

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Efecto de la sustitución parcial de sémola por harina de haba (*Vicia faba L.*) y arveja (*Pisium Sativum L.*) en la elaboración de pasta

Sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención.

María Isabel Hurtado Andrade

Ingeniería en Alimentos

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniera en Alimentos

Quito, 19 de diciembre de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Efecto de la sustitución parcial de sémola por harina de haba (*Vicia faba L.*) y arveja (*Pisium Sativum L.*) en la elaboración de pasta

María Isabel Hurtado Andrade

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Gabriela Vernaza, Ph.D.

Firma del profesor

Quito, 19 de diciembre de 2016

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:	_____
Nombres y apellidos:	María Isabel Hurtado Andrade
Código:	00023986
Cédula de Identidad:	1712614815
Lugar y fecha:	Quito, 19 de diciembre de 2016

DEDICATORIA

A mis padres Anita y Oswaldo, quienes siempre me han apoyado incondicionalmente, me han brindado todo su tiempo, sacrificio y amor, ya que con su ayuda he logrado cumplir mi meta de culminar con mis estudios.

A mis hermanos, Juan Manuel y María Daniela, por estar siempre a mi lado apoyándome en la realización de este proyecto, siendo mi inspiración para seguir perseverando por mis objetivos.

María Isabel Hurtado A.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, padres y hermanos, por siempre estar presentes, apoyándome en todo.

Gracias a todos los profesores y ayudantes que han hecho posible la realización de este proyecto, en especial a Gabriela Vernaza y Mario Caviedes, quienes me guiaron todo este tiempo.

RESUMEN

La pasta de sémola es un alimento altamente consumido, cuyo valor biológico es bajo porque su proteína es deficiente en lisina. Sin embargo, si se reemplaza la sémola con harinas de leguminosas ricas en este aminoácido esencial, no sólo se produce una complementación aminoacídica, sino que se incrementa el contenido de proteína y de minerales. En este trabajo se produjeron a escala de planta piloto y se analizaron, pastas de sémola con 10% y de 20% de harina de haba (*Vicia faba*) y harina de arveja (*Pisium Sativum*). Se evaluó la calidad de cocción y las características físicas y químicas, así como la aceptabilidad sensorial con 60 jueces no entrenados. Las pastas realizadas con harina de leguminosas mantuvieron el tiempo óptimo de cocción para los tratamientos con sustitución del 10%, pero aumentó para los tratamientos en los que se sustituyó al 20%. El peso de las pastas reemplazadas con harinas de haba y arveja también aumentó entre 20% y 22 % y las pérdidas de sólidos por cocción variaron según el tratamiento. El valor nutricional de las pastas aumentó al disminuirse la presencia de grasa e incrementarse el contenido de proteína y minerales. Las pastas con sustitución del 10% de harina de haba y harina de arveja son las mejores al contener un elevado porcentaje de proteína y una pérdida de sólidos baja. Se aplicó una prueba de aceptación con escala hedónica y se concluyó que la pasta sustituida al 10% con harina de haba fue la más aceptada.

Palabras claves: Pastas sustituidas, sémola, leguminosas, aceptabilidad sensorial, escala hedónica.

ABSTRACT

Semolina pasta is a highly consumed food whose biological value is low because its protein is deficient in certain essential amino acids like lysine. However, if the semolina flour is partially replaced with leguminous flours rich in essential amino acids, the protein and mineral contents increase. In this pilot scale project, we produced and analyzed pasta based on semolina flour with a 10% or 20% content of leguminous flours, Fava beans (*Vicia faba*) and peas (*Pisium Sativum*). The objectives were to assess the cooking quality and the physical and chemical characteristics of the products and to evaluate the sensory acceptability of the products through the participation of sixty untrained judges. Pastas replaced with 10% of fava bean flour or pea flour maintained the optimal cooking time, however this increased in the pastas substituted with 20% of leguminous flours. The weight of the pasta replaced with fava bean flour or pea flour also increased between 20% and 22% and the cooking solids losses varied according to the treatment. The nutritional value of pasta increased due to less fat content and higher content of protein and minerals. Pastas substituted with fava bean flour or pea flour at 10% are the best because they contain a high protein percentage and are characterized by low solids losses. The acceptance test based on a hedonic scale demonstrated that the pasta substituted with fava bean flour at 10% was the favorite.

Keywords: Substituted pasta, semolina, legumes, sensorial acceptability, hedonic scale.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	11
OBJETIVOS.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
Materias primas.....	18
Caracterización de las mezclas de harinas.....	18
Diseño experimental.....	19
Elaboración de las pastas alimenticias.....	19
Caracterización de los productos obtenidos.....	20
Determinación proximal de los productos obtenidos.....	21
Análisis estadístico.....	21
Evaluación sensorial.....	22
Presentación de muestras.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
Caracterización de las mezclas de harinas.....	23
Caracterización de los productos obtenidos.....	25
Determinación proximal de los productos obtenidos.....	31
Selección de los mejores tratamientos.....	37
Evaluación sensorial.....	38
Prueba afectiva: escala hedónica.....	38
CONCLUSIONES.....	41
RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Contenido nutricional de la arveja.....	15
Tabla 2: Contenido nutricional de la haba.....	16
Tabla 3: Ingredientes y formulación de las pastas.....	19
Tabla 4: Humedad, IAA e ISA para las diferentes mezclas de harinas.....	23
Tabla 5: ANOVA para cocción, pérdida de sólidos y aumento de peso.....	26
Tabla 6: Coef. de varianza para cocción, pérdida de sólidos y aumento de peso.....	27
Tabla 7: Resultados de cocción, perdida de sólidos y aumento de peso.....	27
Tabla 8: ANOVA de humedad, grasa, cenizas, proteína y carbohidratos.....	31
Tabla 9: Coef. de varianza para humedad, grasas, proteína, cenizas y carbohidratos.....	32
Tabla 10: Resultados de humedad, cenizas, proteína, grasa y carbohidratos.....	32
Tabla 11: Ponderación de las variables.....	37
Tabla 12: ANOVA para evaluación sensorial.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Histograma para prueba de escala hedónica.....	39
---	-----------

INTRODUCCIÓN

Se denomina genéricamente pastas alimenticias o fideos a los “productos no fermentados, obtenidos por la mezcla de agua potable con harina y/u otros derivados del trigo aptos para consumo humano, sometidos a un proceso de laminación y/o extrusión y a una posterior desecación, según su clase” (Norma INEN 1375:2014).

Un sondeo mundial llevado a cabo por la organización Oxfam concluyó que la pasta es el plato más popular del mundo, por encima de la carne, el arroz y la pizza. Además de ser popular en Europa, también lo es en países como Filipinas, Guatemala, Brasil y Sudáfrica. Cifras de la Organización Internacional de la Pasta indican que Venezuela es el mayor consumidor de pasta, después de Italia, con 13kg per cápita. Entre los 10 países que más la consumen están Túnez (11,9kg/cápita), Chile (8,2kg/cápita) y Perú (8kg/cápita). Los mexicanos, argentinos y bolivianos tampoco se quedan atrás (International Pasta Organization, 2012). Los valores de ventas globales reflejan el gusto mundial por la pasta. Las ventas han aumentado significativamente de US\$13.000 millones en 2003 a US\$16.000 millones en 2010 y se espera que esta cifra aumente a US\$19.000 millones hasta finalizar el 2016, pese al creciente costo del trigo (McClatchey, 2011).

La producción de pasta en Ecuador en el 2011 fue de 56.000 toneladas y el consumo de la misma fue de 3,9kg per cápita (International Pasta Organization, 2012). Según datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares realizada por el

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en 1994 el consumo diario de fideos por cada habitante ecuatoriano era de 10 gramos, mientras que para el 2014 esa cifra pasó a 92.

El secreto de su gran acogida se debe a que es relativamente económico, versátil, de fácil preparación y almacenamiento. Sin embargo, a pesar de tener gran aceptación de consumo, el problema radica en su desbalance nutricional, no aportando los nutrientes necesarios que el ser humano necesita incluir en su dieta diaria, sino más bien se lo conoce como una fuente portadora de carbohidratos (energía). Uno de los ingredientes más usados en la industria del pasta es la sémola, y desde el punto de vista nutricional la pasta de sémola es reconocida como una fuente de carbohidratos complejos, con poca grasa y de baja calidad proteica, debido a que la sémola, su principal constituyente, es pobre en lisina (Antognelli, 1980).

