

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**ANÁLISIS DE LA SUSTITUCIÓN DE PROTEÍNA ANIMAL POR
CONCENTRADO PROTEÍNICO DE HABA (*Vicia faba*) EN
SALCHICHAS TIPO VIENESA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AGROINDUSTRIAL**

MAYRA FERNANDA PERUGACHI GUERRA
mayrafernanda0210@hotmail.com

DIRECTOR: MAURICIO ESTEBAN MOSQUERA JORDÁN, Ph.D.
mauricio.mosquera@epn.edu.ec

Quito, Febrero de 2017

© Escuela Politécnica Nacional (2017)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Mayra Fernanda Perugachi Guerra, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Mayra Fernanda Perugachi Guerra

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Mayra Fernanda Perugachi Guerra, bajo mi supervisión.

Mauricio Mosquera, Ph.D.
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme fuerzas para seguir adelante.

A mis tíos por haberme brindado su apoyo y ser mi guía en todo momento. Porque gracias a su sacrificio logre culminar esta etapa de mi vida. A mis hermanas y hermanos Evelin, Mabel, Victor Hugo y Héctor, a quienes quiero mucho.

Al Dr. Mauricio Mosquera por haber dedicado su tiempo y haber compartido su conocimiento, para el desarrollo de este proyecto. A los Ingenieros, quienes forman parte de esta querida Institución.

A mis amigos y amigas en especial a M. Soledad, Daniel, Daisy y Gaby, quienes hicieron que mi vida universitaria sea más llevadera, por haber compartido momentos gratos y de una u otra forma participaron en la finalización de este proyecto.

DEDICATORIA

A mi mamita, Yolanda Guerra y a mi tía, Fanny Guerra

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	x
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 Importancia de leguminosas con alto contenido proteínico utilizadas en la industria alimenticia	1
1.1.1 Principales leguminosas en el Ecuador	1
1.1.2 Generalidades del haba (<i>Vicia faba</i>)	2
1.1.2.1 Origen y taxonomía	2
1.1.2.2 Características morfológicas	2
1.1.2.3 Requerimientos de clima y suelo	3
1.1.2.4 Preparación del terreno	4
1.1.2.5 Semilla y siembra	4
1.1.2.6 Labores culturales	5
1.1.2.7 Plagas, enfermedades foliares y radicales	5
1.1.3 Uso de proteínas de leguminosas en la Industria alimenticia	7
1.2 Elaboración de embutidos cocidos	9
1.2.1 Productos cárnicos cocidos	9
1.2.1.1 Estructura de las proteínas	10
1.2.1.2 Estructura del músculo	10
1.2.1.3 Principales proteínas musculares	11
1.2.1.4 Materia prima y aditivos	12
1.2.2 Consumo de embutidos de los diferentes países	13
1.3 Sustitución de proteínas en la elaboración de embutidos	13
2 PARTE EXPERIMENTAL	15
2.1 Obtención del concentrado proteico a partir de harina de haba	15
2.1.1 Análisis físico-químico	15
2.1.2 Obtención del concentrado proteínico de haba	15
2.2 Caracterización del concentrado proteínico	16
2.3 Elaboración de salchichas tipo vienesa con sustitución de proteína de haba	16
2.3.1 Caracterización del producto (salchichas) mediante pruebas físico-químicas y sensoriales	18
2.3.1.1 Análisis físicos	18
2.3.1.1.1 Color	18
2.3.1.1.2 Textura/ firmeza	19
2.3.1.2 Análisis químico	19
2.3.1.3 Análisis sensorial	19

2.3.1.4	Análisis microbiológico	20
2.4	Evaluación de la aceptabilidad del consumidor mediante pruebas sensoriales	20
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1	Obtención del concentrado proteínico a partir de harina de haba	21
3.1.1	Análisis físico-químico	21
3.1.2	Obtención del concentrado proteínico de haba	22
3.2	Caracterización del concentrado proteínico	24
3.3	Elaboración de salchichas tipo vienesa con sustitución de proteína de haba	28
3.3.1	Caracterización del producto (salchichas) mediante pruebas físico-químicas y sensoriales	29
3.3.1.1	Análisis físicos	29
3.3.1.1.1	Color	29
3.3.1.1.2	Textura/ firmeza	33
3.3.1.2	Análisis químico	35
3.3.1.3	Análisis sensorial	36
3.3.1.4	Análisis microbiológico	40
3.4	Evaluación de la aceptabilidad del consumidor mediante pruebas sensoriales	41
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
4.1	Conclusiones	43
4.2	Recomendaciones	44
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
	ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1.1	Clasificación taxonómica del haba	2
Tabla 1.2	Principales propiedades funcionales de las proteínas, aplicadas en diferentes productos.	7
Tabla 2.1	Análisis aplicados en la materia prima	15
Tabla 2.2	Análisis aplicados al concentrado proteínico de haba (<i>Vicia faba</i>)	16
Tabla 2.3	Formulación para la elaboración de salchichas tipo vienesas	16
Tabla 2.4	Códigos para cada formulación de concentrado de proteína de haba (<i>Vicia faba</i>)	18
Tabla 2.5	Análisis microbiológicos y métodos realizados en salchicha tipo vienesa	20
Tabla 3.1	Análisis físico-químicos realizados en harina de haba	22
Tabla 3.2	Resultado del análisis físico-químico realizado al concentrado proteínico de haba	24
Tabla 3.3	Resultados de los parámetros L*, a* y b* medidos a las muestras de salchichas con las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba	29
Tabla 3.4	Resultados de la firmeza de las muestras de salchicha con diferentes porcentajes de concentrado proteínico de haba	33
Tabla 3.5	Resultados del análisis químico realizado a la muestra de salchicha con formulación de 4% de concentrado proteínico de haba	35
Tabla 3.6	Resultados del análisis sensorial de preferencia para salchicha tipo vienesa con diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba.	36
Tabla 3.7	Resultado de análisis microbiológico realizado a salchicha tipo vienesa con formulación de 4 % de concentrado proteínico de haba (<i>Vicia faba</i>)	40
Tabla 3.8	Resultado del análisis sensorial en muestra de salchicha con 4 % de concentrado proteínico de haba	41

Tabla AI.1 Aminoácidos esenciales de la semilla de haba (<i>Vicia faba</i>) y carne	54
Tabla AIV.1 Datos de los diferentes porcentajes de concentrado de haba en base húmeda y base seca de carne	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1 Diferentes partes de la planta de haba (<i>Vicia faba</i>), a) flores; b) hojas y c) vainas	3
Figura 1.2 Granos tiernos de haba (<i>Vicia faba</i>)	3
Figura 1.3 Distribución de granos de haba (<i>Vicia faba</i>), para la siembra	5
Figura 1.4 Enfermedades de la planta de haba, a) Mancha Chocolate (<i>Botrytis fabae</i>) b) Roya (<i>Uromyces fabae</i>), c) Alternaria (<i>Alternaria spp.</i>) y d) Virus	6
Figura 1.5 Proceso de oxidación y reducción de la mioglobina	11
Figura 3.1 a) Concentrado proteínico de haba en base seca, b) Diferencia del color de la extracción de concentrado proteínico de haba utilizando harina de haba con y sin tegumento (ver de derecha a izquierda)	24
Figura 3.2 Gráfico de medias del parámetro L* para las distintas formulaciones	30
Figura 3.3 Gráfico de medias del parámetro a* para las distintas formulaciones	31
Figura 3.4 Gráfico de medias del parámetro b* para las distintas formulaciones en salchicha tipo vienesa	32
Figura 3.5 Color típico de salchichas tipo vienesa en las diferentes formulaciones	33
Figura 3.6 Gráfico de medias de la firmeza para las distintas formulaciones	34
Figura 3.7 Gráfico de medias del atributo olor para las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba	37
Figura 3.8 Gráfico de medias del atributo sabor para las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba	37
Figura 3.9 Gráfico de medias del atributo color para las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba	38
Figura 3.10 Gráfico de medias del atributo textura para las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba	39
Figura 3.11 Gráfico de medias del análisis de preferencia para las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba	39

- Figura 3.12** Gráfico de medias del análisis sensorial en muestras de salchichas con 4 % de concentrado proteínico de haba, realizado a los panelistas de género masculino 42
- Figura 3.13** Gráfico de medias del análisis sensorial en muestras de salchichas con 4 % de concentrado proteínico de haba, realizado a los panelistas de género femenino 42

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Comparación de aminoácidos de haba y carne	54
ANEXO II Descripción del método de fraccionamiento en húmedo	55
ANEXO III Procedimiento para la elaboración de salchichas tipo vienesa	56
ANEXO IV Cálculo para obtener la relación a sustituirse	58
ANEXO V Formato para el análisis sensorial de preferencia	60
ANEXO VI Formato para el análisis sensorial de aceptabilidad	61

RESUMEN

En el presente estudio se analizó la sustitución de proteína animal por concentrado proteínico de haba (*Vicia faba*) en salchichas tipo vienesa. La materia prima, semilla seca de haba (*Vicia faba*), se adquirió en el mercado Santa Clara, ubicado en el cantón Quito.

