

**DESARROLLO DE UN REESTRUCTURADO PROTEICO A BASE DE
LEGUMINOSAS CULTIVADAS EN COLOMBIA**



KEIDITH PAOLA CÁRCAMO MARTÍNEZ

SHIRLEY PATRICIA DICKSON DORIA

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BERÁSTEGUI
SEPTIEMBRE - 2016**

**DESARROLLO DE UN REESTRUCTURADO PROTEICO A BASE DE
LEGUMINOSAS CULTIVADAS EN COLOMBIA**

KEIDITH PAOLA CARCAMO MARTINEZ

SHIRLEY PATRICIA DICKSON DORIA

Proyecto de grado para optar al título de INGENIERO DE ALIMENTOS

Director (a)

CLAUDIA DENISE DE PAULA, Ph. D.

Codirector (a)

YENIS IBETH PASTRANA PUCHE, M. Sc.

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

BERÁSTEGUI

SEPTIEMBRE - 2016

La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto serán responsabilidad de los autores. (Artículo 61, acuerdo N°093 del 26 de Noviembre del 2002 del Consejo Superior).

NOTA DE ACEPTACIÓN

Pedro Elías Romero Barragán
Firma del jurado

Beatriz Elena Álvarez Badel
Firma del jurado

DEDICATORIA

Dedicada especialmente a mis padres, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo y su paciencia en todos mis años de estudios.

A mis hermanos por motivarme a seguir en cada caída, y enseñarme que si puedo lograr lo que me proponga.

A mis amigos por permitirme reír, llorar y disfrutar de este paso por la universidad, que con mucho esfuerzo y sacrificio hoy podemos ver realizado nuestro sueño y dar fe que lo hemos logrado.

Keidith Cárcamo

Dedicada a mis padres, hermanos y amigos por su compañía, apoyo y comprensión que me brindaron día a día en el transcurso de esta hermosa etapa de mi vida, formarme como Ingeniera de Alimentos.

*A mis amigos **Manuel Emigdio Doria** (Q.E.P.D) y **Paola Cordero** (Q.E.P.D), por haber sido parte de mi vida y aún de mi corazón.*

Shirly Dickson Doria

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios primeramente por darnos la oportunidad de realizar este trabajo, ya que gracias a Él podemos culminar un ciclo importante en nuestra vida profesional. De igual forma agradecemos a nuestra Directora de tesis, la Dra. Claudia Denise De Paula por su apoyo incondicional y toda su dedicación para sacar adelante esta investigación, a nuestra Codirectora la Ing. Yenis Pastrana Puche por su colaboración.

A nuestras familias por protegernos y apoyarnos durante este camino y darnos fuerzas para superar los obstáculos a lo largo de nuestra carrera, al programa de Ingeniería de Alimentos con su cuerpo de docentes, por darnos todos estos conocimientos para así formarnos como profesionales, a los auxiliares del laboratorio de Análisis de Alimentos, y Planta Piloto por su amable colaboración en la realización de esta investigación.

Keidith Cárcamo y Shirley Dickson

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	16
2. OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GENERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. MARCO TEÓRICO	21
3.1 Importancia de las leguminosas en la alimentación	21
3.2 Generalidades de las leguminosas	21
3.3 Componentes principales y características de las leguminosas	23
3.4 Características de leguminosas	24
3.4.1 Frijol caupí (<i>Vigna unguiculata</i>)	24
3.4.2 Lenteja (<i>Lens culinaris Medik</i>)	26
3.4.3 Arveja (<i>Pisumsativum L.</i>)	28
3.5 Reestructurado proteico vegetal	30
3.5.1 Ventajas de un reestructurado	31
3.6 Análisis sensorial	32
3.6.1 Evaluación de Aceptación	32
4.0 MATERIALES Y MÉTODOS	33
4.1 Tipo de investigación	33
4.2 Caracterización proximal de materias primas	33
4.3 Desarrollo de formulaciones para la elaboración del reestructurado	34

	proteico a partir de leguminosas	
4.4	Proceso de elaboración del reestructurado proteico vegetal	35
4.5	Caracterización proximal de los reestructurados proteicos vegetal	37
4.6	Evaluación del nivel de preferencia de los reestructurados proteicos	37
4.7	Determinación de la aceptación del reestructurado seleccionado	38
4.8	Diseño experimental y análisis estadístico	39
5.0	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
5.1	Caracterización proximal de las materias primas	40
5.2	Caracterización proximal de las formulaciones de reestructurados proteicos a partir de leguminosas	43
5.3	Evaluación de la preferencia por ordenamiento de los reestructurados proteico vegetal	47
5.4	Evaluación de la aceptación de los reestructurados proteicos	47
5.4.1	Por medio de la escala “just right	48
5.4.2	Por medio de la escala hedónica	48
6	CONCLUSIONES	55
7	RECOMENDACIONES	57
8	BIBLIOGRAFIA	58
	ANEXOS	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de las leguminosas más comunes.

Tabla 2. Composición química de granos Caupí (*Vigna Unguiculata*), representado en porcentaje de materia seca.

Tabla 3. Composición de la semilla lenteja seca (por cada 100 g de materia seca).

Tabla 4. Contenidos de nutrientes de la arveja verde (por 100 g).

Tabla 5. Ingredientes utilizados en la elaboración del reestructurado proteico (g/100 De producto).

Tabla 6. Análisis proximal de las leguminosas utilizadas.

Tabla 7. Análisis proximal de tres reestructurados proteico a partir de leguminosas.

Tabla 8. Resultados de la prueba de ordenamiento preferencia.

Tabla 9. Resultados de las pruebas de aceptación por atributos.

Tabla 10. Resultados de las pruebas de aceptación e índice de aceptabilidad (IA) por atributos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de leguminosas.

Figura 2. Producción de leguminosas en Colombia.

Figura 3. Diagrama de flujo de reestructurado proteico vegetal.

Figura 4. Proceso de elaboración del reestructurado proteico vegetal de leguminosas.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Evaluación del nivel de preferencia de un reestructurado proteico vegetal.

ANEXO B. Evaluación de aceptabilidad del reestructurado proteico vegetal.

ANEXO C. Análisis del modelo estadístico para la caracterización proximal de los reestructurados a partir de leguminosas.

RESUMEN

La desnutrición infantil se considera como un estado físico y enfermedad consecuente de la baja ingesta de alimentos sanos y necesarios para el correcto desarrollo de las capacidades físicas, motoras e intelectuales de los niños, tiene diversos orígenes como la escasez o inexistencia de recursos económicos y las políticas de promoción y prevención desarrolladas por el estado que en ocasiones no cumplen con una cobertura total de las regiones más vulnerables. Buscando una alternativa a esta problemática se desarrolló un reestructurado proteico vegetal de leguminosas a bajo costo, utilizando como materias primas el frijol Caupí (*Vigna unguiculata L.*), la arveja (*Pisum sativum L.*), y la lenteja (*Lens culinaris Medik.*). Para llevar a cabo los objetivos de este estudio, se evaluó la composición proximal de las materias primas (arveja, frijol Caupí y lenteja), y de los reestructurados F1 (25% frijol Caupí, 25% de arveja y 25% de lenteja), F2 (50% frijol Caupí y 25% de arveja) y F3 (50% frijol Caupí y 25% de lenteja) según metodología AOAC (2012). Además fue utilizada una prueba de ordenamiento-preferencia y de aceptación utilizando escalas “just right” (5 puntos) y hedónica (9 puntos), evaluando atributos de textura, sabor, aroma crocancia, sabor a granos, apariencia y oleosidad; con 50 catadores consumidores potenciales del producto. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones, los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) y test de Tukey ($p \leq 0,05$). Los resultados mostraron que las tres formulaciones se caracterizaron por presentar un alto contenido de carbohidratos y fibra, en comparación a las demás variables. El porcentaje de proteínas en F1 y F2 no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí ($p \geq 0,05$), arrojando valores de 15,89% y 15,99% respectivamente, pero a su vez, son estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$), con

respecto a la F3 (14,89%), demostrando que la mezcla entre frijol y arveja (F2) aporta menos contenido proteico que las demás mezclas (F1 y F3). La F1 fue la más preferida y las F2 y F3 no presentaron diferencia en la preferencia ($p \geq 0,05$), demostrando igual preferencia por los catadores. En la prueba de aceptación con escala hedónica, los catadores no encontraron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre los atributos de color, apariencia, aroma, textura y sabor. Para el Índice de Aceptabilidad (IA) existe diferencia ($p \leq 0,05$) entre la F1 con respecto a F2 y la F3, estas no difieren estadísticamente entre sí ($p \geq 0,05$); todas las calificaciones estuvieron por encima del 70%. En la aceptación utilizando la escala “just right” los catadores encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre las F1 en relación a las F2 y F3, la cual son estadísticamente iguales ($p \geq 0,05$); los términos de la escala utilizados para la F1 quedó ubicado entre “Suave cómo me gusta” y “Un poco menos suave de cómo me gusta” y las F2 y F3 “Un poco más suave de cómo me gusta” y “Suave cómo me gusta”. Se puede decir que hubo buena aceptación de las formulaciones del reestructurado proteico vegetal, destacando la F3 con 50% de frijol Caupí y 25% de lenteja.

ABSTRACT

Child malnutrition is considered a physical and/or disease resulting low intake of healthy and necessary for the proper development of physical, motor and intellectual capacities of children food. It has different origins such as scarcity and lack of economic resources, and prevention developed by the government that sometimes do not meet full coverage of the most vulnerable regions. Looking for an alternative to this problem a vegetable protein legumes restructured developed at low cost, using as raw materials the cowpea (*Vigna unguiculata* L.), pea (*Pisum sativum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medik). To carry out the objectives of this study, the physico-chemical composition of raw materials (pea, cowpea beans and lentils) was evaluated and restructured F1 (25% cowpea, 25% peas and 25% Lentil) F2 (50% and 25% bean cowpea pea) and F3 (50% and 25% cowpea lentil) according to AOAC (2012) methodology. It also was used test system-preference and acceptance using scales "just right" (5 points) and hedonic (9 points), evaluating attributes of texture, flavor, crispness aroma, flavor grains, appearance and oiliness; Product with 50 tasters potential consumers. a design randomized block, with three replications, data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey test ($p \leq 0.05$) was used. The results showed that all three formulations were characterized by presentaren high in carbohydrates and fiber, compared to other variables. The percentage of protein in F1 and F2 showed no statistically significant differences between them ($p \geq 0.05$), yielding values of 15.89% and 15.99% respectively, but in turn, are statistically significant ($p \leq 0, 05$), with respect to F3 (14.89%), demonstrating that the mixture of beans and peas provides less protein than the other mixtures. F1 was most

preferred and F2 and F3 showed no difference in preference ($p \geq 0.05$), demonstrating equal preference for tasters. In the acceptance test with hedonic scale, the tasters found no significant differences ($p \geq 0.05$) between the attributes of color, appearance, aroma, texture and flavor. For Acceptability Index (IA) there is difference ($p \leq 0.05$) between F1 with respect F2 and F3, these are not statistically different from each other ($p \geq 0.05$); all ratings were above 70%. Acceptance using the scale "just right" tasters found significant differences ($p \leq 0.05$) between the F1 compared to F2 and F3, which are statistically equal ($p \geq 0.05$); the terms of the scale used for the F1 was located between "Suave how I like it" and "A little less soft than how I like it" and F2 and "A little softer how I like it" and "Suave how F3 I like ". We can say that there was good acceptance of vegetable protein formulations restructured, highlighting the F3 with 50% and 25% Cowpea Lentil.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la ciencia de los alimentos saludables, tiende a incorporar los conocimientos necesarios para elaborar productos alimenticios destinados a dietas que se

adecuen a las necesidades personales. Cuando ya se piensa que el conocimiento de la secuencia genómica podría ser el inicio de una nueva vía de investigación en los ámbitos de la elaboración de alimentos, es de esperar un rápido desarrollo de alimentos saludables que promuevan la salud y el bienestar (Bello 2006). En los últimos años la tendencia ha sido mejorar los hábitos alimenticios, por lo que instituciones encargadas de la política pública en materia de nutrición, han promovido el uso de alimentos con altos valores nutricionales y de bajo costo como son las leguminosas. Una alimentación saludable debe contener gran variedad de alimentos para satisfacer las necesidades nutricionales y mantener un óptimo estado de salud. Aumentar el consumo de leguminosas secas incluidas en estas, el frijol Caupí, la lenteja y la arveja, ha sido una de las principales opciones para este propósito (Prada *et al.* 2005).

La desnutrición es una problemática que afecta a toda la población, especialmente a la población infantil, ocasionando enfermedades por consecuencia de la baja ingesta de alimentos sanos y necesarios para el correcto desarrollo de sus capacidades físicas, motoras e intelectuales. Esta problemática tiene diversos orígenes, entre los que se destacan la escasez o inexistencia de recursos económicos en las familias de los infantes, la ausencia de uno o varios productos alimenticios en una región, por factores como el clima y las políticas de promoción y prevención desarrolladas por el gobierno que en muchas ocasiones no cumplen con una cobertura total de las regiones más vulnerables (Ortiz *et al.* 2012).

