REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

EVALUACIÓN DE TRES MEZCLAS ALIMENTICIAS A PARTIR DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta)* Y HARINA YUCA (*Manihot esculenta*) CON ADICIÓN DE HARINA DE FRÉJOL *(Phaseolus vulgaris).*

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de ingeniero Agroindustrial

AUTOR:

Diego Fernando Montero Garófalo

DIRECTOR:

Dr. Manuel L. Pérez Quintana

PUYO-PASTAZA –ECUADOR

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del informe de investigación sobre el tema: **"**EVALUACIÓN DE TRES MEZCLAS ALIMENTICIAS A PARTIR DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta)* Y HARINA YUCA (*Manihot esculenta*) CON ADICIÓN DE HARINA DE FRÉJOL *(Phaseolus vulgaris)***".** El autor, Diego Fernando Montero Garófalo, estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por MSc. Juan Elías González, Dr. Oscar Rivera, Dra. Neyfe Sablón.

Puyo, 21 de Diciembre de 2015

DIRECTOR

……..

Dr. Manuel L. Pérez Quintana

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **"**EVALUACIÓN DE TRES MEZCLAS ALIMENTICIAS A PARTIR DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta)* Y HARINA YUCA (*Manihot esculenta*) CON ADICIÓN DE HARINA DE FRÉJOL *(Phaseolus vulgaris)***".** El autor, Diego Fernando Montero Garófalo, estudiante de la escuela de Ingeniería Agroindustrial.

……

MSc. Juan Elías González

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

……..

Dr. Oscar Rivera

MIEMBRO DEL RIBUNAL

……

Dra. Neyfe Sablón

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Con estima expreso mis sinceros agradecimientos:

Agradezco infinitamente a Dios por permitirme cumplir con mis metas y anhelos brindándome sabiduría y fortaleza para seguir adelante en el camino correcto.

A la Universidad Estatal Amazónica, por todos los conocimientos adquiridos en mi etapa estudiantil para formarme como un gran profesional, con el apoyo incondicional de mis maestros.

Un agradecimiento especial al Dr. Manuel Pérez, director de tesis, por sus consejos, apoyo y dedicación, quien me ha guiado a lo largo del trabajo de investigación de tesis compartiendo sin celo sus saberes, a la Dra. Ana Lucia Chafla y a la Ing. Derwin Viafara quienes con su experiencia, conocimiento y motivación hicieron posible el trabajo experimental de tesis.

A la Ing. José Antoni Escobar del laboratorio de agroindustrias, QF. Andrea Tapuy, Responsable del Laboratorio de Química, Dr. David Sancho, a mi compañera la Ing. Delia Shiguango por sus aportes en la realización de este trabajo.

A mis padres Gustavo Montero, María Garófalo, a mis hermanos y familiares, por sus valiosos consejos, apoyo y ejemplo de vida.

A mi esposa M. Cristina Montero, quien es y ha sido mi apoyo incondicional la cual supo incentivarme en cumplir mis metas durante toda mi carrera.

Desde lo más profundo de mi corazón, MIL GRACIAS.

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis va dedicado a mi padre Gustavo Montero, a mi madre María Garófalo, a mi esposa Cristina Montero a mis hermanos y familiares, quienes me han apoyado y demostrado que con esfuerzo, sacrificio, dedicación e inteligencia se puede lograr con éxito las metas anheladas.

Fernando M.

RESPONSABILIDAD

Diego Fernando Montero Garófalo declaró bajo juramento que el contenido de esta Tesis de Grado con el tema: **"**EVALUACIÓN DE TRES MEZCLAS ALIMENTICIAS A PARTIR DE HARINA DE PAPA CHINA (*Colocasia esculenta)* Y HARINA YUCA (*Manihot esculenta*) CON ADICIÓN DE HARINA DE FRÉJOL *(Phaseolus vulgaris)***",** es de su autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; que ha consultado y anotado las referencias bibliográficas que se incluyen en el documento, acorde a las normas establecidas en la "Revista Científica Ciencia y Tecnología" de la UEA.

Puyo, 21 de Diciembre de 2015

AUTOR

……..

Diego Fernando Montero Garófalo

DERECHOS DE AUTOR

El autor cede sus derechos, para que la Institución pueda hacer uso en lo que estime conveniente, siempre y cuando sea para fines investigativos o de consulta.

Puyo, 21 de Diciembre de 2015

AUTOR

……..

Diego Fernando Montero Garófalo

APENDICE DEL INDICE

1. **INTRODUCCIÓN 1**

1.1. **OBJETIVOS… 3**

1.1.1. Objetivo general 3

1.1.2. Objetivo especifico 3

1.2. Hipótesis general.....3

2. **REVISIÓN DE LITERATURA 4**

2.1. Mezclas alimenticias. 4

2.2. Formulación de mezclas proteicas. 6

2.3. Consumo de mezclas alimenticias 7

2.4. Yuca (Manihot esculenta).....7

2.4.1. Origen e importancia 7

2.4.2. Valor nutricional.....8

2.4.3. Composición química 8

2.4.4. Industrialización de Harina de Yuca 9

2.5. Papa china (Colocasia esculenta). 10

2.5.1. Origen e importancia 11

2.5.2. Valor Nutricional y composición química 12

2.5.3. Industrialización de la papa china en el Ecuador 13

2.6. Frejol (Phaseolus vulgaris) 13

2.6.1. Origen e Importancia.....13

2.6.2. Composición química 14

2.6.3. Industrialización del frejol 15

2.7. Nutrición y alimentación 15

2.8. Requerimientos nutricionales en niños de edad pre-escolar.....16

2.9. Valor corregido de digestibilidad de aminoácidos en proteínas (PDCAS) 18

2.9.1. Método del cómputo químico 20

2.9.2. Aplicación del método de cómputo químico 20

3. **MATERIALES Y MÉTODOS 22**
3.1. Localización y duración del experimento.....22
3.2. Condiciones meteorológicas 22
3.3. Materiales y Equipos.....23
3.3.1. Los materiales, equipos e insumos utilizados en los experimentos se detallan a continuación:.....23
3.3.2. Materiales: Vasos de precipitación, varilla de agitación, Erlenmeyer, reverbero, termómetro, probeta, pH metro, tamices, pipetas, papel filtro, bandejas y picetas…….....23
3.3.3. Materias primas e insumos: Harina de yuca, harina de papachina y harina de fréjol…….....23
3.3.4. Equipos: Balanza digital, equipo Soxleth, equipo Kjeldahl, mufla, estufa, tamizador, centrífuga, desecador y molino. 23
3.4. Factores de estudio.....23
3.4.1. Variables independientes: 23
3.4.2. Variables respuesta:.....23
3.5. Mediciones experimentales.....24
3.5.1. Obtención de las harinas de papa china, yuca y fréjol y manejo del experimento…… 24
3.6. Análisis bromatológico 28
3.7. Determinación de perfil de aminoácidos. 28
3.8. Determinación de propiedades físicas (Alvis et al. 2011). 29
3.8.1. Determinación de pH.....29
3.8.2. Determinación de acidez titulable.....29
3.8.3. Distribución de tamaño de partícula.....29
3.8.4. Índice de tamaño de partícula 29
3.8.5. Viscosidad…….....30
3.9. Análisis microbiológicos (Benítez et al. 2008). 30
3.10. Análisis económico.....30
3.10.1. Beneficio/costo 30

3.11. Diseño experimental....31
3.12. Análisis estadístico....31
4. **RESULTADOS EXPERIMENTALES....32**
4.1. Análisis bromatológico a las materias primas 32
4.2. Análisis bromatológico a las mezclas de harinas (Olivera 2011). .33
4.3. Granulometría de las harinas....41
4.4. Caracterización fisicoquímica de las mezclas alimenticias. 43
4.5. Perfil de aminoácidos....45
4.6. Análisis microbiológico y vida útil....45
4.7. Análisis económico....49
5. **DISCUSIÓN….....50**
6. **CONCLUSIONES 55**
7. **RECOMENDACIONES....55**
8. **RESUMEN…… 56**
9. **ABSTRACT… 57**
10. **BIBLIOGRAFÍA 58**
11. **ANEXO…….. ....63**

APENDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de las mezclas formuladas por algunos países en desarrollo (en 100 g de muestra)…….....6
Tabla 2. Composición nutricional de la yuca…….....9
Tabla 3. Alimentos en los que se puede utilizar la yuca……10
Tabla 4 . Composición nutricional en 100 g de porción comestible……..12
Tabla 5. Características nutricionales del frejol (por cada 100% de alimento crudo en peso neto)……..14
Tabla 6. Ingesta de energía y proteína al día……..18
Tabla 7. Patrón de aminoácidos propuestos para niños >1 años y adultos Institute of Medicine, National Academy of Sciencies 2002……...19
Tabla 8. Patrón de aminoácidos esenciales para determinar el cómputo químico……21
Tabla 9. Esquema del experimento…….....24
Tabla 10. Análisis proximales de las materias primas (yuca, papachina, fréjol)……33
Tabla 11. Caracterización bromatológica de las mezclas alimenticias……34
Tabla 12. Caracterización fisicoquímica de las mezclas alimenticias……..44
Tabla13. Perfiles de aminoácidos de las diferentes mezclas……45
Tabla 14. Análisis microbiológico inicial……46
Tabla 15. Análisis microbiológico a los 2 meses…….47
Tabla 16. Análisis microbiológico a los 6 meses…….....48

APENDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía de la papa china……...11
Figura 2. Necesidades energéticas por edad y sexo……..17
Figura 3.Diagrama de flujo para la obtención de las harinas……27
Figura 4. Resultados del secado previo para la molida de la yuca y la papa china a 35°C……...32
Figura 5. Contenido de materia seca en diferentes mezclas de harinas…..35
Figura 6. Contenido de humedad en diferentes mezclas de harinas……..…35
Figura 7. Contenido de ceniza en diferentes mezclas de harinas……..….36
Figura 8. Contenido de proteína en diferentes mezclas de harinas……....37
Figura 9. Contenido de grasa en diferentes mezclas de harinas…….38
Figura 10. Contenido de Fibra en diferentes mezclas de harinas……39
Figura 11. Contenido de calcio en diferentes mezclas de harinas. ……40
Figura 12. Contenido de fósforo en diferentes mezclas de harinas……41
Figura 13. Distribución del tamaño de partícula de la harina de yuca…….41
Figura 14. Distribución de tamaño de partícula de la harina de fréjol……..42
Figura 15. Distribución de tamaño de partícula de la harina de Papa china……42

1. INTRODUCCIÓN

En la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) se encuentran los mayores niveles de pobreza rural del país. En términos de producción agropecuaria su producción es la más baja, siendo mayormente basada en la explotación de los recursos naturales, con un bajo nivel de aplicación de tecnología.

Esto ha provocado que en la región amazónica, el costo energético para la producción de alimentos de origen animal sea elevado y no exista una ganadería o empresas pecuarias que puedan abastecer, a bajo costo, la creciente demanda. Si bien se reconoce el valor nutritivo de los productos lácteos y las carnes, principalmente para la población infantil, éstos pueden ser reemplazados en parte mediante el consumo y la adecuada combinación de productos vegetales, como los tubérculos y las leguminosas.

Según Uribe (2013) en un artículo publicado acerca de los requerimientos nutricionales, por etapas de la vida, los niños ganan una media de 2 kilos de peso, y de 5 a 6 cm de talla al año, en la etapa preescolar. En esta etapa de la vida, el niño debe consumir entre 1400 y 1600 calorías, distribuidas en 30% de grasa, 20% proteínas y 50% de carbohidratos.

En este contexto, los tubérculos son una fuente rica en carbohidratos, fibra y vitaminas que pueden ser complementados adecuadamente con otros productos de origen vegetal como frejol y lenteja, sin embargo, se conoce que la proporción para integrar una mezcla nutricional en valor energético y proteico es de 2:1 respectivamente.

Pero dadas las características nutricionales de cada alimento, al ser diferente su contenido nutricional, la generalización no corresponde, por lo que para poder realizar una educación alimentaria y nutricional, científicamente sustentada, es necesario desarrollar investigaciones que permitan diseñar, probar y proponer

mezclas alimentarias nutricionalmente equilibradas y de bajo costo, aplicables a la población infantil.

Para la presente investigación se tomaron como fuente energética, tubérculos de yuca (*Manihot esculenta*) que se cultivan en la región amazónica, se caracterizan porque contienen hidratos de carbono, aportan vitaminas del grupo B y minerales como fósforo e hierro. Por otra parte, son bajos en calorías, por lo que puede ser ideal en dietas equilibradas y bajas en grasas**.** (Pérez, 2014)

La papa china (*Colocasia esculenta*) además de su alto contenido de almidón tiene mayores contenidos de aminoácidos que otras raíces y tubérculos tropicales, el contenido de proteínas es de aproximadamente 7% en base seca. Esta proteína tiene la mayoría de los aminoácidos esenciales (Maderos, 2006)

En el fréjol (*Phaseolus vulgaris)* por su alto contenido proteico varía del 14 al 33%, siendo rico en aminoácidos como la lisina (6.4 a 7.6 g/100 g de proteína) y la fenilalanina más tirosina (5.3 a 8.2 g/100 g de proteína), pero con deficiencias en los aminoácidos azufrados de metionina y cisteína. Sin embargo, de acuerdo a evaluaciones de tipo biológico, la calidad de la proteína del frijol cocido puede llegar a ser de hasta el 70% comparada con una proteína testigo de origen animal a la que se le asigna el 100%. (Dr. José Armando Ulloa1, 2011)

Con la presente investigación se prevée obtener mezclas alimenticias que contengan las características y requerimientos nutricionales con la finalidad de satisfacer las necesidades nutritivas principalmente en contenido de aminoácidos de acuerdo con los patrones sugeridos por la FAO *(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación*) en niños de edad preescolar, empleando materias primas de la zona con potencialidad agroindustrial en la provincia de Pastaza.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Analizar la composición química, microbiológica y la estabilidad de mezclas alimenticias a partir de harinas de papa china (*Colocasia esculenta),* yuca (*Manihot esculenta*) y frejol *(Phaseolus vulgaris)* del Cantón Puyo, Provincia de Pastaza.

1.1.2. Objetivo específico

a) Elaborar tres mezclas alimenticias con diferentes proporciones de harinas de yuca (*M. esculenta*), papa china (*C. esculenta*) y fréjol (*P. vulgaris).*
b) Evaluar la composición bromatológica, microbiológico y la vida útil de las mezclas alimenticias elaboradas.
c) Determinar el beneficio/costo de las mezclas alimenticias con diferentes proporciones de harinas de yuca (*M. esculenta*), papa china (*C. esculenta*) y fréjol (*P. vulgaris)* del Cantón Pastaza.

1.2. Hipótesis general

La elaboración de una mezcla a partir de harinas de papa china (*colocasia esculenta),* yuca (*manihot esculenta*) y frejol *(phaseolus vulgaris)* permitirá cubrir una parte de los requerimientos nutricionales de niños en edad preescolar.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Mezclas alimenticias.

Según la FAO una mezcla de alimentos vegetales consumida en cada comida, como un cereal y una legumbre (por ejemplo maíz o mijo y garbanzos) o un tubérculo, un cereal y feculentos (yuca, sorgo y maní) aportan proteína de mejor calidad que la que suministrarían cantidades mayores de un solo alimento vegetal; por lo general contiene todos los aminoácidos esenciales, mientras que un solo cereal, tubérculo o legumbre casi siempre es deficiente en uno o más de estos aminoácidos esenciales (FAO, s.f).

Las mezclas alimenticias se establecen como combinaciones de diferentes alimentos: cereales, cultivos andinos, leguminosas, leche, etc, que se efectúan a fin de obtener un producto final comestible de alta calidad nutricional, con un balance adecuado de aminoácidos esenciales, en una dieta. Se destinan principalmente a la población infantil en riesgo de desnutrición a fin de cubrir mejor sus necesidades nutricionales (Senati, 2010).

Las combinaciones nutritivas para niños deben cumplir algunos criterios: Un alto contenido nutricional (proteínas de alto valor nutricional, carbohidratos fácilmente digestibles y densidad energética adecuada entre 0.8 a 1.0 kcal/g de alimento preparado) libre de factores anti nutricionales (saponinas, inhibidores proteasas, oligosacáridos, etc.), cereales y cultivos andinos acorde al hábito de consumo, de fácil preparación, con vida útil alargada y costo moderado (Senati, 2010).

Es por eso que se desarrollan mezclas alimenticias que cumplan con los requerimientos mínimos para poder alcanzar una alimentación altamente proteica que cubran los requerimientos de amino ácidos para el organismo humano. Por otro lado, es importante desarrollar las mezclas con granos de la propia zona donde se destina la mezcla alimenticia, con la finalidad de evitar que los costos de producción aumenten y no cambiar las costumbres alimenticias de dicha zona.

De esta manera se quiere demostrar que tubérculos y leguminosas entre otros, de la propia zona, se pueden utilizar para dar un alimento elaborado con productos que los pobladores, normalmente, están acostumbrados a consumir y no variar mucho sus costumbres alimenticias. En este trabajo se muestran tres mezclas alimenticias utilizando tubérculos y leguminosas muy fáciles de poder obtener.

Se realizó el análisis proximal de las componentes de cada harina utilizada con el fin de poder alcanzar un escore mínimo establecido por la FAO (*Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación*) con el fin de poder cumplir los requerimientos mínimos de las personas a quienes está siendo dirigido el alimento (FAO).