En países en vía de desarrollo como Ecuador, Venezuela, Bolivia, donde los problemas nutricionales afectan a una proporción considerable de sus habitantes, el mejoramiento nutricional de alimentos altamente consumidos por la población como la pasta, puede representar una alternativa que tienda a mejorar la calidad nutricional y funcional de la dieta. La extensión de pastas con leguminosas, contribuye a elevar su valor nutricional al producirse una complementación aminoacídica e incrementarse el contenido de proteína, minerales y fibra dietética. Debido a estas razones, la producción de pastas con leguminosas como haba (*Vicia faba L.*) y arveja (*Pisium Sativum L.*), rubros que se producen en el país y que forman parte de los hábitos alimenticios de la población

ecuatoriana, es una alternativa para la elaboración y obtención de una pasta con alto valor nutricional.

Ecuador tiene gran diversidad de producción de cultivos, debido a sus variadas características de suelo, clima y ubicación geográfica, siendo la Costa y la Sierra las de mayor producción. Los principales productos que se cultivan son: el arroz, el trigo, la cebada, el maíz, las arvejas (guisantes), los frijoles, las habas, las lentejas, papas, entre otros. La superficie total del Ecuador es de 260 mil kilómetros cuadrados, donde la región de la Costa cuenta con la mayor presencia de cultivos permanentes 67.12 %, seguido por la Sierra con 23.94 % y el Oriente con 8.94 % (Unidad de Estadísticas Agropecuarias-INEC ESPAC, 2013).

Las leguminosas de grano comestible, comprenden aquellas especies que pertenecen a la familia Fabaceae (Papilionaceae), cuyo uso principal radica en el consumo directo del grano o semilla y de la legumbre o vaina. El alto contenido de proteína (20 a 46%), es el denominador común en estas especies, lo que determina su valor e importancia en la alimentación humana. Además tienen una utilidad secundaria como abonos verdes y de fijación de nitrógeno. En el país, son componentes importantes de los sistemas de producción sostenible, principalmente en la Sierra, al cultivar en forma asociada, intercalada, en unicultivo y en rotación con otros cultivos. Además constituyen por tradición, un elemento básico en la alimentación (en variadas formas) de la población urbana y rural (Peralta et al., 2000). La utilización de

las legumbres como alimentos se concentra en los países en desarrollo, que representan el 90% del consumo mundial de legumbres destinadas a alimentación humana. Las legumbres revisten 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 no animal contribuyendo al 10% de las proteínas diarias recomendadas y un 5% del aporte energético de la población (FAO, 2003).

La arveja (*Pisium Sativum L*) es una leguminosa perteneciente a la familia Fabácea, del orden de las Fabales. Se cultiva principalmente en El Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Bolívar. Es un cultivo de gran importancia en Ecuador, se consume en verde y en estado seco. En grano tierno es un producto de consumo masivo, tanto que en el año 2011, la producción de arveja fue de 639 toneladas métricas de grano seco y 11 769 toneladas métricas en vaina verde, lo cual colocó a este rubro en el tercer lugar dentro del grupo de leguminosas de grano, después del fréjol y el haba (INEC, 2011). Como planta silvestre se encuentra en muchas regiones del sur de Europa y es cultivada en todo el mundo, aunque no se ha definido su verdadero origen. Esta leguminosa es muy apreciada y valorada por su calidad nutricional y el aporte a la salud de los consumidores. En cuanto al contenido nutricional de la arveja, esta leguminosa es rica en proteínas y carbohidratos, bajo en grasa y buena fuente de fibra, vitaminas A, B y C (tabla 1). La fibra de la arveja es soluble en agua, promueven el buen funcionamiento intestinal y ayudan a eliminar las grasas saturadas. Además, la arveja proporciona energía que hace permanecer más tiempo la glucosa en la sangre. En su estado fresco es tal vez el vegetal más rico en hierro

y tiamina (vitamina B1), esencial para la producción de energía, la función nerviosa y el metabolismo de los carbohidratos (Basantes, 2015).

Tabla 1: Contenido nutricional de la arveja (composición por 100g de grano seco)

Elemento	Cantidad
Proteína (%)	23,1
Grasa total (g)	1
Colesterol (mg)	-
Fibra (g)	5,7
Calcio (mg)	70
Hierro (mg)	5,6
Vitamina A (mg)	8,67
Vitamina C (mg)	0
Vitamina D (µg)	-
Vitamina E (mg)	0.10
Vitamina B12 (µg)	-
Folatos (µg)	0

(Fundación universitaria Iberoamérica, 2012)

El haba (*Vicia faba L.*) es originaria de Asia Central y del Mediterráneo, tiene gran importancia en el mundo por su contenido proteico (alrededor del 25%), carbohidratos (58%) y minerales como el calcio, siendo la cuarta leguminosa más cultivada. Por su adaptación a las alturas representa una buena opción para el mejoramiento de la fertilidad del suelo ya que el haba fija entre 150 a 200 kg de N/ha/año, lo que contrarresta el uso de fertilizantes nitrogenados y si se siembran asociados se reduce el nivel de incidencia de plagas. En Ecuador el cultivo de habas está distribuido en las zonas norte, centro y sur de la serranía, los mismos que comprenden las provincias de Carchi e

Imbabura; Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua; Bolívar, Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja en áreas con una altitud de 2600 a 3500 ms.n.m (Orellana y De La Cadena, 1985).

El haba es una legumbre que se puede consumir tanto fresca como seca. El valor nutritivo es similar, pero más concentrado en las habas secas. Como se puede ver en la tabla 2, el haba contiene vitaminas del grupo B y minerales como el potasio, fósforo, calcio y hierro. El aporte de vitamina B1 es superior a muchos cereales y carnes, y destaca también el contenido en riboflavina y vitamina A. El contenido de proteína varía según sea el haba verde o seca, pues ésta es móvil. La cáscara del haba verde es muy importante ya que contiene antioxidantes (Orellana y De La Cadena, 1985).

Tabla 2: Contenido nutricional del haba (composición por 100g de grano seco)

Elemento	Cantidad
Proteína (%)	26,1
Grasa total (g)	2,1
Colesterol (mg)	0
Fibra (g)	27,6
Calcio (mg)	100
Hierro (mg)	5,5
Vitamina A (mg)	5
Vitamina C (mg)	1,4
Vitamina D (µg)	-
Vitamina E (mg)	0,09
Folatos (µg)	423

(Fundación universitaria Iberoamérica, 2012)

OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar dos tipos de pastas enriquecidas con harina de haba y de arveja y compararlas nutricionalmente con pasta de harina de sémola.

Objetivos específicos

- Caracterizar las mezclas de las harinas (sémola-harina de arveja, sémola-harina de haba y sémola).
- Evaluar química y tecnológicamente los diferentes productos obtenidos.
- Determinar la aceptación sensorial de los tratamientos óptimos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias primas

Las tres harinas (arveja, haba y sémola) se compraron en el supermercado Santa María. En el caso de la harina de arveja se usó arveja verde, conocida como *Pisium Sativum*. Para la harina de haba también se usó el haba verde, cuyo nombre científico es *Vicia Faba*. Se usó sémola de trigo Amberdorum, marca La Primavera.