En el departamento de Córdoba según la ENSIN (2010) la desnutrición global es de 4,3% y la desnutrición crónica de 16,4%, en los niños menores de 5 años presenta desnutrición crónica, cifra superior a las encontradas en los departamentos de Sucre con

2,8% para desnutrición global y crónica con 14,3% al igual que en Choco con 15,7 %. Con relación a la desnutrición global en este grupo de edad, los resultados alcanzan el 12% superando también los datos de la Costa Atlántica (10%) y del país (7%) (Heredia *et al* 2007); por lo cual se infiere que muchas familias de bajos recursos no consumen la ingesta adecuada de nutrientes, debido a que no cuentan con la disponibilidad de dinero suficiente para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación. Esto conlleva a favorecer los altos índices de desnutrición en el departamento, afectando directamente a las comunidades más vulnerables (niños, ancianos, mujeres embarazadas y lactantes); por ende tendrán dificultades en su desarrollo físico y mental. El departamento de Córdoba encuentra ubicado entre los más pobres del país, presentando mayor desigualdad económica, lo que influye de forma directa en los índices de desnutrición y mortalidad por esta causa. Según una encuesta realizada por la Secretaria de Desarrollo de la Salud, se determinó que el 16,3% de los niños presentaban desnutrición aguda, el 27,0% desnutrición grave y el 31,8% desnutrición crónica (DANE 2005).

En el año 2004 se llevó a cabo en Colombia una investigación de la mortalidad asociada a la desnutrición, basada en información obtenida del sistema de estadísticas vitales del DANE, que arroja datos de proyecciones de población e indicadores de pobreza por ingresos y de coberturas de servicios básicos municipales. Se reveló que en el país ocurrieron 39.197 defunciones en las que estuvo presente la desnutrición como causa directa o como estado patológico importante. La tasa total de mortalidad por desnutrición fue de 20,75%. Por edad, las tasas más altas son de grupos de menores de 5 años, sin mayor diferencial por sexo, y personas mayores de 45 años. En los menores de 1 año, el 4% de las muertes tuvieron como causa básica la desnutrición y el 2,5% se

debieron a retardo del crecimiento fetal, desnutrición fetal, bajo peso al nacer y gestación corta (DANE 2005).

La misma encuesta realizada en el año 2010 arrojó que la desnutrición crónica en Colombia presentó un porcentaje mayor al esperado, siendo más prevalente en los niños de 1 a 2 años de acuerdo a los patrones de crecimiento de la OMS; representando un 13,2% del total de los niños nacidos con bajo peso (DANE 2010).

Los municipios de San Pelayo, Lorica y Cotorra, se ubican como significativos productores de frijol Caupi, alcanzando 150, 392 y 320 toneladas respectivamente para el año 2005, lo que hace importante estas tres localidades para la producción de frijol (Heredía *et al.* 2007). Teniendo en cuenta estos datos de producción, y con el fin de desarrollar un nuevo producto a partir de leguminosas cultivadas en el país, con un buen contenido nutricional que ayude a mitigar la crisis de desnutrición que presenta el departamento de Córdoba, el aprovechamiento de estas materias primas podría generar un valor agregado a la economía rural de los pequeños productores e indirectamente mejorar los índices de desnutrición en la población más vulnerable. Con base a lo anteriormente mencionado se elaboró un reestructurado proteico de vegetal, saludable, a bajo costo, que se encuentra al alcance del consumidor, rico en propiedades nutricionales, con excelentes características sensoriales y atractivo al gusto, presenta la ventaja de no contener en su formulación conservantes ni aditivos químicos; es decir un reestructurado proteico de leguminosas, tales como el frijol caupí (*Vigna Unguiculata L.*), arveja (*Pisum sativum L.*) y la lenteja (*Lens culinaris Medik.*). De esta manera se favorecerá directamente al consumidor e indirectamente a los pequeños y medianos productores del departamento de Córdoba con la compra segura de su cosecha.

2. OBJETIVOS

2.1 GENERAL

- ❖ Desarrollar un reestructurado proteico a base de leguminosas cultivadas en Colombia.

2.2 ESPECÍFICOS

- ❖ Realizar análisis Proximal a las materias primas leguminosas (frijol Caupí, Arveja y Lenteja) cultivadas en Colombia.
- ❖ Desarrollar 3 formulaciones para el proceso de elaboración del reestructurado proteico a partir de leguminosas.
- ❖ Determinar la caracterización proximal de los reestructurados proteicos.
- ❖ Evaluar el nivel preferencia de las formulaciones desarrolladas.
- ❖ Determinar la aceptación de las formulaciones.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Importancia de las leguminosas en la alimentación

Las leguminosas junto con los cereales, han sido utilizadas por el hombre desde la antigüedad y son esenciales para su alimentación siendo habitual su consumo diario en la mayor parte del mundo. Presentan beneficios significativos para la nutrición humana y para la salud cuando se consumen con regularidad en dietas bien equilibradas, provocando una menor incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y diabetes entre otras (Mazu *et al.* 1998).

Las legumbres presentan una importancia especial para los países de bajos ingresos y con déficit de alimentos, cuyas principales fuentes de proteínas y energía son los productos de origen vegetal contribuyendo al 10% de las proteínas diarias recomendadas y a un 5% del aporte energético de la población. Alrededor del 75% de las legumbres en estos países se destina al consumo humano (FAO 2010).

3.2 Generalidades de las leguminosas

Las leguminosas pertenecen a la familia botánica que incluye plantas caracterizadas por producir frutos en forma de vainas dentro de las cuales se encuentran las semillas. Tienen la propiedad de tomar el nitrógeno de la atmósfera y a través de bacterias en sus raíces, incorporarlo al suelo. Ejemplo de esto, el frijón, arveja, garbanzo, lenteja entre otras (FENALCE 2014). De las más de 18.000 especies conocidas, y de todas las que

son cultivadas, sólo se producen 20 tipos distintos que se utilizan como alimento para el ser humano en los diferentes continentes, destacando las semillas de soja (*Glycine max L.*), cacahuete (*Arachis hypogaea L.*), judías (entre las que se encuentran diversas especies del género (*Phaseolus*), arveja (*Pisum sativum L.*), garbanzos (*Cicer arietinum L.*) y lentejas (*Lens culinaris Medik.*).

La producción mundial de legumbres se estima en cerca de 61 millones de toneladas (Figura 1), siendo los países industrializados los que aportan la mayor producción. La Unión Europea es una importante productora de leguminosas superando la media mundial per cápita.

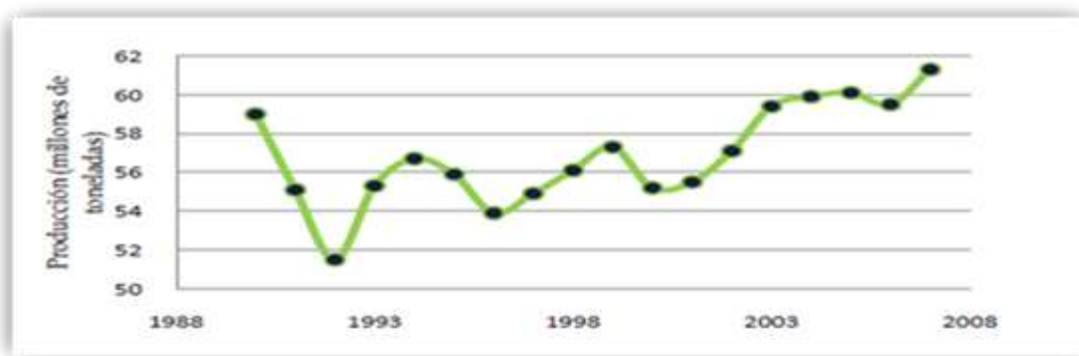


Figura 1. Producción mundial de leguminosas.
Fuente: FAO (2010).

En Colombia entre las leguminosas de grano que más aceptación tienen para el consumo humano se encuentran el fríjol (*Phaseolus vulgare*), arveja (*Phaseolus vulgare*), fríjol-soya-haba (*Vicia fava*), lenteja (*Lens esculenta/nigricans*) y garbanzo (*Cicer arietinum*). La producción de fríjol y arveja en Colombia en 2004, oscilaba alrededor de las 63.000 y 80.000 toneladas/año. La tendencia en el periodo de 2011-2013 fue creciente (Figura 2), alcanzando 120.000 toneladas y 140.000 toneladas respectivamente (FENALCE 2014).

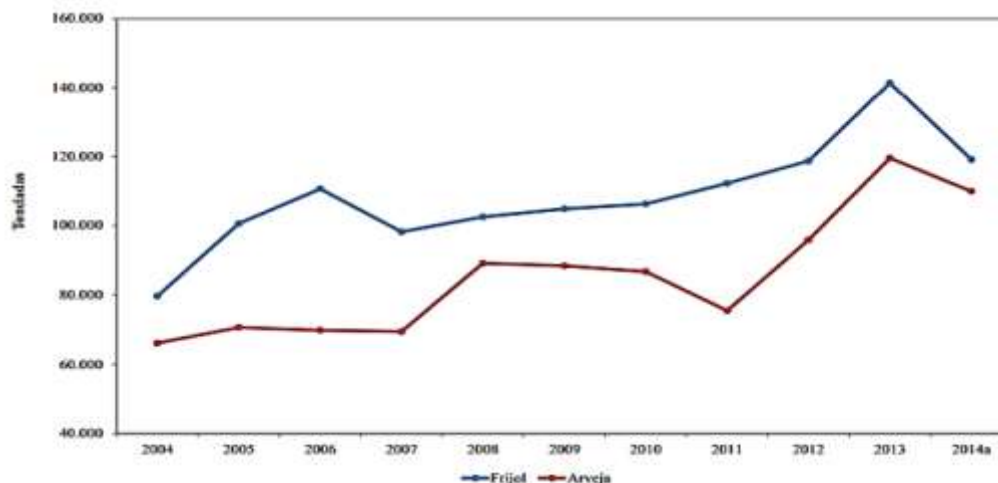


Figura 2. Producción de leguminosas en Colombia.
Fuente: FENALCE (2014).

3.3 Componentes principales y características de las leguminosas

El valor nutritivo de las leguminosas se debe esencialmente a su contenido proteico, a la vez que son fuente importante de carbohidratos complejos, algunos de absorción lenta como el almidón y otros no digeribles como los componentes de la fibra alimentaria. Por otro lado, presentan un bajo contenido en lípidos (excepto en el caso de semillas oleaginosas), estando mayoritariamente constituidos por ácidos grasos poli insaturados (Zulet y Martínez 2001). En la Tabla 1 se muestra la composición de las leguminosas más comunes.

Tabla 1. Composición química de las leguminosas más comunes.

Leguminosa	Humedad	Lípidos	Proteínas	Carbohidratos	Fibra	Energía
Lentejas	7-9	1-3	20-28	50-58	9-13	314
Garbanzos	6-10	4-6	17-21	50-60	13-17	329
Guisantes	7-9	1-3	20-26	46-50	14-18	317
Habas	6-9	1-2	23-34	55-60	17-21	331
Soja	8-10	17-20	38-42	26-29	9-13	398
Vitaminas	Destacan ácido fólico, niacina, riboflavina, tiamina					
Minerales	Destacan Calcio, Hierro, Fosforo, Potasio, Magnesio					
Fitoquímico	Isoflavonas (especialmente soya), lignanos					

Fuente: Gil (2010).

3.4 Características de leguminosas

3.4.1 Frijol Caupí

El frijol Caupí (*Vigna unguiculata*) introducido en América por los colonizadores españoles, ha sido ampliamente estudiado y cultivado en África, India, EE.UU., Cuba, Venezuela y Brasil. En Centroamérica se usa marginalmente por grupos de agricultores en el sur de Honduras y norte de Nicaragua, pero no se ha hecho mucha investigación ni esfuerzos de diseminación (Oporta y Rivas 2006). En la Costa Atlántica Colombiana (Atlántico, Bolívar, Sucre, Magdalena y Córdoba), una de las leguminosas más preferidas es el frijol criollo (*Vigna unguiculata*) en las variedades de semilla roja y blanca (Aguirre 2009). Díaz y López (1997) afirman que el frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.), es después del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) la leguminosa de mayor importancia destinada al consumo directo de la población en las regiones tropicales y subtropicales.

De la planta del frijol Caupí se consume para fines alimenticios las semillas y hojas. Es ampliamente consumido en la costa norte de Colombia, en el Caribe hasta el sur de los Estados Unidos y en África, principalmente en Nigeria, donde es originario (Sánchez 2001), ha sido objeto de más estudio en América Latina, por ser una de las fuentes principales de proteína de la población humana (Cárdenas *et al.* 2000). Tiene alta palatabilidad, el contenido de proteína cruda en el follaje es de 14-21% y en el grano puede estar entre 18 a 26% con una digestibilidad en el material verde por encima del 80% (Peters *et al.* 2011). En la Tabla 2 se puede observar valores para proteína en los granos que varían de 23,8 a 26,6% y para contenido graso, varía de 1,0 a 3,2%, comparable con el de la torta de soya (1,5%) (Rostagno *et al.* 2011) ofreciendo menos

aporte energético a la dieta. Se evidencia también que su composición química varía dependiendo del cultivar que se tenga.