2.2. Formulación de mezclas proteicas.

La proteína de origen vegetal es de calidad inferior a la proteína de origen animal, por presentar esta última un balance de aminoácidos esenciales favorables a la utilización por el organismo mientras que la proteína vegetal es deficiente en algunos aminoácidos esenciales.

Puede lograrse un balance, combinando adecuadamente varias proteínas, de composición diversa, que provienen de semillas de cereales, oleaginosas y leguminosas, entre otros (Quishpe, 2012). En la Tabla 1 se presenta la composición de las mezclas formuladas por algunos países en desarrollo.

Tabla 1. Composición de las mezclas formuladas por algunos países en desarrollo (en 100 g de muestra).

Análisis	COLOMBIHARINA		INCAPARINA	MAISOYLECHE
Calorías	g	331	338	377
Proteína Grasa	g	19.2	27	18.2
Carbohidratos	g	0.8	6.2	0.7
Calcio	mg	64.7	57	67.6
Fósforo	mg	122	108	126
Hierro	mg	253	509	167
Vit. A	U.I	18.6	5.5	3.0
Tiamina	mg	--	4.79	49
Riboflavina	mg	1.65	0.32	0.25
Niacina	mg	0,53	1.43	0.25
Humedad	g	4.16	15.3	1.36
Ceniza	g	11.3	--	10
Fibra	g	2.6	--	2.0
PER		1.4	--	1.4
		2.21	2.2	2.48

Fuente: Tomado de Vivas (1979) en (Quishpe Solano, 2012)

Las semillas de leguminosas tienen adecuada cantidad de proteínas y son ricas en lisina, pero, deficientes en aminoácidos azufrados; los cereales en cambio, presentan adecuadas cantidades de aminoácidos azufrados, siendo deficientes en lisina. Para lograr el mejor balance, posible en el contenido de aminoácidos esenciales, las harinas de leguminosas pueden complementarse satisfactoriamente con harinas de cereales, las leguminosas proporcionan la lisina

adicional a las proteínas de los cereales; y a su vez el cereal complementa la metionina, deficiente en leguminosas (Quishpe, 2012).

Así mismo, la calidad de la dieta no viene únicamente definida por su contenido de proteínas y por la calidad de ellas, sino también debe haber un adecuado aporte calórico (Quishpe, 2012).

2.3. Consumo de mezclas alimenticias

Según estudios realizados por instituciones como Agropanorama (2010), se conoce que a nivel mundial se elaboran, aproximadamente, una cantidad de 9,3 millones de toneladas de pastas alimenticias al año. Italia produce 2,9 millones de toneladas, seguida muy lejos por EE.UU, con 1,15 millones. En tercer lugar se ubica Brasil con 1 millón de toneladas.

En América Latina, el mayor productor es Brasil (10% de la producción mundial), seguido por México (4%), Venezuela (3,5%) y Argentina (3%). El consumo ecuatoriano per cápita de pastas alimenticias en el 2009 se estimó en 2,6 Kg/hab/año (incluyendo pastas secas y frescas) y habría crecido respecto al año 2008, con una tendencia creciente por los cambios de hábitos alimentarios muy rápidos. IPO (2011).

2.4. Yuca (Manihot esculenta)

2.4.1. Origen e importancia

La yuca (*Manihot esculenta*) es un arbusto originario de América Latina y el Caribe (ALC), donde se ha cultivado desde épocas prehistóricas, es conocida también bajo los nombre de manioc, manihot, yuca, mandioca, tapioca plant y aipim. Su adaptación a diversos ecosistemas, su potencial de producción y la versatilidad de su mercado y de su uso final la han convertido en la base de la alimentación de la población rural de la región y en una alternativa de comercialización para los centros urbanos (Mitchel & Stephens , 2007).

En el Ecuador se cultiva la yuca o mandioca, la que posee un alto contenido de carbohidratos, es resistente a la sequía, a plagas y enfermedades, se cosecha en varias épocas del año y es utilizada en la industria y en la alimentación humana y animal. Se la cultiva principalmente en las llanuras tropicales, en las estribaciones exteriores de la cordillera. Los cultivos están localizados en todas las provincias del país incluido Galápagos (Fercompany, 2011).

2.4.2. Valor nutricional

Es muy rica en hidratos de carbono complejos, fuente de vitaminas del grupo B (B2, B6), vitamina C, magnesio, potasio, calcio y hierro. Contiene altas cantidad de hidratos de carbono, en torno al 88% y aporta muy pocas proteínas y grasas (Fercompany, 2011).

2.4.3. Composición química

En las zonas tropicales, la yuca está calificada como la cuarta fuente de calorías después de arroz, azúcar, y maíz, por contener hasta el 35% de su volumen en carbohidratos y hasta el 1.0% en proteínas. Media taza de yuca contiene 135 calorías (tabla 2). Es por esto que se considera a la raíz un producto prioritario en la seguridad alimentaria mundial. Esta raíz es además, fuente de hierro y calcio (Ojeda, 2007).

Tabla 2. Composición nutricional de la yuca

Componentes	Contenido de 100 g de parte comestible	Valores diarios recomendados (basado en una dieta de 2000 calorías)
Fibra	1 g	25 g
Grasa total	0.40 g	66 g
Proteínas	1 g	
Calcio	40 mg	162 mg
Fósforo	34 mg	125 mg
Hierro	1.40 mg	18mg
Niacina	0.06 mg	20 mg
Riboflavina	0.04 mg	1.7 mg
Vitamina C	19 mg	60 mg

Fuente: Tomado de Horticultural Produce (Ojeda, 2007)

2.4.4. Industrialización de Harina de Yuca

Con 1 000 kg de yuca fresca se pueden obtener 280 Kg de harina o 230 Kg de almidón o 350 Kg de trozos secos o 170 litros de alcohol. Una forma de preservar la yuca fresca es picarla, secarla y molerla para ser incorporada en los alimentos concentrados para aves, camarones, cerdo y ganado lechero (tabla 3). También la harina de yuca se puede utilizar para la industria de alimentos (Alnicolsa, 2014).

El potencial de mercado de la harina de yuca para uso en productos alimenticios diferentes al pan, ha creado la necesidad de evaluar sistemas para producir harinas a partir del procesamiento de las raíces. La yuca puede convertirse en una harina de alta calidad para utilizarse como substituto de harina de trigo, maíz y arroz, entre otros en formulaciones de alimentos tales como pan, pasta, mezclas,

etc., según se muestra la tabla 3. También se puede utilizar la yuca para la producción de espesante y extensor de sopas deshidratadas, condimentos, papilla para bebé y dulces (Alnicolsa, 2014)

Tabla 3. Alimentos en los que se puede utilizar la yuca.

Alimento	Materia Prima substituida	Nivel de Substitución	Ventajas de Harina de yuca
Galletas	Harinas de trigo	10 %	Más crocante
Carnes procesadas	Harina de trigo - Almidón agrio de yuca	100 %	Mejor absorción de agua
Pan Harina de trigo	Almidón agrio de yuca	3 -20 %	Menor costo - Mejor sabor
Condimentos	Harina de trigo Harina de maíz	50 -100 %	Menor costo
Pastas de bajo costo	Harina de arroz - Harina de maíz	20 - 35 %	Menor costo
Dulces de leche y frutas	Harina de arroz Almidón de maíz	50 -100 %	Más brillante - Mejor sabor

Fuente: Tomado de Alnicolsa (2014).

2.5. Papa china (Colocasia esculenta).

La papa china (*Colocasia esculenta*), conocida como; malanga, taro, ocumo chino en dependencia al lugar donde se encuentre pertenece a la familia aráceae, sus tubérculos, hojas y peciolos son comestibles tanto para el hombre así como también para los animales), es fácil de cultivar y muy resistente al ataque de

plagas y enfermedades, sus tubérculos pueden ser fácilmente almacenados en el suelo sin sufrir daños (Caicedo *et al*. 2013).

FIGURA 1: FOTOGRAFIA DE LA PAPA CHINA



Fuente: Tomado de (Survival food plants, 2011)

2.5.1. Origen e importancia

Papa china (*Colocasia esculenta*) conocida también por sus nombres comunes como: taro, cocoyanes y malanguey en distintos países. La extensión de la zona de origen está todavía en discusión, la mayoría de los autores coinciden que se sitúa en el nordeste de la India y sudeste de Asia, se extiende a Australia y Nueva Guinea, existiendo en estos lugares poblaciones silvestres. La introducción en América sucedió poco después de la llegada de los colonizadores europeos (Armas, 2012).

Esta planta se propaga en cultivo solo por materiales vegetativos, son los que se forma una plata herbácea, constituida por un cormo simple o ramificado de cuya parte superior brotan de 10 a 20 hojas formando una macolla; del ápice del cormo brotan también las inflorescencias. El material de siembra más corriente es trozos

de la planta formados por la porción terminal del cormo y las bases arrolladas a las hojas.

El cormo o tallo subterráneo es un órgano de reserva y multiplicación, según el clon la forma varia de cilíndrica hasta casi esférica, en ciertos clones el cormo central es comestible. Estas contienen principalmente almidón en granos esféricos de tamaño muy uniforme, de cuatro a 7 micras de diámetro. Estas características del almidón y el contenido de minerales y vitaminas hacen de los cormos una fuente de alimentos nutritivos y de alta digestibilidad (León, 2000).

2.5.2. Valor Nutricional y composición química

El almidón es el principal componente almacenado en el cormo de la papachina, cuya fracción está compuesta por un elevado contenido de calcio y fósforo. Los datos de la composición nutricional se deben interpretar por 100 g de la porción comestible en la tabla 4 (Funiber, 2014).

Tabla 4. Composición nutricional en 100 g de porción comestible

Nutrientes	Cantidad
Energía (kcal)	101
Proteína (g)	2.20
Grasa Total (g)	0.20
Colesterol (mg)	-
Glúcidos (almidón) g	24.30
Fibra (g)	0.50
Calcio (mg)	35
Hierro (mg)	1.20
Vitamina C	7

Fuente: Tomado de (Funiber, 2014)

2.5.3. Industrialización de la papa china en el Ecuador

La papa china en el Ecuador ocupa una superficie de 419 hectáreas cultivadas en la cual la provincia de Pastaza cuenta con 100 hectáreas cultivadas con un alto consumo de este cormo. En la amazonia ecuatoriana, en los últimos años se observa un incremento del 10% anual de la superficie, debido al interés del mercado internacional especialmente de Centro América y de Asia.

En la amazonia ecuatoriana la papa china fue en un principio un cultivo de subsistencia donde las familias de las comunidades amazónicas la cultivaban en pocas cantidades para su consumo. Este producto ha venido ganando una gran importancia en cuanto a la utilización a escala industrial sobre todo en la obtención de harinas y la elaboración de subproductos como galletas, mezclas alimenticias, dietas para animales y *snacks* (Cámara de Agricultura de la Zona, 2010).

Actualmente en la provincia de Pastaza, Parroquia Teniente Hugo Ortiz, existe la asociación de productores de papachina, en la cual se lleva a cabo un proyecto conjuntamente con el MAGAP, que se enfoca a la producción, elaboración y comercialización de “Pachips” (MAGAP, 2014) .

2.6. Frejol (Phaseolus vulgaris)

2.6.1. Origen e Importancia

Según Hernández *et al.* (2013) entre los años 9000 y 5000 a. C. en diferentes partes del mundo se domesticaron diversas especies vegetales, entre ellas el frijol común *(Phaseolus vulgaris* L). Posteriormente, se han propuesto centros de origen y domesticación alternativos que trabajos sucesivos han ratificado o rectificado (Kwak *et al.,* 2009; Hernández *et al*. 2013).

Es una especie anual nativa de América perteneciente a la familia *fabaceae,* sus distintas variedades se cultivan en todo el mundo. Es una planta anual herbácea trepadora, de tallo pubescente cuando es adulta, de hojas compuestas de tres foliolos enteros, el fruto es una vaina con dos valvas las cuales provienen del

ovario comprimido donde posee numerosas semillas de forma arriñonada, provista de dos cotiledones (Agropecuarios, 2013).

La importancia radica en que constituye una de las principales fuentes de proteína y carbohidratos, ocupando el octavo lugar entre las leguminosas sembradas en el mundo (tabla 5). En algunos países el fréjol representa un alimento básico en su dieta diaria; en otros, es un acompañante de los alimentos y en algunos es utilizado como parte del proceso industrial (CORPEI, 2009)

2.6.2. Composición química

Tabla 5. Características nutricionales del frejol (por cada 100% de alimento crudo en peso neto).

Lípidos	Minerales	Vitaminas	Otros nutrientes
Grasas totales (g)	Calcio mg	Retinol mcg	Fibra g
1.80	228.00	1.00	4.70
Colesterol mg	Fosforo mg	Ácido ascórbico	Humedad %
0.00	407.00	0.00	7.90
Saturados totales	Hierro mg	Tiamina mg	Proteínas g
0.12	5.50	0.62	19.20
Mono insaturados(oléicos)	Magnesio mg	Riboflavina mg	Hidratos de C. g
0.06	140.00	0.14	61.50
Polinsaturados(linoléicos)	Sodio	Niacina mg	Energía Kcal
0.18	24.00	1.70	332.00
	Potasio mg	Piridoxina mg	Porción Comestible
	1,406.00	0.40	100%

Fuente: Tomado de Instituto Nacional de Nutrición Ed. Pax México (1996).

2.6.3. Industrialización del frejol

La demanda de productos agroindustriales depende de factores culturales; de los gustos y preferencias de los consumidores, los cuales en parte están determinados por elementos demográficos. Las dietas y hábitos alimenticios de los consumidores, se ven influidas, en gran medida, por el lugar de residencia, el trabajo físico, la edad del consumidor, la salud física, el clima, etc. Además, por el poder adquisitivo del consumidor, influyendo todos los factores en la competitividad de las cadenas agroalimentarias (Alvarado, 2012).

Actualmente, en el Ecuador se realiza pruebas para la industria de enlatado, para la elaboración de harinas, con líneas mejoradas y variedades obtenidas por el INIAP (INIAP, 2010).

2.7. Nutrición y alimentación

Los términos de alimentación y nutrición son dos procesos que, aunque estén íntimamente ligados, son diferentes en muchos aspectos. Los alimentos son sustancias que se ingieren para subsistir. De ellos se obtiene los elementos químicos que componen el organismo, excepto la parte de oxígeno tomado de la respiración. La alimentación es la ingesta o aporte de alimentos en el organismo humano. Son una serie de sustancias contenidas en los alimentos que componen la dieta, las que son imprescindibles para completar la nutrición (Fernández, 2003).

Una adecuada alimentación no implica solamente ingerir los niveles apropiados de cada uno de los nutrientes, sino obtenerlos en un balance adecuado. Los nutrientes son sustancias presentes en los alimentos que son necesarios para el crecimiento, reparación y mantenimiento del organismo. Estos se dividen en energéticos y estructurales (grasas, carbohidratos, proteínas) y no energéticos (agua, vitaminas y minerales) (Fernández, 2003).

2.8. Requerimientos nutricionales en niños de edad pre-escolar

La nutrición depende en gran parte de los hábitos alimentarios que le inculquen los padres a sus hijos, pero también está muy influenciada por factores patológicos, ambientales, fisiopatológicos y socioculturales. (Hernández *et al*. 2010)

Se entiende por necesidad nutricional, la cantidad de energía que el niño necesita para cubrir las necesidades básicas, es decir, la ingesta diaria de todos los micronutrientes (minerales y vitaminas) y macronutrientes (hidratos de carbono, proteínas y grasas) en su justa medida, es decir, se debe dar un equilibrio entre la ingesta y el gasto para que se produzca un crecimiento físico y psíquico adecuado al grupo de edad y reducir y prevenir enfermedades específicas (Hernández *et al*., 2010)

Se debe repartir la energía a lo largo de todo el día en varias ingestas. Las recomendables son 4 momentos y esto podría ser un ejemplo de porcentajes:

- Hidratos de carbono: 60 %
- Grasas: 25 %
- Proteínas: 15%

Así se consigue el reparto del 100 % de la energía.

Para conseguir una alimentación óptima se debe controlar que:

- La grasa total sea < 30% de la energía total.
- La grasa saturada sea < 1/3 de la grasa total.
- El colesterol total sea < 300mg/ día.
- El sodio sea < 2400 mg/día.

La variedad de alimentos debe ser mayor de 16 alimentos distintos en tres días. El consumo de alimentos debe ser repartido en cuatro ingestas, teniendo en cuenta que en las comidas principales la ingesta debe ser mayor:

- Desayuno 25%
- Comida de mediodía 30%
- Merienda 15%
- Cena 30%

Dependiendo de la edad y del sexo se necesita más o menos energía**.** Las necesidades energéticas por edad y sexo se muestran en la figura 2.

