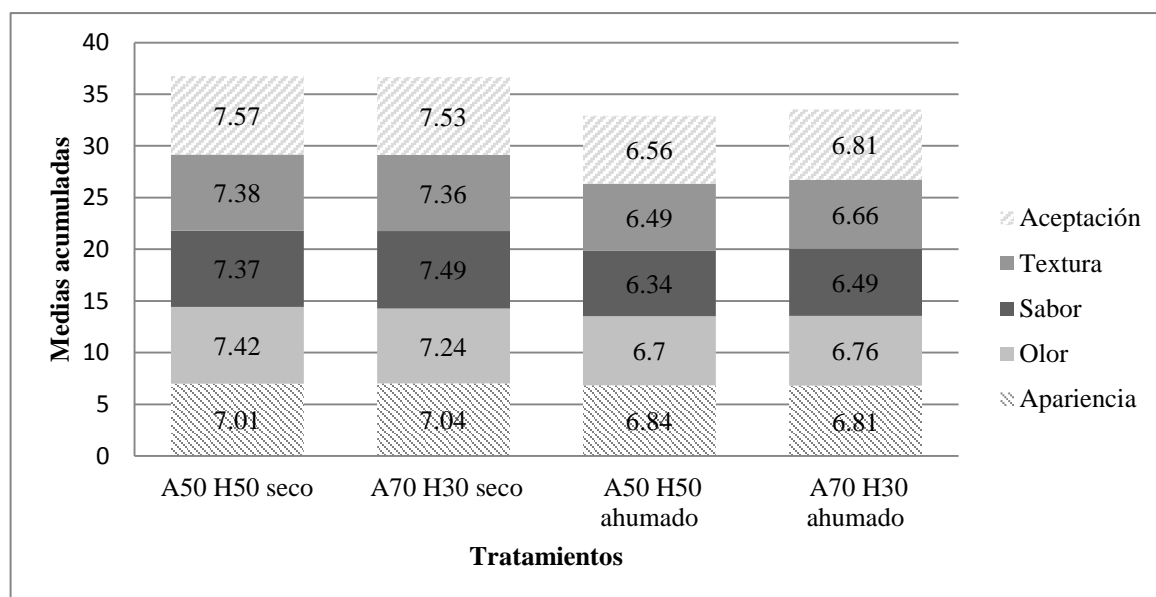


Figura 2. Resumen de análisis sensorial acumulado.

Análisis sensorial de preferencia. El análisis de preferencia se realizó entre los tratamientos con 50:50 y 70:30 en proporciones almidón:harina de yuca y que contenían queso seco en su formulación. Estos fueron elegidos al ser los que presentaban las medias más altas en el análisis sensorial (Figura 2). Este análisis dio como resultado que el tratamiento con mayor aceptación fue el que tenía proporciones 50:50% almidón:harina de yuca y queso seco (Cuadro 15) por lo cual si existió una diferencia significativa por el tratamiento.

Cuadro 15. Análisis sensorial de preferencia del pan de queso.

Tratamiento	Personas	Mínimo Requerido*
A50-H50 queso seco	78	61
A70-H30 queso seco	22	61
Total	100	

*Número mínimo de personas que han de preferir uno de los tratamientos (n=100; $\alpha=0.05$)

A: almidón de yuca, H: harina de yuca

Interacciones de los factores sensoriales. El factor queso tuvo influencia sobre las variables sensoriales de sabor, olor, textura y aceptación general (Cuadro 16). Por otro lado el factor proporción almidón:harina de yuca, no influyó en ninguna variable sensorial al igual que la interacción entre los factores queso-proporción que no influyeron sobre ninguna variable en el análisis sensorial. La variable apariencia, no se vio afectada por ninguno de los factores del estudio.

Cuadro 16. Resumen de significancia estadística de los factores sensoriales del pan de queso e interacciones.