Tabla 2. Composición química de granos Caupí (*Vigna unguiculata*), representado en porcentaje de materia seca.

Cultivar	PC	EE	FC	FDN	FDA	Ceniza
Caupí¹	26,1	1,0	-	23,6	-	3,2
Caupí grano²	23,8	1,7	-	30,0	6,8	-
Vigna blanca³	26,0	2,1	5,4	-	-	5,0
Vigna negra³	25,0	1,5	8,1	-	-	5,3
Vigna verde³	24,0	1,7	5,5	-	,	4,2
INIFAT 93⁴	25,4	3,2	6,6	-	-	4,7
INIFAT 93⁴	26,6	2,4	7,8			4,3
Cubanita 666⁴	25,4	2,5	5,6			3,7
Trópico 7824	25,4	1,8	6,7			5,1

Dónde: PC= proteína cruda, EE= extracto etéreo, FC= fibra cruda, FDN= fibra detergente neutra, FDA= fibra detergente ácida. ¹León *et al.* (1993); ²Singh *et al.* (2006); ³Díaz *et al.* (2002a); ⁴Díaz *et al.* (2002b).

En la composición general de las leguminosas, se tiene que los carbohidratos, es el constituyente mayoritario, con valores medios por encima del 50% del peso seco, siendo el almidón el principal componente. El contenido de carbohidratos en el Caupí presenta valores alrededor de 65%, mientras que el cacahuete 3%. Para proteínas, el contenido medio de las cuatro fracciones es: 70% de globulinas, 10-20% de albúminas, 10-20% de glutelinas y cantidades residuales de prolaminas. Por lo tanto, son las globulinas la fracción proteica de mayor peso en las leguminosas (Nadal *et al.* 2008).

3.4.2 Lenteja

Su composición nutritiva, al igual que la de otras leguminosas, hace de ella un alimento adecuado para incluirlo en el concepto de dieta saludable, ya que no sólo es fuente de proteína sino también de hidratos de carbono complejos y fibra (Tabla 3). Tradicionalmente han sido valoradas como fuente de energía, proteínas y hierro: poseen un contenido de entre 43-75 % de carbohidratos y 16-31 % de proteínas (Grusack 2009). Este hecho hace que se haya constituido en un elemento importante de la dieta en muchas partes del mundo, como en el sur de Asia donde una gran parte de la población es vegetariana, constituyendo la lenteja una de sus principales fuentes de aporte proteico (Sigh *et al.* 2006). El contenido en lípidos es bajo, predominando claramente el contenido en grasas insaturadas sobre las saturadas (Urbano *et al.* 2007).

Tabla 3. Composición de la semilla lenteja seca (por cada 100 g de materia seca).

Componente	Rango de valores publicados	Valores medios
Energía (KJ)	1.418-2.010	1,638
Proteínas (g)	15,9-31,4	28,3
Carbohidratos (g)	43,4-74,9	67,1
Lípidos (g)	0,3-3,5	2,5
Fibra total (g)	1 5,1-26,6	12,2
Cenizas (g)	2,2-6,4	2,2

Fuente: Grusack (2009). ¹La gran diferencia en contenido de fibra se debe a valores de semillas completas o descascarilladas.

El ácido fólico destaca notablemente entre las otras vitaminas que contiene la lenteja, que son las vitaminas C, niacina (B₃), ácido pantoténico (B₅), piridoxina (B₆), riboflavina (B₂), tiamina (B₁), biotina (B₈ o H), vitamina E, colina, vitamina A, K y D (Grusack 2009). Con la excepción de las dos primeras, el resto de las vitaminas aumenta

marcadamente su contenido durante la germinación, justificando así su consumo en forma de brotes germinados (Yadav *et al.* 2007).

Respecto a los minerales, no sólo presentan alto contenido en hierro como bien afirma la cultura popular, sino que son una fuente importante de otros minerales esenciales en la dieta como calcio, potasio, fósforo y zinc (Grusack 2009). Sin embargo, este contenido no siempre está asociado a su disponibilidad, pues ésta puede ser baja debido a la presencia de componentes anti nutritivos, como los fitatos, que poseen el potencial para unirse a los minerales reduciendo así su biodisponibilidad (Thavarajah *et al.* 2009).

En relación con el concepto de anti nutritivos, palabra con aparente connotación negativa, comienza a cambiar su acepción al estar relacionados muchos de ellos con beneficios para la salud en los conocidos como alimentos funcionales. Así, por ejemplo, los fitatos son considerados componentes anti nutritivos, ya que inhiben la absorción de minerales, pero recientemente se ha observado que tienen propiedades anti cancerígenas en relación al cáncer de colon, de próstata, de pecho y leucemia (García de Diego *et al.* 2008).

En el caso de la lenteja y otras leguminosas, algunos componentes anti nutritivos, como inhibidores de proteasas, polifenoles, taninos o saponinas, junto con otros componentes fitoquímicos, están siendo estudiados, habiéndose ya confirmado, por ejemplo, una relación entre la ingesta de lentejas con una disminución del colesterol y las grasas, así como una menor incidencia del cáncer, de colon y de la diabetes del tipo II (Roy *et al.* 2010).

3.4.3 Arveja

Según FENALCE (2014) la arveja es una leguminosa herbácea de climas templados, templado frío y húmedo. Los principales departamentos productores son Cundinamarca y Boyacá, seguidos en menor importancia por Nariño, Santander, Tolima, Huila y Antioquia. Es muy común encontrarla en asocio con papa o utilizada como rotación con cebolla, maíz, frijol y papa (Forero y Moreno 2006).

Esta leguminosa es importante en la dieta humana especialmente por su contenido de proteína, fosforo y vitaminas A y C. En la Tabla 4 se presenta los contenidos de nutrientes de la arveja verde, según la (FAO 2003).

Tabla 4. Contenidos de nutrientes de la arveja verde (por 100 g).

Arveja	100g
Agua	72,60
Proteínas	7,10 g
Carbohidratos	18,80 g
Fibra	3,40 g
Cenizas	0,90 g
Calcio	27 g
Fósforo	134 mg
Hierro	1,70 mg
Vitamina A	383.03 U.I.
Vitamina B1	0,28 mg
Vitamina B2	0,18 mg
Niacina	2,15 mg
Vitamina C	22,30 mg

Fuente: FAO/LATINFOOD (2003).

Krall *et al.* (2006) mencionan que la proteína de la arveja es rica en triptófano y lisina, aminoácidos esenciales que generalmente son bajos en los cereales. Además, la arveja seca logra un contenido de proteína del 21 a 25% en peso, superior al de la arveja verde. En la actualidad, la ciencia de los alimentos saludables, tiende a incorporar los conocimientos necesarios para elaborar productos alimenticios destinados a dietas que se adecuen a las necesidades personales. Cuando ya se piensa que el conocimiento de la secuencia genómica podría ser el inicio de una nueva vía de investigación en los ámbitos de la elaboración de alimentos, es de esperar un rápido desarrollo de alimentos saludables que promuevan la salud y el bienestar (Bello 2006).

La ciencia de la nutrición ha dado grandes pasos en el último siglo en cuanto a la identificación de nutrientes e ingredientes con efectos específicos sobre la salud. Estas sustancias pueden obtenerse de materias primas e incorporarse a alimentos destinados a grupos específicos de consumidores. Por otra parte, si un componente natural produce un efecto negativo sobre la salud, puede eliminarse. La tecnología alimentaria puede aprovecharse para modificar la composición de los alimentos en dos aspectos principales: el enriquecimiento y la extracción (Ashwel 2001).

Un alimento es funcional, si se demuestra satisfactoriamente que afecta de forma beneficiosa a una o más funciones del organismo, más allá de su valor nutricional, de manera que sea eficaz para mejorar el estado de salud y bienestar y/o reducir el riesgo de enfermedades. Puede ser un alimento natural o transformado (por métodos tecnológicos o biotecnológicos), donde se ha modificado la naturaleza o la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes o cualquier combinación de estas posibilidades. Un alimento funcional, puede ser funcional para todos los miembros de una población o sólo para un grupo en particular, caracterizado, por ejemplo, por la edad o constitución genética.

Además un alimento funcional debe ser un alimento (no comprimidos, ni cápsulas), y debe mostrar sus efectos en las cantidades normalmente consumidas en la dieta (Diplock *et al.* 1999).

3.5 Reestructurado proteico vegetal

Un alimento reestructurado de vegetales es una mezcla de ingredientes, cuyo principal aporte es materia prima no cárnica, los cuales han sido cocidos y molidos, dando como resultado una masa, la cual debe tener características funcionales que permitan su preformado, corte y congelado. De manera general, la elaboración de reestructurados de origen vegetal, parte de un conocimiento de la materia prima, seguida de su desintegración, adición de aditivos y condimentos para su posterior moldeado y congelado, con o sin pre fritura (De Paula 2009). Precisamente, una de las mayores ventajas de los productos reestructurados es la posibilidad de modificar la composición del producto final, mediante la reformulación del producto original previamente troceado o picado, y en este sentido, se podría hablar de la eliminación de unos constituyentes o de la incorporación de otros nuevos ingredientes o aditivos (Sánchez *et al.* 2004).

En estudios anteriores Walter Jr. *et al.* (2002) elaboraron reestructurados de batata “Jewel” para su posterior fritura utilizando un sistema de gelificación alginato-calcio. El producto resultante presentó una textura consistente y aceptable por el consumidor, de modo, que estos aditivos son adecuados para la elaboración de reestructurados. Barbari (2001) realizó un análisis sobre reestructurados de yuca al compararlos con palitos de yuca fritos directamente cortados de la raíz, concluyendo que el procesamiento de reestructurados es más ventajoso ya que presenta un rendimiento promedio del 64% en comparación con el 45% de los palitos a partir del corte de la raíz. De Paula (2009)

elaboró reestructurados de malanga encontrando que es viable el procesamiento industrial de la malanga y puede ser una alternativa que agrega valor a esta materia prima. Salinas (2007) elaboró reestructurados de carne concluyendo que no hubo diferencia en suavidad, jugosidad y aceptación general entre el bistec y la carne reestructurada, pero si, entre sabor y apariencia. En Medio Oriente, especialmente en Turquía, se consume reestructurado de carne cocida de pollo, vaca y cordero conocidos como doner kebab (Birol y Killi 2003). En occidente, primordialmente al mercado norteamericano y europeo, han entrado productos reestructurados que se fabrican a partir de surimi, pero dado su bajo rendimiento, se tiende a utilizar músculo sin lavar o ligeramente lavado sin refinar (Borderías y Pérez 2005). Actualmente en Colombia podemos ver importados de este tipo, provenientes de Chile y países asiáticos en su gran mayoría.

3.5.1 Ventajas de un reestructurado

Entre las ventajas y posibilidades que ofrecen los productos reestructurados cabe destacar: control exacto y reproducible del peso, atributos sensoriales y propiedades tecnológicas del producto. Esto hace posible elaborar reestructurados con características uniformes y convenientes en cuanto a tamaño y forma (permitiendo además la automatización de su elaboración), comportamiento a la cocción, textura, etc. Esto significa acercar sus características a las exigencias actuales del mercado, que demanda porciones regulares e individuales, de calidad constante, preparación sencilla y rápida, para una mayor comodidad de consumo. Según Schmidt *et al.* (1987) se podría decir la formulación de productos de composición garantizada y ajustada, la posibilidad de condicionar la composición permitiendo la elaboración de cárnicos con propiedades de alimento funcional, adecuando el producto a las recomendaciones nutricionales actuales.

3.6 Análisis sensorial

El Análisis Sensorial es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los órganos de los sentidos humanos. Mediante esta evaluación se puede clasificar las materias primas y productos terminados, conocer la opinión del consumidor sobre un determinado alimento, relacionado a su aceptación o rechazo, como su nivel de agrado (criterios tenidos en la etapa de formulación y desarrollo de los mismos). Son diversas las aplicaciones de esta ciencia, la cual desempeña un papel clave en el ciclo de vida de un producto, de ahí que no se concibe el análisis de un alimento, si no va asociado a la evaluación de sus propiedades organolépticas mediante pruebas sensoriales (Espinosa 2007).

3.6.1 Evaluación de Aceptación

Los test de aceptación permiten tener una indicación de la probabilidad de reacción del consumidor, frente a un nuevo producto, o a una modificación de uno ya existente o de un sucedáneo o sustituto de los que habitualmente se consumen (Wittig de Penna 2001). Es una alternativa eficiente en la detección temprana de deficiencias del producto y la posibilidad de realizar modificaciones en su formulación.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de investigación

Esta investigación se llevó a cabo en la universidad de Córdoba, sede Berástegui, municipio de Ciénaga de Oro, ubicada geográficamente a 120 m.s.n.m entre los 8°52'52.95" latitud norte y 75°42'8.77" longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich, cuenta con una temperatura promedio de 29 °c y una humedad relativa del 80%. Para la ejecución de este proyecto fueron utilizadas las instalaciones de la planta piloto de vegetales, y los laboratorios de análisis de alimentos y sensorial, pertenecientes al Departamento De Ingeniería De Alimentos.