Caracterización de las mezclas de harinas

Se determinó la humedad, índice de absorción de agua (IAA) e índice de solubilidad de agua (ISA) de las diferentes mezclas de sémola con harina de haba y harina de arveja. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

La humedad se determinó siguiendo la metodología descrita por la A.O.A.C., método 925.10, año 2005 (ver anexo 2). Los índices de absorción de agua (IAA) y de solubilidad de agua (ISA) se determinaron siguiendo el método de Anderson et al. (1969) con algunas modificaciones. En un tubo para centrífuga de 15 ml se agregó un gramo de muestra (peso en base seca), luego se le adicionaron 10 ml de agua destilada a temperatura ambiente. La suspensión se agitó durante 30 minutos seguida de una centrifugación a 3500 rpm durante media hora. El sobrenadante se colocó en un crisol previamente tarado y se evaporó en una estufa de convección durante 4 horas a 105°C. Una vez frío el crisol se pesó y se registró su peso. Mientras que el gel retenido en los

tubos se pesó directamente. El ISA e IAA se calcularon con las ecuaciones 1 y 2 respectivamente.

$$ISA = \frac{\text{Masa residuo evaporacion}}{\text{Masa muestra base seca}} * 100 \quad [1]$$

$$IAA = \frac{\text{Peso residuo centrifugacion}}{\text{Masa muestra base seca} - \text{masa residuo evaporacion}} \quad [2]$$

Diseño experimental

Elaboración de las pastas alimenticias

Las pastas se realizaron en la planta piloto de la Universidad San Francisco de Quito. Se prepararon 5 tipos de pasta: una control (100% sémola de trigo amberdurum) y cuatro pastas con sustitución del 10% y 20% de harina haba y 10% y 20% de harina de arveja. Los tratamientos estuvieron dispuestos en un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se tuvo en total 5 tratamientos, cuyas formulaciones se detallan en la tabla 3. Con este diseño se buscó obtener la mejor combinación sémola-harina de haba y sémola-harina de arveja.

Tabla 3: Ingredientes y formulación de las pastas

	Tratamiento1 100%semola	Tratamiento2 10% haba 90% sémola	Tratamiento3 20%haba 80% sémola	Tratamiento4 10%arveja 90% sémola	Tratamiento5 20%arveja 80% sémola
Sémola	1500g	1350g	1200g	1350g	1200g
Harina Arveja	-	-	-	150g	300g
Harina haba	-	150g	300g	-	-
Agua	525g	525g	525g	525g	525g

Las pastas se elaboraron utilizando un equipo mezclador extrusor, en el que se mezclaron los ingredientes sólidos (previamente homogeneizados durante 5 minutos en una mezcladora) con 35% de agua fría, la cual se añadió poco a poco hasta que se fue formando una mezcla homogénea. Se dejó mezclar durante 15 minutos. Se utilizó una boquilla con orificios rectangulares de 4mm. Se formó una pasta con un ancho de 3mm. El corte longitudinal de la pasta se hizo manualmente con un cuchillo, formando pastas de aproximadamente 40 cm de largo. Una vez cortadas las pastas se pusieron en fuentes de plástico y estas se colocaron en el secador de bandejas durante 5 horas a 45°C. Una vez retirado el producto del secador, se enfrió en un lugar seco y fresco. A continuación se envasó en fundas de plástico. Se selló la funda para asegurar su conservación e higiene durante su almacenamiento. Finalmente el producto se almacenó en un lugar seco.

Caracterización de los productos obtenidos

Se determinaron el tiempo de cocción, el aumento de peso y la pérdida de sólidos solubles de la pasta.

Para determinar el tiempo de cocción se colocaron 20 g de pasta en 200ml de agua en ebullición. Cada 30 segundos, se tomó un trozo de pasta entre dos vidrios de reloj y se comprimió. El tiempo óptimo de cocción (min) se estableció como aquel al cual desapareció el color blanco después de la compresión (Abecassis et.al, 1989). Para la determinación de aumento de peso y pérdida de sólidos de la pasta se siguió la metodología descrita por la AACC, método 66-50.01., 1999 (anexo 1).

Determinación proximal de los productos obtenidos

Se determinó el contenido de humedad, cenizas, grasa, proteína y carbohidratos de las diferentes formulaciones de pasta. Para estos análisis se molieron las diferentes pastas en un molino manual. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

La humedad se determinó siguiendo la metodología descrita por la A.O.A.C., método 925.10, año 2005 (anexo 2). El contenido de cenizas se determinó siguiendo la metodología descrita por la A.O.A.C., método 923.03, año 2005 (anexo 3). El contenido de grasa se determinó siguiendo la metodología descrita por la A.O.A.C., método 920.85, año 2005 (anexo 4). El contenido de proteínas se determinó siguiendo la metodología descrita por la A.O.A.C., método 2001.11 (realizado en multianalityca). Para la determinación de carbohidratos se usó la siguiente fórmula:

$$\%carbohidratos = 100 - \%humedad - \%cenizas - \%grasa - \%proteinas \quad [3]$$

Análisis estadísticos

Los resultados, excepto los de la evaluación sensorial, fueron expresados como el promedio de 3 repeticiones. El análisis de datos se realizó mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA), con posterior comparación de medias (test de Tukey) usando el programa Excel de Windows. El nivel de probabilidad empleado para todos los análisis estadísticos fue de $p \leq 0,05$. Se calculó también el coeficiente de variación (CV).

Evaluación sensorial

Se realizó en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito con un total de 60 jueces no entrenados, de 18 a 37 años. Se realizó una prueba de aceptación con escala hedónica de 9 puntos para determinar cuál de los dos tratamientos 2 (10% harina haba + 90% sémola) o 4 (10% harina de arveja + 90% sémola) fue el más aceptado por el consumidor.

Presentación de las muestras

Se cocinaron las pastas de los tratamientos 2 (10% harina de haba + 90% harina de sémola) y 4 (10% harina de arveja + 90% harina de sémola) por separado. Para la cocción se colocó 140 gramos de pasta y 12 gramos de sal (8,5%) en 1,4L de agua en ebullición y se esperó el tiempo óptimo de cocción que se estableció para cada tratamiento (tabla 11). A continuación se pesó 15 gramos de cada muestra en vasos pequeños (2oz) de plástico transparente (polipropileno). Se presentaron las dos muestras codificadas a cada juez junto con el cuestionario respectivo (Anexo 1). Al tratamiento 2 (sustitución con harina de haba al 10%) se lo codificó con el número 381 y al tratamiento 4 (sustitución con harina de arveja al 10%) con el código 519. Las muestras fueron servidas secuencialmente a los jueces en el siguiente orden: 381-519/519-381.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de las mezclas de harinas

En la Tabla 4 se presentan los resultados de las pruebas de humedad, IAA e ISA.

Tabla 4: Humedad, IAA e ISA para las diferentes mezclas de las harinas

Tratamiento	Humedad (%) [*]	IAA	ISA (%)
1 (100% sémola)	12,194 ± 0,004 ^a	1,781 ± 0,008 ^d	5,458 ± 0,168 ^e
2 (haba 10%+ sémola 90%)	8,863 ± 0,024 ^b	1,89 ± 0,004 ^c	6,615 ± 0,087 ^d
3 (haba 20%+ sémola 80%)	8,134 ± 0,012 ^b	1,909 ± 0,007 ^a	7,519 ± 0,127 ^b
4 (arveja 10%+ sémola 90%)	8,087 ± 0,027 ^{cb}	1,999 ± 0,009 ^b	7,079 ± 0,033 ^c
5 (arveja 20%+ sémola 80%)	7,809 ± 0,051 ^c	2,004 ± 0,003 ^a	7,698 ± 0,059 ^a

^{*}Medias ± SD (n=3)

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

Al comparar la humedad de las mezclas de harinas de los tratamientos 2, 3, 4 y 5 con la pasta control (tratamiento 1) se encontró diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el contenido de humedad de los tratamientos 2 (10% harina de haba), 3 (20% harina de haba), 4 (10% harina arveja) y 5 (20% harina arveja). El valor 12,194% cuantificado para el tratamiento 1 varió a 8,863%, 8,134%, 8,087% y 7,809% para los tratamientos 2, 3, 4 y 5, respectivamente, no encontrándose diferencias significativas entre las pastas realizadas con harina de haba y arveja. Es importante conocer la humedad de las harinas ya que este es un parámetro que está relacionado con la estabilidad del producto, mientras menos agua tenga una harina mayor va a ser su duración ya que existe menor probabilidad de contaminación.

Los índices de absorción de agua (IAA) y se solubilidad de agua (ISA) son parámetros que dan una idea de la absorción de agua de una harina y son indicadores de rendimiento de masa fresca (Molina et al., 1977). Estos índices muestran la magnitud de la interacción entre las cadenas de almidón dentro de las secciones amorfas y cristalinas. Estas interacciones se afectan por la relación amilosa/amilopectina y por las características de la amilosa y la amilopectina, en términos del peso/distribución, grado y longitud de ramificación y conformación (Rodríguez, et al., 2012).