Factores	Variables sensoriales				
	Apariencia	Olor	Sabor	Textura	Aceptación
Queso	0.1409	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Proporciones A-H	1.0000	0.6440	0.3862	0.6208	0.4076
Queso*Proporciones	0.8440	0.4058	0.9309	0.5001	0.2552

Probabilidades <0.05 tienen diferencias estadísticas

Interacciones de los factores para propiedades físico-químicas. El factor queso (Cuadro 17) tuvo influencia significativa para los valores de colores (L,b), pH y la textura. Mientras que el factor proporciones almidón:harina de yuca solo tuvo influencia sobre las variables de color (L,a,b). Por otro lado la interacción queso*proporciones, afecto la variable de color b. La variable Aw, no se vio afectada por ninguno de los factores del estudio.

Cuadro 17. Resumen de significancia estadística de los factores físico-químicos del pan de queso e interacciones.

Factores	Variables Físico-químicas					
	Valor L	Valor a	Valor b	Aw	pH	Textura
Queso	0.0052	0.0713	0.0009	0.7061	0.0025	0.0019
Proporciones A-H	0.0006	0.0004	0.0012	0.7061	0.8422	0.3393
Queso*Proporciones	0.6295	0.6040	0.0294	0.8497	0.3857	0.7945

Probabilidades <0.05 tienen diferencias estadísticas

4. CONCLUSIONES

- Se determinó el flujo de proceso y la formulación para el pan de queso.
- El tipo de queso fue el factor que más influyó en las características fisicoquímicas de color, actividad de agua, pH y textura.
- El pan de queso elaborado, cumplió con los parámetros microbiológicos establecidos para este tipo de producto.
- El producto elaborado con queso seco y proporciones almidón:harina de yuca 50:50%, fue el tratamiento más aceptado por los panelistas siendo el tipo de queso el factor que más influyó en la mayoría de los atributos sensoriales evaluados.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar mezclas con otro tipo de almidones (maíz) para determinar las diferencias.
- Evaluar las características fisicoquímicas de las materias primas previo a la ejecución del estudio.
- Aplicar análisis sensorial a comunidad hondureña en general para determinar la aceptación del mismo, no solo en estudiantes universitarios.

6. LITERATURA CITADA

Alzamora, S., S, Guerrero., A, Nieto y S, Vidales. 2004. Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas. FAO

Aristizábal, J., T, Sánchez & D, Mejía Lorío. 2007. Guía técnica para producción de almidón de yuca. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. FAO 163.

Anónimo. 2012. Delicias Hondureñas (en línea). Consulta 11 de agosto del 2014. Disponible en <http://ganasdehonduras.blogspot.com/2012/11/rosquillas-de-cuajada.html>.
BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2005. El cultivo de la yuca (en línea). Consultado 15 de julio del 2014. Disponible en <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2187/837yuca.pdf>

Borjas, E. 1998. Tecnificación de los procesos de manufactura y caracterización de quesos artesanales centroamericanos para exportación. Tesis Ing. Agrónomo en el grado académico de licenciatura. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 32 p.

Chairman Stannard, Cathy. 1997. Development and use of microbiological criteria for foods. Food Science and Technology Today, London. Vol. II

Clareto, S., N, Lee., & A, Guimaraes Pereira. 2006. Influence of a protein concentrate used as a fat substitute on the quality of cheese bread. Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba, v.49 no.6.

Cueto, Davdmary., E, Pérez., R, Borneo & P, Ribotta. 2011. Efecto de la adición de harina de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) sobre las características sensoriales, reológicas y físicas de tortas y panquecas, Caracas.

De Loma-Ossorio F., X, Jené Petschen., R, Castillo Fonseca., y V, Ganoza Solano. 2000. Estudio de la Industria Agroalimentaria en Honduras. Serie Agroalimentarias. ISSN 1602-9293. 147 p.

Elía, M. 2011. A procedure for sensory evaluation of bread: protocol developed by a trained panel. Journal of Sensory Studies. ISSN 0887-8250

Espinal, A. 2012. Exitosa producción de almidón en zona sur de Honduras. El Heraldo, Tegucigalpa, Honduras, octubre.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2000. Nueva estrategia para la yuca (en línea). Consultado el 26 de julio de 2014. Disponible en <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0006sp1.htm>

FAO (Food and Agriculture Organization), IFAD (International Fund for Agriculture Development). 2004. Proceedings of the validation forum on the global cassava development strategy. Roma, Italia.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2006. Harina de Yuca (en línea). Consultado el 25 de julio de 2014. Disponible en http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pprocesados/RYT3.HTM