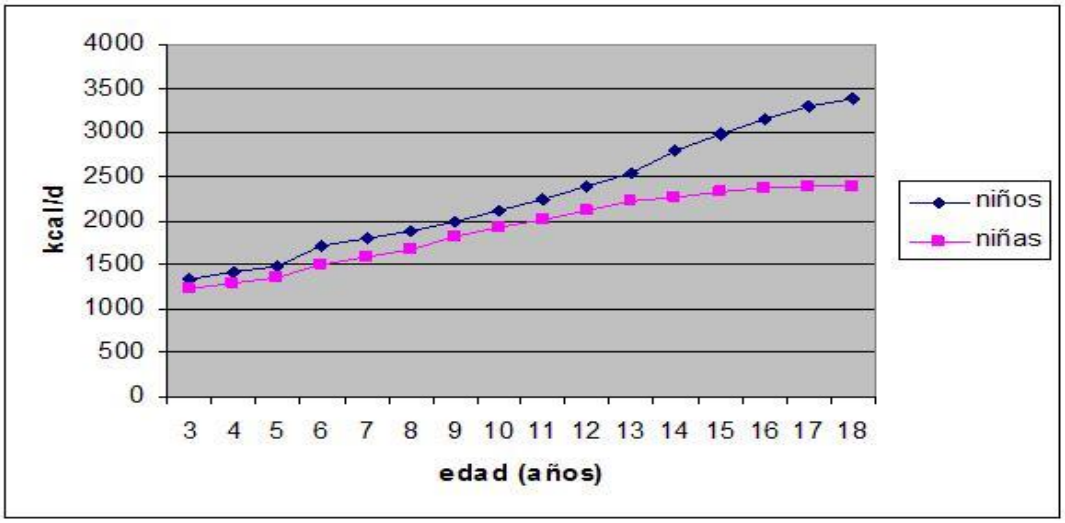


Figura 2. Necesidades energéticas por edad y sexo.

Por lo general, los niños necesitan más energía que las niñas y conforme transcurre el crecimiento necesitan ingerir más alimento (tabla 6). Para expresar las cifras con mayor claridad, se toma como referencia las recomendaciones de ingesta de energía y de proteínas al día de la Academia Americana de Medición (DRI), establecidas en 2002 (Díez-Gañán *et al.* 2007; Hernández *et al.* 2010)

Tabla 6. Ingesta de energía y proteína al día

Categorías	Edad	Energía Kcal/día Kcal/Kg/día		g/día	Proteínas g/Kg/día
niños/niñas	0-6 meses	650	108	14	2,3
	6 m-1 año	950	105	20	1,6
	1 – 4 años	1250	100	23	1,2
	4 – 6 años	1700	90	30	1,1
	6 –10 años	2000	70	36	1,0
Niños	10-13 años	2450	55	43	1.0
	13-16 años	2750	45	54	0,9
	16-20 años	3000	40	56	0,8
Niñas	10-13 años	2300	47	41	1,0
	13-16 años	2500	40	45	0,8
	16-20 años	2300	38	43	0,8

Fuente: Tomado de (Hernández *et al.* 2010) Academia Americana de Medición (DRI), establecidas en 2002.

2.9. Valor corregido de digestibilidad de aminoácidos en proteínas (PDCAS)

El escore de una proteína refleja su contenido Aminoácidos esenciales en comparación con la proteína ideal. Sin embargo, cuando se necesita conocer la utilización de los Aminoácidos esenciales en el organismo es necesario realizar la

corrección del valor de escore según la digestibilidad proteica (Suárez *et al.* 2006).

El valor biológico de una proteína depende fundamentalmente de su composición en aminoácidos indispensables (tabla 7). Conocida ésta es posible predecir, dentro de ciertas limitaciones, su comportamiento en el organismo; para ello solo es necesario contar con un adecuado patrón de comparación. El problema fundamental para seleccionar un patrón reside en que el valor biológico de una proteína no es constante, sino que depende de una serie de variables entre las que se encuentran la especie, edad y el estado fisiológico (Suárez *et al*. 2006).

Tabla 7. Patrón de aminoácidos propuestos para niños >1 años y adultos

Patrón de aminoácidos propuesto para niños > a 1 año y adultos.	
Aminoácidos	**(mg/g proteína)**
Histidina	18
Isoleucina	25
Leucina	55
Lisina	51
Metionina + Cisteína	25
Fenilalanina + Tirosina	47
Treonina	27
Triptófano	7
Valina	32

Fuente: Tomado de (Suárez *et al.* 2006). Institute of Medicine, National Academy of Sciencies 2002.

El PDCAAS se calculó en cada caso multiplicando el dato de escore por la cifra de digestibilidad proteica.

PDCAAS = escore x digestibilidad

La digestibilidad de las proteínas que se obtuvo de los valores publicados por la FAO en 1985, y en el caso de las frutas secas se utilizó el valor propuesto por Villarroel y colaboradores. Se incluyeron en el estudio aquellos alimentos de consumo habitual en la alimentación y se pudo obtener la totalidad de información sobre el contenido de aminoácidos. Los valores se expresaron por alimento y como promedios en lácteos, carnes, hortalizas, frutas frescas, frutas secas, cereales y derivados y legumbres (Suárez *et al.* 2006).

2.9.1. Método del cómputo químico

Es el método que consiste en adicionar a una proteína en otras proteínas en cantidades necesarias para complementar las deficiencias de aminoácidos esenciales de la primera (Quishpe, 2012).

2.9.2. Aplicación del método de cómputo químico

Es la descripción de la metodología para explicar con un ejemplo práctico la aplicación del método de cómputo químico o score químico, se ha empleado la técnica del cálculo matemático, fundamentado en el balance de aminoácidos esenciales contenidos en las proteínas con el propósito de obtener cifras semejantes o proximales a las de la composición de la proteína de referencia propuesta por el Comité Mixto FAO/OMS 1973, la cual se muestra en la tabla 8. La amplia distribución de la histidina en los alimentos programados permite omitir su estimación, si se considera este aminoácido esencial para el niño (Quishpe, 2012).

Tabla 8. Patrón de aminoácidos esenciales para determinar el cómputo químico.

Aminoácidos **g/100g/Prot.**	**Combinación** **mg/g/Prot**		**Propuesta** **mg/g de Nit.**
Isoleucina	4.0	40	250
Leucina	7.0	70	440
Lisina	5.5	55	340
Metionina + Cistina	3.5	35	220
Fenilalanina + Tirosina	6.0	60	380
Treonina	4.0	40	250
Triptófano	1.0	10	60
Valina	5.0	50	310
TOTAL	36.0	360	2250

Fuente: Tomada de la FAO/OMS (1973)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

El trabajo experimental se realizó en los Laboratorios de Química, Bromatología y Agroindustria de la Universidad Estatal Amazónica, ubicada en el Km 2 ½ vía Napo (Paso Lateral), Cantón Puyo, Parroquia Puyo, Provincia de Pastaza. La investigación se desarrolló en un tiempo estimado de 120 días, donde se dio cumplimiento a los objetivos señalados anteriormente.

3.2. Condiciones meteorológicas

La Provincia de Pastaza, con su capital Puyo se encuentra ubicada en la Amazonía Ecuatoriana. Está situada a 950 msnm, a una latitud de 01º30' y una longitud de 77º56'. La extensión de la provincia es de 29 520 Km^2, los límites al Norte son con la Provincia de Napo y Orellana, al Sur con Morona Santiago, al este con Perú y al oeste con Tungurahua. El clima es cálido-húmedo con una temperatura entre los 18 ºC y 23 ºC y las precipitaciones son alrededor de 4 500 mm por año (INAMHI, 2012).

3.3. Materiales y Equipos

3.3.1. Los materiales, equipos e insumos utilizados en los experimentos se detallan a continuación:

3.3.2. Materiales:

Vasos de precipitación, varilla de agitación, Erlenmeyer, reverbero, termómetro, probeta, pH metro, tamices, pipetas, papel filtro, bandejas y picetas.

3.3.3. Materias primas e insumos:

Harina de yuca, harina de papachina y harina de fréjol.

3.3.4. Equipos:

Balanza digital, equipo Soxleth, equipo Kjeldahl, mufla, estufa, tamizador, centrífuga, desecador y molino.

3.4. Factores de estudio

3.4.1. Variables independientes:

Tres mezclas alimenticias a partir de harina de papa china (*colocasia esculenta*) y harina yuca (*manihot esculenta*) con adición de harina de fréjol (*phaseolus vulgaris).*

3.4.2. Variables respuesta:

Calidad nutricional de las mezclas: propiedades físico químicas, perfil aminoacídico y vida útil de las mezclas, tabla 9.

Tabla 9. Esquema del experimento.

Tubérculo	Leguminosa	Mezcla 2:1	Mezcla 1:1	Mezcla 1:2
YUCA	Frejol	YF11	YF21	YF31
		YF12	YF22	YF32
PAPA CHINA	Frejol	PCF11	PCF21	PCF31
		PCF12	PCF22	PCF32

Fuente: Elaboración Propia **Y:** yuca **F:** fréjol **PC:** papa china

3.5. Mediciones experimentales

3.5.1. Obtención de las harinas de papa china, yuca y fréjol y manejo del experimento

Materia Prima: En esta etapa, se llevó a cabo una inspección visual de la materia prima, y se determinó el peso de la misma para establecer parámetros de rendimiento.

Para la obtención de las harinas, la materia prima se adquirió en el mercado local de la ciudad de Puyo, una vez obtenido éstas se procedió a realizar la selección y el pelado manual de la yuca y papa china, inmediatamente se realizó el lavado y la eliminación de la suciedad e impurezas.

En el lavado de la papa china se sumergió en agua con ácido cítrico al 2% con el fin de evitar el pardeamiento enzimático. En el pelado se realizó la eliminación de las cáscaras de yuca y papa china. Para la obtención de la harina de fréjol se realizó la selección y el lavado de la misma para luego secarla y triturarla.

Especificaciones físicas

Previo a realizar el secado de las materias primas para el posterior molido se tomaron los pesos de cada uno de ellas para registrar el rendimiento mediante balanza digital, después del molido se registraron los pesos de cada una de las harinas. Se realizó la determinación de humedad con la norma ecuatoriana INEN 518 1980-12 perdida por calentamiento hasta obtener el peso constante.

La acidez se realizó mediante Norma INEN 521 1980-12 volumétricamente se determinó con NaOH al 0.02 N, el pH fue medido mediante normas AOAC (1995) con potenciómetro calibrado, tanto de las harinas individuales como de las respectivas mezclas para verificar cambios una vez terminada el tiempo de conservación a temperatura ambiente.

Para la evaluación de las mezclas alimenticias tanto los análisis fisicoquímicos, bromatológicos y microbiológicos se realizaron, desde un principio todo el proceso desde la extracción de harinas de papa china, yuca y fréjol con el fin de obtener datos de rendimiento y propiedades fisicoquímicas de las mismas.

El secado de cada una de las materias primas (frejol, yuca y papa china) se realizó a 35º C por tiempos de 60, 120, 180 y 240 minutos con un diámetro de la yuca y papa china de 3 mm, para obtener la humedad adecuada de las mismas.

Segundo lavado: La operación del lavado tiene la finalidad de separar o eliminar los contaminantes efectivamente dejando la superficie en condiciones deseadas y evitar la contaminación.

El sistema de lavado se realizó mediante chorros de agua a presión para obtener mejores resultados y una vez lavado se sometió la papa china en inmersión con ácido cítrico 7 g por kilogramo de peso para evitar el pardeamiento enzimático. Una vez obtenido todas las materias primas se procedió al pesado en una balanza

digital con el fin de que cada muestra contenga los porcentajes adecuados de cada una de ellas con fin de observar el rendimiento en harinas.

El secado se realizó en una estufa a 35°C durante 4 horas de manera individual tanto la papa china como la de yuca. El frejol se obtuvo seco y se también se realizó un previo secado a 35º C por cuatro horas efectuando así la molienda en seco eliminando impurezas presentes.

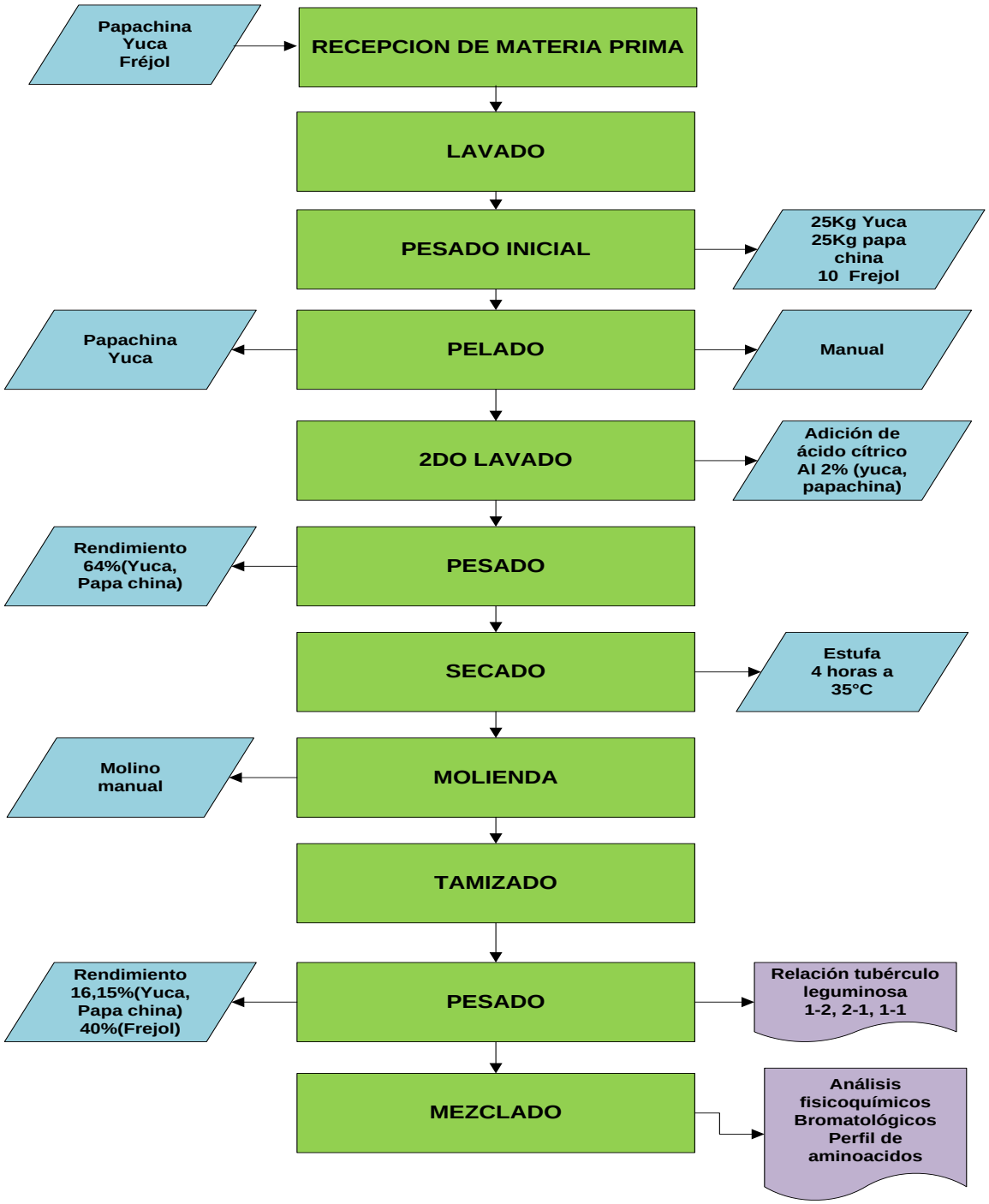
La molienda se realizó mediante un molino en las que se trituró la papa china, el fréjol y la yuca de forma individual y realizando la limpieza del molino una vez utilizado para cada una de las materias primas.

Tamizado: Una vez obtenido las harinas se procedió a realizar el tamizado mediante tamices de N° 20, 40, 50, 70, 80 y 100 con la finalidad de obtener la granulometría uniforme.

Formulación y pesado: Se realizaron formulaciones y se pesaron de acuerdo a lo establecido en el diseño experimental cada una de las harinas (yuca, papa china y fréjol) en relaciones de 2:1,1:1 y 2:1 de las muestras.

Mezclado: En este proceso se realizaron las mezclas con los respectivos pesos de cada una de las harinas, de estas mezclas se tomaron muestras para poder efectuar los análisis proximales, el perfil de aminoácidos y los análisis microbiológicos.

Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de las harinas



Fuente: Elaboración propia

3.6. Análisis bromatológico

Harinas: Estos análisis se realizaron previo a la elaboración de las mezclas con el fin de obtener datos y compararlos con los de la bibliografía conociendo así con que tipo se materia prima vamos a trabajar. Se determinaron los porcientos de materia seca, proteínas, fibra, grasa, ceniza, calcio y fósforo (AOAC,1995). Anexo 1

- **Mezclas alimenticias de harinas:** Al igual que las harinas individuales para el respectivo estudio los análisis proximales de las diferentes mezclas se realizaron con la metodología basada en las normas INEN. , ver anexo 1
- Harinas de origen vegetal determinación de la proteína INEN 519 1980-12.
- Harinas de origen vegetal determinación de grasa INEN 523 1980-12.
- Harinas de origen vegetal determinación de fibra INEN 522 1980-12.
- Harinas de origen vegetal determinación de humedad INEN 518 1980-12.
- Harinas de origen vegetal determinación de ceniza INEN 520 1980-12

3.7. Determinación de perfil de aminoácidos.

La determinación del perfil de aminoácidos se realizó mediante el método de score químico o computo aminoacídico (CA) efectuando una comparación para cada aminoácido de la proteína de referencia o patrón de la FAO (Suárez *et al*. 2006). Mediante la siguiente fórmula.

$$C.A = \frac{\text{MG. AAE. Mezcla}}{\text{MG. AAE. Proteina Patrón}}$$

3.8. Determinación de propiedades físicas (Alvis et al. 2011).

3.8.1. Determinación de pH

El pH de las mezclas se realizaron mediante la metodología AOAC (1995) con un potenciómetro donde se tomaron 10 gramos de la mezcla y se hidrató con 35 ml de agua destilada se dejó reposar por 20 minutos y luego se procedió a la lectura.