4.2 Caracterización proximal de materias primas

Se realizó la caracterización proximal de las principales materias primas utilizadas para la elaboración del reestructurado proteico: frijol Caupí, arveja y lenteja, las cuales fueron adquiridas en el comercio local de la ciudad de Montería.

La caracterización proximal se determinó por medio del análisis de humedad (AOAC 925.10), extracto etéreo (AOAC 920.85), proteína bruta (AOAC 920.87), cenizas (AOAC 923.03) y fibra bruta (AOAC 920.86), según la metodología AOAC (2012). El porcentaje de carbohidratos totales se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

%Carbohidratos =100 – (% humedad + % extracto etéreo + % proteína bruta + % cenizas +% fibra bruta). Las muestras fueron estudiadas por triplicado para cada una de las materias primas empleadas.

4.3 Desarrollo de formulaciones para la elaboración del reestructurado proteico a partir de leguminosas

Se desarrollaron tres diferentes formulaciones (F1, F2 y F3) (Tabla 5), el universo estuvo constituido por dos (2) kilogramos para cada una de las diferentes formulaciones.

Tabla 5. Ingredientes utilizados en la elaboración del reestructurado proteico (g/100 g de producto).

Ingredientes	F1	F2	F3
Frijol Caupí	25	50	50
Arveja	25	25	0
Lenteja	25	0	25
Habichuela	4	4	4
Zanahoria	4	4	4
Cebolla cabezona	2	2	2
Cebollín	2	2	2
Cilantro	2	2	2
Pimienta	2	2	2
Ajo	2	2	2
Ají	2	2	2
Sal	2	2	2
Huevo	1	1	1
Harina de trigo	2	2	2

4.4 Proceso de elaboración del reestructurado proteico vegetal

En el diagrama de flujo (Figura 3) se describen cada una de las etapas del proceso de elaboración de los reestructurados proteicos para las tres (3) formulaciones establecidas, detallando las condiciones de proceso.

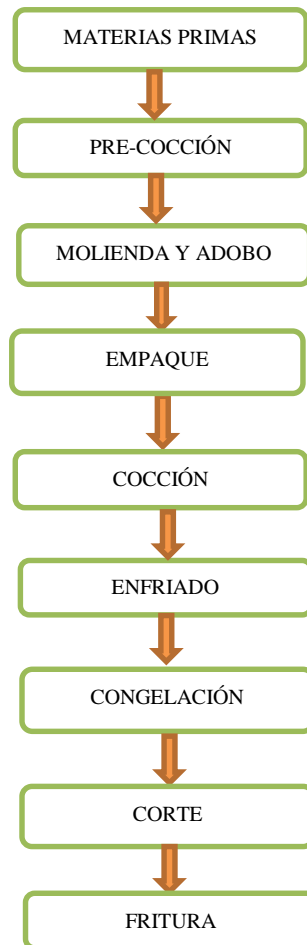


Figura 3. Diagrama de flujo de reestructurado proteico vegetal.

En la etapa inicial del proceso de elaboración del reestructurado proteico vegetal, las leguminosas (lenteja, fríjol Caupí y arveja) se dejaron en remojo por un período de dos (2) horas, en el cual regularmente se les cambio el agua, para evitar la presencia de azúcares solubles (triosas y tetrasas) responsables del proceso de fermentación

(Montoya 2012). Posteriormente se realizó una pre-cocción por separado de cada una de las leguminosas, para este proceso se utilizó una olla a presión por un periodo de cinco (5) minutos, con el fin de facilitar su manipulación. Una vez cocidas las leguminosas (lenteja, fríjol Caupí y arveja) se realizó un proceso de molienda, por medio de un molino marca Javar modelo M22 serie 05 de 2 Hp, con las cantidades de zanahoria, habichuelas, cebolla, cebollín, ají y cilantro, requeridas para cada una de las formulaciones (F1, F2 y F3) (Tabla 5). Luego de esto, se hizo una mezcla, adicionando el resto de los ingredientes (Figura 4a).



Figura 4. Proceso de elaboración del reestructurado proteico vegetal de leguminosas.

La mezcla del producto fue embutido de manera artesanal, con el fin de darle una forma y textura apropiada, utilizando una funda “ALIFAN” (mezcla de polietileno/poliamida de 5 cm de diámetro), después se sometió a un proceso de escaldado a una temperatura de 75 a 80 °C (en el centro térmico) por 30 minutos, dejándose enfriar a temperatura ambiente (Figura 4b).

Una vez terminado el proceso de cocción (figura 4b) el producto se conservó en congelación a - 24 °C, Seguidamente se realizó un corte en rodajas de 0,5 cm (Figura 4c), sometiéndose finalmente a un proceso de fritura, en aceite de palma, a una temperatura de 170 °C por cuatro (4) minutos, utilizando una freidora discontinua marca Electric con capacidad de 5 litros (Figura 4d).

4.5 Caracterización proximal de los reestructurados proteicos vegetal

De acuerdo a metodología señalada en el numeral 4.2 se realizó el análisis proximal de las formulaciones de reestructurados proteicos, con el objetivo de conocer los principales nutrientes en cada uno de ellos y las influencias de los mismos en cada uno de los tratamientos. Las muestras fueron analizadas por triplicado para cada formulación.

Para este estudio se empleó un diseño de bloques al azar en el montaje del experimento, con tres repeticiones para cada tratamiento, los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y el test de Tukey ($p \leq 0,05$) para comparación entre medias.

4.6 Evaluación del nivel de preferencia de los reestructurados proteicos

Se determinó el grado de preferencia entre las muestras en orden, utilizando una prueba de ordenamiento, en la cual se indicó a los consumidores señalar la muestra de su

preferencia (Drake *et al.* 2007), utilizando un panel de catadores conformado por 50 consumidores potenciales del producto.

Las muestras fueron servidas en platos plásticos blancos, codificados con números casualizados de tres dígitos, y presentadas simultáneamente en orden casualizada, los catadores ordenaron en forma decreciente, de acuerdo a su preferencia (Minim 2013).

4.7 Determinación de la aceptación del reestructurado seleccionado

Se evaluó la aceptabilidad de los reestructurados proteicos vegetales, para esto se empleó escala del tipo “just right”, de 5 puntos, la cuales permiten evaluar la intensidad de un atributo relativo a un criterio mental de los catadores. Estas escalas combinan la dimensión hedónica con la dimensión de intensidad, resultando en una escala que va de “no fuerte o suficiente” a “muy fuerte”, con el punto medio correspondiente al ideal “just right” (Mori 1996).

Las muestras fueron servidas en platos plásticos blancos, codificados con números aleatorizados de tres dígitos, presentadas simultáneamente y en orden aleatorio a los catadores, con la participación de 50 consumidores potenciales del producto reclutados verbalmente. Los atributos evaluados fueron suavidad, crocancia, sensación de oleosidad y sabor vegetal a granos. Además, se utilizó una escala hedónica de 9 puntos donde 1 es Me disgusta extremadamente, y 9 Me gusta extremadamente, para evaluar los atributos de apariencia color, aroma, textura y sabor (Anexo B).

También se calculó el Índice de Aceptabilidad (IA), del producto de acuerdo a Peuckert *et al.* (2010). Para su cálculo fue adoptada la siguiente expresión:

$$IA (\%) = A \times 100 / B$$

Dónde:

A= nota media obtenida para el producto

B= nota máxima dada al producto.

El IA con buena repercusión ha sido considerado $\geq 70\%$.

Para este estudio se empleó un diseño de bloques al azar en el montaje del experimento, los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y para la comparación entre medias, se utilizó el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

4.8 Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos obtenidos de la Caracterización proximal de las materias primas, fueron organizados y procesados en Excel versión 2010, donde se determinó la media aritmética y desviación estándar.

Para los datos obtenidos en el análisis proximal de los reestructurados se empleó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones para cada tratamiento, además la prueba de Shapiro Wilk, con el fin de demostrar la normalidad y homogeneidad de los mismos, un análisis de varianza (ANOVA) y el test de Tukey ($p \leq 0,05$) para la comparación entre medias.

Para la prueba sensorial de ordenamiento de preferencia los datos se analizaron por medio del método de Friedman ($p \leq 0,05$). Y para el análisis de los datos obtenidos de la prueba de aceptación (escala just right de 5 puntos y hedónica de 9 puntos), se utilizó un diseño de bloques al azar, análisis de varianza (ANOVA) y para la comparación entre medias el test de Tukey ($p \leq 0,05$). Todos los resultados fueron analizados mediante el software SAS versión libre para universidades.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Caracterización proximal de las materias primas

Los resultados obtenidos de las leguminosas, evidenciaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los valores de humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra y carbohidratos totales evaluados, como podemos observar en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis proximal de leguminosas utilizadas.

LEGUMINOSAS	% Humedad	% Cenizas	% Proteína	% Grasa	% Fibra	%CHO
Frijol Caupí	1,11 \pm 0,02	2,29 \pm 0,08	26,21 \pm 0,40	3,18 \pm 0,0	15,26 \pm 0,05	51,92 \pm 0,41
Lenteja	2,39 \pm 0,05	3,06 \pm 0,08	30,94 \pm 0,30	2,86 \pm 0,02	16,61 \pm 0,29	44,13 \pm 0,63
Arveja	1,54 \pm 0,02	2,74 \pm 0,02	28,96 \pm 0,16	2,10 \pm 0,07	13,16 \pm 0,11	51,48 \pm 0,14

*Promedio de tres repeticiones \pm desviación estándar.

Los tipos de leguminosas estudiadas, se destacaron fundamentalmente por su alto contenido de hidratos de carbono y su aporte proteico, con valores máximos de 51,92% y 30,94% respectivamente. Por otro lado los valores de humedad y cenizas en las leguminosas fueron moderadamente bajos como es normal en éstas, sin embargo, se observó que la lenteja presentó mayor valor de humedad (2,39%) en comparación con el frijol Caupí (1,11%) y la arveja (1,54%). Los valores para humedad encontrados para la lenteja son similares a los de Álvarez (2014), que reportó un contenido del 2,88%, a diferencia Kaur *et al.* (2010), que encontró un contenido de 5,47%. Por otro lado

Umaña *et al.* (2010) reportaron valores de 10,41% para el contenido de humedad en frijol Caupí, y Cerón *et al.* (2016) de 12,91% para la arveja, valores estos superiores a los encontrados en este estudio. Sin embargo se podría decir que los resultados encontrados en este estudio, están dentro del límite aceptado de las leguminosas secas que deben tener un máximo de 13% de humedad, para reducir los riesgos de contaminación y la proliferación de bacterias que pueden afectar la frescura y salud del grano (Sarmiento 2012).

Respecto a los resultados del contenido de cenizas se observa que el valor obtenido en la lenteja (3,06%) es similar al reportado por Maldonado (2002) (2,95%). En el caso del frijol Caupí se encontró un valor de 2,29%, menor al reportado por Guzmán (2012) (4,12%), igualmente para la arveja se obtuvo un valor menor (2,74%), valor este inferior al reportado por Godoy (2010) (4,50%) pero similar al de Cerón *et al.* (2016) de (2,67%); estas variaciones en los datos se deben a que la composición química de las leguminosas varía por factores ambientales como el tipo de cultivo, la localización geográfica y las condiciones de crecimiento (Tiwari et al 2011).

En cuanto al contenido de proteína bruta para las diferentes leguminosas estudiadas, se encontró que la lenteja presentó el mayor porcentaje de éstas, con 30,94%, seguida por 28,96% para la arveja y 26,21% para el frijol Caupí. Umaña *et al.* (2010) compararon diferentes leguminosas, entre éstas la lenteja y el frijol Caupí, encontrando valores menores a los de este estudio, con un porcentaje de proteína de 23,99% para la lenteja y de 22,56% para el frijol, respectivamente. De igual forma Cerón *et al.* (2016) reportaron un valor menor para la arveja (20,18%). En cambio Mune *et al.* (2008) afirman que el frijol Caupí posee contenidos proteicos muchos mayores, lo cual es corroborado por

Onwuliri y Obu (2002) quienes obtuvieron datos cercanos a 40,0%. Sarmiento (2012) obtuvo 38,6% para la lenteja, valor mayor al encontrado en el estudio. Por tanto considerando que el porcentaje medio de proteínas en las leguminosas se sitúa entre el 20-25%, se observó que los valores obtenidos en esta investigación son mayores a los reportados en la literatura, sin embargo la literatura sustenta amplias diferencias entre los datos en proteína, los cuales posiblemente se deban a cambios en la composición bioquímica inducidas por el mejoramiento genético (Castellón *et al.* 2003), y factores ambientales como la disponibilidad de nitrógeno y azufre en el suelo, que inciden fuertemente en la acumulación de proteínas en la semilla (Tabe *et al.* 2002).