Se realizó un análisis proximal (proteína, extracto etéreo, humedad y cenizas) a la materia prima. El concentrado proteínico de haba se obtuvo por el método de fraccionamiento en húmedo, la deshidratación del concentrado proteínico se realizó mediante secado en una estufa a 60 °C por 12 horas. Una vez obtenido el concentrado proteínico de haba, se realizó un nuevo análisis proximal.

En la elaboración de salchichas tipo vienesa, para estudiar la sustitución de la proteína animal por concentrado proteínico de haba, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, donde la variable de diseño fue el porcentaje de concentrado proteínico de haba en 5 niveles: 2, 4, 6, 8 y 10 %. Las variables de respuesta fueron color, textura, análisis sensorial (preferencia y aceptabilidad) y microbiológico (Recuento total Aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*)

Para todas las muestras de salchichas con las diferentes formulaciones se determinó el color y textura, además se realizó un análisis sensorial de preferencia, donde no hubo diferencia significativa entre las formulaciones. Se eligió la muestra de salchicha con 4 % de concentrado de proteína de haba, ya que las Normas Ecuatorianas establecen como máximo porcentaje de proteína vegetal del 4 %.

Con la formulación elegida se realizó un análisis proximal (proteína, extracto etéreo, humedad y cenizas); después de 24 horas se realizó un análisis microbiológico, donde los valores obtenidos estuvieron dentro de los niveles de aceptación, según las Normas Ecuatorianas.

Los resultados obtenidos del análisis sensorial mostraron que en los panelistas de género femenino no hubo diferencia estadística significativa para los atributos de color, olor, sabor y textura de la muestra de salchicha con 4 % de concentrado proteínico de haba; entre los panelistas de género masculino hubo diferencia significativa ($P > 0,05$) solo para el atributo de textura, mientras que los otros parámetros no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

De los resultados obtenidos, se puede considerar la utilización de concentrado proteínico de haba (*Vicia faba*) para aplicar como ingrediente en un embutido cocido, pudiendo reemplazar parcial o totalmente a la proteína de soya que es utilizada en la elaboración de embutidos, de esta manera se estaría dando un valor agregado a un producto cultivado en el Ecuador.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas son utilizadas para la alimentación tanto animal como humana, debido a que son una buena fuente de proteína y poseen un bajo contenido de lípidos. En países desarrollados el consumo se ha incrementado debido a que las leguminosas son consideradas alimentos saludables (Olmedilla, Farré, Asensio y Martín, 2010, p. 73).

En Ecuador, las cinco especies de leguminosas consideradas de mayor importancia para el país son: chocho (*Lupinus mutabilis*), haba (*Vicia faba*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*), arveja (*Pisum sativum*) y lenteja (*Lens culinaris*), las cuales pertenecen a la familia de las Fabaceae (Peralta, Murillo, Mazón, Monar, Pinzón y Rivera, 2010, pp.1-2).

El haba es un cultivo anual; puede alcanzar una altura de 1,4 a 1,6 m, presenta una raíz pivotante; follaje verde pálido, hojas ovaladas y compuestas con 2 o 4 foliolos. Las flores están agrupadas en racimos (Peralta, Vásquez, Mora y Pinzón, 1996, p. 4; Link, Hanafy, Malenica, Jacobsen y Jelenic, 2009, p. 71).

Actualmente se buscan fuentes alternas de proteína de bajo costo; por esta razón se han realizado varios estudios para aprovechar las propiedades funcionales de las proteínas de leguminosas, tales como la capacidad de hidratación, superficie (formación de películas, emulsificación y estabilización) y reológicas (Huerta, Chel, Castellanos y Bentacur, 2009, p. 10; Czuchajowska, Otto, Paszczynska y Baik, 1998, p. 11).

En otro estudio realizado por Guemes (2007) se utilizaron derivados de cereales y leguminosas en la elaboración de productos cárnicos, obteniendo buenos resultados, pues en el caso del uso de la proteína de *Lupinus* mejora la textura y el color (p. 112)

Chel, Corzo y Betancurt (2003) mencionan que los concentrados proteínicos no tienen sabor ni olor, además tienen propiedades funcionales tales como absorción

de agua y grasa, las cuales los hacen adecuados para ser utilizados en productos alimenticios, como pan, cereales, productos cárnicos (salchichas, carne molida, patés) y en suplementos infantiles (p. 41).

Las proteínas son de gran importancia en la alimentación, ya que dirigen la mayoría de los procesos vitales de los seres vivos. Las proteínas de origen vegetal son consideradas de menor calidad, pero con una dieta variada y abundante, enriquecida con pequeñas porciones de proteína animal, se brinda al cuerpo las proteínas necesarias para su normal funcionamiento (Marín, 2000, p. 78).

La industria alimentaría produce una gran cantidad de productos a partir de carnes, en especial embutidos y harinas; en el Ecuador el consumo anual de embutidos es de 3 kg por persona (INEC, 2012).

Según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, por contener un alto porcentaje de proteína (9 % en tierno y 25 % en seco), carbohidratos, minerales, vitaminas y un bajo contenido de grasa (1 - 6 %), el haba es una leguminosa importante en la alimentación humana, además de ser considerada beneficiosa para la salud, debido a sus propiedades en la prevención de enfermedades (Peralta et al., 1996, p. 2; Duranti y Guis, 2005, p. 33).

El objetivo de esta investigación es analizar el efecto que tiene en las propiedades físicas y sensoriales el sustituir la proteína animal por diferentes porcentajes de concentrado proteínico de haba (*Vicia faba*) en salchichas tipo vienesa. De esta manera se estará dando al cultivo de haba una aplicación en la industria alimentaria como ingrediente en un embutido cocido.

1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 IMPORTANCIA DE LEGUMINOSAS CON ALTO CONTENIDO PROTEÍNICAS UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Las leguminosas son utilizadas para la alimentación, tanto animal como humana; son fuente de proteína y poseen un bajo contenido de lípidos. Se adaptan a suelos y climas poco favorables y en la rotación de cultivos tienen una buena capacidad para fijar nitrógeno al suelo (Olmedilla, Farré, Asensio y Martín, 2010, p. 73).

Las leguminosas constituyen una de las principales fuentes de proteínas en los países que están en vía de desarrollo y se ha ido incrementando su consumo en países desarrollados, debido a que las leguminosas son consideradas como alimentos saludables. Según el Codex Alimentarius, las principales leguminosas para el consumo humano son lentejas (*Lens culinaris*), garbanzos (*Cicer arietinum*), habas (*Vicia faba*), caupís (*Vigna unguiculata*), judías (*Phaseolus spp.*) y arveja (*Pisum sativum*) (Olmedilla, Farré, Asensio y Martín, 2010, p. 73).

1.1.1 PRINCIPALES LEGUMINOSAS EN EL ECUADOR

En Ecuador, las cinco especies de leguminosas consideradas importantes para la alimentación y la economía del país son: chocho (*Lupinus mutabilis*), haba (*Vicia faba*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*), arveja (*Pisum sativum*) y lenteja (*Lens culinaris*); estas especies forman parte de la familia Fabaceae. Su uso principal es el consumo directo de la semilla o grano y de la legumbre (vaina). Estas leguminosas se caracterizan por tener un alto contenido de proteína (20 a 46 % en grano seco), carbohidratos, minerales y fibra (Peralta et al., 2010, pp. 1-2).

1.1.2 GENERALIDADES DEL HABA (*Vicia Faba*)

1.1.2.1 Origen y taxonomía

El origen de esta leguminosa es asiático, aunque algunos autores consideran como los principales centros de origen Afganistán y Etiopía. Este cultivo fue traído a América por los conquistadores españoles a regiones con climas templados y fríos del continente, y se desarrolló en países de América con zonas frías como México, República Dominicana, Perú, Brasil, Paraguay, Colombia, Bolivia y Ecuador (Aldana de León, 2010, p. 2).