3.8.2. Determinación de acidez titulable

La acidez titulable se determinó mediante la metodología de la norma INEN 521 1980-12 en harinas de origen vegetal. Se tomaron 5 gramos de mezcla la cual se transfirió en un matraz Erlenmeyer de 100 ml, se agregó 50 ml de alcohol neutralizado al 90%, seguidamente se dejó reposar por 24 horas y mediante un indicador se tituló con NaOH al 0.02 N.

3.8.3. Distribución de tamaño de partícula

Para calcular la distribución del tamaño de partícula se utilizó un juego de tamices Nº 20, 40, 70, 80, y 100, se colocó 300 gramos de mezcla en la parte superior de los tamices ubicando éstas en un rotador. Después de someter a agitación durante 10 minutos, se separó las harinas con la ayuda de una brocha y se pesaron las fracciones retenidas en cada malla. La distribución de las partículas obtenidas se reportó como el porciento de retención en cada tamiz en base a la muestra inicial de harina, como se indica a continuación.

$$\boldsymbol{DTP}\ (\%) = \frac{\boldsymbol{g\ retenidos\ en\ cada\ malla}}{\boldsymbol{muestra\ inicial\ de\ harina}}$$

3.8.4. Índice de tamaño de partícula

El (ITP) fue obtenido de mediante la metodología descrita por Bedolla y Rooney (1984), con algunas modificaciones, que consiste en la sumatoria total de cada una de los productos del factor malla por el % retenido, mediante la siguiente formula:

$ITP = \sum[(\text{Factor de \# malla}_i)(\%DTP_i) + \ldots\ldots + (\text{Factor de \# Malla}_n)(\%DTP_n]$

Dónde: Cada factor utilizado depende del número de serie de tamices U.S (0.2 malla # 20; 0.4 malla # 40; 0.8 malla # 80; 1.0 malla # 100 y fondo) y el porcentaje de retención de cada malla es obtenido como se menciona en el análisis de distribución de tamaño de partícula.

3.8.5. Viscosidad

La viscosidad de las mezclas fueron realizados adoptando la técnica usada por (ISI, 200) del boletín de servicios agrícolas de la FAO, de forma manual. Ver Anexo 2

3.9. Análisis microbiológicos (Benítez et al. 2008).

Los análisis microbiológicos correspondientes se realizaron en laboratorios AVVE tales como: Coliformes totales, aerobios mesófilos, levaduras y mohos, bajo las siguientes normas: Anexo 3

- Aerobios mesófilos MME M01(AOAC 19th 96623)
- Levaduras y mohos MME M05 (AOAC 19th 99702)
- Coliformes totales MME M03 (AOAC 19th 99114)

3.10. Análisis económico.

3.10.1. Beneficio/costo

El costo económico para la presente investigación se consideró el análisis de costo/beneficio el mismo que se puede observar en el anexo 4, en el cuál se determinó los costos de producción para la elaboración de 1 kg de mezcla con las diferentes relaciones (20-80,50-50 y 80-20) de harina. Una vez obtenido los datos se realizó el análisis de costo unitario de 500 gr y 100 gr

respectivamente. Para determinar el costo /beneficio de las muestras se dividió el beneficio para el costo.

3.11. Diseño experimental

El diseño experimental que se aplicó en la presente investigación fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) para 2 tubérculos con 1 leguminosas y 3 relaciones tubérculo: leguminosa con 2 repeticiones por combinación (2 x 1 x 3 x 2)

Se realizó según el Modelo Lineal Aditivo que se presenta a continuación:

$Yijk = \mu + \alpha i + \beta j + \gamma k + \alpha i\beta j + \alpha i\gamma k + \beta j\gamma k + \alpha i\beta j\gamma k + \in ijk;$

Dónde:

Yijk : Valor estimado de la variable

μ : Media general

αi : Efecto del tipo de tubérculo

βj : Efecto del tipo de Leguminosa

γk : Efecto de la Relación Tubérculo : Leguminosa.

$\alpha i\beta j$: Efecto de la interacción Tubérculo x Leguminosa

$\alpha i\gamma k$: Efecto de la interacción Tubérculo x Relación

$\beta j\gamma k$: Efecto de la interacción Leguminosa x Relación

$\alpha i\beta j\gamma k$: Efecto de la Interacción Tubérculo x Leguminosa x Relación

$\in ijk$: Error Experimental

3.12. Análisis estadístico

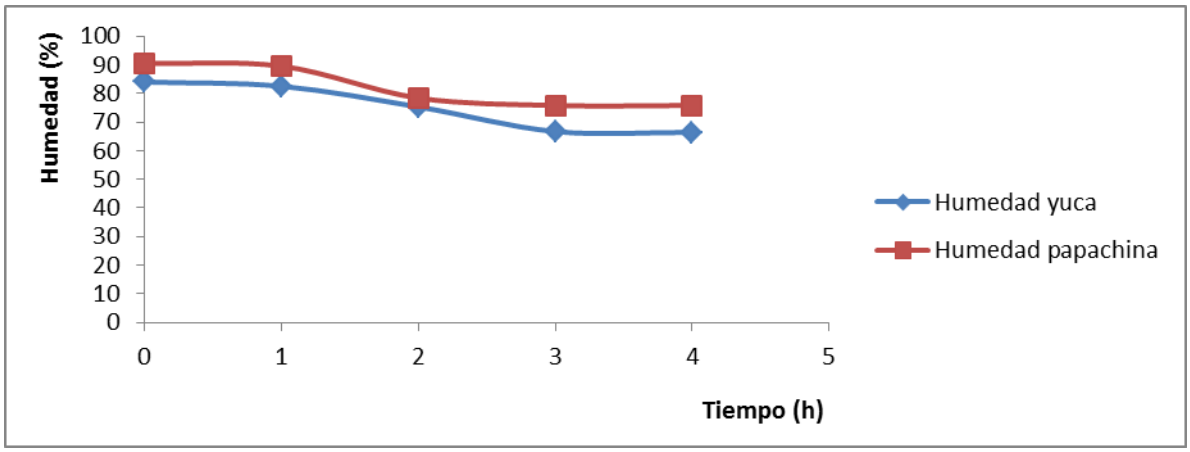
Se utilizó la estadística descriptiva. Los análisis estadísticos de las variables en estudio se realizaron mediante el programa infostat versión estudiantil mediante un análisis de varianza en función de los tratamientos propuestos donde la separación de medias se realizó utilizando la prueba de Diferencia Significativa Honesta de “Tukey”, propuesto por Tukey (1952). Prueba de Tukey ($P<0.05$) para

separación de medias por factores y para las interacciones y análisis de correlación y regresión simple y múltiple.

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1. Análisis bromatológico a las materias primas

El análisis bromatológico de las materias primas utilizadas para elaborar las harinas (yuca, papa china y fréjol) se presenta a continuación. Primeramente, los resultados de las curvas de secado se observan en la figuras 4. Los contenidos de humedad en la yuca van disminuyendo con el aumento del tiempo de secado obteniéndose una humedad del 66,4% a 35°C al cabo de las 4 horas y un espesor de 3mm, lo cual permitió un molido adecuado. En el secado de la papa china la humedad disminuyó también, bajo esas mismas condiciones, en el mismo tiempo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Resultados del secado previo para la molida de la yuca y la papa china a 35°C.

En el caso de la harina de fréjol, la materia prima se compró y aun así mantenía un porcentaje de humedad, por ello también se sometió a un previo secado

durante cuatro horas a 35°C. Para esta harina, al culminar las cuatro horas se obtuvo una humedad del 5%.

Como se puede apreciar en tabla 10, de los análisis proximales, se observa que los dos tubérculos tanto la yuca como la papa china tienen bajos porcentajes de proteína, por ello se previó realizar mezclas con harina de fréjol con el fin de complementar el déficit proteico con una leguminosa que contiene altos porcentajes de proteína y así obtener mezclas con una calidad nutricional elevada.

Tabla 10. Análisis proximales de las materias primas (yuca, papa china, fréjol).

Materia prima%	Materia seca %	Ceniza%	Proteína%	Fibra%	Grasa%	^{0} brix
Yuca	93,86	2,59	1,90	1,35	0,17	**6.9**
Papa China	87,95	5,47	5,43	2,20	0,73	**7.2**
Frejol	89,51	4,26	21,90	1,49	1,36	**7.0**

Fuente: Elaboración propia

4.2. Análisis bromatológico a las mezclas de harinas (Olivera 2011).

En la tabla 11 se presenta una caracterización bromatológica de materia seca, humedad, cenizas, proteínas, grasa, fibra, calcio y fósforo, en las mezclas alimenticias. En relación con la materia seca se observan los mayores valores en la mezcla con dos porciones de harina de yuca y una de harina de frejol con 95,91%. Como era de esperar los niveles de humedad fueron menores en esa misma relación de harinas con un 4,09 %. Asimismo, los contenidos de cenizas muestran niveles bajos en esa relación de harinas con 1,85%. La proteína fue superior en la mezclas con mayores contenidos de frejol que son la que poseen

una porción de papa china o yuca y dos de frejol con valores de 21,67 y 21,13%. Los contenidos de grasa y de fibra fueron mayores en las mezclas elaboradas con harinas de yuca y de papa china. Por su parte, los contenidos de calcio no mostraron diferencia entre tratamientos, mientras los niveles de fósforo fueron superiores en las mezclas con cantidades mayores de harina de fréjol. Ver en Anexo 5

Tabla 11. Caracterización bromatológica de las mezclas alimenticias.

VARIABLES	RELACIÓN TUBÉRCULO : LEGUMINOSA						PROMEDIO	EE	PROB
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO	1ph-2fr	2ph-1fr	1ph-1fr	1yu-2fr	2yu-1fr	1yu-1fr			
Materia seca	93,01d	93,48d	94,21c	94,55c	95,91a	95,19b	94,39	0,1	<0,0001
Humedad	6,99a	6,52a	5,79b	5,45b	4,09d	4,81c	5,61	0,1	<0,0001
Ceniza	3,36a	1,66d	2,49c	3,4ª	1,85d	2,81b	2,60	0,06	<0,0001
Proteína	21,67a	6,64c	13,58b	21,13a	6,8c	13,55b	13,90	0,2	<0,0001
Grasa	1,04a	0,57b	0,44b	1,13ª	0,55b	0,69b	0,74	0,12	0,0088
Fibra	3,42a	1,73c	2,5b	3,4ª	1,53c	2,75b	2,56	0,14	0,0088
Calcio	0,04a	0,03a	0,05a	0,04ª	0,11a	0,05ª	0,05	0,04	0,6373
Fósforo	0,84a	0,64ab	0,4b	0,8ª	0,65ab	0,78ª	0,69	0,08	0,0128

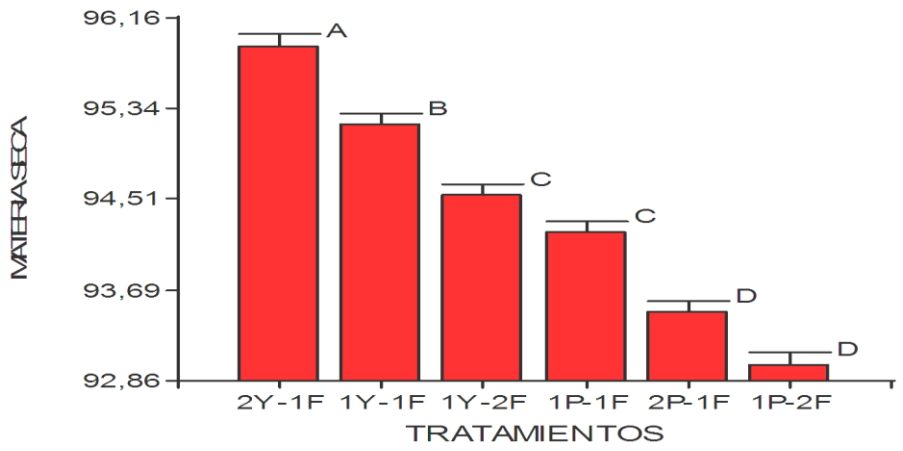
Fuente: Elaboración propia.

Prob>0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob<0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob<0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA

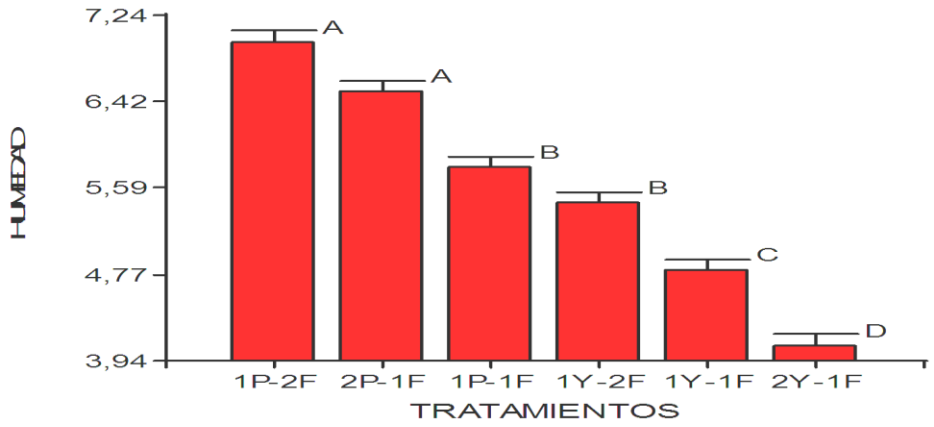
En la figura 5 se puede observar que el tratamiento con relación 2:1 (yuca:frejol) con 80 g de yuca y 40 g de fréjol tiene un mayor porcentaje de materia seca a diferencia de otros tratamientos que tienen una combinación papa china-fréjol ya que estas varían con 0.82 a 0.85 % de cada tratamiento.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Contenido de materia seca en diferentes mezclas de harinas.

En la figura 6 se observa que el tratamiento que contiene una proporción de 20% de papa china y 80% de fréjol arroja un porcentaje mayor de humedad, que sigue con la proporción 80-20 de papa china-fréjol, aunque éstas no tiene diferencias significativas, al igual que las de 50P-50F y 20Y-80F, siendo el tratamiento que contiene 80 de yuca y 20 de fréjol con menos porcentaje de humedad.

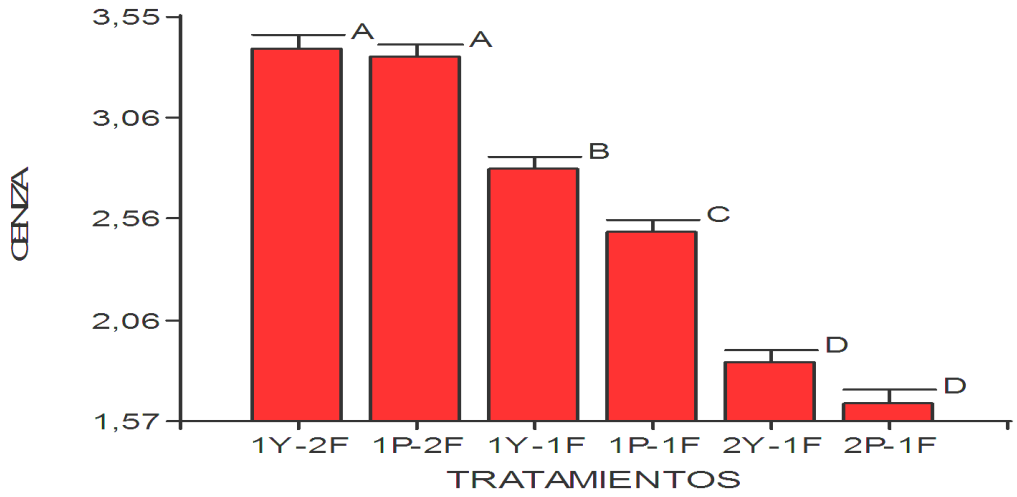


Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Contenido de humedad en diferentes mezclas de harinas.

En la figura 7 se observa que ambos tubérculos, tanto la yuca como la papa china, en proporción de 20% de ambos tubérculos y 80 % de leguminosa no tienen diferencias significativas, ya que las dos mezclas poseen un alto contenido en cenizas que va de 3,40 a 3,55%, esto puede deberse a que la harina de fréjol posee un mayor porcentaje de ceniza en su composición.

Mientras que los tratamientos que tienen mayor inclusión de harinas provenientes de tubérculos poseen menor cantidad de cenizas y entre ellas tampoco existen diferencias significativas, los tratamientos que tienen 50-50 en tubérculo-leguminosa si muestran diferencias significativas.



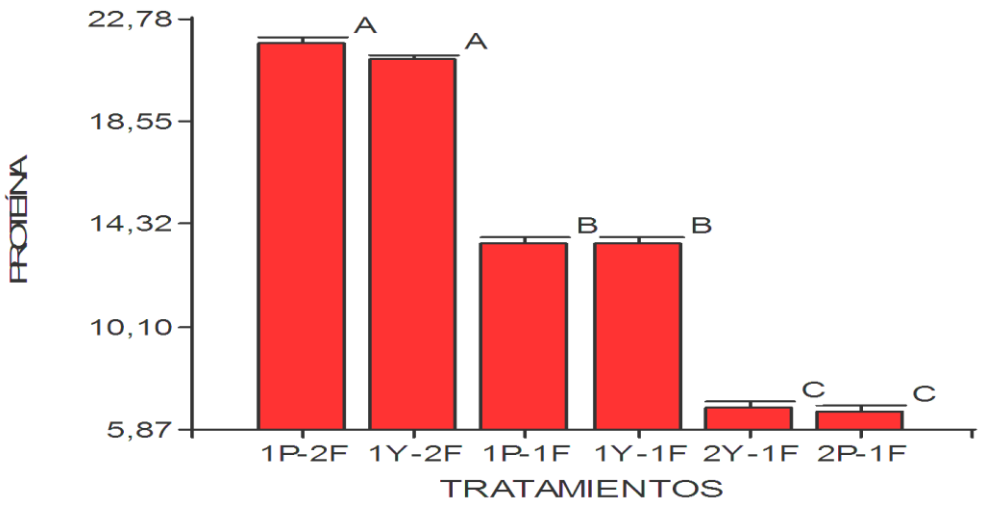
Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Contenido de ceniza en diferentes mezclas de harinas.