En cuanto al índice de absorción de agua (IAA) vemos que los tratamientos 1 (100% sémola), 2 (10% harina de haba) y 4 (10% harina de arveja) difieren entre sí, mientras que los tratamientos 3 (20% harina de haba) y 5 (20% harina de arveja) no muestran diferencia significativa. Los tratamientos 3 (1,909) y 5 (2,004) tienen los índices más altos, mientras que el tratamiento 1 (100% sémola) presenta el índice más bajo. Los tratamientos 3 y 5 tienen 20% de sustitución de harina de haba y harina de arveja cada uno, lo que significa que las harinas de haba y arveja tienen mejor absorción de agua que la sémola de trigo debido a las características de su grano (Cedeño et al., 2013).

Resultados similares se observan para el índice de solubilidad de agua (ISA). Los tratamientos 3 (20% harina de haba) y 5 (20% harina de arveja) presentan los porcentajes de solubilidad de agua más elevados, 7,519% y 7,698% respectivamente. Por el contrario, el tratamiento 1 (control) es el que menor solubilidad logró, posiblemente por el tamaño pequeño de sus gránulos, la temperatura o viéndose influenciado por la composición de la

muestra en cuanto a su contenido de lípidos, hidratos de carbono, minerales, entre otros (Cedeño et al., 2013).

La determinación de humedad, IAA e ISA en las diferentes mezclas de harinas ayudó a determinar la cantidad de agua que se usó para realizar las diferentes pastas. En un estudio muy similar a este, en el cual se realizaron pastas sustituidas con mezclas de cereales (maíz, quinua y cebada), Sandoval (2011) utiliza 34% de agua en la elaboración de sus pastas. En el presente estudio se usó un valor muy similar, 35% de agua. Cuando mezclamos el agua con la sémola, se forman pequeños aglomerados de tamaño homogéneo. El tamaño de estos aglomerados es el resultado de una correcta adición de agua. Si ponemos el nivel correcto de agua se va a formar una masa homogénea, mientras que si ponemos muy poca agua la masa va a tener una textura no deseada (Delcour & Hosney, 2010). Es por eso que el valor usado en este estudio fue correcto ya que obtuvimos una masa homogénea con buena textura.

Caracterización de los productos obtenidos

En la Tabla 5 se presenta el resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de las variables de respuesta del tiempo óptimo de cocción, pérdida de sólidos solubles y aumento de peso de las pastas. Para las 3 variables se observó diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 5: Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) del tiempo óptimo de cocción, pérdida de sólidos solubles y aumento de peso de los tratamientos

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios		
		Cocción	Pérdida de sol.	Aum. de peso
Tratamientos	4	0,746*	0,662*	556,1*
Error experimental	10	0,001	0,02	1,703

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

Ho: no existe diferencia estadística entre tratamientos para cocción, pérdida de sólidos y aumento de peso.

Ha: si existe diferencia estadística entre tratamientos para la cocción, pérdida de sólidos y aumento de peso.

Los datos para las tres variables son significativos al 5% para la prueba F, es decir que se rechaza la hipótesis nula (no existe diferencia estadística entre tratamientos para el tiempo óptimo de cocción, pérdida de sólidos y aumento de peso) y se acepta la hipótesis alternativa (si existe diferencia estadística entre tratamientos). Se puede concluir que existe diferencia estadística entre tratamientos para el tiempo óptimo de cocción, pérdida de sólidos y el aumento de peso.

El coeficiente de variación para el tiempo óptimo de cocción, pérdida de sólidos solubles y aumento de peso se encontró dentro del límite esperado para un estudio bajo condiciones controladas que requiere un CV máximo de 10% (Diamandis & Christopoulos, 1996), indicando que los datos fueron precisos y confiables (Tabla 6).

Tabla 6: Coeficientes de varianza para cocción, pérdida de sólidos y aumento de peso

Variables de respuesta	CV (%)
Cocción	0,367
Pérdida de sólidos	2,369
Aumento de peso	0,935

En la tabla 7 se presentan los resultados para el tiempo óptimo de cocción, pérdida de sólidos solubles y el aumento de peso de los diferentes tratamientos.

Tabla 7: Resultados de tiempo de cocción, pérdida de sólidos y aumento de peso

Tratamiento	Cocción (min)	Pérdida de sol. (%)	Aum. de peso (%)
1 (100% sémola)	9,48 ± 0,025 ^c	5,45 ± 0,172 ^b	116,91 ± 1,028 ^c
2 (haba 10%+ sémola 90%)	9,39 ± 0,023 ^c	5,62 ± 0,030 ^b	140,01 ± 1,393 ^b
3 (haba 20%+ sémola 80%)	10,18 ± 0,029 ^b	6,40 ± 0,015 ^a	140,33 ± 1,054 ^b
4 (arveja 10%+ sémola 90%)	9,39 ± 0,040 ^c	5,60 ± 0,157 ^b	151,09 ± 1,146 ^a
5 (arveja 20%+ sémola 80%)	10,44 ± 0,053 ^a	6,42 ± 0,205 ^a	149,32 ± 1,759 ^a

*Medias ± SD (n=3)

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

Cuando se sustituye parcialmente la sémola en la elaboración de pastas, podría haber una variación en cuanto a parámetros de calidad como el tiempo óptimo de cocción y el incremento de peso. Particularmente, el tiempo de cocción es especialmente importante porque influye sobre la textura de las pastas. Así, si las pastas se cocinan menos de lo indicado, la textura será dura y resaltaré el sabor a harina; si por el contrario las pastas están sobre-cocidas, se tornan blanquecinas, se rompen fácilmente en

pequeños trozos y presentan una textura suave, elástica y pegajosa, lo cual es considerado por los consumidores como una sensación desagradable en la boca (Soo y Baik, 2004).

El tiempo de cocción óptimo de la pasta se refiere al momento en que la misma reúne algunas condiciones ideales para su consumo (Salazar, 2015). Una de las formas para determinar este tiempo es identificar el momento en que desaparece la parte blanca de la harina de trigo que tarda en gelatinizar. La completa gelatinización del almidón indica que el fideo está cocido (Salazar, 2015). La gelatinización del almidón es un proceso en el que el gránulo de almidón absorbe agua, se hincha, se hace viscoso y se solubiliza la amilosa (Colonna et al., 1992).

Al comparar el tiempo de cocción de las pastas se encontró un incremento significativo ($p \leq 0,05$) de los tratamientos 3 (20% harina de haba) y 5 (20% harina de arveja). Los 9.48 minutos (tratamiento 100% sémola) y 9.39 minutos de los tratamientos 2 y 4 (10% harina de haba y 10% harina de arveja respectivamente) incrementaron a 10.18 minutos y 10.44 minutos para los tratamientos 3 y 5, respectivamente, no encontrándose diferencias significativas entre el control (100% sémola) y las dos pastas reemplazadas con harina de arveja y haba al 10%. Sin embargo, aunque exista diferencia, el tiempo de cocción para los 5 tratamientos es adecuado, si se compara con los 10 minutos reportados en promedio para pastas de sémola (Manthey et al, 2004).

De igual manera, los incrementos de peso por cocción aumentaron significativamente ($p \leq 0,05$) para los tratamientos 2 (10% harina de haba) y 3 (20% harina de haba) en un 20% y en 22% para los tratamientos 4 (10% harina de arveja) y 5 (20% harina de arveja) en relación al tratamiento 1 (100% sémola) (tabla 7). No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos hechos con harina de haba ni tampoco entre los tratamientos hechos con harina de arveja. Podemos ver que el reemplazo de sémola por harina de leguminosas generó un aumento significativo ($p \leq 0,05$) en el peso de estas pastas después de cocidas, similar al reportado por otros autores. Granito y Ascanio (2009) en su investigación realizaron pastas de sémola sustituidas al 10% con harinas de dos tipos de fréjol (*Phaseolus Vulgaris* y *Cajanus Cajan*) y reportaron resultados muy similares a los de este estudio en cuanto al aumento de peso. La pasta control (100% semola) tuvo un aumento de peso del 120,1%, mientras que las pastas realizadas con harinas de *Phaseolus Vulgaris* y *Cajanus Cajan* reportaron un aumento del 151,9% y 147,2%, respectivamente.

Respecto a las pérdidas de sólidos por cocción, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$), entre el control (tratamiento 1) y las pastas sustituidas con harina de haba y arveja al 10% (tratamientos 2 y 4). Sin embargo, los tratamientos 3 (20% harina de haba) y 5 (20% harina de arveja) reportaron un mayor porcentaje de pérdidas de sólidos, 6,4% para los dos casos.