Su clasificación taxonómica se muestra en la Tabla 1.1

Tabla 1.1 Clasificación taxonómica del haba

Reino	Plantae
División	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Vicia</i>
Especie	<i>Vicia faba</i>

(Integrated Taxonomic Information System (ITIS), 2012)

1.1.2.2 Características morfológicas

El haba es un cultivo anual, la forma del tallo principal es cuadrada con aristas y una coloración verde en la base y violáceo en el ápice. La planta puede alcanzar una altura de 1,4 a 1,6 m, presenta una raíz pivotante; la coloración del follaje es verde pálido, las hojas son ovaladas y compuestas con 2 o 4 folíolos. Las flores están agrupadas en racimos cortos de 2 a 8 flores, presentan un color blanco con alas negras en la base; como se muestra en la Figura 1.1 (Peralta et al., 1996, p. 4; Link, Hanafy, Malenica, Jacobsen y Jelenic, 2009, p. 71).

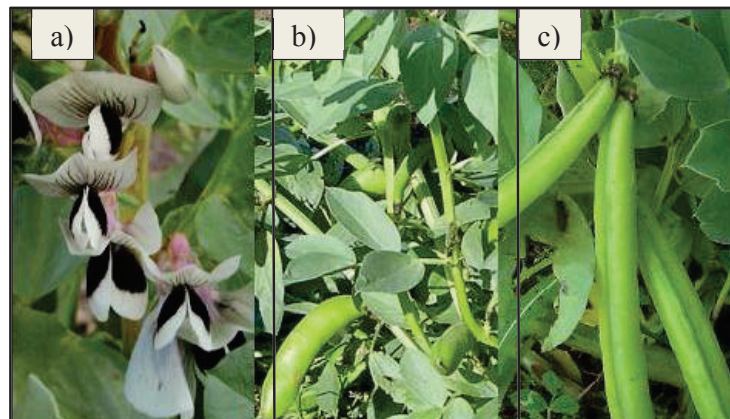


Figura 1.1 Diferentes partes de la planta de haba (*Vicia faba*), a) flores; b) hojas y c) vainas

(Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), 2010, p. 7)

Los granos están dentro de vainas, las mismas que contienen entre 1 y 4 granos, estos son de tamaño mediano y seniformes. Su color es verde claro o crema dependiendo si el grano está tierno o seco. El peso de 100 granos tiernos está alrededor de 200 a 230 g, mientras que el peso de 100 granos secos está alrededor de 120 a 130 g (Peralta et al., 1996, p. 4; Aldana de León, 2010, pp. 9-10).



Figura 1.2 Granos tiernos de haba (*Vicia faba*)

(Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), 2010, p. 18)

1.1.2.3 Requerimientos de clima y suelo

El cultivo de haba (*Vicia faba*) se ha adaptado bien a las condiciones climáticas de la Sierra Ecuatoriana, a alturas comprendidas entre los 2 600 y 3 500 m.s.n.m., y zonas con precipitaciones entre 700 a 1 000 mm. Este cultivo soporta bajas

temperaturas de entre 7 y 14 °C. Se adapta bien a diversos tipos de suelo aunque se prefiere los franco-arcillosos, con buen contenido de materia orgánica y un pH alrededor de 5,5 a 7,5. Se debe considerar además que un suelo excesivamente húmedo y mal drenado incrementa las pudriciones de la raíz (INIAF, 2010, p. 6; Peralta et al., 2010, p. 29).

1.1.2.4 Preparación del terreno

El suelo debe prepararse con anticipación (arada, rastrada y surcada) para discontinuar el ciclo de algunas plagas, y así obtener mayores rendimientos. Es recomendable realizar un análisis de suelo para obtener una idea de si el suelo es fértil o tiene deficiencia de algún nutriente (INIAF, 2010, p. 6; Peralta, et al, 2010, p. 42). En el caso de deficiencia de algún nutriente se puede aplicar fertilizantes químicos de acuerdo con el nutriente faltante, también se puede fertilizar con materia orgánica como humus.

1.1.2.5 Semilla y siembra

Las semillas que se utilicen en la siembra deben ser de buena calidad (granos con buen tamaño, uniformes, bien formados, sin daños mecánicos, sin manchas) para obtener altos rendimientos. La mejor época de siembra está entre los meses de septiembre y enero. La siembra se realiza en surcos con espacios entre ellos de 80 cm, a 6 cm de profundidad, se coloca 1 semilla cada 25 cm ó 2 semillas cada 50 cm, en la parte lateral del surco, como se muestra en la Figura 1.3; (Aldana de León, 2010, pp.19-20; Peralta, et al., 2010, p. 42).

Se debe evitar sembrar cerca de árboles donde la sombra afecta al crecimiento del cultivo. Se necesitan de 75 a 90 kg de semilla para cultivar una hectárea, teniendo una densidad poblacional de aproximadamente 50 000 plantas/ha (Aldana de León, 2010, p. 19; Peralta, et al., 2010, p. 42).

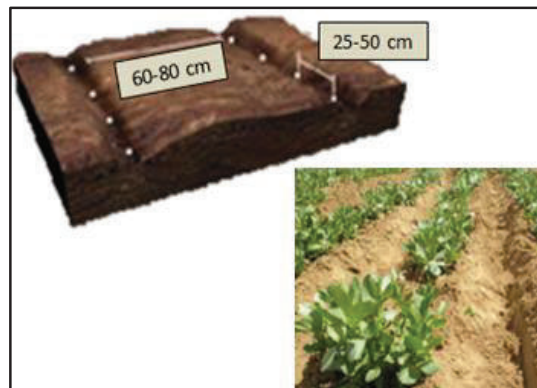


Figura 1.3 Distribución de granos de haba (*Vicia faba*), para la siembra
(Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), 2010, p. 9)

1.1.2.6 Labores culturales

Si hay presencia de maleza, se deben realizar al menos 2 deshierbes y el aporque (consiste en elevar y subir la tierra al cuello de las plantas, profundizar el surco para facilitar que no se caigan los tallos y mantener erecta y firme la planta; se realiza cuando las plantas tienen una altura de 25 a 35 cm) (Aldana de León, 2010, p. 24; Peralta, et al., 2010, p. 43).

Si hay una alta presencia de maleza, es recomendable el uso de herbicidas preemergentes, que se aplica en suelos húmedos inmediatamente después de la siembra. Un buen control de malezas, se realiza mezclando en 400 L de agua/ha, 1 kg de Afalón (Linuron) y 2 L de Lazo (Alaclor) (Peralta, et al, 2010, p. 43; INIAF, 2010, p. 9).

1.1.2.7 Plagas, enfermedades foliares y radicales

Es recomendable aplicar pesticidas cuando la presencia de plagas ocasiona daños económicos. INIAF (2010, pp. 12-18) y Peralta, et al, (2010, p. 43) recomiendan usar:

- Para trozadores (*Agrotys sp.*) se utilizan dosis de 800 cm³/ha de KSI (orgánico que es a base de ácido láurico, estéarico, palmítico) o dosis de 40 g/ha de Decis (Deltametrina, piretroide)
- Para pulgón o áfidos (*Macrosiphum sp.*), barrenador de tallo (*Melanagromyza sp.*) y minador de hoja (*Liriomyza huidrobensis*) se utilizan dosis de 400 cm³/ha de Clorpirifos (Lorsban), o de 300 cm³/ha de dimetoato (Sistemin, Perfektion) (p. 43).

Las enfermedades más comunes que afectan el cultivo de haba en la Sierra son: mancha chocolate (*Botrytis fabae*), roya (*Uromyces fabae*), alternaria (*Alternaria spp.*) y virus, las mismas que si no son controladas a tiempo, reducen la producción del cultivo. Para controlar estas enfermedades se recomienda usar:

- Para Mancha chocolate usar dosis de 250 g/ha de Benomil (Benlate), o dosis de 250 cm³/ha de Carbendazin (Derosal).
- Para Roya: Plantvax (Oxicarboxin) 700 g/ha
- Para Alternaria: Clorotalonil (Daconil), 700 a 1000 cm³/ha.
- Para Virus: Es recomendable usar semillas de calidad, que provengan de campos y plantas seleccionados.