En cuanto el porcentaje de proteína de las mezclas en la figura 8 se observa que las mezclas que contienen una mayor cantidad de harina de fréjol son las que contienen un mayor porcentaje de proteína con un rango de 20 a 22,78 con respecto a tratamientos que contienen yuca y papa china.

Las mezclas que contienen 20% de harina de fréjol tienen un bajo porcentaje de proteínas y entre ellas no existe diferencias significativas. Las que tienen la

proporción 50-50 en ambos tubérculos tampoco presentan diferencias significativas como era de esperar.

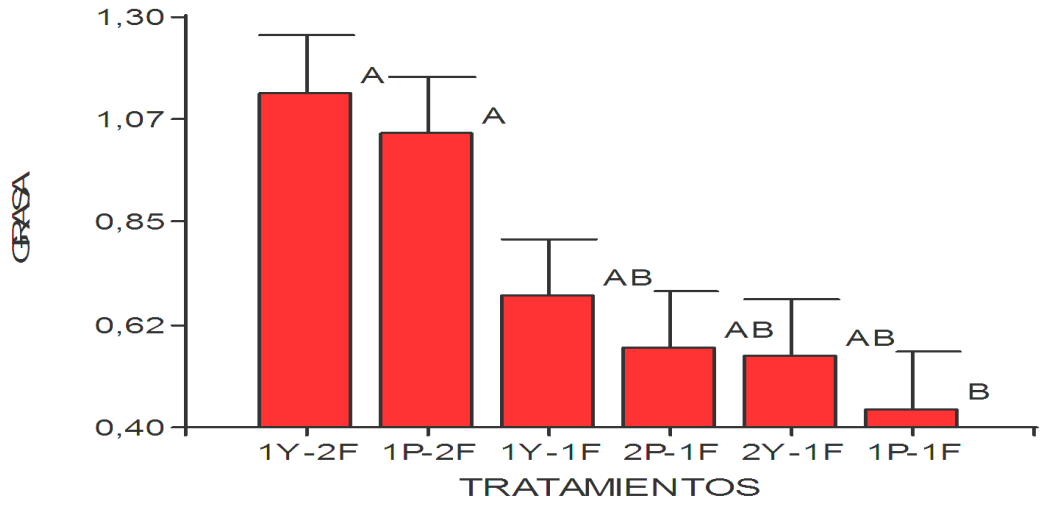


Fuente: Elaboración propia

Figura 8 Contenido de proteína en diferentes mezclas de harinas.

Con respecto al contenido de grasa de las mezclas alimenticias en la figura 9 se observa un nivel máximo en los tratamientos que tienen mayor porcentaje de harina de fréjol que son 20% de yuca y 80% de frejol y 20% de papa china y 80% de frejol.

En el tratamiento que contiene la proporción 50-50 de papa china y frejol la grasa es baja, esto puede deberse a que en la composición individual la harina de fréjol es la que contiene una mayor cantidad de grasa que los tubérculos. El fréjol pertenece a la familia de las leguminosas que acula mayor contenido de grasa.



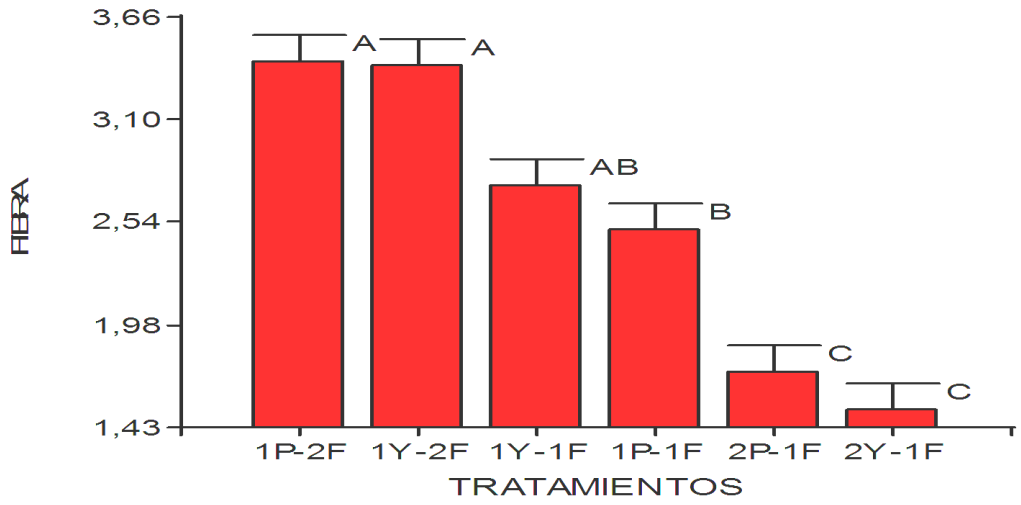
Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Contenido de grasa en diferentes mezclas de harinas.

En la figura 10 se observa un alto contenido en fibras en los tratamientos que contienen 80% de harina de frejol y 20 % de harina de yuca y de papa china. Entre los dos tratamientos no tienen diferencias significativas los que son 50%-50% tubérculo-leguminosa que están en valores medios que van desde 2,54 a 3% sin diferencias significativas.

Por último los tratamientos tanto de yuca como de papa china que contienen 20% de harina de fréjol no presentan diferencias significativas con valores bajos en fibras de 1,43 a 1,98%, respectivamente.

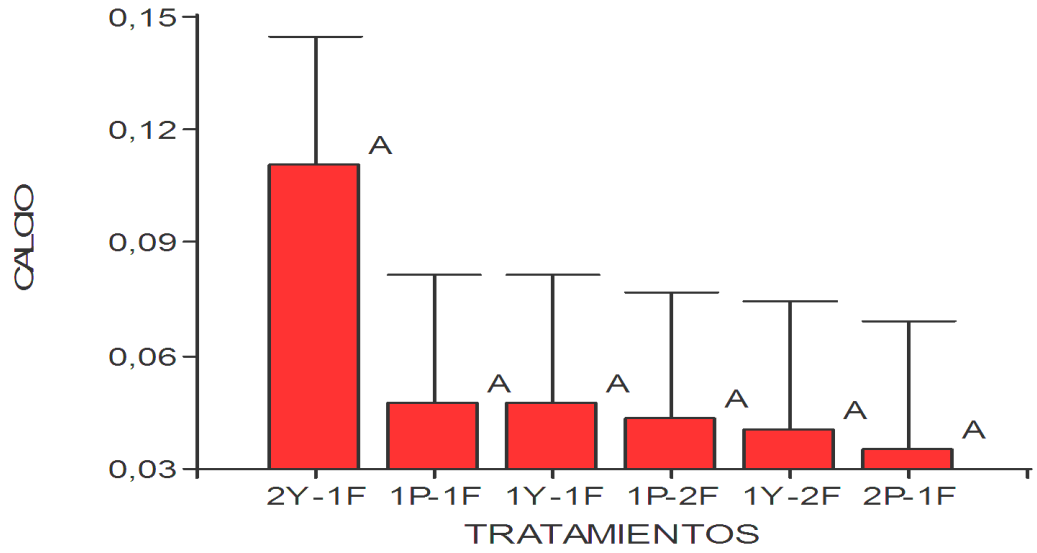
El contenido de fibra en el frejol, que es mucho mayor al de otras harinas tales como yuca y papa china que según Angamarca (2013) presenta valores de 1,2% y 3,5, estos datos corroboran los resultados de las mezclas con harina de fréjol con valor más alto de fibra.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Contenido de Fibra en diferentes mezclas de harinas.

En cuanto al calcio figura 11 se puede verificar que los tratamientos tanto de yuca como de la papa china, con mayor o menor cantidad de harina de frejol, no tienen diferencias significativas, sin embargo el tratamiento que contiene 80% de yuca y 20% de frejol contiene un porcentaje de 0,11 de calcio, siento el más alto con respecto a los demás tratamientos.

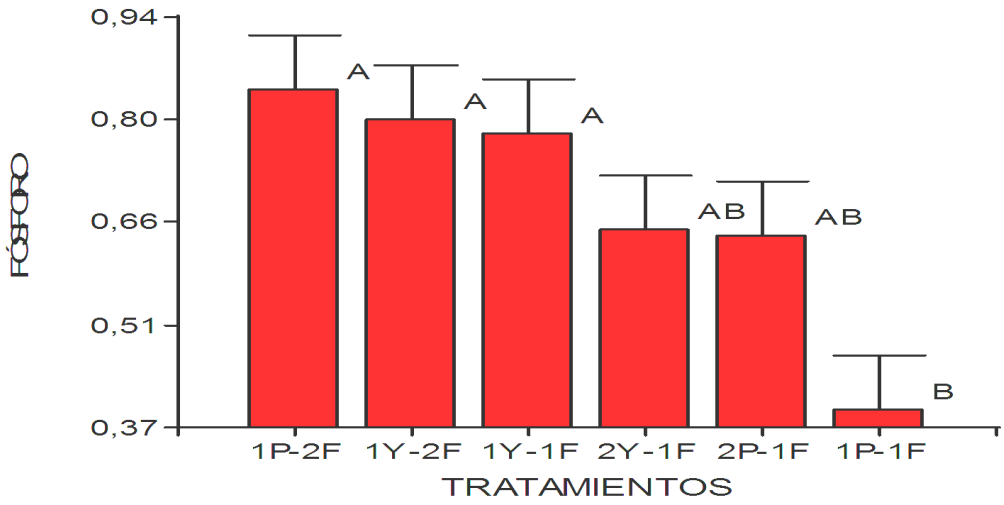


Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Contenido de calcio en diferentes mezclas de harinas.

En la figura 12 se observa el contenido de fósforo en los diferentes tratamientos. Aquellos que poseen mayores contenidos de fréjol muestran mayores nieles de fósforo y entre estos no existe diferencias significativas.

Los tratamientos que contienen 80% de yuca y 20% de frejol, así como 80% de papa china y 20% de frejol tampoco tienen diferencias significativas con valores medios de 0,51 a 0,66 % en fósforo, respectivamente. Por último, el tratamiento que contiene 50% de papa china y 50% de frejol tiene un menor porcentaje en fósforo con 0,40%, sin diferencias significativas entre ellos.

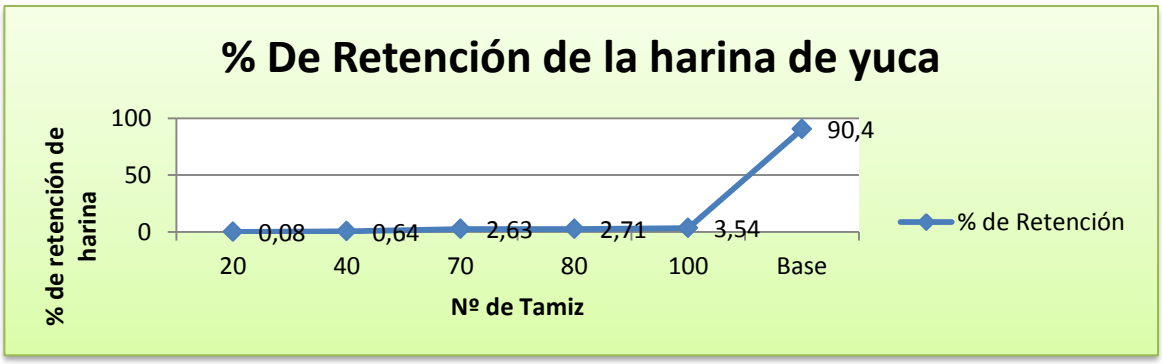


Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Contenido de fósforo en diferentes mezclas de harinas.

4.3. Granulometría de las harinas

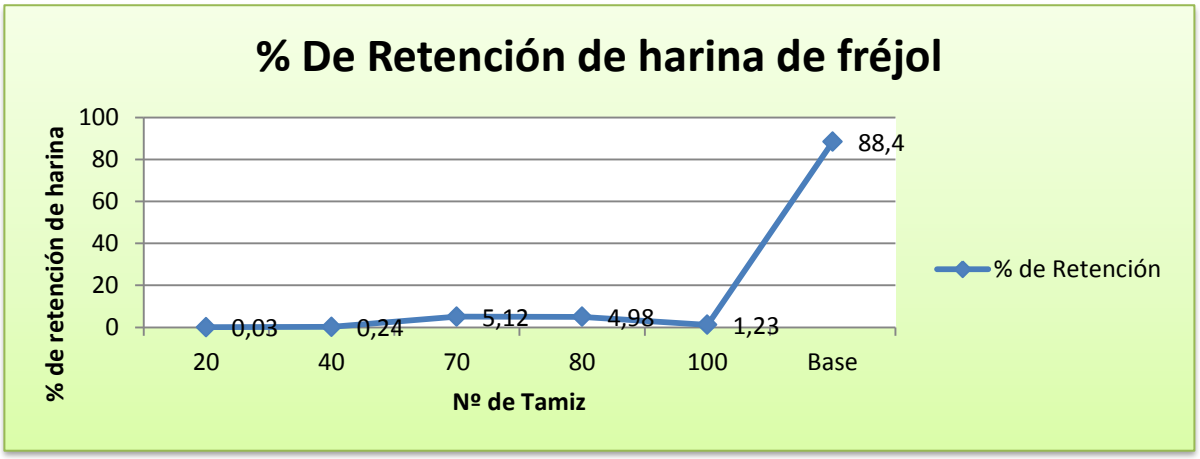
El tamizado de las harinas después de la molienda se efectuó mediante un aparato rotatorio y una serie de tamices de marca W.S TYLER. Los tamices usados fueron: Nº 20, 40, 70, 80 y 100 para tener uniformidad de cada una de las harinas ya que la Norma INEN 517 exige que el 95% de las partículas deben pasar la malla Nº 70 con apertura de 210 µm (0.210 mm).



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Distribución del tamaño de partícula de la harina de yuca.

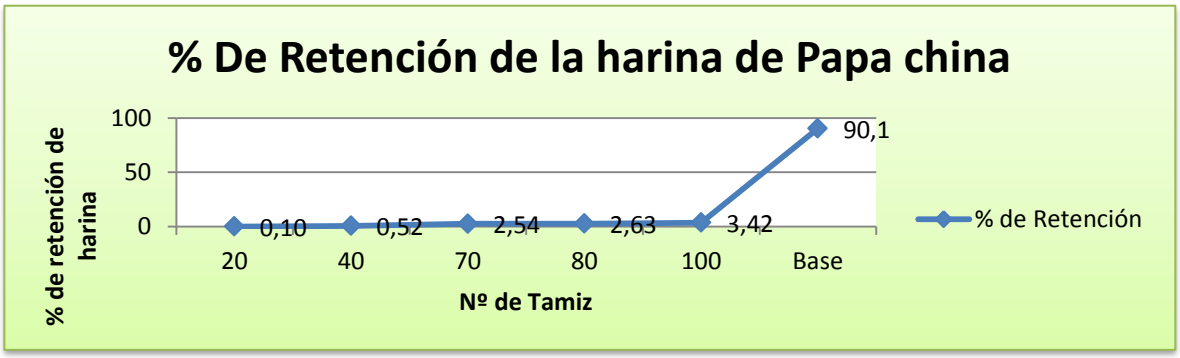
Mediante la figura 13 se puede considerar que la distribución del tamaño de partícula es uniforme porque en el tamiz Nº 70 se retiene solo el 2, 63%, lo que significa que ha pasado al siguiente tamiz un 96.65%. Por lo tanto se cumple con el requisito de tamaño de partícula establecido por la norma INEN 517.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Distribución de tamaño de partícula de la harina de fréjol.

En la figura 14 se puede observar que las partículas quedan más retenidas en el tamiz Nº 70, ya que pasa el 5,12% y se retiene el 94.61%, como resultado final se obtiene pasando por el tamiz Nº 100 el 88,4%, obteniendo así harinas de partículas uniformes factibles para realizar mezclas entre estas para determinar la calidad nutricional de las mismas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Distribución de tamaño de partícula de la harina de Papa china.

Como se puede observar en la figura 15 que el tamaño de la partícula es semejante, dado q que el tamiz N° 70 se retiene solo el 2,54% esto indica que en el siguiente tamiz a pasado 96,15% por lo que es requerido y verificable en la NORMA INEN 515.

4.4. Caracterización fisicoquímica de las mezclas alimenticias.

En cuanto a la variable pH de las mezclas alimenticias se observa que los tratamientos que contiene mezclas de yuca-fréjol en diferentes proporciones no tienen variación entre ellas en cuanto al pH, estos valores van de 6,12 a 6,16, mientras que las mezclas con otro tipo de tubérculo como es la papa china-frejol tienen diferencias significativas con las mezclas de yuca- frejol con un rango de pH de 6,72 a 6,74. Al igual que la mezcla anterior estas no tienen una mayor variabilidad, por ello no muestran diferencias estadísticas significativas.