El contenido de grasa de las leguminosas estudiadas presentaron valores relativamente altos, siendo que el frijol Caupí arrojó el mayor valor (3,18%), igual al reportado por Vargas y Villamil (2012) y contrario de Umaña *et al.* (2010) quienes reportaron un contenido de grasa de 0,39%. Siguiendo está la lenteja que presentó un valor de 2,86%, resultado mayor al reportado por Umaña *et al.* (2010) (0,95%), y la arveja presento el menor valor (2,10%), pero mayor al reportado por Cerón *et al.* (2016) (1,27%). No obstante estos valores se encuentran dentro del rango reportado por Maia *et al.* (2000) quienes encontraron de 1,2 a 3,5%. La diferencia entre los resultados, puede atribuirse a las condiciones de crecimiento del cultivo y la forma de preparación de la muestra (Okwu y Orji 2007).

En cuanto al contenido de fibra la lenteja presentó el mayor porcentaje con 16,61%, seguido del frijol Caupí (15,27%) y arveja (13,16%), dichos valores son mucho mayores a los reportados por diferentes autores para estas mismas leguminosas. Polo (2012) reportó valores de 5,17% y 6,32% para la lenteja y la arveja respectivamente, mientras

que Guzmán (2012) encontró 4,24% para el frijol Caupí. Sin embargo todos valores reportados se encuentran dentro de los rangos establecidos por la literatura.

Con respecto al contenido de carbohidratos, se observó que el frijol Caupí arrojó el mayor porcentaje de carbohidratos (51,92%), seguido de la arveja y la lenteja con 51,48% y 44,13%, respectivamente. El almidón es el principal constituyente, lo que hace resaltar el efecto beneficioso asociado a la ingesta de leguminosas por su alto contenido de amilosa de fácil digestibilidad y asimilación lenta (Salunkhe y Kadam 1989). Por otro lado Vargas y Villamil (2012), reportaron valores 68,51% para el frijol Caupí, 56,40% para la lenteja y 52,50 % para la arveja, obteniendo valores mayores a los encontrados en este estudio. Frota *et al.* (2008) estudiaron el contenido de carbohidratos del frijol Caupí reportando un valor de 52,0%, similar al obtenido por Cerón *et al.* (2016) los cuales encontraron para la arveja 56,85%, superior al encontrado en el presente estudio. Godoy (2010) reportó 48,9%, menor al encontrado en este estudio; Álvarez (2014) encontró para la lenteja 64,13%, mayor al obtenido en esta investigación.

5.2 Caracterización proximal de las formulaciones de reestructurados proteicos a partir de leguminosas

Las formulaciones (F1, F2 y F3) establecidas para la obtención de los reestructurados proteicos a partir de leguminosas, generaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en el análisis proximal las variables de humedad, ceniza, carbohidratos, fibra y proteína, sin embargo, en el contenido de grasa no se registró diferencias estadísticamente significativas ($p \geq 0,05$) (Tabla 7).

Tabla 7. Análisis proximal de los reestructurados proteicos a partir de leguminosas.

Formulaciones	% Humedad	% Cenizas	% Proteína	% Grasa	% Fibra	%Carbohidratos
F1	2,30±0,09 ^{ab}	2,50±0,01 ^c	15,89±0,09 ^a	17,70±0,48 ^{NS}	25,44±0,30 ^a	56,36 ±0,08 ^c
F2	2,68±0,24 ^a	3,51±0,15 ^a	15,99±0,06 ^a	18,28±0,17 ^{NS}	21,42±0,26 ^b	57,61 ±0,38 ^b
F3	2,06±0,06 ^b	3,02±0,01 ^b	14,89±0,07 ^b	17,38±0,43 ^{NS}	18,50±0,43 ^c	83,03±0,73 ^a

* Promedio de tres repeticiones ± desviación estándar, ** Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 0,05$).

Los datos obtenidos cumplen con el criterio de normalidad ($p \leq 0,01$), explicado de acuerdo a la prueba de Shapiro Wilk.

Al evaluar el análisis proximal de los reestructurados, se observa que las tres formulaciones (F1, F2 y F3) presentaron un alto contenido de carbohidratos y fibra, en comparación a las demás variables, lo que es común en las leguminosas ya que éstas contienen gran cantidad de almidones (conformado por 30% amilosa y 70% amilopectina), a lo que se le atribuye beneficios para la salud, contribuyendo a disminuir de liberación de glucosa, e induciendo una disminución del índice glicémico, mientras que la fibra está involucrada con la salud gastrointestinal (Leon y Rosell 2007).

De igual manera las tres formulaciones presentaron porcentajes mínimos de humedad y ceniza, arrojando un máximo de 2,30% para la humedad y 3,51% para la ceniza, conveniente con la cantidad encontrada en las materias primas estudiadas (Tabla 6).

El contenido de humedad entre las tres formulaciones es mayor en F2 con 2,68% siendo estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$) respecto a F3 con 2,06%, indicando que el porcentaje de humedad es mayor cuando se mezcla frijol Caupí con lenteja, comparado con la mezcla de las tres leguminosas. Una explicación a este resultado podría ser que la

lenteja presenta mayor humedad que el frijol Caupí y la arveja (Tabla 6). F1 no presenta diferencia significativa ($p \geq 0,05$) con F2 y F3. Estos resultados difieren con los reportados por Boari de Greissing (2014) para su reestructurado de pollo reportando contenidos de humedad de hasta 63,03% y con los de Vigo (2014) que obtuvo valores mayores para su reestructurado de alpaca con inclusión de pecana publicando un contenido de humedad de 65,55%.

En cuanto al contenido de cenizas, F2 se destacó con una proporción de 3,51%, siendo estadísticamente significativo ($p \leq 0,05$) en relación a F1 con 2,50% y F3 con un 3,02%. Estos datos son mayores a los reportados por Vigo (2014) (1,48%) y similares al de Serrano (2006) que elaboró un reestructurado cárnico con incorporación de nuez (3,51%).

Con relación al porcentaje de proteínas, F1 y F2 no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí ($p \geq 0,05$), arrojando valores de 15,89% y 15,99% respectivamente, pero a su vez, son estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$), con respecto a F3 con 14,89%, lo que demuestra que la mezcla entre frijol y arveja aporta menos contenido proteico que las demás mezclas. Vigo (2014) reportó valores de proteína de 20,06% para reestructurado de alpaca con inclusión de pecana, al igual que Boari (2014) para reestructurado de pollo (21,7%), obteniendo valores superiores a los encontrados en este estudio. Por lo tanto, resultados obtenidos para reestructurados con mezclas de leguminosas, sugieren que su consumo puede ser de gran importancia en reemplazo a la proteína animal; Preedy *et al.* (2011) sugieren que especialmente si se consumen en combinación con otros cereales como el arroz, para complementar el perfil de aminoácidos requeridos.

En lo que se refiere al porcentaje de grasa, la absorción de los diferentes reestructurados no fue estadísticamente significativa ($p \geq 0,05$), se observa que la formulación que contiene mayor cantidad de agua es F2, es la que absorbe más aceite durante el proceso de fritura, sin embargo su absorción en aceite no fue estadísticamente representativa para presentar diferencias entre estas, aun cuando presentó un valor mayor en el contenido de grasa (Tabla 7). Estos resultados concuerdan con los reportados por Boari (2014) al no encontrar diferencias significativas entre sus reestructurados.

Con respecto al contenido de fibra, F1 arrojó el mayor porcentaje de fibra con un 5,44% presenta diferencias significativas con respecto a F2 con 21,42% y 18,50% con F3, siendo normal ya que reúne las cantidades aportadas por las tres leguminosas utilizadas. De igual forma la cantidad de carbohidratos obtenidas para las tres formulaciones son estadísticamente significativas entre ellas ($p \leq 0,05$), sin embargo la F3 arrojó un mayor contenido de hidratos de carbono (83,03%) lo que muestra que la mezcla de frijol con arveja aporta mayor valor energético que las demás formulaciones, seguida de la F2 con 57,61% y finalmente F1 con 56,36%.

Esto indica que la mezcla de leguminosas utilizadas en la elaboración de este reestructurado proteico vegetal, aparte de aportar una cantidad significativa de proteínas, también tiene como valor agregado la contribución nutricional y de aporte energético de los contenidos de fibra y carbohidratos, qué, en reestructurados a base de proteína animal no se encuentra, ya que éstos provienen por lo general de grasas y proteínas (Melodie y Moranchel 2015).

5.3 Evaluación de la preferencia por ordenamiento de los reestructurados proteico vegetal

Para la prueba de ordenamiento-preferencia fueron realizadas 50 evaluaciones en la que los catadores consumidores ordenaron las formulaciones dando la nota 1 para la más preferida y 3 para la menos preferida. Las sumas de las órdenes, bien como los resultados obtenidos a partir de la prueba de Friedman son presentados en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados de la prueba sensorial de ordenamiento- preferencia por el test de Friedman.

FORMULACIONES	RESULTADOS
F1	75 ^a
F2	113 ^b
F3	110 ^b

* Medias con misma letra no difieren entre sí al nivel del 5 % de probabilidad para el test de Friedman. (dms =24).

De acuerdo con la prueba de suma de órdenes, el valor de DMS (Diferencia Mínima Significativa) para obtener diferencia significativa entre las formulaciones al nivel de 5% es de 24. De esta forma se observa por la Tabla 8 que F1 fue la más preferida que F2 y F3, no presentaron diferencia en la preferencia ($p \geq 0,05$), demostrando igual preferencia por los catadores.

5.4 Evaluación del nivel de aceptación de los reestructurados proteicos

5.4.1 Por medio de la escala “just right”

Los resultados de la prueba de aceptación utilizando una escala “just right” de 5 puntos se puede visualizar en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultados de la aceptación de los reestructurados por medio de escala “just right” de 5 puntos.

Formulaciones	ATRIBUTOS			
	Suavidad	Crocancia	Oleosidad	Sabor a grano
F1	3,20± ^a	3,42± ^a	2,82± ^a	2,50± ^a
F2	2,76± ^b	3,22± ^a	2,64± ^a	2,38± ^a
F3	2,72± ^b	3,26± ^a	2,58± ^a	2,40± ^a

Se observa que el atributo suavidad presentó diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre las formulaciones, mientras que los atributos crocancia, oleosidad y sabor a grano fueron estadísticamente iguales ($p \geq 0,05$). Para el atributo suavidad en F1 se ubicó entre los términos “Suave cómo me gusta” y “Mucho menos suave de cómo me gusta” y para F2 y F3 “Un poco más suave de cómo me gusta” y “Suave cómo me gusta”. La crocancia, oleosidad y sabor a grano ubicaron entre los términos “Crocante cómo me gusta” y “Un poco menos crocante cómo me gusta”; “Un poco más oleoso de cómo me gusta” y “Oleoso cómo me gusta”; y “Un poco más con sabor a grano de cómo me gusta” y “Con sabor a grano cómo me gusta”, respectivamente.

5.4.2 Por medio de la escala hedónica

Se evaluó el nivel de aceptación (por medio de la escala hedónica de 9 puntos) de las diferentes formulaciones de los reestructurados proteicos vegetales con 50 catadores

teniendo en cuenta los atributos de color, apariencia, aroma, textura y sabor, arrojando los resultados establecidos en la Tabla 10.

Tabla 10. Resultados de las pruebas de aceptación e índice de aceptabilidad (IA) por atributos.