En relación a las pérdidas de sólidos por cocción, se ha reportado que la producción de pastas con ingredientes diferentes a la sémola genera un aumento en la pérdida de sólidos por cocción proporcional al porcentaje de sustitución, debido a la disrupción en la matriz proteica del gluten (Manthey, 2004). Sin embargo, estas pérdidas suelen estar alrededor del 10%, incluso cuando se ha sustituido en un 40% la harina de trigo por otros ingredientes como harinas de leguminosas, cereales, tubérculos, huevo entero, concentrados y aislados proteicos o mezclas de ellos (Manthey et. Al, 2004). Según Hosney (1991), pérdidas por cocción superiores a 9% resulta indeseable en la fabricación de pastas alimenticias, alterando la calidad de la pasta, por lo que los valores obtenidos en este estudio son aceptables ya que varían entre el 5 y 7% (tabla 7). Bergman et al. (1994), señalaron en un estudio que la suplementación de espaguetis con 15% de harina de frijol tuvo un efecto positivo sobre la textura de la pasta, que atribuyeron al incremento en la cantidad de proteína, la que compite con el almidón por el agua, disminuyendo la posibilidad de solubilización del almidón.

La pérdida de sólidos solubles está relacionada con el índice de solubilidad de agua. El tratamiento 1 (100% sémola) tiene una baja pérdida de sólidos solubles (5,62%) y también un bajo índice de solubilidad de agua (5,458%). Mientras que las pastas con sustitución al 20% de harina de haba (tratamiento 3) y arveja (tratamiento 5) reportan los índices de solubilidad de agua y porcentajes de pérdida de sólidos solubles más elevados (tablas 4 y 7).

Determinación proximal de los productos obtenidos

En la Tabla 8 se presenta el resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de las variables de respuesta de proteína, grasa, humedad, cenizas y carbohidratos. Para las 5 variables se observó diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 8: Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) de humedad, grasa, proteína, cenizas y carbohidratos de los tratamientos

Fuentes de variación	GL	Cuadrados		Medios		
		Humedad	Cenizas	Proteínas	Grasa	Carb.
Tratamientos	4	1,463*	0,015*	0,2924*	0,012*	1,172*
Error experimental	10	0,011	0,002	0,0003	0,003	0,02

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

Ho: no existe diferencia estadística entre tratamientos para humedad, cenizas, proteínas, grasa y carb.

Ha: si existe diferencia estadística entre tratamientos para humedad, cenizas, proteínas, grasa y carb.

Los resultados para las cinco variables son significativos al 5% para la prueba F, es decir que se rechaza la hipótesis nula (no existe diferencia estadística entre tratamientos para humedad, cenizas, proteínas, grasa y carbohidratos) y se acepta la hipótesis alternativa (si existe diferencia estadística entre tratamientos). Se puede concluir que existe diferencia estadística entre tratamientos para humedad, cenizas, proteínas, grasa y carbohidratos.

De igual manera que para las anteriores variables, el coeficiente de variación para humedad, grasa, proteína, cenizas y carbohidratos se encontró dentro del límite esperado para un estudio bajo condiciones controladas que requiere un CV máximo de 10%

(Diamandis & Christopoulos, 1996), indicando que los datos fueron precisos y confiables (Tabla 9).

Tabla 9: Coeficientes de varianza para humedad, grasa, proteína, cenizas y carbohidratos

Variables de respuesta	CV (%)
Humedad	1,349
Cenizas	3,618
Proteína	0,123
Grasa	3,128
Carbohidratos	0,282

En la tabla 10 se presentan los resultados para la humedad, ceniza, proteína, grasa y carbohidratos.

Tabla 10: Resultados de humedad, ceniza, proteína, grasa y carbohidratos.

Tratamiento	Humedad* (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbohidratos** (%)
1 (100% sémola)	8,651±0,043 ^a	1,088±0,004 ^b	13,373±0,031 ^e	1,732±0,046 ^a	75,156±0,039 ^c
2 (haba 10%+sem. 90%)	7,691±0,168 ^b	1,193±0,005 ^{ba}	14,033±0,006 ^b	1,576±0,020 ^b	75,507±0,186 ^{cba}
3 (haba 20%+sem. 80%)	7,320±0,125 ^b	1,275±0,049 ^a	14,123±0,012 ^a	1,631±0,081 ^{ba}	75,651±0,210 ^{cba}
4 (arv. 10%+sem. 90%)	7,732±0,031 ^b	1,192±0,006 ^{ba}	13,587±0,006 ^d	1,670±0,065 ^{ba}	75,819±0,116 ^{ba}
5 (arv. 20%+sem. 80%)	7,506±0,092 ^b	1,240±0,083 ^a	13,700±0,017 ^c	1,710±0,015 ^{ba}	75,844±0,092 ^a

*Medias ± SD (n=3)

** Calculados por diferencia

Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

En relación a la composición química de las pastas desarrolladas, los componentes químicos de las pastas incrementaron al sustituir parcialmente la sémola por las harinas de leguminosas, excepto la humedad y la grasa. El incremento observado se debe al aporte en proteínas y cenizas de las harinas de leguminosas. Resultados similares han sido reportados por varios autores, quienes señalan que al aumentar el porcentaje de extensión de las pastas con leguminosas, aumenta el contenido nutritivo de las pastas. Casanova y Suarez (2011) realizaron una pasta enriquecida con harina de haba y brócoli, y concluyeron que el valor nutricional de la pasta fabricada con estas harinas fue mejor en comparación al aporte nutricional de la pasta realizada con 100% sémola.

En cuanto a la humedad se puede ver que existe diferencia significativa entre el tratamiento 1 (control) y los demás tratamientos. La humedad del tratamiento 1 (8,652%) varió a 7,691% (10% harina de haba), 7,32% (20% harina de haba), 7,732% (10% harina de arveja) y 7,506% (20% harina de arveja). No existió diferencia entre los tratamientos realizados con harinas de arveja y haba. Estos resultados se deben a que las harinas de arveja y haba tienen menor humedad que la sémola (anexo 7), entonces al momento de sustituir la sémola con estas harinas la humedad de las pastas va a ser inferior a la humedad de la pasta con 100% sémola. Todos los tratamientos cumplen con el requisito de la norma INEN en cuanto a humedad, la cual establece que las pastas secas deben tener una humedad máxima del 14%, y en este estudio las humedades de las diferentes pastas obtenidas varían entre 7 y 9%.

El contenido de cenizas del tratamiento 1 (control) fue significativamente inferior ($p \leq 0,05$) al de las pastas realizadas con leguminosas, las cuales no variaron entre sí. Se cuantificaron valores de 1.193% (tratamiento 10% harina de haba), 1.275% (tratamiento 20% harina de haba), 1.192% (tratamiento 10% harina de arveja) y 1.24% (tratamiento 20% harina de arveja). Esto representa un incremento de 10% para las pastas con sustitución del 10% y un incremento del 13,5% para las pastas sustituidas al 20% en el contenido de ceniza con respecto al tratamiento 1 (100% sémola) (tabla 10). Resultados similares encontraron Granito y Ascanio (2009) en su investigación en la cual realizaron pastas de sémola sustituidas al 10% con harinas de dos tipos de fréjol (*Phaseolus Vulgaris* y *Cajanus Cajan*). Los resultados reportados para cenizas en la pasta control (100% sémola) fue de 0,8%, y este valor varió a 1,1% para la pasta realizada con *Phaseolus Vulgaris* y 1,2% para la pasta realizada con *Cajanus Cajan*. Ellos explican que este incremento se atribuye a los minerales presentes en las harinas de leguminosas, a mayor porcentaje de sustitución, mayor va a ser el porcentaje de cenizas en el producto. Las harinas de haba y arveja son ricas en hierro y calcio (Fundación universitaria Iberoamérica, 2012).