En los valores de acidez titulable las mezclas, en general, muestran diferencias significativas de acuerdo al análisis de varianza a nivel de 5% ya que el tratamiento (Y1-F2) que contiene 20% de yuca y 80% de papa china tiene un mayor valor en cuanto al resto de las mezclas con 0,58 g de ácido sulfúrico. Siendo ésta la que se diferencia del resto de tratamientos.

La variable densidad aparente de las diferentes mezclas presentó diferencias significativas ($p<0,05$), de acuerdo al tipo de tubérculo la combinación papa china-frejol no tuvo diferencias significativas entre las diferentes proporciones en las mezclas siendo estos valores de 0.82, 0.83, 0.82 g/cm^3. Sin embargo, en la combinación yuca-papa china si hubo una variabilidad entre los tratamientos las cuales van de 0,83, 0,84 y 0,93 g/cm^3, respectivamente.

La variable distribución de tamaño de partícula presentó diferencias significativas de acuerdo ($p<0,05$), los tratamientos que tienen una combinación papa china-fréjol, en sus diferentes proporciones, presentaron una mayor variabilidad siendo el tratamiento que contiene una mayor proporción de harina de frejol (80%) el de

menor porcentaje frente a otros tratamientos con un valor del 92,48% que pasa por la malla Nº 100 a la base.

Por otra parte los tratamientos que tienen combinación yuca-frejol poseen una mayor distribución de partículas que se encuentran en rangos del 94,55 a 96.71% que pasan a la base o fondo del tamiz. Esto generalmente puede deberse a que en la harina de frejol y de papa china, tras la molienda, quedan partículas grandes y éstas se retienen en mallas, la yuca tiende a tener partículas finas que haces que tenga una mayor facilidad de distribución en los tamices.

Los valores de viscosidad encontrados para la mezclas de las harinas a una temperatura predeterminada (tabla 12), muestran una mínima variabilidad, más en la combinación yuca-frejol el valor de estos es de 8.52, 1.58, 3.18 y la combinación papa china-frejol de 1.32, 1.21, 1.22. Sin embargo, los tratamientos en general no tienen diferencias significativas de acuerdo a p<0,05.

Tabla 12. Caracterización fisicoquímica de las mezclas alimenticias.

VARIABLE	RELACIÓN TUBÉRCULO : LEGUMINOSA						PROMEDIO	EE	PROB
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	P1-F2	P2-F1	P1-F1	Y1-F2	Y2-F1	Y1-F1	-	-	-
pH	6,12b	6,13b	6,16b	6,72a	6,74a	6,73ª	6,4333	0,02	<0,0001
Acidez titulable	0,58a	0,1b	0,1b	0,11b	0,06b	0,07b	0,17	0,1	0,0165
Densidad aparente g/cc	0,81d	0,82d	0,81d	0,84b	0,94a	0,83c	0,8417	1,00E-03	<0,0001
Distribución del tamaño de partícula %	92,48e	93,41d	94,34c	94,55c	96,71a	95,28b	94,462	0,12	<0,0001
Viscosidad (cP)	1,32a	1,21a	1,22a	8,52a	1,58a	3,18ª	2,8383	2,26	0,2269

Fuente: Elaboración propia

Prob>0,05 No existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob<0,05 Existen diferencias estadísticas significativas de acuerdo al ADEVA

Prob<0,01 Existen diferencias estadísticas altamente significativas de acuerdo al ADEVA

4.5. Perfil de aminoácidos

En la tabla 13 se muestra el perfil de aminoácidos esenciales (lisina, metionina+ cistina y triptófano) encontrados para las mezclas con adición de harina de frejol utilizadas en el experimento. Se observan valores que no difieren entre sí en las harinas de yuca y papa china cuando se añaden dos porciones de frejol.

Tabla13. Perfiles de aminoácidos de las diferentes mezclas.

AMINOÁCIDOS	PATRÓN DE AMINO ÁCIDOS MG/G	CONTENIDO AMINOÁCIDOS (MG/G DE PROTEÍNAS)	
		1PC-2F	1Y-2F
Proteína		15,2	13,6
Lisina	58	120,06	120,07
Metionina+cistina	25	38,15	38,09
Triptófano	11	26,45	26,47

Fuente: Elaboración propia

4.6. Análisis microbiológico y vida útil

Para el análisis de vida útil de las mezclas alimenticias se realizaron análisis microbiológicos al inicio del seguimiento, a los dos meses y a los seis meses con el fin de observar el crecimiento en los mismos a temperatura ambiente, en fundas herméticamente selladas para eso se elaboraron las siguientes tablas de resultados.

Tabla 14. Análisis microbiológico inicial.

INICIAL				
MEZCLAS	**%HUMEDAD**	**AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/g)**	**MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)**	**COLIFORMES TOTALES (UFC/g)**
1ph-2fr	6.9	89000	500	<100
2ph-1fr	6.4	87000	480	<100
1ph-1fr	5.8	82000	480	<100
1yu-2fr	5.2	98000	460	<100
2yu-1fr	4.2	97000	470	<100
1yu-1fr	4.4	96000	480	<100

Fuente: Elaboración propia

Al inicio para la prueba de vida útil se realizaron las mezclas que se observan en la tabla 14, donde se indica la carga microbiana de las mezclas en UFC/g, con respecto a aerobios mesófilos las muestras o mezclas que contienen papa china en la combinación con el frejol presenta una menor cantidad de UFC/g rangos que van de 82000 (1pch-1fr), 87000 (2pch-1fr), 89000(1ph-2fr) respectivamente, sin embargo las mezclas que contienen yuca en combinación con frejol a pesar que tienen una humedad del 4,2 a 5,2% tienen una mayor cantidad de (UFC/g) de aerobios mesófilos que van de 96000, 97000 y 98000.

Para los mohos y levaduras las mezclas contienen un rango en la combinación papachina–frejol que es de 480 a 500 (UFC/g), mientras que en la combinación de yuca-frejol la cantidad va de 460 a 480 (UFC/g), la cantidad más alta se encuentra en la mezcla (1pch-2fr) ya que éste tiene un mayor porcentaje de humedad por lo que los microorganismos son propensos a desarrollarse en ambientes más húmedos.

En cuanto a coliformes totales se observa que todas las mezclas tienen una cantidad de <100 (UFC/g), lo que indica que no hay ninguna variación en ninguna combinación presentando valores favorables con respecto a la norma.

Tabla 15. Análisis microbiológico a los 2 meses.

DOS MESES				
MEZCLAS	**%HUMEDAD**	**AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/g)**	**MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)**	**COLIFORMES TOTALES (UFC/g)**
1ph-2fr	11.8	99000	870	<100
2ph-1fr	11.5	101000	850	<100
1ph-1fr	12.3	102000	910	<100
1yu-2fr	12.4	99000	950	<100
2yu-1fr	11.9	105000	890	<100
1yu-1fr	11.8	103000	890	<100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 se observa que a los dos meses las mezclas tuvieron un aumento en (UFC/g) tanto en aerobios mesófilos como en mohos y levaduras, sin embargo en las mezclas con la combinación yuca-frejol y papachina-frejol (2-1) cumplen con la Norma porque no exceden al límite máximo de (UFC/g) que debe tener una harina de calidad, mientras que las demás mezclas sobrepasan los límites establecidos por la norma, así como en mohos y levaduras exceden el límite máximo, aunque con respecto a coliformes totales permanecen en rangos aceptables por la norma que es menos a 100 (UFC/g), el aumento de aerobios mesófilos, de mohos y levaduras, puede deberse a diversos factores, como la humedad relativa del ambiente, contaminación en las muestras, mala práctica al momento de manipular las harinas y sobre todo el aumento de la humedad de las harinas. Lo que quiere decir que a los dos meses las mezclas ya no están en condiciones de ser utilizados para consumo humano.

Según el Manual de microbiología de los alimentos en granos y harinas Carrillo & Audisio (2007) los niveles de mohos y levaduras también son elevados, y si los

granos están secos mueren lentamente. La baja actividad agua de los granos secos como el frejol evita el desarrollo de las bacterias, pero estos organismos pueden sobrevivir durante la molienda y contaminar las harinas.

Tabla 16. Análisis microbiológico a los 6 meses.

SEIS MESES				
MEZCLAS	**%HUMEDAD**	**AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/g)**	**MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)**	**COLIFORMES TOTALES (UFC/g)**
1ph-2fr	**13.8**	**$5X10^4$**	**$1.4X10^4$**	<100
2ph-1fr	**13.7**	**$5.8X10^4$**	**$1.8X10^4$**	<100
1ph-1fr	**14.1**	**$6.3X10^4$**	**$2.1X10^4$**	<100
1yu-2fr	**14.2**	**$6.5X10^4$**	**$1.8X10^4$**	<100
2yu-1fr	**13.7**	**$5.9X10^4$**	**$1.5X10^4$**	<100
1yu-1fr	**14.7**	**$6.3X10^4$**	**$1.5X10^4$**	<100

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 16 se observa que en todas las mezclas referente a aerobios mesófilos, mohos y levaduras existe un aumento considerable de acuerdo al aumento de la humedad en los seis meses, mientras que Coliformes totales permanecen bajo los 100 del límite establecido por la norma.

Según el análisis microbiológico nos muestra que a los seis meses las mezclas de harinas mostraron una cantidad elevada en la carga microbiana lo que significa que las condiciones de almacenamiento, tales como el contenido de humedad de los harinas, la temperatura y el tiempo de almacenamiento, son factores críticos en el control de los microorganismos.

La vida útil de las mezclas alimenticias está dada de acuerdo al tiempo en que ésta permanece en buen estado sin alteraciones físicas, químicas o microbiológicas. En este tiempo se determina que las mezclas no son aptas para

consumo porque presenta un riesgo potencial en la salud del consumidor ya que de acuerdo a la norma ecuatoriana establecida sobrepasa los límites de (UFC/g) en el caso de aerobios mesófilos, mohos y levaduras.

4.7. Análisis económico

Una vez realizado el análisis económico de las muestras, se observó que los costos de producción para 1 Kg estuvo entre $9,86 y 10,36, esto se debe al costo de producción de la materia prima es elevado , la misma que tienen un precio de $ 2 la harina de papa china , $ 3 la harina de yuca y $ 2.25/ Kg, la harina de frejol, por cual influye en costo individual de las mezclas.

Eso conlleva que el precio unitario de 100 gr de muestra se obtenga entre $ 2,19 y $ 2,38 con un 15% de rentabilidad al producto final. Anexo 4

5. DISCUSIÓN

Para Aristizábal *et al*. (2013) la promoción de la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe están directamente relacionada con los productos agrícolas. Ellos con su trabajo contribuyeron al desarrollo de harinas compuestas precocidas utilizando seis cultivos biofortificados en proteína, vitamina A o minerales. Las harinas compuestas las obtuvieron a partir de raíces de yuca, tubérculos de batata, granos de maíz, arroz y fríjol, y lámina foliar de yuca.

En el caso específico de la yuca Salcedo *et al*. (2014) realizaron el secado de la variedad CORPOICA M-tai, en un secador de bandejas a escala de laboratorio. En su investigación muestras de yuca con espesor de 0,2cm y 0,4 cm de diámetro fueron colocadas en el equipo en contacto directo con aire caliente, bajo distintas condiciones de operación. En este caso a diferencia del presente trabajo donde se trabajó solo con una temperatura de 35 °C evaluaron el efecto de diferentes temperaturas de secado (35, 45 y 55°C). Los resultados obtenidos indicaron que a una temperatura de 55°C, el tiempo de secado fue de 4,5 h.

Estos mismos autores formularon cuatro harinas compuestas con base en los requerimientos diarios de nutrientes (proteína, hierro, zinc y betacarotenos) para niños de 4 a 6 años. El extrusor fue operado a una temperatura de 90°C y determinaron que las harinas secadas en rodillos producen mayor grado de cocción y modificación de la estructura de los gránulos de almidón que la precocción por extrusión, obteniéndose harinas de mayor solubilidad en agua, menor absorción de agua, mayor consistencia y menor viscosidad, las cuales fueron comparables con harinas patrón.

Según Vargas *et al*. (2012) el frijol es una leguminosa originaria de África y ampliamente cultivada y consumida en los países tropicales. Estos investigadores determinaron la composición en proteína (20,3 ± 0,16 g/100g), fenoles (2440 mg/100g) y minerales tales como potasio (1977 ± 0,02 mg/100g), fósforo (2607 ± 0,03 mg/100g), hierro (13,8 ± 1,00 mg/100g). Concluyeron que el contenido de

nutrientes en el fréjol le confiere propiedades nutracéuticas beneficiosas para la salud humana.

Por su parte, Miranda *et al.* (2007) Evaluaron el efecto de tres niveles de inclusión dietética de harina de granos de fréjol (*Vigna unguiculata L*.) sobre los parámetros productivos tales como, ganancia de peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y química sanguínea medida a través de las concentraciones plasmáticas de glucosa, proteínas totales, albúmina plasmática y alanina amino transferasa, en pollos de engorde hasta la tercera semana de edad.

Durante las tres semanas que evaluaron, las aves con mayores niveles de harina de frejol tuvieron mejores ganancia de peso corporal y conversión alimenticia, lo que denota la calidad nutricional de este grano.

Estos investigadores concluyeron que al incluir 5 y 10% de harinas de fréjol en las dietas balanceadas para pollos de engorde, se mantienen satisfactoriamente los parámetros productivos, sin modificaciones significativas en la química sanguínea, lo cual indica la factibilidad de incluir esta leguminosa de grano como una fuente adecuada de proteína vegetal en dietas convencionales para pollos de engorde durante el crecimiento y permite entender la factibilidad de emplearlas también en dietas para humanos.

En relación con la harina de yuca Trompiz *et al*. (2007) realizaron un ensayo con la finalidad de evaluar el efecto de raciones con harina de follaje de este tubérculo sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. Demostraron que es posible incorporar harina de yuca hasta niveles de 7,5% sin afectar los parámetros productivos ni de salud, con un ahorro en el costo total de la alimentación.

Según Rosales y Tang (1996) en estudios realizados en análisis proximales de insumos alimenticios existe un porcentaje menor de materia seca en la harina de yuca que en la presente mezcla con un 88,1%. Esto se debe a que el presente

estudio contiene una mayor proporción de la yuca que de fréjol y la harina de yuca se obtuvo con menos humedad que las otras harinas. Según ULPGC (s.a.) el contenido de materia seca en alimentos de consumo, tanto humano como animal, cuanto más alto sea, es mejor ya que dificulta el crecimiento de hongos (mohos y levaduras) especialmente en las harinas, además que el valor nutritivo depende en gran medida del contenido en materia seca.

Cerezal *et al*. (2011) obtuvieron que el intervalo de humedad en las mezclas fue de 5,67-12,69% que se encuentra por debajo del 15% de humedad establecido por R.S.A (Reglamento Sanitario de Alimentos de Chile) de los productos alimenticios en polvo. Al igual que la norma INEN ecuatoriana 6016:2006 la que señala que la humedad máxima que deben tener las harinas es de 14,5%. Esto indica que todos los tratamientos están por debajo de lo mencionado en la norma, por consiguiente existieron condiciones óptimas en el almacenamiento de las muestras.

Chávez (2006) señala que el contenido de cenizas en la harina de fréjol es alto con 3,8 g. La harina de papa china tiene 3,61 % de humedad. Según Aldaz (2011) esto significa que la harina de fréjol contiene un alto contenido de ceniza por lo que la mezcla que contiene más fréjol que papa china o yuca es alta.

En los estudios realizados por Mata & Murillo (1980) se menciona que las mezclas vegetales nutritivas en proporción 60 de fréjol y 40 de papa presentan elevados contenidos de proteínas, corroborando Chávez Acosta (2006) que los análisis proximales de algunas variedades de frejol fue de 18 a 22% de proteína, lo que indica que mezclas que contienen mayor porcentaje de harina de frejol que de tubérculo mantienen la cantidad aproximada de proteína al de harina individual de frejol.

Según Aldaz (2011) la harina de papa china tiene un contenido de grasa de 0,8% valores que son similares al de las mezclas con la harina de fréjol. Mientras que Angamarca (2013) en su informe de tesis menciona que el contenido de grasa en

yuca es de 0,4% y en papa china de 0,6%, respectivamente, datos que se asemejan a las mezclas con menor porcentaje de harina de fréjol en el presente estudio. El Instituto Nacional de Nutrición corrobora con datos sobre el frejol con cantidades de 1,3 y 1,4% que las mezclas con mayor contenido de harina de frejol están entre 1, 7 y 1,30%, respectivamente (Chávez Acosta, 2006).

Angamarca (2013) menciona que el contenido de calcio en la harina de papa china es de 0.07% la cual se relaciona con los datos de la mezcla, ya que estos van de 0,03% a 0,11% debido a que la mezcla también contiene harina de frejol que también aporta calcio.

Según Food-Info (1999) el pH del frejol tiene un valor ligeramente ácida de 5,7-6,2 al igual que las harinas que van de 6,0 a 6,3. Estos valores son similares a los valores reportados en la presente mezcla. Bilieb de Sinebaldi & Bressanir (2011) mencionan que los valores básicos de pH son benéficos ya permiten una vida de anaquel prolongada de las harinas.