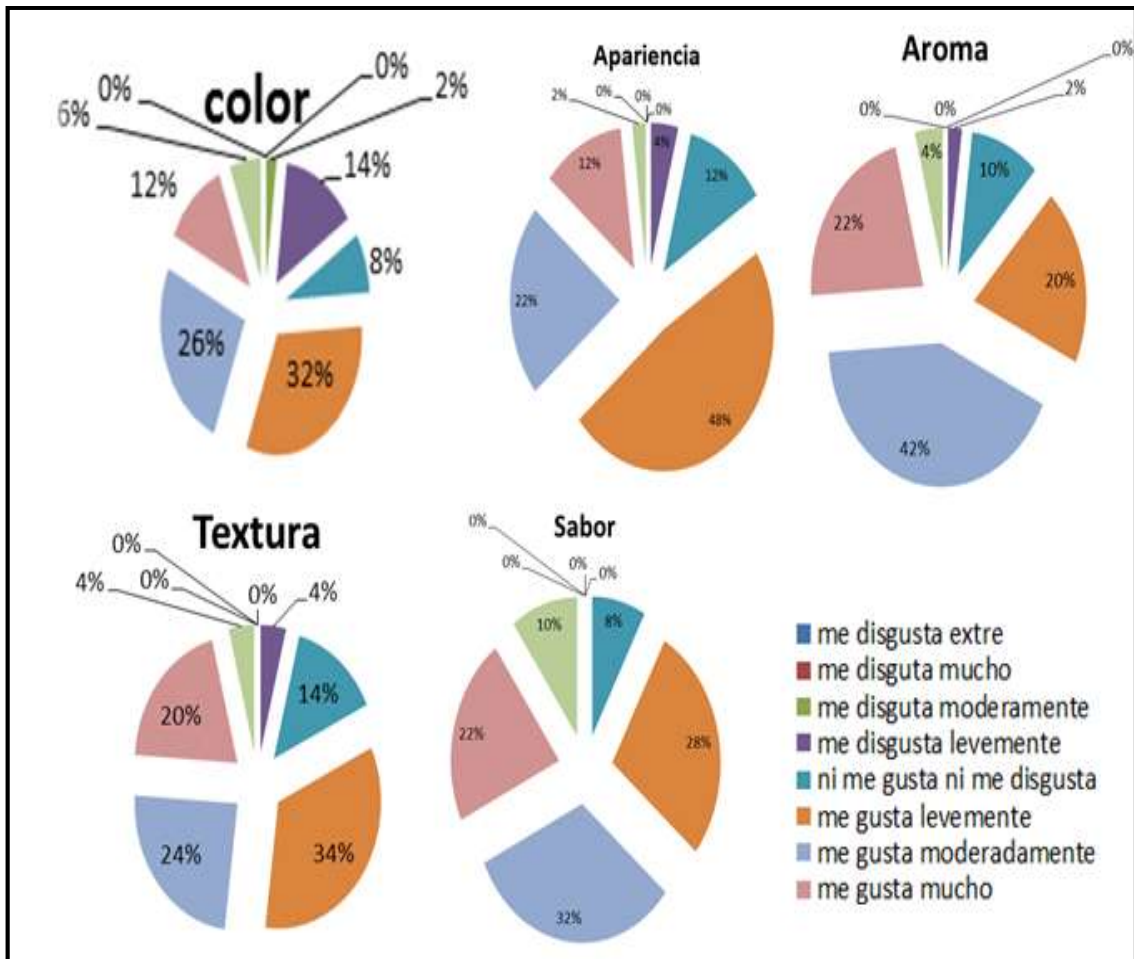
Atributos	Notas Medias	Índice de Aceptabilidad (%)
F1		
Color	6,26±1,44 ^a	69,6±2,03 ^a
Apariencia	6,28±1,01 ^a	69,8±4,01 ^a
Aroma	6,84±1,07 ^a	76,0±1,10 ^a
Textura	6,54±1,19 ^a	72,7±0,96 ^a
Sabor	6,98±1,11 ^a	77,6±0,98 ^b
F2		
Color	6,40±1,39 ^a	71,1±1,61 ^a
Apariencia	6,50±1,11 ^a	72,2±1,72 ^a
Aroma	6,90±0,88 ^a	76,7±1,84 ^a
Textura	6,68±0,89 ^a	74,2±0,53 ^a
Sabor	7,22±0,95 ^a	80,2±1,21 ^{ab}
F3		
Color	6,38±1,30 ^a	70,9±1,45 ^a
Apariencia	6,34±1,00 ^a	70,4±2,33 ^a
Aroma	6,88±0,96 ^a	76,4±1,51 ^a
Textura	6,66±1,08 ^a	74,0±2,14 ^a
Sabor	7,34±1,02 ^a	81,6±1,72 ^a

Nota: Valores en las columnas para cada atributo seguidas de misma letra no difieren entre sí por el teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Según el análisis realizado los catadores revelaron que no hay diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre las formulaciones en cuanto a los atributos evaluados, lo que indica que las medias entre las muestras son similares al error experimental (Watts *et al.* 1989). Las formulaciones quedaron para los atributos de color, apariencia, aroma y textura ubicados

entre los términos hedónicos “me gusta levemente” y “me gusta moderadamente”; mientras que para el atributo sabor entre los términos hedónicos “me gusta levemente” a “me gusta mucho”.

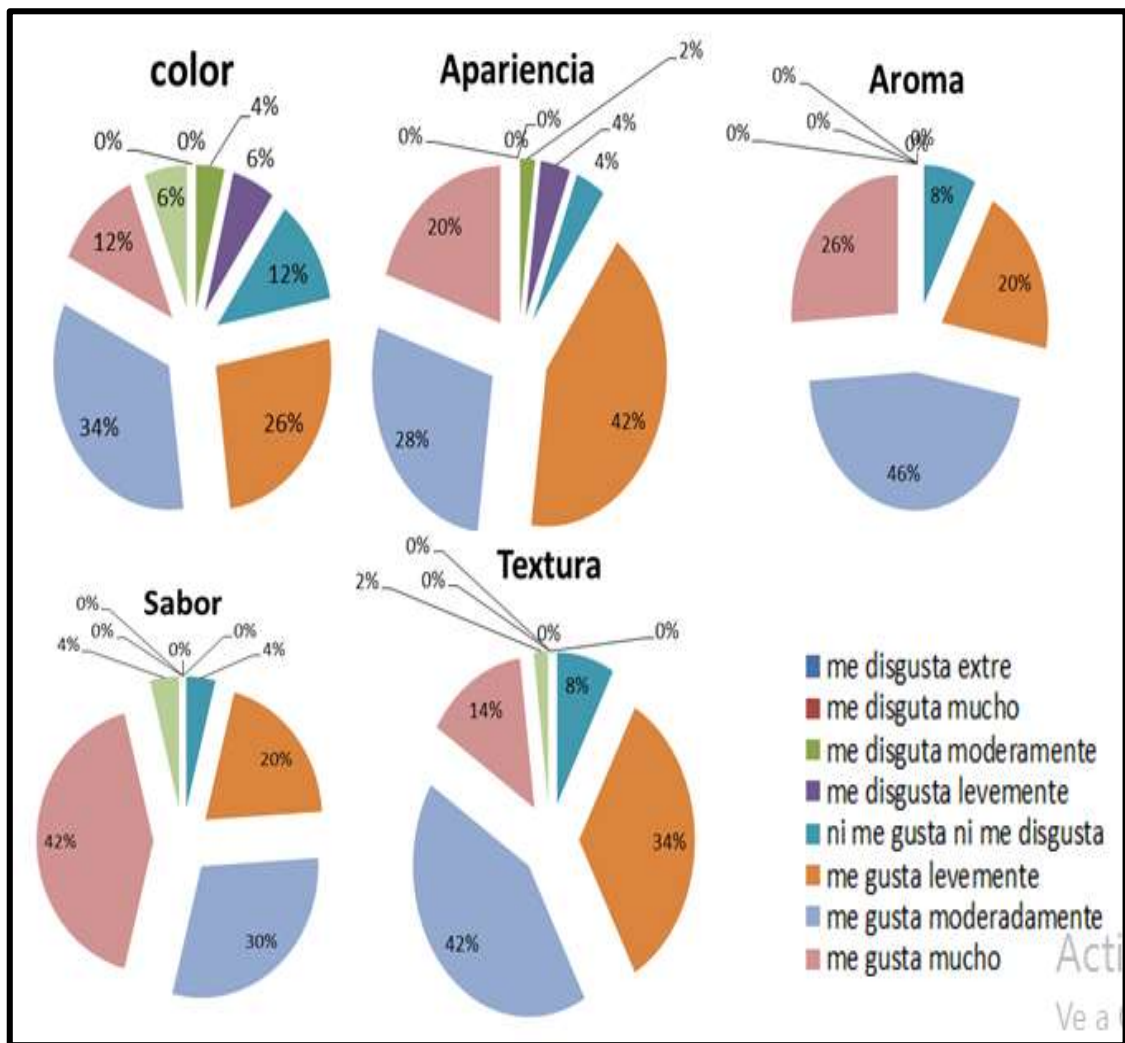
La Gráfica 1 presenta los porcentajes de aceptación de los catadores para los atributos evaluados para F1.



Gráfica 1. Resultados de % de aceptación de los catadores para los atributos de color, apariencia, aroma, textura y sabor, para F1.

Por medio de las Gráfica 1 se puede observar que la mayoría de los catadores ubicaron su aceptación entre los términos hedónicos “me gusta levemente” para los atributos de color (32%), apariencia (48%); y “me gusta moderadamente” para los de aroma (42%), textura (34%) y sabor (32%). Al analizar los porcentajes de aceptación, colocando valores de agrado en la escala que va de los términos hedónicos “me gusta levemente” a “me gusta extremadamente”, observamos que para el atributo de color el 76% se ubicaron entre los términos “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente”; para apariencia el 82% “me gusta levemente” y “me gusta mucho”; para el aroma el 94% “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente”; para textura el 88% “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente” y para el atributo sabor 98% “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente”.

La Gráfica 2 muestra los resultados de F2 de los porcentajes de aceptación de los catadores para los atributos evaluados.

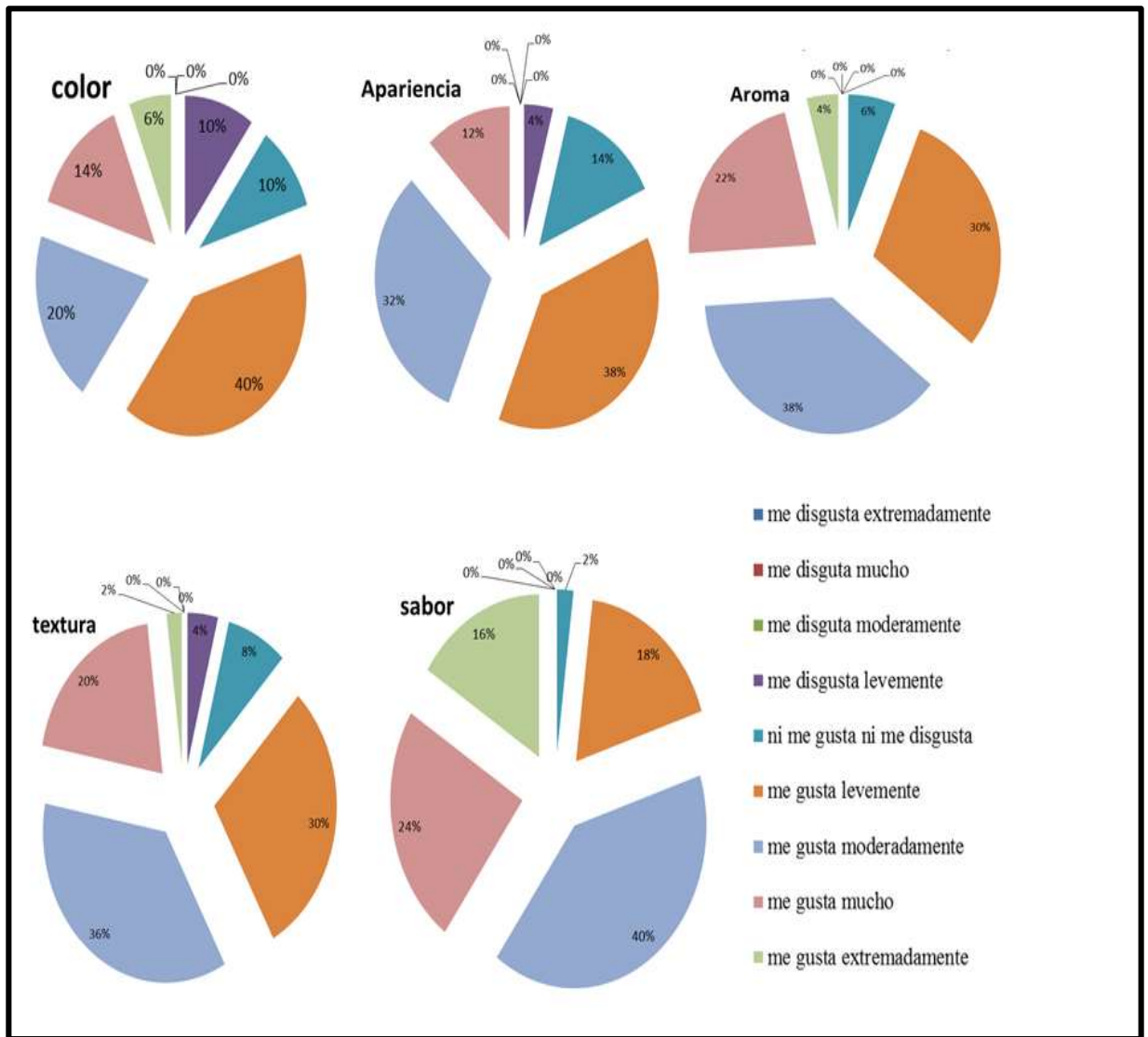


Gráfica 2. Resultados de % de aceptación de los catadores para los atributos de color, apariencia, aroma, textura y sabor, para F2.

Se observa por medio de la Gráfica 2 que la mayoría de los catadores ubicaron su aceptación entre los términos hedónicos “me gusta mucho” para el atributo de sabor (42%); “me gusta moderadamente” para los atributos de color (34%), para los de aroma (46%), textura (42%); “me gusta levemente” para apariencia (42%). Al analizar los porcentajes de aceptación, colocando valores de agrado en la escala que va de los

términos hedónicos “me gusta levemente” a “me gusta extremadamente”, observamos que para el atributo de color el 78% se ubicaron entre los términos “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente”; para apariencia el 90% “me gusta levemente” y “me gusta mucho”; para el aroma el 92% “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente”; para textura el 92% “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente” y para el atributo sabor 96% “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente”.