Para el contenido de proteínas, se puede ver que todos los tratamientos son significativamente diferentes entre sí. El tratamiento 1, es decir el que solo contiene sémola, es el que tiene menor cantidad de proteína, con un 13,373%. Los tratamientos que contienen harina de arveja reportan valores de 13,587% (pasta con 10% harina de arveja) y 13,7% (pasta con 20% de harina de arveja) de proteína. Los dos tratamientos con

sustitución de harina de haba reportan los valores más altos, con 14,033% de proteína para la pasta sustituida al 10% y 14,123% para la sustitución con harina de haba al 20%. Si se observa los datos del anexo 7, que nos muestran el contenido nutricional de las harinas de arveja, haba y sémola, se puede ver que la harina de haba (21%) contiene más proteína que la harina de arveja (19%). Al momento de sustituir la sémola con las dos otras harinas, la pasta con mayor porcentaje de sustitución de harina de haba va a tener el valor proteico más elevado. En lo referente al contenido de proteína, los resultados encontrados además de coincidir con los reportados por otros autores (Granito, et al. (2009) & Wittig, et al. (2002)) ponen en evidencia el valor nutricional de las pastas desarrolladas. Granito, et al. (2009) en su estudio ya mencionado anteriormente, también encontraron que las pastas sustituidas con las harinas de dos tipos de fréjol reportaron un mayor contenido proteico en comparación al porcentaje de proteína presente en la pasta realizada únicamente con sémola.

Los datos obtenidos para la proteína cumplen con los requisitos de la Norma INEN 1375:2014, la cual especifica que para una pasta realizada con 100% sémola de trigo durum el contenido proteico no debe ser inferior al 12%, mientras que para una mezcla con un mínimo de 50% de sémola de trigo este no puede ser inferior al 10,7% (tabla 10).

En cuanto al contenido de grasa, podemos ver que existe diferencia significativa entre el tratamiento 1 (100% sémola) y los tratamientos realizados con harina de haba y harina de arveja. El contenido de grasa del tratamiento 1 es el más elevado, con 1,732%.

Cuando sustituimos la sémola con las dos harinas este porcentaje disminuye. En la sustitución del 10% con harina de haba y harina de arveja tenemos 1,576% (tratamiento 2) y 1,67% (tratamiento 4). Estos valores aumentan cuando alcanzamos una sustitución del 20%, obteniendo 1,631% de grasa para el tratamiento con haba y 1,71% de grasa para tratamiento con harina de arveja. No existe una norma que establezca los requisitos en cuanto a la cantidad de grasa que debe tener una pasta.

Los carbohidratos son muy importantes en la dieta. Junto con las grasas y las proteínas representan los tres principales macronutrientes que aportan energía al cuerpo humano (FAO, 1998). Como se ve en la tabla 10, no existe diferencia significativa entre los tratamientos 1, 2 y 3, ni tampoco entre los tratamientos 2, 3 y 4. El tratamiento 1 (100% sémola) contiene menos carbohidratos que los otros tratamientos, con 75,126% mientras que el tratamiento 5 (20% harina de arveja) contiene un porcentaje más elevado, con 75,844%. El contenido de carbohidratos es muy similar para los 5 tratamientos, oscilando entre 75,156 y 75,844, por lo que podemos decir que todas las pastas tienen un buen aporte en cuanto a carbohidratos. Resultados similares reportan Granito et al. (2009) en un estudio muy similar pero usando *Phaseolus Vulgaris* y *Cajanus Cajan* para la sustitución. Las pastas realizadas con las harinas de estas dos leguminosas tienen más carbohidratos que la pasta realizada únicamente con sémola.

Selección de los mejores tratamientos

Para elegir los dos mejores tratamientos se asignó puntajes a las variables analizadas considerando lo que el consumidor espera en un producto como la pasta (tabla 11). Los porcentajes de proteínas y cenizas son los más importantes ya que uno de los propósitos al sustituir la sémola con harinas de leguminosas es incrementar el valor nutricional (porcentaje de proteínas y minerales) del producto. Las pérdidas de sólidos solubles, aumento de peso y tiempo de cocción contribuyen a determinar las características y calidad de la pasta (a menor pérdida de sólidos solubles mejores van a ser las características del producto). El porcentaje de proteína fue el factor más importante (5), seguido de la pérdida de sólidos solubles (4), cenizas (3), aumento de peso (2) y tiempo óptimo de cocción (1). Analizando los datos de las tablas 7 y 10, que reportan los resultados para todas las variables, los tratamientos 2 (pasta con 10% de harina de haba) y 4 (pasta con 10% de harina de arveja) presentan una menor pérdida de sólidos y al mismo tiempo un alto contenido de proteína. Tanto para la harina de haba como para la harina de arveja, los tratamientos con sustitución al 10% son los mejores. La tabla 11 nos confirma esto, los tratamientos 2 y 4 cumplen con las mejores condiciones.

Tabla 11: Ponderación para las variables

Tratamiento	Proteínas	Pérd. sól.	Cenizas	Aum. peso	Tiempo cocción	Total
1(100% sémola)	5	4	0	2	1	12
2 (10% haba)	5	4	3	2	1	15
3 (20% haba)	5	4	0	0	0	9
4 (10% arveja)	5	4	3	2	1	15
5 (20% arveja)	5	4	0	0	0	9

Evaluación sensorial

Una vez evaluada la calidad nutricional se procedió a medir la aceptabilidad, porque de acuerdo a Wittig (2002) antes de lanzar un nuevo producto al mercado es conveniente realizar pruebas de aceptabilidad, para así conocer la posible reacción del público consumidor y detectar y corregir a tiempo las deficiencias del producto.

Prueba afectiva: escala hedónica

La escala hedónica de 9 puntos nos permite determinar la aceptación de un producto. Fue creada y descrita por Jones et al. (1995). La escala hedónica es simple de describir y al mismo tiempo fácil de usar, es por eso que ha sido usada para determinar el agrado o desagrado de una gran variedad de productos (comidas, bebidas, cosméticos, entre otros) (Stone, et al., 2012). Como se mencionó anteriormente, en este estudio participaron 60 jueces, 39 mujeres (65%) y 21 hombres (35%). En la Tabla 12 se presenta el resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) para los datos de la evaluación sensorial.

Tabla 12: Resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluación sensorial

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Total	119	327,87			
Jueces	59	197,87	3,35	2,35*	1,53
Tratamientos	1	45,63	45,63	31,91*	4
Error experimental	59	84,37	1,43		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

Ho: no existe diferencia estadística para jueces y entre las dos muestras presentadas a los jueces.

Ha: si existe diferencia estadística para jueces y entre las dos muestras presentadas a los jueces.

Como se ve en la tabla 12, F calculada es mayor a F tabulada, es decir que se rechaza la hipótesis nula (no existe diferencia estadística para jueces y entre las dos muestras presentadas a los jueces) y se acepta la hipótesis alternativa (si existe diferencia para jueces y entre las dos muestras presentadas a los jueces). Se puede concluir que existe diferencia estadística entre las dos muestras presentadas a los jueces.

La media para la muestra codificada con el número 381 (pasta de sémola sustituida al 10% con harina de haba) es de 6.76 (me gusta moderadamente), mientras que la media para la muestra con el código 519 (pasta sustituida al 10% con harina de arveja) es de 5.51 (no me gusta ni me disgusta). Se puede concluir que la pasta de sémola con sustitución al 10% con harina de haba es la más aceptada por los consumidores. En el figura 1 se observan los datos de las encuestas de la prueba realizada a los consumidores.