Según Serrano y Goni (2015) el fréjol es una de las principales fuentes de proteínas en la dieta de muchos pueblos. La comparación del contenido en aminoácidos de la proteína del frijol con la proteína de referencia de FAO/OMS, indica que el fréjol es una buena fuente de aminoácidos aromáticos, lisina leucina e isoleucina. Sin embargo, su utilización biológica se ve afectada por la presencia de factores inhibidores de su absorción, tales como taninos y ácidos fítico.

Por otro lado, la mayor parte de estos inhibidores son termolábiles, por lo que su capacidad inhibitoria se reduce significativamente con los procesos térmicos culinarios. El tratamiento térmico tiene un doble efecto sobre las leguminosas, por una parte, disminuye y elimina la actividad de algunos factores antifisiológicos, mientras que por otro lado, aumenta la disponibilidad de aminoácidos azufrados presentes en altas concentraciones en los inhibidores de tripsina. Ver ANEXO 8

Según requisitos de la norma INEN 616:2006 para harina de trigo el límite máximo de aerobios mesófilos que debe tener una harina no debe exceder de los 100000 (UFC/g), en este caso las mezclas cumplen con el requisito dispuesto por la norma. De acuerdo a la norma en cuestión los mohos y levaduras deben tener un límite máximo de 500 (UFC/g), por consiguiente todas las mezclas cumplen el requisito sin que ninguna exceda el límite máximo de la norma. Además, con respecto a los coliformes totales de acuerdo a la norma esta no debe exceder de 100 UFC/g, entonces se observa que en el cuadro todas las mezclas son menores a 100 UFC/g lo que significa que el análisis inicial cumple con los requisitos de la norma NTE INEN 616:2006.

Según Cabeza (2013) resulta más conveniente establecer la vida útil microbiológica de un alimento cuantificando el crecimiento de microorganismos alterantes y dentro de este grupo establecer cuál de las especies es la que mayor incidencia va a tener sobre la calidad final del producto.

6. CONCLUSIONES

- Se encuentran tres mezclas alimenticias con diferentes proporciones de harina de yuca (*M. esculenta*), papa china (*C. esculenta*) y fréjol (*P. vulgaris)*, cada una con un peso de 100 g y una relación de 80:20; 50:50 y 20:80 respectivamente.
- En las determinaciones bromatológicas las mezclas alimenticias no presentaron diferencias significativas en los contenidos de proteínas, ceniza, grasa, humedad, calcio y fosforo.
- En los datos obtenidos, una vez realizado los análisis microbiológicos de las muestras de acuerdo con lo recomendado con la Norma INEN 616:2006 y de acuerdo con los valores conseguidos, de 0 a 60 días no presentaban ninguna anomalía, pero transcurridos 180 días de almacenamiento, las mezclas ya no son aptas porque presentan un alto números microbiano.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar un producto terminado, con las mezclas que se encuentren dentro de los parámetros establecidos FAO y OMS, para posteriores usos en favor de la alimentación del ser humano.
- Efectuar estudios de composición microbiológicos en las mezclas para establecer cuál de las especies de microorganismos afecta la vida útil de las mezclas y pueden incidir negativamente en la salud humana.
- Conociendo que la región Amazónica cuenta con una alta variedad de materias primas, sería adecuado implementar estudios para elaborar productos con valor agregado y así impulsar al desarrollo de la agroindustria.

8. RESUMEN

Con la finalidad de estudiar nuevas posibilidades en la obtención de alimentos a partir de tubérculos y leguminosas formulados al consumo humano, se ha propuesto la presente investigación que consiste en la evaluación de tres mezclas alimenticias a partir de harina de papa china (*Colocasia esculenta)* y harina yuca (*Manihot esculenta*) con adición de harina de fréjol *(Phaseolus vulgaris).* En las formulaciones de las mezclas se determinó la composición por análisis proximal y se realizaron pruebas físico-químicas, perfil de aminoácidos y microbiológicas. Una vez realizado y obtenido los resultados de la determinación bromatológica de las muestras alimenticias, las proteínas, ceniza, grasa, humedad, calcio y fosforo, no presentaron diferencias significativas. En los datos obtenidos, una vez realizado el análisis microbiológico de las muestras de acuerdo con lo recomendado con la Norma INEN 616:2006 y de acuerdo con los valores conseguidos en 0 y 60 días, no presentaban ninguna anomalía, luego de 180 días las mezclas ya no son aptas, ya que presentan un alto números de microorganismos. El contenido proteico de la harina de frejol (21.90 %) superó a la harina de yuca, la cual contiene (1,90 %) y la de papa china (5.43 %), pero en las mezclas analizadas aquellas que contienen una mayor adición de harina de frejol 20-80 que de tubérculo, mantienen la cantidad aproximada de harina individual. Los resultados microbiológicos fueron satisfactorios al tiempo determinado de investigación.

9. ABSTRACT

In order to explore new possibilities in obtaining food from tubers and legumes formulated for human consumption, it is proposed the present investigation tahat consists in the evaluation of three food mixtures from Chinese potato flour (*Colocasia esculenta*) and manioc flour (*Manihot esculenta*) with added beans flour (*Phaseolus vulgaris*). In the formulations of the mixtures, the composition determined by proximate analysis and physicochemical, amino acid profile and microbiological tests were performed. Once obtained the results about bromatological determination of food samples, protein, ash, fat, moisture, calcium and phosphorus, no significant differences was showed. In the data, once it made the samples microbiological analysis accordance with the recommendations with Standard INEN 616: 2006 and according to the values obtained at 0 and 60 days showed no abnormality after 180 days in the mixtures They are no longer suitable, since they have a high number of microorganisms. The bean flour protein content (21.90%) surpassed cassava flour, which contains (1.90%) and Chinese potato (5.43%), but those analyzed mixtures containing a major addition bean flour 20-80 tuber that maintain the approximate amount of single flour. The microbiological results were satisfactory given time to research.

10. BIBLIOGRAFÍA

Agropanorama. (2010). *Agropanorama.com.* Consultado el 9 de Abril de 2014, de http://www.agropanorama.com/

Agropecuarios. (12 de Octubre de 2013). *Cultivo de Fréjol*. Consultado el Agosto de 2014, de http://agropecuarios.net/cultivo-de-frejol.html

Aldaz, W. (2011). *Elaboracion de pan a partir de la mezcla con 5 niveles de harina de Trigo y harina de papachina para mejorar su valor nutricional.* Guaranda.

Alnicolsa. (08 de Septiembre de 2014). *Alnicolsa del Perú S.A.C.* Consultado el 2 de Septiembre de 2014, de http://www.geocities.ws/lebr7/yuca.htm.

Alvarado, A. (2012). *PAF.* Consultado el 2014, de Programa de Anual de Fortalecimiento: http://www.sisprofrijol.org.mx/2012/pdfs/PAF_2012.pdf

Alvis, Armando; Pérez, Luis J y Arrazola, Guillermo S. 2011. Estudio de Propiedades Físicas y Viscoelásticas de Panes Elaborados con Mezclas de Harinas de Trigo y de Arroz Integral. *Inf. tecnol.* [online]. 22, (4): 107-116.

Angamarca Sarmiento, L. M. (2013). *Evaluacion de diferentes niveles de almidon de dos tubérculos Amazónicos Manihot Sculenta y Colocasia Sculenta en la elaboracion de manjar de leche.* Riobamba.

Aristizábal J., Combariza A., Fernández A., and Sánchez M. 2013. Efecto de las técnicas de extrusión y secado en rodillos sobre las propiedades reológicas de harinas compuestas de arroz, maíz, batata, fríjol, yuca y hoja de yuca. Ing. Investig. 33, (1): 1-7.

Armas, F. (1 de Septiembre de 2012). *Manual Técnico para el pequeño agricultor.* Consultado el julio de 2014, de

http://es.slideshare.net/INGPAKOWPN/cultivo-de-la-papa-china-y-pelma-ecuador-provincia-de-morona-santiago-mts-ingfrancisco-martin-armas

Bilieb de Sinebaldi, & Bressanir, R. (2011). *Caracterización de cocción por nixtamalización de 11 variedades.*

Cabeza Herrera, E. A. (2013). *Aplicacíon de la microbiología predictiva para la determinación de la vida útil de los alimentos.* Bucaramanga.

CÁMARA DE AGRICULTURA DE LA I ZONA. (2010). *Cámara de Agricultura de la I zona*. Consultado el 15 de Agosto de 2014, de Análisis e interpretacion de del II congreso Agropecuario: www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm

Carrillo, L., & Audisio, M. C. (2007). *Manual de microbiologia de los alimentos.* Jujuy: Asociacion Cooperadora de la facultad de Ciencias Agrarias.

Cerezal Mezquita, P., Urtuvia Gatica, V., Ramírez Quintanilla, V., & Arcos Zavala, R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas.

Chávez Acosta, C. A. (2006). *Estudio de la harina de fréjol y su posecionamiento en el sector productivo de la ciudad de Quito.* Quito.

CORPEI. (Octubre de 2009). *Ecuador Exporta.* Consultado en Agosto de 2014, de CORPEI: http://www.pucesi.edu.ec/pdf/frejol.pdf

Dr. José Armando Ulloa1, M. e. (2011). El frijol (Phaseolus vulgaris): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos.

FAO. (s.f.). *Nutricion Humana del mundo en desarrollo.* Consultado el 17 de Abril de 2014, de FAO.ORG.: http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s18.htm

Fercompany. (2011). *FERCOMPANY del Ecuador*. Consultado el 2 de Junio de 2014, de http://www.fercompanysa.com/yuca.php#

Fernández. (2003). Consultado el Julio de 2014, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lda/lopez_g_m/capitulo1.pdf

Food-Info. (1999). *Food Info.net*. Consultado el 2014 de Noviembre de 30, de file:///F:/Food-Info.net%20%20%20%C2%BFCu%C3%A1l%20es%20el%20pH%20de%20los%20alimentos.htm

FUNIBER. (s.f.). *Fundacion Universitaria Iberoamericana*. Consultado el Mayo de 2014, de Base de datos Internacional de composicion de alimentos: http://composicionnutricional.com/alimentos/PAPA-CHINA-5

Hernández, A., Ruiz, M., & Toboso, I. (12 de 12 de 2010). *La alimentacion y nutricion de tus hijos.* Consultado el Junio de 2014, de http://www.alu.ua.es/i/itg5/requermientos%20nutricionales.html

Hernández, V., Vargas, L., Maruaga, J., Hernández, S., & Mayek, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común. Avances y Perspectivas. *Scielo Revista Fitotecnia Mexicana*, 97-98.

INIAP. (2010). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.* Obtenido de Manual Agricola de Fréjol y Otras Leguminosas: http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANUAL%20FREJOL%20Y%20LEGUMIN%202010.pdf

IPO. (2011). *International Pasta Organisation.* Consultado el 10 de Julio de 2014, de IPO Annual Survey on World Pasta Industry (October 2012): http://www.internationalpasta.org/index.aspx?idsub=31

León, J. (2000). Colocasia Sculenta. En J. León, *Botánica de los cultivos tropicales* (págs. 397-399). San José de Costa Rica: Agroamérica.

MAGAP. (2014). *Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Acuacultura y Pesca*. Consultado el 01 de Septiembre de 2014, de http://www.agricultura.gob.ec/magap-fortalece-la-comercializacion-de-productos-con-valor-agregado-en-pastaza/

Mata, L., & Murillo, S. (1980). *Binass Revista médica Hospitalaria Costaricense.* Consultado el 27 de Noviembre de 2014, de http://www.binasss.sa.cr/revistas/rmhnn/1511980/art6.pdf

Mitchel, F., & Stephens , N. R. (21 de Abril de 2007). *Sanyuca*. Consultado el 13 de Mayo de 2014, de http://sanyuca.blogspot.com/2007/04/antecedentes_21.html

Ojeda, B. (2007). *Universidad Tecnologica Equinoccial.* Consultado de www.ute.edu.ec: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/7210/1/32009_1.pdf

Pachacama, M. A. (Enero de 2012). *Unicersidad Técnica de Ambato.* Consultado el 3 de Mayo de 2014, de http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/2027/AL473.pdf?sequence=1

Pérez, C. (2014). YUCA PROPIEDADES Y BENEFICIOS.

Quishpe Solano, M. Á. (2012). Tecnologá de cereales. *Universidad Nacional del Centro del Perú*, 2.

Rosales, J., & Tang, T. (1996). *Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios.* Uyacalí.

SENATI. (15 de Febrero de 2010). *http://es.scribd.com/.* Consultado el 15 de Marzo de 2014, de Mezclas Alimenticias:

http://es.scribd.com/doc/115018845/CAPITULO-8-MEZCLAS-ALIMENTICIAS-1.

Serrano, José y Goni, Isabel. 2015. Papel del frijol negro *Phaseolus vulgaris* en el estado nutricional de la población guatemalteca. *ALAN* [online]. 54, (1): 36-44.

Suárez, M., Kizlanski, A., & López, B. (Enero de 2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Scielo*.

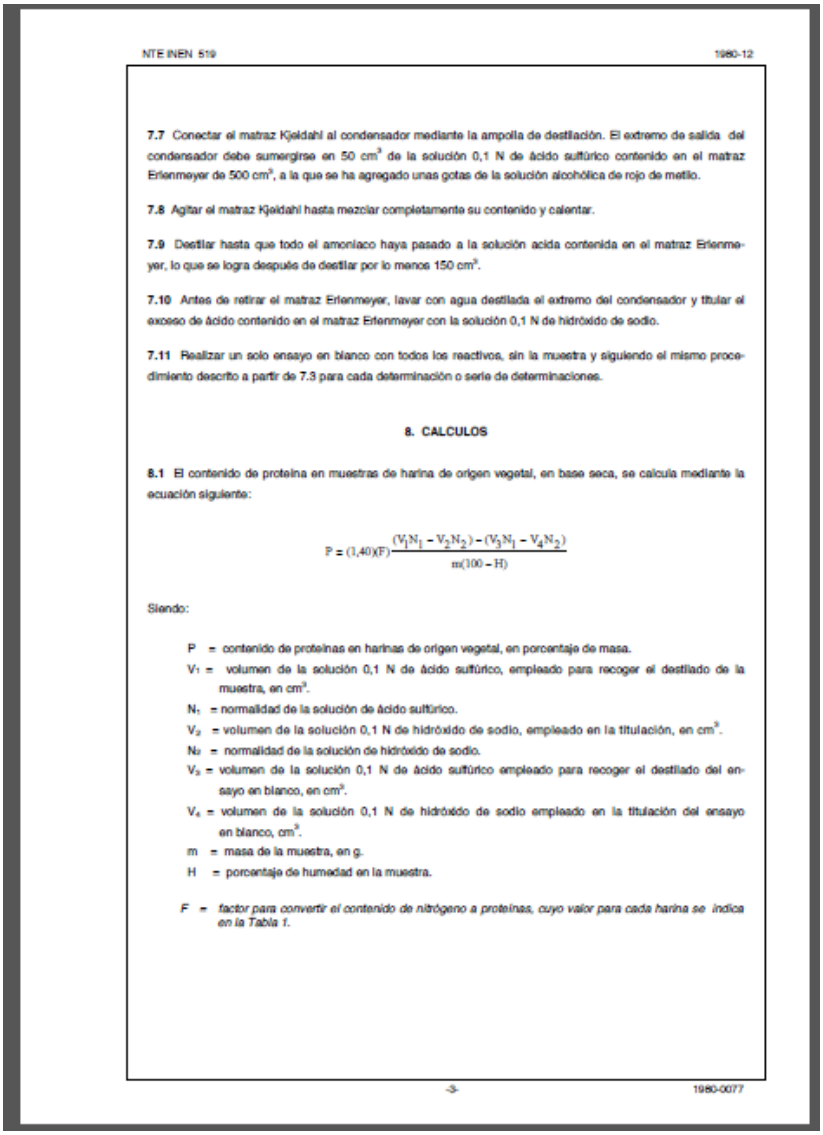
Survival food plants. (Junio de 2011). *Survival fod plants*. Consultado de http://www.survivalfoodplants.com/taro-colocasia-esculenta/

ULPGC. (s.a.). *Universidad de las Palmas de la Gran Canaria*. Consultado el 28 de Noviembre de 2014, de Nutricion animal: http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/tema3.htm

Uribe, L. (05 de Mayo de 2013). *slideshare.net.* Consultado el 26 de Marzo de 2014, de http://es.slideshare.net/LuiisUribe/requerimientos-nutricionales-por-etapas-de-la-vida.

11. ANEXO

ANEXO1. DETERMINACION DE PROTEINA



7.7 Conectar el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación. El extremo de salida del condensador debe sumergirse en 50 cm^3 de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico contenido en el matraz Erlenmeyer de 500 cm^3, a la que se ha agregado unas gotas de la solución alcohólica de rojo de metilo.

7.8 Agitar el matraz Kjeldahl hasta mezclar completamente su contenido y calentar.

7.9 Destilar hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución ácida contenida en el matraz Erlenmeyer, lo que se logra después de destilar por lo menos 150 cm^3.

7.10 Antes de retirar el matraz Erlenmeyer, lavar con agua destilada el extremo del condensador y titular el exceso de ácido contenido en el matraz Erlenmeyer con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

7.11 Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito a partir de 7.3 para cada determinación o serie de determinaciones.