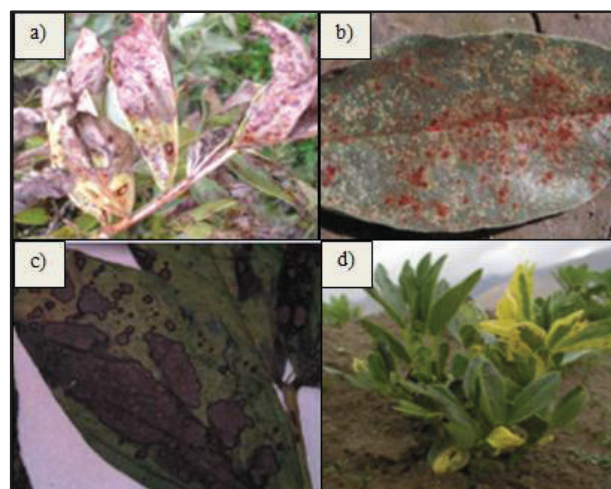


Figura 1.4 Enfermedades de la planta de haba, a) Mancha Chocolate (*Botrytis fabae*) b) Roya (*Uromyces fabae*), c) Alternaria (*Alternaria spp.*) y d) Virus (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), 2010, pp. 14-17)

En el caso de pudriciones de raíz; causados por hongos (*Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium*) y nemátodos, no es recomendable sembrar haba en áreas donde exista este problema, también se recomienda rotar con cereales como cebada, trigo y quinua (Peralta, et al, 2010, p.18).

1.1.3 USO DE PROTEÍNAS DE LEGUMINOSAS EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Las proteínas son el componente principal en todas las leguminosas de grano, y son la razón de su impacto nutricional y socioeconómico. Las principales proteínas presentes en las leguminosas son las albúminas y las globulinas (legumina y vicilina), estas últimas se acumulan en grandes cantidades durante su desarrollo y son llamadas proteínas de almacenamiento. Los aminoácidos de las leguminosas se pueden comparar con los aminoácidos de la leche, carne y huevos. En el Anexo I, se puede observar una comparación del contenido de aminoácidos en el grano de haba (*Vicia faba*) y carne de res (Duranti y Gius, 1997, p. 31).

Las proteínas de las leguminosas son utilizadas como ingredientes alimenticios por sus propiedades funcionales, ya que proporcionan una cierta función específica en el producto, como se indica en la Tabla 1.2. Una de las propiedades funcionales más importantes se refiere a la capacidad de una proteína para estabilizar emulsiones y espumas o impartir atributos de textura (Wright y Bumstead, 2015, p. 381).

Tabla 1.2 Principales propiedades funcionales de las proteínas, aplicadas en diferentes productos

Aplicaciones	Calidad deseada	Funcionalidad
Productos cárnicos	Sabor a carne, aroma, color, humedad, aceite, textura	Sabor blando, enlazamiento de agua, emulsificación, gelificación o texturización
Mariscos	Color, sabor, apariencia (brillantez), textura	Blancura, sabor blando, solubilidad, gelificación

Tabla 1.2 Principales propiedades funcionales de las proteínas, aplicadas en diferentes productos (continuación ...)

Aplicaciones	Calidad deseada	Funcionalidad
Imitación de queso	Color, sabor, enlazamiento de agua y grasa, fusión, elasticidad	Blancura, sabor blando, gelificación y emulsión, fusión del gel y elasticidad
Cubierta de batidos	Espuma densa, blancura, estabilidad de la espuma	Capacidad espumante, sabor blando, estabilidad de la emulsión y de la espuma, solubilidad
Leche de soya ultrapasteurizada	Sabor, estabilidad de la emulsión, solubilidad	Capacidad emulsificante, sabor blando, estabilidad de la emulsión, solubilidad
Bebidas nutricionales para niños y adultos	Sabor, color, estabilidad de emulsión y de la suspensión, habilidad para incorporar minerales	Sabor suave, blancura, solubilidad, estabilidad de la emulsión
Productos de panadería	Retención de humedad, volumen, textura	Enlazamiento de agua, formación de la interfase, gelificación
Tofu instantáneo	Textura, sabor	Gelificación

(Chel, Corzo y Betancurt, 2003, p. 39)

Bauer, Badoud y Löliger (2010) también hacen mención de las aplicaciones de las propiedades funcionales de las proteínas en los alimentos, por ejemplo en los embutidos, carne y pan ayudan a absorber y retener agua, en sopas y salsas se utilizan como espesantes (p. 75).

En los últimos años se han realizado varios estudios en leguminosas, con el objetivo de obtener fuentes importantes de proteína a bajo costo, también es importante evaluar las propiedades funcionales de los productos debido a que pueden tener efectos positivos o negativos. En un estudio realizado por Chel, Corozo y Betancurt (2003), se evaluaron las propiedades funcionales de harinas y concentrados de leguminosas: *Canavalia ensiformis*, *Mucuna pruriens*, *Phaseolus lunatus* y *Vigna unguiculata*, obteniendo como resultado que estas leguminosas podrían ser incorporadas como ingredientes en diferentes productos alimenticios (p. 40).

En otro estudio realizado por Bhatti y Christison (1984) se analizó la composición y calidad nutricional de guisantes (*Pisum sativum* L.), habas (*Vicia faba* L. spp. minor) y lentejas (*Lens culinaris* Medik.) en harinas, concentrados y aislados proteínicos para incorporarlos en productos alimenticios (p. 41).

1.2 ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS COCIDOS

1.2.1 PRODUCTOS CÁRNICOS COCIDOS

De acuerdo con la norma INEN (2010), para que los productos cárnicos sean considerados como cocidos deben ser sometidos a tratamiento térmico, para garantizar la destrucción de microorganismos patógenos; su centro térmico debe alcanzar una temperatura mínima de 70 °C (p. 1).

La salchicha es un producto cárnico cocido elaborado a base de pasta fina. La pasta fina es una emulsión tipo aceite en agua, donde las proteínas son los emulgentes, y el parámetro que define esta emulsión es la capacidad de emulsión. Este parámetro influye directamente en la estabilidad de la emulsión, debido a que las gotas de grasa están recubiertas por proteínas, que retienen el agua; al ser la miosina una proteína de gran tamaño le es más fácil envolver a la gota de grasa (Carballo, López de Torre y Madrid, 2001, p. 39).

Entre los productos cárnicos cocidos a base de pasta fina están las salchichas, mortadela, chopped, productos de fantasía y patés (Carballo, López de Torre y Madrid, 2001, p. 133).

Para obtener los mejores resultados en el producto deseado es indispensable comprender el comportamiento bioquímico y fisiológico del producto.

1.2.1.1 Estructura de las proteínas

Las moléculas orgánicas más abundantes que existen en las células son las proteínas; cada una de ellas tiene una función biológica diferente y, además, la mayoría expresa la información genética, por lo que son esenciales en los aspectos de estructura y función celular (Lehninger, 2005, p. 59).

Las proteínas son polímeros biológicos formados por cadenas de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. Se pueden distinguir 4 tipos de estructuras: primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria. La actividad biológica de las proteínas está limitada por un rango de temperatura y pH, por lo que al exponer a pH extremos o a temperaturas elevadas las proteínas expresan cambios en la estructura que modifican las características como la solubilidad, capacidad de retención de agua, etc. Este cambio es conocido como desnaturalización (Bauer, Badoud y Löliger, 2010, pp. 64-70; Lehninger, 2005, pp. 62-64).

1.2.1.2 Estructura del músculo

Schmidt (1984) define a la carne como la fracción comestible, sana y limpia de los músculos de los bovinos, ovinos, porcinos y caprinos, los cuales son declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial, antes y después de la faena (p. 9).

Los animales están formados principalmente por varios tejidos, entre los principales están: muscular, adiposo y óseo; el tejido muscular da origen a la carne y está específicamente organizado con el fin de producir energía química para convertirla en movimiento mecánico y trabajo. El color de la carne está dado por la mioglobina, y la intensidad de los colores depende de la concentración de la misma. La mioglobina está compuesta por 150 aminoácidos, la globina y un grupo prostético Hemo, el cual tiene un átomo de hierro y un anillo de porfirina (Carballo, López de Torre y Madrid, 2001, pp. 15-27; Pólit, 2004, p. 6).