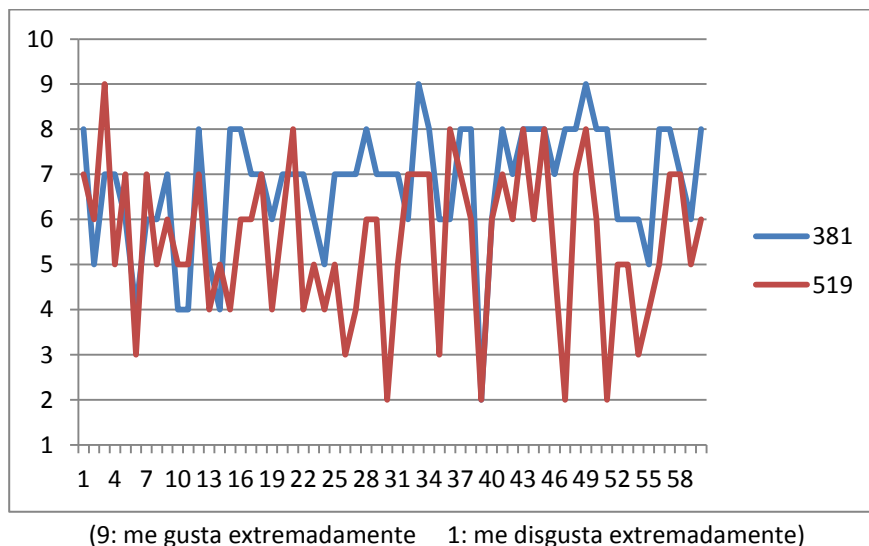


Figura 1: Datos de las encuestas para el análisis sensorial

Como se ve en el figura 1, los datos de las dos muestras varían entre 2 y 9. Sin embargo, para la muestra 381 (pasta de sémola con 10% harina de haba) existe menos dispersión de datos, solo existe un valor en la escala 2 (me disgusta mucho), mientras que el resto de datos se encuentran dentro del rango 4 (me disgusta levemente) y 9 (me gusta extremadamente). Los datos de la muestra 519 (pasta de sémola con 10% harina de arveja) muestran una mayor variación. Esto confirma lo mencionado anteriormente, la muestra 381, es decir la pasta de sémola con 10% de harina de haba es la más aceptada por los consumidores.

CONCLUSIONES

Al sustituir harina de sémola por otros ingredientes, las características de las mezclas de harinas cambian.

El tiempo de cocción para los cinco tratamientos es adecuado si se compara con los 10 minutos reportados para las pastas de sémola.

El peso después de la cocción de las pastas reemplazadas con harinas de haba y arveja aumentó entre 20% y 22 % en relación al peso de la pasta realizada con 100% sémola.

La producción de pastas con ingredientes diferentes a la sémola genera un aumento en la pérdida de sólidos solubles por cocción.

En relación a la composición química de las pastas desarrolladas, el valor nutricional de las pastas aumentó al incrementarse el contenido de proteína y minerales. Todos los tratamientos cumplen con los requisitos de la norma INEN 1375:2014.

Las pastas realizadas con sustitución parcial del 10% de harina de haba y harina de arveja fueron seleccionadas como las óptimas al contener un mayor contenido de proteína (14,033% para la harina de haba y 13, 587% para harina de arveja) y una pérdida

de sólidos solubles baja (5,45% para harina de haba y 5,6% para harina de arveja) en comparación a la pasta realizada con 100% sémola.

La pasta de sémola con sustitución al 10% con harina de haba es la más aceptada por los consumidores.

RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis de aminoácidos esenciales.
- Realizar análisis de textura instrumental.

REFERENCIAS

- AACC. (1999). Semolina, Pasta and Noodle Quality: AACC Method 66-50.01. Recuperado el 14 de noviembre del 2016 de <http://methods.aaccnet.org/summaries/66-50-01.aspx>
- A.O.A.C (Association of Official Analytical Chemists). (2005). Official methods of analysis of A.O.A.C. International. (18th ed.). Mryland, USA.
- A.O.A.C (Association of Official Analytical Chemists). (2001). Official methods of analysis of A.O.A.C. International.
- Abecassis, J. (1989). Improvement of cooking quality of maize pasta products by heat treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 47(4):475-85. 24.
- Anderson, R. et al. (1969). Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. *Cereal Science Today*. 14:4-12.
- Antognelli, C. (1980). The manufacture and applications of pasta as a food and as a food ingredient. A rewiew. *J Food Technol*. 15:121-145.
- Basantes E. (2015). Manejo de cultivos andinos en el Ecuador. Obtenido el 10 de octubre del 2016 de:
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>
- Bergman, C., Gualberto, D., Weber, C. (1994). Development of high-temperature-dried soft wheat supplemented with cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) Cooking quality, color and sensory evaluation. *Cereal Chem*. 71: 523-527.
- Casanova, G & Suarez, N. (2001). Elaboración de fideo enriquecido con harina de haba (*Vicia faba* L.) y brócoli (*Brassica Olerace* L.) como fuentes de proteína, hierro y calcio. (Tesis de pregrado, Universidad Tecnica del Norte, Ibarra).
- Cedeño, V. et al. (2013). Efecto del tipo de variedad de arroz ecuatoriano en las características de hidratación de la harina y del gel. Repositorio ESPOL.
Obtenido el 29 de noviembre del 2016 de:
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/25395>

- Colonna, P., Leloup, V., Buléon, A. (1992). Limiting factors of starch hydrolysis. *J. Clin. Nutr.* 46: S17- S32.
- Delcour, J. & Hosoney, C. (2010). *Principles of cereal science and technology*. Tercera edición. pp. 233.
- ESPAC. (15 de noviembre 2013). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Obtenido el 5 de octubre del 2016 de: http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=75
- FAO. (2003). *FAO Yearbook Production 2002*. FAO Statistics Series. Food and Agriculture Organization of the United States. Roma. vol. 55, No. 176.
- FAO. (1998). *Carbohydrates in human nutrition*. FAO food and nutrition paper no. 66. FAO, Rome.
Obtenido el 30 de noviembre del 2016 de: <http://www.fao.org/3/a-x2650t/X2650t02.pdf>
- Ferreira, M., Wang, S., Souza, P., Ramírez, J. (2004). Qualidade de cozimento de massas de trigo e soja pré-cozidas por extração. *Pesq Agropec Brás.* 39(5):501-507.
- Fundación universitaria Iberoamérica. (2012). Base internacional de datos de la composición de alimentos. Obtenido 20 de septiembre del 2016 de:
<http://www.composicionnutricional.com/alimentos/ARVEJA-SECA-5>
<http://www.composicionnutricional.com/alimentos/HABA-SECA-1>
<http://www.composicionnutricional.com/alimentos/HARINA-DE-ARVEJA-5>
- Granito M. & Ascanio V. (2009). Desarrollo y transferencia tecnológica de pastas funcionales extendidas con leguminosas. *Archivos latinoamericanos de nutrición.* v.59 n.1. Obtenido el 15 de octubre del 2016 de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000100011
- Granito, M., Torres, A., Guerra, M. (2003). Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y *Vigna sinensis*. *Interciencia.* 28(7):372-379. Obtenido el 18 de

octubre de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000700004

Hoseney, C. (1991). Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Acribia. Zaragoza, España. pp. 269- 274.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2014). Pastas alimenticias o fideos. Requisitos. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 1375.

INEC. (2011). Censo de Población. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

International Pasta Organization. (2012).

Obtenido de <http://www.internationalpasta.org/index.aspx?id=19>

Manthey, F., Saujanya, Y., Dick, T., Badaruddin, M. (2004). Extrusion properties and cooking quality of spaghetti containing buckwheat bran flour. Cereal Chem. 81(2):232-236.

McClatchey, C. (2011). Como se convirtió la pasta en el alimento favorito del mundo. BBC Mundo. Recuperado el 10 de octubre del 2016. Obtenido de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/06/110616_pasta_alimento_exitoso_sao.shtml

Peralta, E. et al. (2000). INIAP. Manual agrícola de leguminosas. Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Manual_agricola%20_leguminosas.pdf

Orellana, A. & De La Cadena, J. (1985). El cultivo del haba. Unidad de Capacitación Leguminosas. Documento No 1, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Capacitación Campesina. Quito. Septiembre. p. 37.

Rodríguez, E. et al. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. Rev. U.D.C.A Act & Div. Cient. 15(1):199-207. Obtenido el 29 de noviembre del 2016 de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262012000100021

- Salazar, N. (2015). Estudio de la adición de harina de palmito (*Bactris Gasipaes*) en pasta larga a base de harina de trigo duro. Trabajo previo a la obtención del título de ingeniería de alimentos.
- Soo, C. & Baik, B.(2004). Cooking time of white salted noodles and its relationship with protein and amylase contents of wheat. *Cereal Chem.* 81(2):165-171.
- Obtenido el 30 de noviembre del 2016 de:
<http://aaccipublications.aaccnet.org/doi/abs/10.1094/CCHEM.2004.81.2.165?journalCode=cchem>
- Stone, H., Bleimaum, R., Thomas, H. (2012). *Sensory Evaluation Practices.* 4(3), 101-102.
- Torres, A., Frias, J., Granito, M., Guerra, M., Vidal-Valverde, C. (2006). Pasta supplementation with free α -galactoside lupine flours: chemical, biological and sensory evaluation. *J Sci Food Agric.* 86:1-8.
- Wittig, E., Serrano, L., Bungler, A., Soto, D., López, L., Hernández, N. (2002). Optimización de una formulación de espaguetis enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes. *Arch Latinoam Nutr.* 52:91-100.
- Zhao, Y. et. al. (2005). Quality characteristics of spaguetti as affected by green and yellow pea, lentil and chickpea flours. *J Food Technol.* 70(6): 371-376.