La **Gráfica 3** muestra los resultados para la F3 de los porcentajes de aceptación de los catadores para los atributos evaluados.



Gráfica 3. Resultados de % de aceptación de los catadores para los atributos de color, apariencia, aroma, textura y sabor, para F3.

Se observa (Gráfica 3) que la mayoría de los catadores ubicaron su aceptación entre los términos hedónicos “me gusta levemente” para los atributo de color (40%) y de apariencia (38%); “me gusta moderadamente” para los atributos de aroma (38%), para los de textura (36%) y de sabor (40%). Al analizar los porcentajes de aceptación, colocando valores de agrado en la escala que va de los términos hedónicos “me gusta

levemente” a “me gusta extremadamente”, observamos que para el atributo de color el 80% se ubicaron entre los términos “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente”; para apariencia el 82% “me gusta levemente” y “me gusta mucho”; para el aroma el 94% “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente”; para textura el 88% “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente” y para el atributo sabor 98% “me gusta levemente” y “me gusta extremadamente”.

Según Chen y Trout (1991) el color de los productos ocupa un papel muy importante ya que atrae al consumidor y ayuda a hacer aceptado, de lo contrario la decoloración puede ser un problema debido a que disminuye la aceptabilidad del reestructurado. Igualmente la apariencia es una de las propiedades más importantes de los reestructurados (Jena y Bhattacharya 2003) y es muchas veces el único atributo en el cual basamos la decisión de comprar o consumir un producto (Vilije 2010).

De acuerdo con Vigo (2014), la textura en estos productos cambia según las variaciones que se llevan a cabo durante el proceso de elaboración del reestructurado. Según Pagador (2003) los productos que han perdido menos agua serán más blandos y los que no, serán menos blandos y más agradables al gusto el consumidor, confiriendo de esta manera una mayor importancia a este atributo como uno de los criterios determinantes de la calidad.

Según Acebrón y Dopico (2000) dentro de las propiedades organolépticas, se destaca siempre el sabor, ya que identifican el producto e influye en su aceptación directamente. Los resultados para el Índice de Aceptabilidad (IA) (Tabla 9) muestra que solamente para el atributo sabor presentó diferencia significativa ($p \leq 0,05$), se destaca F3 con el mayor valor (81,6%) la cual es estadísticamente igual F2 y esta es estadísticamente igual ($p \leq 0,05$) que F1.

Según Peuckert et al. (2010) un alimento para ser aceptado por el público consumidor deberá tener un IA de mayor o igual al 70%. De esta manera se podría afirmar que las formulaciones de una manera general obtuvieron una buena aceptación, con excepción de F1 para los atributos de color y apariencia.

De acuerdo a los resultados obtenidos de F3 se destaca para las pruebas de preferencia y aceptación, siendo por lo tanto la muestra seleccionada, la cual contiene la mezcla de 50% de frijol Caupí y 25% de lenteja.

6. CONCLUSIONES

Las materias primas (fríjol Caupí, lenteja y arveja) utilizadas en la elaboración de los reestructurados proteicos vegetales presentaron valores de humedad (1,11 - 2,39 g/100 g), cenizas (2,29 – 3,06 g/100 g), proteína bruta 26,21-28,96 g/100 g), grasa bruta (2,10-3,18 g/100 g), fibra bruta (13,16-16,61 g/100 g) y carbohidratos (44,13-51,92 g/100 g), valores similares a diferentes autores, lo que indica que son ricas en proteínas, fibra bruta y carbohidratos. Las formulaciones de los reestructurados proteicos vegetales se caracterizaron por presentaren un alto contenido de carbohidratos y fibra, en comparación a las demás variables. El porcentaje de proteínas en las F1 y F2 no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí ($p \geq 0,05$), arrojando valores de 15,89% y 15,99% respectivamente, pero a su vez, son estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$), con respecto a la formulación 3 (14,89%), demostrando que la mezcla entre frijol y arveja aporta menos contenido proteico que las demás mezclas. La F1 fue la más preferida y las F2 y F3 no presentaron diferencia en la preferencia ($p \geq 0,05$), demostrando igual preferencia por los catadores. En la prueba de aceptación con escala hedónica, los catadores no encontraron diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre los atributos de color, apariencia, aroma, textura y sabor. Para el Índice de Aceptabilidad (IA) existe diferencia ($p \leq 0,05$) entre las F3 y F1 y la F2 difiere estadísticamente ($p \geq 0,05$) entre las F1 y F3; ya que todas las calificaciones estuvieron por encima del

70%. Para la mayoría de los atributos de las formulaciones los catadores ubicaron sus términos hedónicos en la escala de agradabilidad. En la aceptación utilizando la escala “just right” los catadores encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre la F1 en relación a las F2 y F3, la cual son estadísticamente iguales ($p \geq 0,05$); los términos de la escala utilizados para la F1 quedó ubicado entre “Suave cómo me gusta” y “Mucho menos suave de cómo me gusta” y las F2 y F3 “Un poco más suave de cómo me gusta” y “Suave cómo me gusta”. De los resultados obtenidos podemos decir que hubo buena aceptación en relación a las formulaciones de reestructurado proteico vegetal sobresaliendo la F3, la cual contiene la mezcla de 50% de frijón Caupí y 25% de lenteja.

7. RECOMENDACIONES

Promover el consumo de leguminosas en el departamento de Córdoba, con el fin de utilizar esta materia prima para mitigar la desnutrición de la región, a través de la elaboración de nuevos productos como los reestructurados proteicos.

Divulgar la elaboración del reestructurado proteico en diferentes zonas del departamento, para que se conozcan las propiedades nutricionales y organolépticas de éste, y se utilice como una nueva alternativa de alimentación.

Mejorar la apariencia del reestructurado con el uso de un gelificante que permita compactar mejor la masa y así evitar la deformación del producto durante el proceso de fritura.

Realizar un estudio de asimilación nutricional del reestructurado proteico vegetal

8. BIBLIOGRAFIA

(FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

2010. El estado mundial de la agricultura y la alimentación – Las mujeres en la agricultura. Cerrar la brecha de género en áreas de desarrollo. (En línea).

<http://www.fao.org/publications/sofa/es/>.

(FAO) 2003. FAO Statistics Series. Food and Agriculture Organization of the United States. Roma. 2003; vol. 55, No. 176.

(FENALCE) Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas.

2014. Índice Cerealista 2014a. En Línea:

http://www.fenalce.org/nueva/plantillas/arch_down_load/Ind._Cerealista_2014A.pdf.

(FENALCE) Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas.

2014. Índice Cerealista 2014b. En Línea:

http://www.fenalce.org/nueva/plantillas/arch_down_load/Ind._Cerealista_2014b.pdf.

Acebrón, L. y Dópico, D. 2000. The importance of intrinsic and extrinsic cues to expected and experienced quality; an empirical application for beef. Food Quality and Preference 11: 229-238.

Aguirre, P. 2009. Caracterización nutricional del grano Caupi (*Vigna unguiculata*) en ratas, Trabajo de grado para obtener el título de magister en ciencias agrarias, universidad Nacional de Colombia. Pag 6.

Álvarez, C. 2014. Formulación de una materia prima con competencia tecnológica para ser aplicada en el diseño de alimentos libres de gluten mejorados nutricionalmente. Tesis Magister en Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias. Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, Medellín.

AOAC International. 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International. Ed. 19. Editorial Gaithersburg, MD, USA. Official Method. 3000p.

Ashwell, M. 2001. Functional foods: a simple scheme for establishing the scientific basis for all claims. Public Health Nutr. CABI Publishing: Oxford; Vol. 4, pp 859-862.

Bello, J. 2006. La ciencia de los alimentos saludables: una panorámica actual. Ars. Pharm. 47 (2): 137 – 171.

Berberi, S.A. 2001. Desenvolvimento de tecnologia para obtenção de produto formatado e congelado de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas-SP. 119p.

Birol, K. y Killi, B. 2003. Effects of microbial transglutaminase and sodium caseinate on quality of chicken doner kebab. Meat Sci. 63: 417- 421.

Boari de Greissing, V. 2014. Reestructurados de pollo saludables. Evaluación del efecto de varias estrategias tecnológicas combinadas. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Rural. Argentina.

Borderías, J. y Pérez, M. 2005. Sucedáneos de productos pesqueros. Tecnología de reestructuración. ANS. Alimentación, Nutrición y Salud 12(2): 61-70.

Cardenas, Q., Gomez, B., Diaz, N., & Camarena M. 2000.

Castellón, R., Araujo, F., Ramos, M., Andrade Neto, M., Freire Filho, F., Grangeiro, T.B. y Cavada, B.S. 2003. Composição elementar e caracterização da fração lipídica de seis cultivares de Caupi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 7: 149-153.

Cerón, A., Osorio, O. y Garcés L. 2016. Procesamiento de arvejas (*Pisum sativum* L.). Parte 2: Cinética de absorción de agua en semillas de arveja, variedad San Isidro y Sureña. Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingeniería de Alimentos, Caldas, Antioquia – Colombia.

Chen C, y Trout G. 1991. Sensory, instrumental texture profile and cooking properties of restructured beef steaks made with various binders. *Journal of Food Science* 56 (6): 1457-1460.

DANE. 2005. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (En línea). https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/7Proyecciones_poblacion.pdf. [1 de setiembre de 2014].

DANE. 2010. Proyecciones Nacionales y Departamentales de Población 2005-2020. Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (En línea). https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/7Proyecciones_poblacion.pdf.

De Paula, C.D. 2009. Utilização de taro na elaboração de farinha e de produto alimentício reestruturado frito. Tesis de grado (Doctora en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Federal de Viçosa. Minas-Gerais (Brasil).135p.

Díaz, A. y López, S. 1997. El cultivo del frijol Caupí (*Vigna unguiculata*) en el bajo Cauca. Convenio Sena – CORPOICA. Cauca. 6p.

Díaz, M., Padilla, C., González, A. y Curbelo, F. 2002a. Caracterización bromatológica de granos y forrajes en variedades de *Vigna unguiculata* de maduración no agrupada. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36 (2):193-200.

Díaz, M., Padilla, C., González, A. y Mora, C. 2002b. Producción y composición bromatológica de harinas de *Vigna*: de forrajes, integrales y de granos. *Agricultura Técnica* 62(2): 266-274.

Diplock, T., Agget, P. J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E. B. & Roberfroid, M. B. 1999. Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus Document. *British Journal of Nutrition* 81 (suppl. 1): S1-S27.

Drake, L., Parrish, F. y Paterson, B. 2007. A sensory panel and chemical analysis of certain beef chuck muscles. *Journal of Food Science* 51: 876- .

Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN), Estrategia de Recuperación Nutricional. 2010 (En línea), <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/IntranetICBF/organigrama/SecretariaGeneral/ServiciosyAtencion/ProcesosYEventos/6%20RECUPERACION%20NUTRICIONAL.pdf>.

Espinosa, J. 2007. Evaluación Sensorial. Editorial Universitaria, el Bedado, ciudad de la Habana- Cuba. Pag. 1. Evaluación de la calidad de la proteína de 4 variedades mejoradas de frijol. Universidad

Forero, F. y Moreno, A. 2006. Rendimiento de ocho genotipos promisorios de arveja arbustiva (*Pisum astivum* L.) bajo sistema de agricultura protegida. *Revista Fitotecnia Colombiana* 6(2): 52 – 61.

Frota, G., Soares, M. y Arêas, G. 2008. Composição química do feijão Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28: 470-476.

García de Diego, L., Guillamón, E., García-Lafuente, A., Villares, A., Rostagno, M. y Martínez, J. 2008. Papel de las leguminosas en una dieta saludable. *Actas de la Asociación Española de Leguminosas* 3: 31-51.

Gil, A. H. 2010. Legumbres, verduras y productos hortícolas. En: *Tratado de Nutrición*. Tomo 2. Editorial Panamericana. 2ª edición. 812p.

Godoy, R. 2010. Análisis químico, evaluación sensorial y valor proteico de una galleta de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de arveja dulce (*Pisum sativum*). Maestría en Alimentación y Nutrición. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Grusack, M. 2009. Nutricional and Health- Beneficial Quality. En: Erskine W, Muehlbauer FJ, Sarker A, Sharma B (eds) *The Lentil: Botany, Production and Uses*. CABI Press, Wallingford, UK, pp. 368-390.

Guzmán, V. 2012. Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de cinco variedades de fríjol: Canario, Bayo, Blanco, Rojo y Negro. Disertación previa a la obtención del título Licenciatura en Ciencias Químicas con mención en Química Analítica. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Heredia, P., Castillo, S., Bejarano, P. y Gordillo, P. 2007. Proyecto Agrosalud – Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Información nutricional para tres regiones de Colombia: Costa Atlántica, Nariño, Cauca y Valle. Contrato CIAT N°610994.