El color de la carne también depende del estado de oxidación del hierro, así la mioglobina se presenta en tres formas:

- Mioglobina: Fe^{2+} , color rojo púrpura
- Oximioglobina: Fe^{2+} , color rojo brillante
- Metamioglobina: Fe^{3+} , color pardo

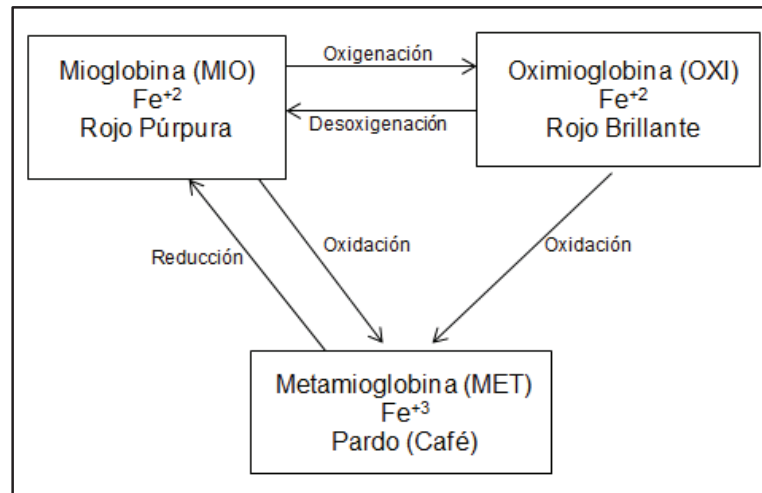


Figura 1.5 Proceso de oxidación y reducción de la mioglobina
(Carballo, López de Torre y Madrid, 2001, p. 27)

1.2.1.3 Principales proteínas musculares

- Miosina: Es la proteína de mayor capacidad de emulsión, gelificación y retención de agua; además de ser la proteína de mayor importancia en tecnología de alimentos por sus propiedades funcionales; tiene estructura helicoidal, su peso molecular es de 500 000 Da, es rica en lisina y ácido glutámico, soluble en solución salina concentrada, hidroliza el ATP; y reacciona con la actina para dar actomiosina (Carballo, López de Torre y Madrid, 2001, pp. 23-26; Pólit, 2004, p. 1).
- Actina: Se presenta de dos formas: globular y fibrosa. La primera tiene un peso molecular aproximado de 50 000 Da y la segunda tiene un peso molecular aproximado de 14 000 000 Da. La Actina es portadora de una molécula de ATP

que es desdoblada por la miosina, transformando la energía química en mecánica (Carballo, López de Torre y Madrid, 2001, p. 26; Pólit, 2004, p. 1).

- Colágeno: Tiene una función mecánica de tejido conectivo, baja capacidad de retención de agua y no posee capacidad de emulsión. Es insoluble en agua y se transforma en gelatina por calentamiento a temperaturas superiores a 60 °C (Carballo, López de Torre y Madrid, 2001, pp. 30-31).

1.2.1.4 Materia prima y aditivos

La elección de la materia prima (carne y grasa) debe ser cuidadosa para evitar algún defecto en el embutido; las cantidades suficientes de aditivos también son fundamentales, debido a que cada uno de estos tiene una función importante en el proceso (Werner, 1995, p. 47).

Entre los aditivos están nitritos, polifosfatos, ácido ascórbico, azúcares, y condimentos. Los nitritos además de tener una capacidad bactericida y antioxidante, realzan el color y sabor, también participan en las reacciones con las proteínas, el tejido adiposo y glúcidos (Girard, 1991, pp. 131-138).

Los polifosfatos permiten mejorar el poder de retención de agua de la carne para obtener un elevado rendimiento en el proceso de fabricación. El ácido ascórbico (vitamina C) posee un carácter reductor, y actúa como estabilizante del color. Los azúcares refuerzan el poder reductor del medio pero también sirven como medio de crecimiento para las bacterias responsables de la reducción de los nitritos a nitratos y finalmente se tiene a los condimentos que confieren el sabor al embutido (Girard, 1991, pp. 139-144).

Sea para mejorar el rendimiento, incrementar el contenido proteico, mejorar la capacidad de retención de agua, mejorar la estabilidad en las emulsiones o para abaratar costos, las industrias utilizan varios extensores y ligantes de carnes, entre estos se pueden encontrar harinas, aislados, texturizados y concentrados de soya y gomas (Pólit, 2004, p. 11).

1.2.2 CONSUMO DE EMBUTIDOS DE LOS DIFERENTES PAÍSES

El consumo de embutidos ha ido aumentando a nivel mundial. Si se refiere a la Unión Europea, Alemania es el principal productor de embutidos y salazones, seguido de Francia, Reino Unido, Italia y España (Martín, 2012, p. 100).

En el 2014 Alemania presentó una alta demanda de embutidos con un consumo de 29,5 kg/persona al año. El embutido más popular es el salami, seguido del jamón, salchichas de cerdo y jamón ahumado (Ingold, 2014, p. 12).

En España, en el 2011, el consumo de embutidos fue de aproximadamente 12,2 kg/persona, los embutidos de mayor consumo son fiambres, salchichas, chorizo normal, fuet, longanizas, lomo embuchado, salchichón y salami (Martín, 2012, p. 100).

En Hong Kong, en el 2010, el consumo de carne y embutidos fue alto, con un valor aproximado de 95 kg/persona al año (Cruz, 2012, p. 69).

En referencia a los países latinoamericanos, en el 2012 Argentina presentó el mayor consumo de embutidos con 14, seguido de Chile con 12, México con 8, Brasil y Uruguay con 7,4 y Perú con 2,2 kg/persona al año (Palazuelos y Blázquez, 2013, p.19).

En comparación con los países de mayor consumo de embutidos como Alemania y Chile, Ecuador tiene un bajo consumo, con 3 kg/persona al año (INEC, 2012).

1.3 SUSTITUCIÓN DE PROTEÍNAS EN LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS

Las proteínas vegetales son utilizadas en la industria cárnica con el objetivo de mejorar las características en los productos. Además de ser una alternativa de bajo costo, la soya (aislado y texturizado) ha sido utilizada por décadas en las

industrias cárnicas, aunque se han llevado a cabo estudios acerca del método de obtención y aplicaciones de concentrados y aislados proteínicos de garbanzo (*Cicer arietinum*), ébano (*Diospyros ebenum*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*), trupillo (*Prosopis juliflora*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y haba (*Vicia faba*) con el objetivo de conocer más acerca de sus propiedades funcionales y consecuentemente poder utilizarlos en distintos productos, por ejemplo para mejorar la textura en embutidos (Gallegos, Pacheco, Betancur y Chel, 2004, p. 81).

Alvarado (2006) realizó un estudio acerca del efecto de la adición de los derivados de *Lupinus spp* (harina, concentrado y aislado) sobre las características de textura de salchichas, y señaló que el uso simultáneo de aislado y concentrado de *Lupinus spp* influye en la textura, dando mayor firmeza a la salchicha (p. 57).

Huerta, Chel, Castellanos y Bentacur (2009) estudiaron la incorporación en salchichas tipo Frankfurt de mezclas de proteína del frijol lima (*Phaseolus lunatus*) con diferentes almidones, determinando que las salchichas elaboradas con la mezcla de almidón de yuca y concentrado proteínico de frijol lima tuvo mayor agrado en sabor y textura entre los panelistas (p. 16).

En otro estudio realizado por Papavergou (1999), se analizó el efecto de las proteínas de la semilla de *Lupinus* sobre las características de la calidad de salchichas fermentadas, determinando que se puede utilizar aislado proteínico de la variedad *Lupinus albus* en la elaboración de salchichas fermentadas en un 2 %, sin que haya ningún efecto en la calidad sensorial del producto (p. 426).

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 OBTENCIÓN DEL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ A PARTIR DE HARINA DE HABA

2.1.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Previamente a los análisis se realizó una selección de granos y eliminación de impurezas y granos en mal estado.

Para el análisis químico de la materia prima, las semillas secas de haba (*Vicia faba*), se tomaron en cuenta los parámetros descritos en la Tabla 2.1; los análisis se realizaron por duplicado. Previo al análisis, se realizó una primera molienda con el objetivo de romper la semilla y retirar el tegumento, posteriormente se procedió a moler hasta obtener una harina que atravesara un tamiz de malla 20 (0,85 mm abertura del poro).

Tabla 2.1 Análisis aplicados en la materia prima

Análisis	Método
Humedad	AOAC 934.01, 2007
Proteína	AOAC 2001.11, 2007
Extracto etéreo	AOAC 922.06, 2007
Cenizas	AOAC 923.03, 2007

2.1.2 OBTENCIÓN DE CONCENTRADO PROTEÍNICÓ DE HABA

La obtención del concentrado proteínico se realizó mediante el método de fraccionamiento en húmedo descrito por Betancur, Gallegos y Chel (2004), que se detalla en el Anexo II (p. 1 194). Una vez obtenido el concentrado proteínico en

base húmeda, se procedió a secarlo a 60 °C por 12 h, posteriormente se pulverizó y almacenó a temperatura ambiente (18 - 20 °C) en bolsas de polietileno.