ANEXOS

ANEXO 1: Cuestionario para análisis sensorial

Nombre: _____ Fecha: _____

Edad: ____ años

Sexo: F () M ()

Instrucciones: Por favor pruebe los productos que se presentan a continuación. Evalúe cada muestra servida e indique cuanto le gusta o disgusta. Marque con una X la respuesta que mejor refleje su juicio.

Código de la muestra	381	519
1. Me disgusta extremadamente	_____	_____
2. Me disgusta mucho	_____	_____
3. Me disgusta moderadamente	_____	_____
4. Me disgusta levemente	_____	_____
5. No me gusta ni me disgusta	_____	_____
6. Me gusta levemente	_____	_____
7. Me gusta moderadamente	_____	_____
8. Me gusta mucho	_____	_____
9. Me gusta extremadamente	_____	_____

Comentarios:

Gracias por su colaboración.

ANEXO 2: Método de determinación aumento de peso y pérdida de sólidos (método 66-50.01. AACC, 1999)

Tare crisoles grandes y anote su peso. A continuación, mida 100 ml de agua destilada en un vaso de precipitación y lleve el agua a ebullición, tape el vaso con un vidrio de reloj. Una vez hervida el agua, introduzca 10 gramos de muestra en el vaso. Retire la muestra en el tiempo óptimo antes determinado (distinto para cada combinación). Cierna la muestra y pese (los fideos aumentaron su peso al cocinarse). La parte líquida (agua con residuos de fideo) se conservó en los crisoles tarados. Lleve estos crisoles a la estufa y déjelos ahí por una noche. Al día siguiente retire los crisoles de la estufa y enfríelos en el desecador por 1 hora. Finalmente, pese los crisoles con las “arenas” que quedaron. Los datos recogidos sirvieron tanto para el cálculo del aumento en peso como para el de la pérdida de sólidos.

Cálculos:

Para calcular el porcentaje de pérdida de sólidos usamos la siguiente ecuación:

$$\%Pérdida\ de\ sólidos = \frac{P_{total\ final} - P_{crisol}}{P_{muestra}} * 100$$

Dónde:

$P_{TotalFinal}$: peso del crisol más los residuos sólidos (g) después de la evaporación

P_{crisol} : peso del crisol (g)

$P_{muestra}$: peso inicial de muestra (g) de fideos que se cocinó

Para calcular el porcentaje de aumento de peso usamos la siguiente ecuación:

$$\%Aumento\ de\ peso = \frac{Pf - Pi}{Pi} * 100$$

Dónde:

Pf: peso final de los fideos cocidos (g)

Pi: peso inicial de los fideos crudos (g)

Pmuestra: peso inicial de muestra (g) de fideos que se cocinó

ANEXO 3: Método de determinación de humedad (método 925.10. A.O.A.C., 2005)

Coloque la cápsula destapada y la tapa durante 8 horas en la estufa a 105°C. Usando pinzas, traslade la cápsula tapada del desecador y deje enfriar durante 30 a 45 minutos.

Pese la cápsula con tapa con una aproximación de 0,1mg. Registre este peso.

Pese 5 gramos de la muestra previamente homogeneizada y registre este peso. Coloque las muestras con cápsula destapada y la tapa en la estufa a 105°C por 5 horas. Tape la cápsula con la muestra, sáquela de la estufa y enfríe en el desecador durante 30 a 45 minutos. Repita el procedimiento de secado por una hora adicional, hasta que las variaciones entre dos pesadas sucesivas de excedan de 5mg. Registre este peso.

Cálculos:

Para calcular la humedad usamos la siguiente ecuación:

$$\%H = \frac{P_{cmh} - P_{cms}}{P_{cmh} - P_c} * 100$$

Dónde:

%H porcentaje de humedad

P_c: Peso crisol vacío

P_{cmh}: Peso crisol más muestra húmeda

P_{cms}: Peso crisol más muestra seca

ANEXO 4: Método de determinación de ceniza (método 923.03. A.O.A.C., 2005)

Pese entre 2 a 3 gramos de muestra en un crisol de porcelana previamente tarado, enfriado en un desecador y pesado después de alcanzar la temperatura ambiente. Reporte el valor pesado con 4 cifras significativas. Coloque el crisol en la plancha de calentamiento para sequedad. Luego lleve la cápsula a la mufla por un tiempo de 6 a 12 horas a una temperatura de 550-600°C.

Transcurrido este tiempo, retire el crisol de la mufla, deje enfriar en un desecador y pese de nuevo. Realice pesadas sucesivas hasta que el peso sea constante en tres ocasiones.

Cálculos:

Para calcular las cenizas usamos la siguiente ecuación:

$$\%cenizas = \frac{P_{cmc} - P_c}{P_m} * 100$$

Dónde:

P_c: Peso crisol vacío

P_{cmc}: Peso crisol más cenizas

P_m: Peso de la muestra

ANEXO 5: Método de determinación de grasa (método 920.85. A.O.A.C., 2005)

Se usó el equipo de extracción Soxhlet.

Seque 2 a 3 gramos de muestra para determinar su humedad. Extraiga la muestra con hexano. Use un cartucho de extracción con un filtro que permita el paso rápido del hexano.

El período de extracción puede variar de 2 a 3 horas con una velocidad de condensación de 5-6 gotas/s.

Seque el extracto por 30 minutos a 100 °C, enfríe en un desecador y pese. Reporte la pérdida de peso como cantidad de extracto etéreo.

Cálculos:

Para calcular la grasa usamos la siguiente ecuación:

$$\%grasa = \frac{Peso\ final - Peso\ inicial}{Pm} * 100$$

Dónde:

Pm: Peso muestra

Peso final: Peso vaso más grasa

Peso inicial: Peso vaso vacío

ANEXO 6: Norma INEN 1375:2014 (Pastas alimenticias o fideos secos Requisitos)

5.2 Requisitos físicos y químicos

Las pastas alimenticias o fideos secos deben cumplir con los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para pastas alimenticias o fideos secos

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad	%	-	14,0	NTE INEN-ISO 712
Cenizas*				
Sémola de trigo duro		-	1,30	
Harina de trigo		-	0,85	
Mezcla de sémola de trigo duro y harina de trigo		-	0,98	
Sémola integral de trigo duro o harina integral de trigo	%	-	2,10	NTE INEN-ISO 2171
Compuestos				
Con huevo		-	1,20	
Con vegetales		-	1,50	
Con gluten u otra fuente proteica		-	1,10	
Rellenos		-	2,60	
Proteína*				
Sémola de trigo duro y harina de trigo		10,5	-	
Mezcla de sémola de trigo duro y harina de trigo		10,5	-	
Sémola integral de trigo duro o harina integral de trigo	%	11,5	-	NTE INEN-ISO 20483
Compuestos				
Con huevo		12,5	-	
Con vegetales		10,0	-	
Con gluten u otra fuente proteica		18,0	-	
Rellenos		12,0	-	
Acidez, expresada como ácido sulfúrico	%	-	0,45	NTE INEN 521
Colesterol**, en base seca	mg/kg	150	-	AOAC 994.10***
<p>* Expresado en fracción de masa en base seca, en porcentaje. ** Requisito solo para pastas alimenticias o fideos en los que durante el proceso se han incorporado huevos frescos, enteros, congelados o deshidratados. *** Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.</p>				

ANEXO 7: Composición química de las harinas de arveja, haba y sémola

Composición química de las harinas de arveja y haba (por cada 100gr)

Componente	Harina de arveja	Harina de haba
	(%)	(%)
Proteína	19	21
Grasa	1,90	2,10
Humedad	7,22	7,38
Cenizas	1,11	1,02
Carbohidratos	72,77	70,5

Composición química de la harina de sémola (por cada 100g)

Componente	Valor (%)
Proteína	14
Grasa	2
Humedad	12,1
Cenizas	1,4
Carbohidratos	70,5