Jena, R. y Bhattacharya, S. 2003. Viscoelastic characterization of rice gel. *J. Texture Studies* 34: 349-360.

Kaur, M., Sandhu, K., y Lim, T. 2010. Microstructure, physicochemical properties and in vitro digestibility of starches from different indian lentil (*Lens culinaris*) cultivars. *Carbohydrate polymers*. 79(2): 349-355 .

Krall, J., Miller, S., Cecil, C., Bstian, T., Harveson, P., Burgener, G., Rickerten J. y Johnston, A. 2006. Field pea responses to phosphorus fertilization. *News and Views. Boletin Regional del Potash & Phosphate Institute (PPI) y el Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC)*.

León, A, y Rosell, C. 2007. De Tales Harinas, Tales Panes. Argentina. Baéz Impresiones. 145 p.

León, R., Angulo, I., Jaramillo, M., Requena, F. y Calabrese, H. 1993. Caracterización química y valor nutricional de granos de leguminosas tropicales para alimentación de aves. *Zootecnia Tropical* 11(2):151-170.

Maia, M., Oliveira, A., Matos, T., Moreira, A. y Vasconcelos, M. 2000. Proximate composition, amino acid content and haemagglutinating and trypsin-inhibiting activities of some Brazilian *Vigna unguiculata* (L) Walp cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 453-458.

Maldonado, H., Acosta, A., Álvarez, Á., García, S. y Loarca, G. 2002. Calidad alimentaria y potencial nutraceutico del frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Agricultura Técnica en México* 28: 159-173.

Mazu, W.M., Duke, J.A., Wahala, K., Rasku, S. y Adlercreutz, H. 1998. Isoflavonoids and lignan inlegumes: nutritional and health aspects in humans. *J. Nutr. Biochem.* 9:193-200.

Melodie A. y Moranchel A. 2015. ¿Cuántos carbohidratos y calorías tienen la carne?
En Línea: http://www.livestrong.com/es/cuantos-carbohidratos-calorias-tip_23168/
Acceso: 12 de Septiembre 2016.

Minim, R. 2013. Using quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations analysis as complementary methods for profiling commercial blackcurrant squashes. *Food Quality and Preference* 25: 122–124.

Montoya, M. 2012. Digestibilidad de garbanzos, Maíz y Frijol quebrado en tilapia *Oreochromis niloticus*. Tesis para obtener el título de Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Nacional Unidad Sinaloa México.

Mori, M. 1996. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Ed 1. Universidad de Barcelona. 340p.

Mune, M. A., Minka, S. R. y Mbome, I. L. 2008. Response surface methodology for optimisation of protein concéntrate preparation from cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Food Chemistry* 110: 735-741.

Nacional Agraria La Molina. *Revista Cubana Alimentación y Nutrición*. Vol. 14. N° 1.

Nadal, M., Moreno, Y., y Cubero, S. 2008. Las leguminosas grano en la agricultura moderna. Editorial Mundi-Prensa. España. 320pp. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/unalbogsp/Doc?id=10239059&ppg=82>

Okwu, E. y Orji, O. 2007. Phytochemical composition and nutritional quality of *Glycine max* and *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *American Journal of Food Technology* 6: 512-520.

Onwuliri, V. A. y Obu, J. A. (2002). Lipids and other constituents of *Vigna unguiculata* and *Phaseolus vulgaris* grown in northern Nigeria. *Food Chemistry* 78: 1-7.

Oporta, S. y Rivas, M. 2006. Efecto de la densidad poblacional y la época de siembra en el rendimiento y la calidad de la semilla de una población de caupí rojo [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] en la finca el Plantel. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. 40p.

Ortiz, R., Ruiz, M. y Álvarez C. 2012. Análisis de la Política de Nutrición en Colombia. En Línea: <http://www.scielo.org/pdf/rsap/v8n1/v8n1a01.pdf>.

Pag. 22-27.

Pagador, O. 2003. Evaluación de la Calidad de Carnes Frescas: Aplicación de Técnicas Analíticas, Instrumentales y Sensoriales. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria. España. 59pp.

Peters, M., Franco, L. H., Schmidt, A. y Hincapié, B. 2011. Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del trópico americano. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ); Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). (Publicación CIAT No. 374), pp. 212.

Peuckert, Y.P., Viera, V.B., Hecktheuer, L.H.R., Marques, C.T. y Rosa, C.S. da. 2010. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu - camu (*Myrciaria dúbia*). Alim. Nutr. 21(1):147-152.

Polo, I. 2012. Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de seis variedades de leguminosas: arveja, garbanzo, haba, lenteja, maní y soya. Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Químicas con mención en Química Analítica. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Prada, E., Soto, A. y Herrán, F. 2005. Consumo de leguminosas en el departamento de Santander, Colombia. (En línea). <http://www.alanrevista.org/ediciones/2005-1/consumo_leguminosas.asp.

Preedy, R. Watson, R. y Patel, B. 2011 Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention San Diego, CA, USA. Elsevier Inc. ISSN: 9780-123 En línea, 1(1), . <https://arizona.pure.elsevier.com/en/publications/flour-and-breads-and-their-fortification-in-health-and-disease-pr> Acceso: 5 de Agosto 2016.

Rostagno, H., Teixeira, L., Lopes, J., Gomes, P., De Oliveira, R., Lopes, D., Soares, A y De Toledo, S. 2011. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales. 2ª Edición, 2005 y 3ª Edición, 2011. Brasil.

Roy, F., Boye, J. y Simpson, B. 2010. Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. Food Research International 43: 432-442.

Salinas, A 2007. Desarrollo de un Producto Reestructurado a partir de Carne de Res de Bajo Valor Comercial, en línea.: https://es.wikipedia.org/wiki/Filete_reestructurado. Acceso: 3 de Agosto 2016.

Salunkhe, K y Kadam, S.S. 1989. CRC Handbook of world food legumes: nutritional chemistry processing technology and utilization. CRC Press, INC Boca Ratón: Florida, I, 5-25.

Sánchez, I., Pérez-Mateos, M. y Borderías, J. 2004. Incorporación de fibra dietética a productos pesqueros reestructurados: una posibilidad. CTC Alimentación 19: 10-12.

Sánchez, N. 2001. El Cultivo del frijol Caupí: Producción, Almacenamiento y Utilización. Manual de Capacitación Tecnológica. Tolima. 32 pp.

Sarmento, T. 2012. Impacto del procesamiento sobre la pared celular y las propiedades hipoglucémicas y tecno funcionales de leguminosas. Tesis Doctoral en Alimentación y

Nutrición. Departamento de Química Agrícola, Universidad Autónoma de Madrid, España.

SAS University. The SAS- System for Windows (Statistical Analysis System), Disponible en: www.sas.com/en_us/software/university-edition.html.

Schmidt, S., Canigova, M., y Sevcova, J. 1987. Properties of oils from pressed fruit seeds. *Bulletin-Potravinarskeho-Vyskumu* 26 (3/4): 289-297.

Serrano, M. 2006. Desarrollo de reestructurados cárnicos potencialmente funcionales mediante la incorporación de nuez. Memoria para optar al grado de Doctor. Departamento de Nutrición y Bromatología I. Universidad Complutense de Madrid. España.

Singh, S., Kundu, S., Negi, A. y Singh, P. 2006. Cowpea legume grains as protein source in the ration of growing sheep. *Small Ruminant Research* 64:247-254.

Tabe, L., Hagan, N., y Higgins, V. 2002. Plasticity of seed protein composition in response to nitrogen and sulfur availability. *Current Opinion in Plant Biology* 5: 212-217.

Thavarajah, P., Thavarajah, D. y Vandenberg, A. 2009. Low phytic acid lentils (*Lens culinaris*): A potential solution for increased micronutrient bioavailability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 9044-9049.

Tiwari, K., Gowen, A., y Mckenna, B. 2011. Pulse Food Processing, Quality and Nutraceutical Applications. *Journal of Cereal Science*, 1(1): 760-763. San Diego, USA

Umaña, J., Álvarez, C., Lopera, S. y Gallardo, C. 2010. Caracterización de harinas alternativas de origen vegetal con potencial aplicación en la formulación de alimentos libres de gluten. Facultad de Química Farmacéutica, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Urbano, G., Porres, J., Frías J. y Vidal-Valverde, C. 2007. Nutricional Value. En: Yadav S, McNeil D, Stevenson P (eds.) Lentil: an Ancient Crop for Modern Times, Springer. 47-93 p.

Vargas, Y. y Villamil, O. 2012. Caracterización fisicoquímica y nutricional de la harina de frijol caupí (*Vigna unguiculata L.*) cultivado en el departamento del Tolima, Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Agronómica, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Ibagué.

Vigo, C. 2014. Características físico-químicas de un reestructurado de carne de alpaca (*Vicugna pacos*) con inclusión de pecana (*Carya illinoensis*) y transglutaminasa. Tesis para optar el título profesional de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

Vilije, 2010. Fragmento de Taller de Evaluación sensorial. Departamento de Evaluación Sensorial de Alimentos (Desa) Iseta. Buenos Aires Argentina, en línea <https://es.scribd.com/doc/42374719/Percepcion-de-Los-Atributos-Sensoriales>.

Walter Jr., W.M., Truong, V.D. y Espinel, K.R. 2002. Textural measurements and product quality of restructured sweetpotato french fries. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* (35): 209-215.

Watts, B. Ylimaki, G. Jeffery, L.E. Y Elias, L. 1989. Basic sensory methods for food evaluation. Ottawa, Ont., Canada: International Development Research Centre, 170p.

WITTIG PENNA, E. 2001. Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile, Sistema de Servicios de Información y Bibliotecas, SISIB.

Yadav, S., Stevenson, P., Rizvi, A., Manohar, M., Gailing, S. y Mateljan, G. 2007.

Uses and Consumption. En: Yadav S, McNeil D, Stevenson P (eds) Lentil: an Ancient Crop for Modern Times. Springer, pp. 33-46.

Zulet, M. y Martínez, J. 2001. Dieta Mediterránea: legumbres y colesterolemia.

Revista Chilena de Nutrición 28:312-320.

ANEXOS

ANEXO A
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE PREFERENCIA DE UN REESTRUCTURADO
PROTEICO VEGETAL.

Nombre _____ **Fecha** _____

A continuación se presentan 3 muestras de formulaciones diferentes de un reestructurado proteico vegetal, por favor pruebe de izquierda a derecha, asignando valor 1 para la más preferida y 3 para la menos preferida.

MUESTRA	Ordenación
425	
368	
129	

¡MUCHAS GRACIAS!

EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD DEL REESTRUCTURADO PROTEICO VEGETAL.

Nombre: _____ Fecha: _____

1. Marque cuanto le gustó a usted el producto en relación a los siguientes atributos:

SUAVIDAD

Mucho más suave de cómo me gusta	Un poco más suave de cómo me gusta	Suave cómo me gusta	Un poco menos suave de cómo me gusta	Mucho menos suave de cómo me gusta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CROCANCIA

Mucho más Crocante de cómo me gusta	Un poco más crocante de cómo me gusta	crocante Como me gusta	Un poco menos crocante de cómo me gusta	Mucho menos crocante de cómo me gusta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SENSACIÓN DE OLEOSIDAD

Mucho más oleoso de cómo me gusta	Un poco más oleoso de cómo me gusta	Oleoso como me gusta	Un poco menos oleoso de cómo me gusta	Mucho menos oleoso de cómo me gusta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SABOR A GRANOS

Mucho más sabor de cómo me gusta	Un poco más sabor de cómo me gusta	Sabor cómo me gusta	Un poco menos sabor de cómo me gusta	Mucho menos sabor de cómo me gusta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Evalúe por favor la apariencia, color, aroma, textura y sabor de los reestructurados proteicos vegetales, de acuerdo a la siguiente escala:

1. Me disgusta extremadamente
2. Me disgusta mucho
3. Me disgusta moderadamente
4. Me disgusta levemente
5. Ni me gusta, ni me disgusta
6. Me gusta levemente
7. Me gusta moderadamente
8. Me gusta mucho
9. Me gusta extremadamente

MUESTRA	ATRIBUTO				
	COLOR	APARIENCIA	AROMA	TEXTURA	SABOR

3. COMENTARIOS

Por favor marque lo que en particular le gustó o disgustó de este reestructurado proteico vegetal

CARACTERISTICA	LE GUSTÓ	NO LE GUSTO
APARIENCIA		
COLOR		
AROMA		
TEXTURA		
SABOR		

ANEXO C

ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO PARA LA CARACTERIZACIÓN PROXIMAL DE LOS REESTRUCTURADOS A PARTIR DE LEGUMINOSAS.

Variabales	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína Bruta	Fibra	Carbohidratos
Shapiro-Wilk	0.1968	0.2473	0.2662	0.0045	0.155	0.0004
Varianza	0.091	0.199	0.266	0.280	9.186	169.94
Desviación estándar	0.302	0.446	0.51649	0.529	3.030	13.034
Media	2.351	3.013	17.791	15.59	21.789	65.669