8. CALCULOS

8.1 El contenido de proteína en muestras de harina de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P = (1,40)(F)\frac{(V_1N_1 - V_2N_2) - (V_3N_1 - V_4N_2)}{m(100 - H)}$$

Siendo:

P = contenido de proteínas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.
V_1 = volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico, empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm^3.
N_1 = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.
V_2 = volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, empleado en la titulación, en cm^3.
N_2 = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.
V_3 = volumen de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm^3.
V_4 = volumen de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, cm^3.
m = masa de la muestra, en g.
H = porcentaje de humedad en la muestra.

F = factor para convertir el contenido de nitrógeno a proteínas, cuyo valor para cada harina se indica en la Tabla 1.

DETERMINACION DE CENIZA

6.2 Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla ajustada a 550 ± 15°C, durante 30 min. Enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.

6.3 Transferir al crisol y pesar, con aproximación al 0,1 mg, 5 g de la muestra.

6.4 Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerla allí durante pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material, lo que podría ocurrir si el crisol se introduce directamente a la mufla.

6.5 Introducir el crisol en la mufla a 550 ± 15°C hasta obtener cenizas de un color gris claro. No deben fundirse las cenizas.

6.6 Sacar de la mufla el crisol con la muestra, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, con aproximación al 0,1 mg.

6.7 Repetir la incineración por períodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.

7. CALCULOS

7.1 El contenido de cenizas en muestras de harinas de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

Siendo:

C = contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.
m_1 = masa del crisol vacío, en g.
m_2 = masa del crisol con la muestra, en g.
m_3 = masa del crisol con las cenizas, en g.
H = porcentaje de humedad en la muestra.

8. ERRORES DE MÉTODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,01%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

9.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.3 Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

DETERMINACION DE FIBRA

8. CALCULOS

8.1 El contenido de fibra cruda en muestras de harina de origen vegetal se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$F_c = \frac{(m1 - m2) - (m3 - m4)}{m} \times 100$$

Siendo:

F_c = contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.
m = masa de la muestra desengrasada y seca, en g.
m1 = masa de crisol conteniendo asbestos y la fibra seca, en g.
m2 = masa de crisol contiendo asbesto después de ser incinerado, en g.
m3 = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, en g.
m4 = masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbesto, después de ser incinerado, en g.

9. ERRORES DE METODO

9.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,1%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

10. INFORME DE RESULTADOS

10.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación, aproximada a centésimas.

10.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

10.3 Deben incluirse, además, todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

DETERMINACION DE GRASA

5. PREPARACION DE LA MUESTRA

5.1 Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.

5.2 La cantidad de muestra de la harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.

5.3 Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que lo contiene.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.

6.2 Lavar el balón del aparato Soxhlet y secarlo en la estufa calentada a 100 ± 5°C, por el tiempo de una hora. Transferir al desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg, cuando haya alcanzado la temperatura ambiente.

6.3 En el dedal de Soxhlet, pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2,35 g de la muestra de harina, 2 g de arena bien seca; mezclar íntimamente con la espátula, limpiando ésta con el pincel.

6.4 Colocar algodón hidrófilo en la parte superior del dedal a manera de tapa e introducir en la estufa calentada a 130 ± 5°C, por el tiempo de una hora, y luego transferir el dedal con su contenido al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.

6.5 Colocar el dedal y su contenido en el aparato Soxhlet, agregar suficiente cantidad de éter anhidro y extraer durante cuatro horas, si la velocidad de condensación es de 5 a 6 gotas por segundo, o durante 16 h, si dicha velocidad es de 2 a 3 gotas por segundo.

6.6 Terminada la extracción, recuperar el disolvente por destilación en el mismo aparato y eliminar los res- tos de disolvente en baño María.

6.7 Colocar el balón que contiene la grasa, durante 30 min, en la estufa calentada a 100 ± 5°C; enfriar hasta temperatura ambiente en el desecador y pesar.

6.8 Repetir el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando, hasta que la diferencia entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,2 mg.

7. CALCULOS

7.1 El contenido de grasa en muestras de harina de origen vegetal, en porcentaje de masa sobre base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$G = \frac{(m_2 - m_1)}{m(100 - H)} \times 100$$

Siendo:

G = contenido de grasa en la harina de origen vegetal, en porcentaje de masa.
m = masa de la muestra, en g.
m_1 = masa del balón vacío, en g.
m_2 = masa del balón con grasa, en g.
H = porcentaje de humedad en la muestra.

8. ERRORES DE MÉTODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,2%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los dos resultados de la determinación.

9.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

DETERMINACION DE HUMEDAD

6.3 Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 2 g de muestra preparada, transferirla al pesafiltro y distribuirla uniformemente en su fondo.

6.4 Calentar el pesafiltro y su contenido durante una hora, en la estufa calentada a 130 ± 3°C, sin la tapa.

6.4 Colocar la tapa con el pesafiltro antes de sacarlo y trasladarlo al desecador; tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, pesar.

6.5 Repetir las operaciones de calentamiento, enfriamiento y pesaje, hasta que la diferencia de masa entre los resultados de dos operaciones de pesaje sucesivas no exceda de 0,1 mg.

7. CALCULOS

7.1 La pérdida por calentamiento en muestras de harina de origen vegetal se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} x100$$

Siendo:

P_c = pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.
m_1 = masa del pesafiltro vacío con tapa, en g.
m_2 = masa del pesafiltro y tapa, con la muestra sin secar, en g.
m_3 = masa del pesafiltro y tapa, con la muestra seca, en g.

8. ERRORES DE METODO

8.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,19%; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

9. INFORME DE RESULTADOS

9.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

9.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

9.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

ANEXO 2. VISCOSIDAD

VISCOSIDAD BROOKFIELD

Técnica usada (ISI, 2002)

La viscosidad de un gel de almidón preparado por calentamiento indirecto es medida como una fuerza de torsión sobre una aguja rotante con temperatura y velocidad constante.

Preparación de la muestra

Cada cinco costales de 25 kg tomar muestras al azar, mezclar bien, cuartear, moler y tomar 100 g de almidón.

Materiales y equipos

Balanza analítica con una precisión de 0,01g

Viscosímetro Brookfield modelo DV-II (Lamina 41)

Aguja para el Brookfield N° 21

Baño de agua con temperatura constante

Balón volumétrico de 500 mL

Vaso de precipitado de vidrio de 1 000 mL

Plancha con agitador

Magneto

Termómetro

Análisis

Pesar 25,0 g de almidón en base seca, disolver en agua destilada y completar a 500 ml. Colocar la suspensión en un vaso de precipitado de 1 000 ml. y calentar

con agitación hasta ebullición (aproximadamente 15 minutos). Enfriar el gel hasta 25 °C y tomar una alícuota de 15 mL

Medir la viscosidad a 25 °C, con una velocidad de 10 RPM.

ANEXO 3. DETERMINACION MICROBIOLOGICA

5.4 Requisitos microbiológicos. La harina de trigo debe cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos.

Requisitos	Unidad	Límite máximo	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	100 000	NTE INEN 1 529-5
Col iformes	ufc/g	100	NTE INEN 1 529-7
E. Coli	ufc/g	0	NTE INEN 1 529-8
Salmonella	ufc/25 g	0	NTE INEN 1 529-15
Mohos y levaduras	ufc/g	500	NTE INEN 1 529-10

5.4.1 Para la aceptación de lotes (o partidas) de harina, se debe cumplir con los requisitos microbiológicos del Anexo A.

6. INSPECCIÓN

6.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 617.

6.2 Criterios de aceptación y rechazo

6.2.1 Defectos críticos corresponde al incumplimiento de los requisitos establecidos en 5.4 y Anexo A, con el consiguiente rechazo del lote.

6.2.2 Defectos mayores; corresponde al incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en 5.1, 5.2 y 5.3.

En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre las muestras reservadas para el efecto. Si se repite en el análisis un requisito no satisfactorio, la decisión de aceptación o rechazo del lote se tomará en común acuerdo entre el comprador y el vendedor, según el plan de muestreo acordado y a lo estipulado en la NTE INEN 617.

7. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

7.1 La harina de trigo debe almacenarse en sitios que se encuentren ventilados, protegidos de la humedad, infestación y/o contaminantes.

7.2 Envasado. La harina debe envasarse en recipientes limpios, resistentes a la acción del producto, de tal manera que no alteren las cualidades higiénicas, nutritivas y técnicas del producto.

7.3 Rotulado. Los envases deben llevar etiquetas de material que pueda ser cocido o de fácil adherencia a los mismos. Cada etiqueta llevará impresa, con características legibles e indelebles, la siguiente información:

a) número de Registro Sanitario,
b) número de identificación del lote,
c) designación del producto, ejemplo: "Harina de trigo panificable extra fortificada",
d) marca comercial registrada,

(Continúa)

ANEXO 4. ANALISIS ECONOMICO DE LAS MEZCLAS.

COSTO DE PRODUCCION

	RELACIONES	Relación (P-F) 20-80 % Mezcla	Relación (P-F) 50-50% Mezcla	Relación (P-F) 80-20% Mezcla	Relación (Y-F) 20-80 % Mezcla	Relación (Y-F) 50-50 % Mezcla	Relación (Y-F) 80-20 % Mezcla
COSTOS DE PPRODUCCIÓN	Materia prima	2,4	2,3	2,1	2,6	2,8	2,9
	Empaque	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Etiquetas	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	Mano de obra	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	Subtotal	**5,7**	**5,6**	**5,4**	**5,9**	**6,1**	**6,2**
DEPRESIACI [N	Trasporte	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	Equipos y Maquinaria	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
	Subtotal	**4,16**	**4,16**	**4,16**	**4,16**	**4,16**	**4,16**
	TOTAL	**9,86**	**9,76**	**9,56**	**10,06**	**10,26**	**10,36**

PRECIO UNITARIO DE LAS MEZCLAS

COSTOS	Relación (P-F) 20-80 % Mezcla	Relación (P-F) 50-50% Mezcla	Relación (P-F) 80-20% Mezcla	Relación (Y-F) 20-80 % Mezcla	Relación (Y-F) 50-50 % Mezcla	Relación (Y-F) 80-20 % Mezcla
COSTO 500 GR	4,93	4,88	4,78	5,03	5,13	5,18
COSTO 100 GR	1,97	1,95	1,91	2,01	2,05	2,07
15% DE RENTABILIDAD	0,29	0,29	0,28	0,30	0,30	0,31
PRECIO UNITARIO	**2,26**	**2,24**	**2,19**	**2,31**	**2,35**	**2,38**

CALCULO DE BENEFICIO

1Kg (10 PORCIONES/ MEZCLAS)	CANTIDAD	COSTO U/NT (PU)	BENEFICIO (B)
Relación (P-F) 20-80 % Mezcla	10	2,26	22,60
Relación (P-F) 50-50% Mezcla	10	2,24	22,40
Relación (P-F) 80-20% Mezcla	10	2,19	21,90
Relación (Y-F) 20-80 % Mezcla	10	2,31	23,10
Relación (Y-F) 50-50 % Mezcla	10	2,35	23,50
Relación (Y-F) 80-20 % Mezcla	10	2,38	23,80

RELACION COSTO/BENEFICIO

1Kg (10 PORCIONES/ MEZCLA)	COSTO	BENEFICIO	BENEFICIO NETO	COSTO/BENEFICIO
Relación (P-F) 20-80 % Mezcla	9,86	22,60	**12,74**	**2,29**
Relación (P-F) 50-50% Mezcla	9,76	22,40	**12,64**	
Relación (P-F) 80-20% Mezcla	9,56	21,90	**12,34**	
Relación (Y-F) 20-80 % Mezcla	10,06	23,10	**13,04**	
Relación (Y-F) 50-50 % Mezcla	10,26	23,50	**13,24**	
Relación (Y-F) 80-20 % Mezcla	10,36	23,80	**13,44**	

ANEXO 5. ANALISIS BROMATOLOGICO.

Análisis proximales de las materias primas (yuca, papachina, fréjol).

Materia prima%	Materia seca %	Ceniza%	Proteína%	Fibra%	Grasa%	^{0} brix
Yuca	93,86	2,59	1,90	1,35	0,17	**6.9**
Papa China	87,95	5,47	5,43	2,20	0,73	**7.2**
Frejol	89,51	4,26	21,90	1,49	1,36	**7.0**

ANEXO 6. ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS MEZCLAS.

	Replicas	Materia Seca %	Humedad %	Ceniza %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Calcio %	Fósforo %
1ph-2fr	1	93,01	6,99	5,89	16,41	1,15	1,73	0,0465	0,73
	2	93,00	7,00	4,50	15,98	1,05	1,60	0,0326	0,84
	3	93,03	6,97	4,92	16,08	0,99	1,70	0,0423	0,95
2ph-1fre	1	93,40	6,60	5,07	10,92	0,94	1,97	0,0320	0,70
	2	93,60	6,40	5,20	10,25	0,85	1,90	0,0328	0,63
	3	93,45	6,55	4,92	9,52	0,52	1,89	0,0315	0,58
1pch-1fr	1	94,20	5,80	4,56	13,66	1,04	1,85	0,0460	0,60
	2	94,20	5,80	4,86	13,14	1,08	1,78	0,0462	0,07
	3	94,22	5,78	4,65	12,95	0,92	1,89	0,0432	0,52
1yu-2fr	1	94,40	5,60	3,27	15,23	0,96	1,45	0,0419	0,77
	2	94,80	5,20	3,35	14,51	0,82	1,50	0,0326	0,80
	3	94,44	5,56	3,40	14,68	0,85	1,40	0,0389	0,83
2yu-1fr	1	96,00	4,00	3,14	8,56	0,56	1,40	0,289	0,66
	2	95,80	4,20	3,02	8,12	0,60	1,42	0,0256	0,69
	3	95,92	4,08	3,20	7,96	0,48	1,36	0,0236	0,59
1yuc-1fr	1	95,00	5,00	3,42	11,02	0,76	1,42	0,0452	0,78
	2	95,60	4,40	3,25	10,94	0,62	1,35	0,0429	0,80
	3	94,97	5,03	3,50	11,89	0,59	1,45	0,0471	0,76

ANEXO 7. ANALISIS FISICO - QUIMICA DE LAS MEZCLAS.

Caracterización fisicoquímica de las mezclas alimenticias.

VARIABLE	RELACIÓN TUBÉRCULO : LEGUMINOSA						PROMEDIO	EE	PROB
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	P1-F2	P2-F1	P1-F1	Y1-F2	Y2-F1	Y1-F1	-	-	-
pH	6,12b	6,13b	6,16b	6,72a	6,74a	6,73a	6,4333	0,02	<0,0001
Acidez titulable	0,58a	0,1b	0,1b	0,11b	0,06b	0,07b	0,17	0,1	0,0165
Densidad aparente g/cc	0,81d	0,82d	0,81d	0,84b	0,94a	0,83c	0,8417	1,00E-03	<0,0001
Distribución del tamaño de partícula %	92,48e	93,41d	94,34c	94,55c	96,71a	95,28b	94,462	0,12	<0,0001
Viscosidad (cP)	1,32a	1,21a	1,22a	8,52a	1,58a	3,18a	2,8383	2,26	0,2269

ANEXO 8. ANALISIS DE PERFIL AMINOACIDOS

Perfiles de aminoácidos de las diferentes mezclas.

Aminoácidos	**Patrón de amino ácidos mg/g**	**Contenido aminoácidos (mg/g de proteínas)**	
		1PC-2F	1Y-2F
Proteína		15,2	13,6
Lisina	58	120,06	120,07
Metionina+cistina	25	38,15	38,09
Triptófano	11	26,45	26,47

ANEXO 9. ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LAS MUESTRAS DE LAS MEZCLAS.

Análisis microbiológico inicial.

INICIAL				
MEZCLAS	**%HUMEDAD**	**AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/g)**	**MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)**	**COLIFORMES TOTALES (UFC/g)**
1ph-2fr	**6.9**	**89000**	**500**	**<100**
2ph-1fr	**6.4**	**87000**	**480**	**<100**
1ph-1fr	**5.8**	**82000**	**480**	**<100**
1yu-2fr	**5.2**	**98000**	**460**	**<100**
2yu-1fr	**4.2**	**97000**	**470**	**<100**
1yu-1fr	**4.4**	**96000**	**480**	**<100**

Análisis microbiológico a los 2 meses.

DOS MESES				
MEZCLAS	**%HUMEDAD**	**AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/g)**	**MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)**	**COLIFORMES TOTALES (UFC/g)**
1ph-2fr	**11.8**	**99000**	**870**	**<100**
2ph-1fr	**11.5**	**101000**	**850**	**<100**
1ph-1fr	**12.3**	**102000**	**910**	**<100**
1yu-2fr	**12.4**	**99000**	**950**	**<100**
2yu-1fr	**11.9**	**105000**	**890**	**<100**
1yu-1fr	**11.8**	**103000**	**890**	**<100**

Análisis microbiológico a los 6 meses.

SEIS MESES				
MEZCLAS	**%HUMEDAD**	**AEROBIOS MESÓFILOS (UFC/g)**	**MOHOS Y LEVADURAS (UFC/g)**	**COLIFORMES TOTALES (UFC/g)**
1ph-2fr	**13.8**	**$5X10^4$**	**$1.4X10^4$**	<100
2ph-1fr	**13.7**	**$5.8X10^4$**	**$1.8X10^4$**	<100
1ph-1fr	**14.1**	**$6.3X10^4$**	**$2.1X10^4$**	<100
1yu-2fr	**14.2**	**$6.5X10^4$**	**$1.8X10^4$**	<100
2yu-1fr	**13.7**	**$5.9X10^4$**	**$1.5X10^4$**	<100
1yu-1fr	**14.7**	**$6.3X10^4$**	**$1.5X10^4$**	<100