2.2 CARACTERIZACIÓN DEL CONCENTRADO PROTEÍNICO

El análisis físico-químico realizado al concentrado proteínico de haba (*Vicia faba*) se presenta en la Tabla 2.2. Los análisis se realizaron por duplicado.

Tabla 2.2 Análisis aplicados al concentrado proteínico de haba (*Vicia faba*)

Análisis	Método
Humedad	AOAC 934.01, 2007
Proteína	AOAC 2001.11, 2007
Extracto etéreo	AOAC 922.06, 2007
Cenizas	AOAC 923.03, 2007
Índice de solubilidad	Anderson et al. 1969
Índice de absorción de agua	Anderson et al. 1969

2.3 ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO VIENESA CON SUSTITUCIÓN DE PROTEÍNA DE HABA

Para la elaboración de las salchichas se usó la formulación descrita en la Tabla 2.3, según la Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos (2004), la cual sirvió como modelo para posteriormente sustituir el concentrado proteínico de haba (p. 88).

Tabla 2.3 Formulación para la elaboración de salchichas tipo vienesas

Materia prima	%
Carne de cerdo	23,33
Carne de res	23,33
Grasa de cerdo	17,50
Hielo	26,25

Tabla 2.3 Formulación para la elaboración de salchichas tipo vienasas (continuación ...)

Materia prima	%
Sal curante	2,62
Polifosfato	0,26
Ascorbato	0,26
Pimienta blanca	0,18
Nuez moscada	0,01
Canela en polvo	0,01
Clavo de olor	0,01
Ajo en polvo	0,09
Azúcar	1,00
Glutamato de sodio	0,09
Cilantro	0,18
Comino	0,07
Cebolla en polvo	0,29
Harina de trigo	4,37
Humo líquido	0,14

El procedimiento que se llevó a cabo para la elaboración de las salchichas fue el que se describe en el Anexo III. El remplazo de la proteína se realizó tomando en cuenta el porcentaje de proteína en la carne vs. el porcentaje de proteína presente en el concentrado proteínico de haba. Se calculó una relación de reemplazo, que permitió realizar la sustitución. En el Anexo IV se describe la relación obtenida.

Las formulaciones utilizadas fueron: 2, 4, 6, 8 y 10 % de concentrado proteínico de haba, se utilizó como control una muestra de salchicha sin sustitución. Se usó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, las variables de respuesta durante el proceso fueron: color, sabor, textura y análisis sensorial de preferencia. En la Tabla 2.4, se muestran los códigos correspondientes a la experimentación.

Tabla 2.4 Códigos para cada formulación de concentrado proteínico de haba (*Vicia faba*)

Código	Descripción
C	Salchicha sin concentrado proteínico de haba
F1	Salchicha con 2 % de concentrado proteínico de haba
F2	Salchicha con 4 % de concentrado proteínico de haba
F3	Salchicha con 6 % de concentrado proteínico de haba
F4	Salchicha con 8 % de concentrado proteínico de haba
F5	Salchicha con 10 % de concentrado proteínico de haba

2.3.1 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO (SALCHICHAS) MEDIANTE PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES

Se realizaron pruebas físico-químicas y sensoriales. En el día cero se determinó el color y textura; y en el día 7 se realizó el análisis sensorial de preferencia para todas las muestras de cada tratamiento. Para el análisis de aceptabilidad se tomó la muestra de salchicha que los panelistas eligieron como la mejor formulación.

2.3.1.1 Análisis físicos

2.3.1.1.1 Color

Para la medición del color del embutido se utilizó un colorímetro triestímulo (Minolta, modelo CR-200, Japón), se midió los parámetros L^* , a^* y b^* ; se calibró el colorímetro con una placa cerámica en las coordenadas $Y = 92,7$; $x = 0,3136$; $y = 0,3197$.

Las muestras se colocaron en cajas Petri de vidrio, y se tomaron medidas de color en tres regiones diferentes, con muestras de salchichas colocadas de tal manera que cubrieron toda la caja.

2.3.1.1.2 Textura/firmeza

La firmeza se determinó con un penetrómetro manual (modelo: ST-011, McCormick, Italia) de diámetro de punta 6 mm; se midió en tres regiones de la muestra de salchicha. La firmeza se determinó mediante la fuerza máxima; los resultados fueron expresados en Newtons (N).

2.3.1.2 Análisis químico

Para los análisis químicos se licuaron aproximadamente 100 g de la muestra de salchicha control y la muestra escogida como la mejor por los panelistas; se realizaron los análisis de contenido de proteína (AOAC 2001.11, 2007), extracto etéreo (AOAC 922.06, 2007), humedad (AOAC 934.01, 2007) y cenizas (AOAC 923.03, 2007).

2.3.1.3 Análisis sensorial

La evaluación del análisis sensorial en muestras de salchichas de las diferentes formulaciones se realizó al día 7, mediante una prueba de preferencia con una escala hedónica de 1 a 5, siendo 1 menor y 5 una mayor percepción del atributo evaluado. En el Anexo V se presenta el formato utilizado para el análisis sensorial (Ibañez y Barcina, 2001, p. 94).

Para este análisis se codificaron los recipientes (platos desechables), con tres dígitos de forma aleatoria; cada panelista recibió 5 g de salchicha de cada formulación. Los 15 panelistas semi-entrenados calificaron el producto mediante la escala hedónica antes mencionada. Se evaluaron cuatro atributos: olor, color, sabor y textura (firmeza).

2.3.1.4 Análisis microbiológico

Los análisis fueron realizados a la muestra de salchicha que se escogió como la mejor formulación. Esto se hizo después de 24 h. Los métodos utilizados para estos análisis se muestran en la Tabla 2.5

Tabla 2.5 Métodos de los análisis microbiológicos realizados en salchicha tipo vienesa

Análisis	Método
Aerobios mesófilos	FDA-CSFAN BAM Cap.3 2001
<i>Escherichia coli</i>	FDA-CSFAN BAM-Cap.4 2002
<i>Staphylococcus aureus</i>	FDA-CSFAN BAM-Cap.12 2001
<i>Salmonella spp.</i>	FDA-CSFAN BAM-Cap.5 2011

Para estos análisis se pesaron 150 g de muestra y se sembró en cajas Petri, las cuales estaban preparadas con los medios necesarios para cada análisis.

2.4 EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL CONSUMIDOR MEDIANTE PRUEBAS SENSORIALES

Para realizar las pruebas de aceptabilidad se entregaron 5 g de muestra de salchicha a cada panelista (30 panelistas) con un intervalo de edades entre los 15 y 60 años, de género masculino y femenino, considerados como consumidores potenciales. Se utilizó una escala hedónica de cinco puntos, donde pasando desde 1 “me gusta muchísimo” hasta 5 “me disgusta muchísimo”, se midieron atributos como: olor, color, sabor y textura del producto. El análisis sensorial de aceptabilidad se realizó durante las horas de la mañana (11h00- 12h00); y el análisis estadístico de los datos se realizó en el programa STATGRAPHICS CENTURION XVI versión 16.1.18. (Ibañez y Barcina, 2001, p. 94; Watts, Ylimaki, Jeffery y Elías, 1995, pp. 70-75). En el Anexo VI se presenta el formato utilizado para el análisis sensorial de aceptabilidad.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 OBTENCIÓN DEL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ A PARTIR DE HARINA DE HABA

3.1.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

En la Tabla 3.1 se muestran los resultados de los análisis físico-químico realizados a la harina de haba (*Vicia faba*). Los contenidos de proteína, extracto etéreo, humedad y cenizas se encuentran dentro de los rangos característicos de las leguminosas, que están entre 20 y 46 % de proteína en base seca, el contenido de grasa entre 1 y 6 %, el contenido de humedad entre 10 y 19 % y de cenizas entre 2,5 y 4 %, siendo utilizadas en industrias alimentarias como fuente de proteínas (Peralta et al., 2010, p. 49).

En el presente estudio se obtuvieron valores de 27,78; 2,63; 2,71 y 10,49 % para contenido de proteínas, extracto etéreo, cenizas y humedad, respectivamente, Giménez, Drago, De Greef, Gonzales, Lobo y Samman (2011) reportaron valores superiores para cada característica, como se detalla en la Tabla 3.1 (p. 204).