FAQs. 1992. United States International Trade Commission Rulings and Harmonized Tariff Schedule (en línea). Consultado el 18 de Agosto de 2014. Disponible en <http://www.faqs.org/rulings/rulings1993NY875591.html>

FDA (Food and Drug Administration). 2007. Approximate pH of Foods and Food Products (en línea). Consultado el 19 de Agosto del 2014. Disponible en <http://www.foodscience.caes.uga.edu/extension/documents/fdaapproximatephoffoodslacphys.pdf>

FDA (Food and Drugs Administration). 2010. Water Activity (Aw) in Foods (en línea). Consultado el 20 de Agosto del 2014. Disponible en <http://www.fda.gov/iceci/inspections/inspectionguides/inspectiontechnicalguides/ucm072916.htm>

Fretes, F. 2010. Mandioca una opción industrial. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Giro, A y Valeriano, D. 1983. Composición química de algunos queso producidos en Honduras. Zamorano, Hond. 2

Griffin, W. 1999. Casabe: Pan Garífuna (en línea). Consultado el 1 de agosto del 2014. Disponible en http://web.stanford.edu/group/arts/honduras/discovery_sp/customs/casave/

Hernández-Medina, M., J, Torruco-Uco., L, Chel-Guerrero y D, Betancur-Ancona. 2008. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. Ciencia Tecnología Alimentos. Vol.28. no.3.

Jahangir Alam, Md., M, Uddin Talukder., M, Nannur Rahman., U, Kumar Prodhán & A, Obidul Huq. 2013. Evaluation of the nutritional and sensory quality of fuction breads prepared from whole wheat and soybean flour. Annals. Food Science and Technology.

Lara, M. 2013. Producao de pao de queijo movimenta mais de R\$ 200 milhoes no Brasil. Ruralbr pecuária, Brasil, Uberaba, Agosto.

López Tenorio, J.A., E, Rodríguez-Sandoval y J, Sepúlveda-Valencia. 2012. Evaluación de características físicas y texturales de pandebono. Acta Agronómica, Medellín. Vol. 61.

López Tenorio, J. 2013. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas del pandebono formulado con emulsificantes y componentes fisiológicamente activos. Tesis Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agrarias. 61 p.

Montoya, S. 2007. Industrialización de la yuca. Obtención de almidón nativo y sus aplicaciones. Tecnología en alimento Universidad del Valle. Editado por Ramírez J.

Ndife, J., Abdulraheem, L.O., & Zakari U.M. 2011. Evaluation of the nutritional and sensory quality of functional breads produced from whole wheat and soya vean flour blends. Kaduna State, Nigeria.

PNUD. 2012. Honduras en breve (en línea). Consultado el 20 de junio del 2014. Disponible en <http://www.hn.undp.org/content/honduras/es/home/countryinfo/>

Rivas Jiménez, K., C, Sarmiento Andino., y C, Solis Jara. 2002. Proyecto de exportación de yuca producida y procesada en el cantón bolívar provincia de Manabí. Tesis Economista con mención en gestión empresarial especialización finanzas. Manabí, Escuela superior politécnica del litoral. 144 p.

Stone, H., Sidel, J. 2004. Sensory Evaluation Practices. Redwood City, California, USA. Elsevier Academic Press. p. 177. (Third Edition).

Vergara Olivares, Paulina M. 2011. Efecto de la adición de enzima transglutaminasa en el desarrollo de pan a base de harina de quínoa (*Chenopodium quino willd*). Tesis Ing. en Alimentos., Santiago, Chile, Universidad de Chile. 89 p.

Wolf, I.V. 2009. Estudio de compuestos de aroma y sabor en quesos argentinos. Tesis Ph.D Química. Santa Fe, Universidad Nacional del Litoral Facultad de Ingeniería Química. P.27

Wong, Ximena. 2012. Utilización de goma xathan y monoglicérido destilado para el mejoramiento de la textura del pan elaboradora de almidón de yuca (*Manihot esculenta*). Tesis Ing en Alimentos. Ambato, Ecuador, Universidad Tecnica de Ambato. 87 p.