En otro estudio, realizado por Estrada (2015, p. 27), se determinaron valores similares para contenido de proteínas, extracto etéreo, cenizas y humedad (Tabla 3.1). La variación en la obtención de resultados en los tres estudios, probablemente es por las condiciones climáticas, variedad y genética de las semillas utilizadas en los análisis; Sjödin (1981), señala que las habas de invierno tienen un contenido más bajo de proteína (22-28 %) que las habas de primavera (26-36 %) (p. 319).

En este estudio, el porcentaje de proteína de haba obtenido fue inferior al de la soya con 34,1 %; sin embargo, en comparación a otras leguminosas como la arveja (24,2 %), frejol (21,3 %) y lenteja (24,7 %), el contenido de proteína es

superior. Esto hace que el haba sea considerada para la adición en productos alimenticios con el objetivo de mejorar su calidad nutricional (ANFAB, 2014, p. 1).

Tabla 3.1 Análisis físico-químicos realizados en harina de haba

Análisis	Valor (%)	Autor	
		Giménez, et al. (%)	Estrada (%)
Proteína	27,78	31,07	31,25
Extracto etéreo	2,63	2,66	1,98
Cenizas	2,71	3,99	3,96
Humedad	10,49	11,26	13,96

3.1.2 OBTENCIÓN DEL CONCENTRADO PROTEÍNICO DE HABA

El concentrado proteínico de haba fue obtenido por el método de fraccionamiento en húmedo (extracción básica y precipitación isoeléctrica); se utilizó este método debido a los altos rendimientos y mayor pureza en la extracción de proteínas. Robles y Mora (2007), en su investigación en aislado de soya, obtuvieron un rendimiento de 58,32 % con el método de extracción básica y precipitación isoeléctrica (p. 719). En el mismo estudio se obtuvo un menor rendimiento con el método de micelización (35,09 %), el cual se basa en las propiedades hidrofóbicas de las proteínas y consiste en reducir la fuerza iónica del medio donde se encuentran solubilizadas las proteínas, para luego precipitarlas en forma de micelas (Murray, Arntfield e Ismond, 1985, p. 159).

En este estudio, el valor del rendimiento en concentrado proteínico de haba fue de $15,09 \pm 0,64$ %, a diferencia del rendimiento obtenido por Flores, Chuck, De la Rosa, Orona, Rodríguez y Salinas (2016), el cual es un valor ligeramente bajo (13 %), posiblemente por la variación de las condiciones en el método de obtención de la proteína. Se usó harina sin desgrasar. La solubilización (suspensión) de la proteína fue a pH 11 (con NaOH) y la extracción a pH 4,5 (con HCl), una hora de agitación, a 20 °C y una relación harina-solvente 1:10, obteniendo un contenido de proteína en el concentrado proteínico de haba de

57,86 ± 3,32 %; esto debido a que la solubilidad de las proteínas depende del pH, temperatura, tiempo de agitación y relación harina-solvente (Badui, 2006, p. 191).

En un estudio realizado por Modercay y Bermúdez (1997), la solubilización de la proteína fue a pH 5,5 (con NaOH) y la extracción a pH 7 (con HCl), una hora de agitación, a 40 °C, y una relación harina agua de 1:10, alcanzando un 52,5 % de contenido de proteína en concentrado proteínico de haba. El valor obtenido en el presente estudio es ligeramente mayor (57,86 ± 3,32 %), que el valor obtenido por Modercay y Bermúdez, probablemente porque la solubilidad fue mayor a pH alcalino, pues la mayoría de los aminoácidos encontrados en las proteínas de leguminosas son ácidos, por lo que sus puntos isoeléctricos se encuentran en el rango ácido, generalmente menor que 7 (González, 1999, p. 14).

La solubilidad de la mayoría de las proteínas aumenta, al incrementar la temperatura en un rango de 0 a 40 °C; a temperaturas superiores de 40 °C la solubilidad disminuye. Modercay y Bermúdez (1997) utilizaron una temperatura de 40 °C y obtuvieron una extracción de proteína ligeramente menor comparada con la del presente estudio, probablemente porque la solubilidad realizada en su estudio fue a pH ácido (generalmente la extracción de proteínas de leguminosas se realiza a pH alcalino). A pesar de que la temperatura se encontró dentro de un rango recomendado, entre 30 y 50 °C, no tuvo efectos en la extracción (Badui, 2006, pp. 192-194).

En este caso, el pH es el factor que más afectó a la extracción de proteína, ya que una variación de pH afecta al número de puentes salinos que estabilizan la estructura nativa, produciendo modificaciones en su conformación (Badui, 2006, p. 192). En un estudio para la obtención de concentrado proteínico de frejol lima (*Phaseolus lunatus*) realizado por Huerta, Chel, Castellanos y Bentacur (2009) con los mismos parámetros utilizados en el presente estudio, se obtuvo un contenido de proteína de 71,13 %; observando que la naturaleza y tipo de materia prima también influye en la obtención del concentrado proteínico (p. 14).

En la Figura 3.1, en el literal a, se observa el concentrado proteínico de haba en base seca (deshidratada), el cual se obtuvo después de haber realizado el procedimiento antes mencionado; en el literal b, se observa la diferencia de color del concentrado proteínico obtenido a partir de harina de haba con y sin tegumento, observando que al extraer el concentrado proteínico de harina con tegumento su coloración es oscura, en comparación con la que se extrajo de harina sin tegumento.



Figura 3.1 a) Concentrado proteínico de haba en base seca, b) Diferencia del color de la extracción de concentrado proteínico de haba utilizando harina de haba con y sin tegumento (ver de derecha a izquierda)

3.2 CARACTERIZACIÓN DEL CONCENTRADO PROTEÍNICÓ

En la Tabla 3.2 se detallan los análisis físico-químicos realizados en muestras de concentrado proteínico de haba. Con respecto al contenido de proteína, se obtuvo un valor de $57,86 \pm 3,32$ % mediante deshidratación con aire caliente (estufa).

Tabla 3.2 Resultado del análisis físico-químico del concentrado proteínico de haba

Análisis	Resultados
Humedad (%)	$5,68 \pm 1,10$
Proteína (%)	$57,86 \pm 3,32$
Extracto etéreo (%)	$4,79 \pm 1,97$
Cenizas (%)	$3,36 \pm 0,20$
Índice de solubilidad de agua (I.S.A) (%)	$8,50 \pm 0,14$
Índice de absorción de agua (I.A.A)	$3,30 \pm 0,28$

El valor reportado en el presente estudio es relativamente bajo con respecto al reportado por Moderca y Bermúdez (1997) de 66,7 %, quienes realizaron la deshidratación por el mismo sistema utilizado en el presente estudio; pero emplearon diferentes condiciones a las mencionadas anteriormente (acápito 3.1), aduciendo que los mejores parámetros para la extracción fueron: solubilización de proteína a pH 5,5 y extracción a pH 7, relación harina-solvente 1:6, 0,5 horas de agitación y temperatura de 40 °C. El alto valor obtenido por los autores es probablemente debido a la variación de los parámetros considerados en el presente estudio, reiterando que la solubilidad de las proteínas depende del método de extracción (pH, temperatura, tiempo de agitación, relación harina-solvente), además de la naturaleza y efecto de los factores ambientales en la materia prima.

Como muestra, Urrutia (2010), quien analizó los efectos que tienen la combinación de los parámetros sobre la solubilidad en aislado de chocho; encontrando que al incrementar la relación harina-solvente, manteniendo constante la temperatura (50 °C), tiempo de agitación (30 min) y pH de extracción (7), se obtiene una máxima solubilidad (88,88 %) con 1:35, y una mínima (77,84 %) con 1:15, mientras que al incrementar la temperatura (máximo 50 °C), manteniendo constante los demás parámetros: tiempo de agitación (30 min), relación harina-solvente (1:30) y pH de extracción (7). La máxima solubilidad fue de 88,43 % a 50 °C y la mínima de 81,44 % a 20 °C, indicando que al variar o combinar los parámetros se obtienen valores diferentes de extracción.

Moderca y Bermúdez señalan que al tener una relación harina-solvente superior al rango 1:5 hasta 1:7, la cantidad de material residual en la parte amilácea se incrementa, debido a que la eficiencia del sistema de agitación y la fuerza iónica disminuyen, reduciendo la solubilidad de las proteínas por existir un incremento de volumen del solvente, afectando así al porcentaje del contenido de proteína, lo que difiere con Urrutia, quien manifestó que al incrementar la relación harina-solvente la solubilidad aumenta.