Weber, M. 2009. Pao de Queijo (Brazilia Cassava-Cheese Bread) In Zambia- MTW suggests calling these “ZAM-CACHE Scones” (en línea). Consultado 15 febrero del 2014. Disponible en http://fsg.afre.msu.edu/zambia/Pao_de_Queijo_ZAMCACHE_4_pager.pd

7. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial hedónica de pan de queso.

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PAN DE QUESO

Nombre: _____ Edad: _____ Nacionalidad: _____
Consumidor de Pan: Sí _____ No _____

- Se le presentará 4 muestras de Pan de Queso al estilo Centroamericano, un pedazo de manzana y un vaso de agua.
- Limpie su paladar con agua y manzana antes y después de cada muestra.
- Marque con una X, según su calificación de acuerdo a los atributos: apariencia, olor, sabor, textura y aceptación en general.

	Me desagrad a extremad amente	Me desagrada mucho	Me desagrad a moderada mente	Me desagrad a poco	Ni me agrada ni me desagrad a (neutro)	Me agrada poco	Me agrada moderad amente	Me agrada mucho	Me agrada extremad amente
ATRIBUTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Olor									
Sabor									
Textura									
Aceptación General									

Muestra: _____

Anexo 2. Hoja de evaluación sensorial de preferencia de pan de queso.

Nombre: _____

Fecha: _____

Panelista #: _____

Pan de Queso

Instrucciones

Por favor pruebe los productos en el orden que se le presente. Circule la respuesta que sienta más adecuada. Si no puede detectar diferencias, adivine su mejor opción.

¿Cuál muestra fue de mayor agrado?

110

125

Observaciones:

Anexo 3. Tabla de referencia para la prueba sensorial de preferencia.

Table 5.11 Minimum numbers of agreeing judgments necessary to establish significance at various probability levels for the paired-preference test (two-tailed, $p = \alpha$)^a

Number of trials (n)	Probability levels						
	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.005	0.001
7	7	7	7	7			
8	8	8	8	8			
9	8	8	8	8	8		
10	9	9	9	9	9	9	
11	10	10	10	10	10	10	
12	10	10	10	10	11	11	
13	11	11	11	11	11	12	11
14	12	12	12	12	12	12	12
15	12	12	13	13	13	13	13
16	13	13	13	13	13	14	14
17	13	14	14	14	14	14	15
18	14	14	14	14	15	15	16
19	15	15	15	15	15	16	17
20	15	16	16	16	16	16	17
21	16	16	16	16	17	17	18
22	17	17	17	17	17	18	19
23	17	17	18	18	18	18	19
24	18	18	18	18	19	19	20
25	18	19	19	19	19	20	21
26	19	19	19	19	20	20	21
27	20	20	20	20	21	21	22
28	20	20	21	21	21	22	23
29	21	21	21	22	22	22	23
30	21	22	22	22	23	23	24
31	22	22	22	23	24	24	25
32	23	23	23	23	24	25	26
33	23	23	24	24	25	25	27
34	24	24	24	25	25	26	27
35	24	25	25	25	26	27	28
36	25	25	25	26	27	27	29
37	25	26	26	26	27	28	29
38	26	26	27	27	28	29	30
39	27	27	27	28	28	29	31
40	27	27	28	28	29	30	31
41	28	28	28	29	30	30	32
42	28	29	29	29	30	31	32
43	29	29	30	30	31	32	33
44	29	30	30	30	31	32	34
45	30	30	31	31	32	33	35
46	31	31	31	32	33	34	36
47	31	31	32	32	33	34	36
48	32	32	32	33	34	35	37
49	32	33	33	34	35	36	37
50	33	33	34	34	35	36	44
60	39	39	39	40	41	42	50
70	44	45	45	46	47	48	56
80	50	50	51	51	52	53	61
90	55	56	56	57	58	59	67
100	61	61	62	63	64	65	

^a Values (X) not appearing in table may be derived from $X = (z \sqrt{n} + n + 1)/2$. See text. Reprinted from *J. Food Sci.* **43**, pp. 940-947, 1978. Copyright © by Institute of Food Technologists.