Con respecto a la humedad, se obtuvo un valor de $5,68 \pm 1,10$ %. Moderca y Bermúdez (1997) reportaron en su estudio un valor de 8,7 %. El alto valor obtenido por los autores probablemente se debe a que el espesor de la pasta no fue lo suficientemente delgado, y al deshidratar el concentrado proteínico mediante secado en estufa se formó una capa sobre la superficie del producto, reduciendo la velocidad de secado. El espesor del producto a secar es importante debido a que a menor espesor, la superficie de contacto aumenta, mejorando la transferencia de calor (Manrique, 2002, p. 9).

Wright y Bumstead (2015) determinaron un contenido de extracto etéreo de 1 % en concentrado de proteína de soya. En el presente estudio se cuantificó $4,79 \pm 1,97$ %, viéndose que el valor descrito por Wright y Bumstead es bajo, probablemente porque la harina fue sometida a un desengrasado previo a la obtención del concentrado de proteína. El proceso de desengrasado se lo realiza con el objetivo de eliminar grasa y carbohidratos solubles (sacarosa, rafinosa y estaquiosa), para mejorar sus propiedades funcionales (p. 109); a pesar de realizar dicho procedimiento, los carbohidratos no son eliminados completamente, como lo menciona Bhatt y Christison (1984, p. 45), quienes en su estudio determinaron 1,66; 0,40 y 1,49 % para los tres carbohidratos mencionados, respectivamente.

Con relación al contenido de cenizas, se obtuvo un valor (3,36 %) similar al concentrado proteínico de frejol lima (*Phaseolus lunatus*) de 2,8 % (Huerta, Chel, Castellanos y Bentacur, 2009, p. 14).

El índice de absorción determina el grado de retención de agua que tiene el almidón modificado, mientras que el índice de solubilidad de agua determina el grado de modificación del almidón (gelatinización o dextrinización), generalmente estos índices son utilizados en productos con altos contenidos de almidón. No es común hacer estos análisis en concentrados proteínicos, pero se los realiza debido a que hay presencia de almidón como lo menciona Hevia, Berti, Wilckens y Yévenes, 2002, p. 25). Bhatt y Christison (1984), señalaron que el concentrado

y aislado proteínico de haba contienen alrededor de 4,3 y 0,6 % de almidón, respectivamente (p. 45).

Flores et al., (2016) publicaron un valor para el índice de absorción y solubilidad de agua de 4,22 y 24,02 %, respectivamente, para aislado proteico de haba; los valores obtenidos en el presente estudio fueron 3,30 y 8,50 %. El alto valor obtenido en el índice de solubilidad de agua (ISA) reportado por Flores et al., (2016) se debe probablemente a la degradación del almidón en la deshidratación, ya que fue sometido a altas temperaturas, además de la fricción entre el producto y el equipo, llegando a dextrinizarse; el aislado fue secado por aspersion a 220 °C y flujo de alimentación de 1,5 kg/h. El almidón presente en el concentrado proteínico de haba sufrió una modificación (gelatinización), sin embargo no llegó a dextrinizarse. La deshidratación del concentrado proteínico de haba se realizó por el método de aire caliente (estufa) a 60 °C por 12 horas.

En un estudio realizado por Valencia, (2009) se menciona que el índice de solubilidad de agua (ISA), tiene una relación con el contenido de humedad: si la humedad del producto es alta, el ISA disminuye. Haciendo referencia con lo antes mencionado, es posible que el concentrado proteínico de haba obtenido en este estudio presente un alto contenido de humedad ($5,68 \pm 1,10$ %), obteniendo así un bajo valor en el índice de solubilidad de agua ($8,50 \pm 0,14$ %), en comparación con el alto valor (24,02 %) reportado por Flores et al. (2016).

En cuanto al índice de absorción de agua (IAA), los dos estudios presentan valores similares; el almidón presente, absorbe agua y se hincha aumentando su tamaño. Los dos productos presentan una alta capacidad de retención de agua similar a los aislados proteicos de lenteja (3,48 %) y garbanzo (3,46 %).

3.3 ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO VIENESA CON SUSTITUCIÓN DE PROTEÍNA DE HABA

Se elaboraron salchichas con cinco diferentes porcentajes de concentrado proteínico de haba. Como lo señalan Albarracín, Acosta y Sánchez (2010), todas las industrias cárnicas sustituyen en sus formulaciones una parte de carne por proteínas vegetales, en especial de leguminosas, que son las más apreciadas en el ámbito alimenticio por su alto contenido de proteínas y bajo costo. En el presente estudio, los porcentajes mínimo y máximo de sustitución fueron 2 y 10 %, respectivamente.

En la elaboración de salchichas se utilizó carne congelada, debido a que incrementa la capacidad de retención de agua en el proceso. La molienda que se realizó a la carne y grasa por separado, tuvo como objetivo disminuir las partículas e incrementar el área superficial, y así aumentar la cantidad de proteína solubilizada que es necesaria para tener una emulsión estable (Restrepo, Arango, Amézquita y Restrepo, 2001, pp. 51-54; Girard, 1991, p. 245).

Se controló el tiempo de picado en el cutter, debido a que si este es insuficiente puede producirse una separación del agua y grasa en el tratamiento térmico, y si ocurre un picado excesivo puede ocurrir una separación de agua y grasa en ese instante. También se controló el pH, el cual no fue mayor a 5,5 y la temperatura, que no superó los 12 °C, esto para controlar la capacidad de retención de agua y la capacidad de emulsión (Girard, 1991, pp. 253-254; Carballo, López de Torre y Madrid, 2001, p. 32).

Para el proceso de embutido se utilizaron tripas sintéticas, debido a que son de fácil manejo. El embutido se realizó a una presión regulada, para evitar que queden espacios sin rellenar; sin embargo, algunas muestras de salchicha presentaron agujeros en el interior, posiblemente porque hubo presencia de aire durante este proceso (Arnau, 2013, p. 14).

Las muestras de salchichas con las distintas formulaciones obtenidas presentaron buena apariencia y coloración característica de un embutido tipo vienesa. Posteriormente, se almacenaron a 4 °C para retardar el crecimiento microbiano y las reacciones químicas y enzimáticas, hasta proceder a realizar los distintos análisis.

3.3.1 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO (SALCHICHAS) MEDIANTE PRUEBAS FÍSICO-QUÍMICAS Y SENSORIALES

Para la caracterización de las muestras de salchicha se determinó color y textura/firmeza, y se realizó un análisis químico, microbiológico y sensorial.

3.3.1.1 Análisis físicos

El día después de la elaboración del embutido, fue considerado como el día cero; en este día se evaluó el color y la textura, para observar la apariencia del producto.

3.3.1.1.1 Color

En la Tabla 3.3 se detallan valores de los parámetros L^* , a^* y b^* , medidos en muestras de salchichas con diferentes formulaciones.

Tabla 3.3 Resultados de los parámetros L^* , a^* y b^* medidos a las muestras de salchichas con las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba

Formulaciones	C	F1	F2	F3	F4	F5
L^*	49,56±0,98 ^a	49,77±0,38 ^{ab}	50,15±0,45 ^{abc}	50,92±0,91 ^{abc}	51,02±0,75 ^{bc}	51,15±0,96 ^c
a^*	5,10±0,13 ^a	4,81±0,14 ^b	4,74±0,17 ^b	4,68±0,18 ^b	4,57 ±0,11 ^b	4,75±0,22 ^b
b^*	4,45±0,17 ^a	4,63±0,16 ^{ab}	4,69±0,46 ^b	4,71±0,33 ^b	4,78±0,53 ^b	5,34±0,28 ^b

$$\bar{X} \pm \sigma (n = 3)$$

(Las letras minúsculas distintas en cada fila representan diferencias significativas)

C: Salchicha sin concentrado de proteína de haba

F1: Salchicha con 2 % de concentrado de proteína de haba

F2: Salchicha con 4 % de concentrado de proteína de haba

F3: Salchicha con 6 % de concentrado de proteína de haba

F4: Salchicha con 8 % de concentrado de proteína de haba

F5: Salchicha con 10 % de concentrado de proteína de haba

Con respecto al parámetro L^* , existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las formulaciones y se identificaron tres grupos homogéneos. Se puede observar en la Figura 3.2 que conforme aumenta el porcentaje de concentrado proteínico de haba en las muestras de salchichas, la luminosidad (L^*) va aumentando. Hunter y Harold (1987) mencionan que cuando el valor de L^* se encuentra entre el rango de 0 a 50 indica un tono oscuro, si está en el rango de 51 a 100 indica un tono claro (p. 2).

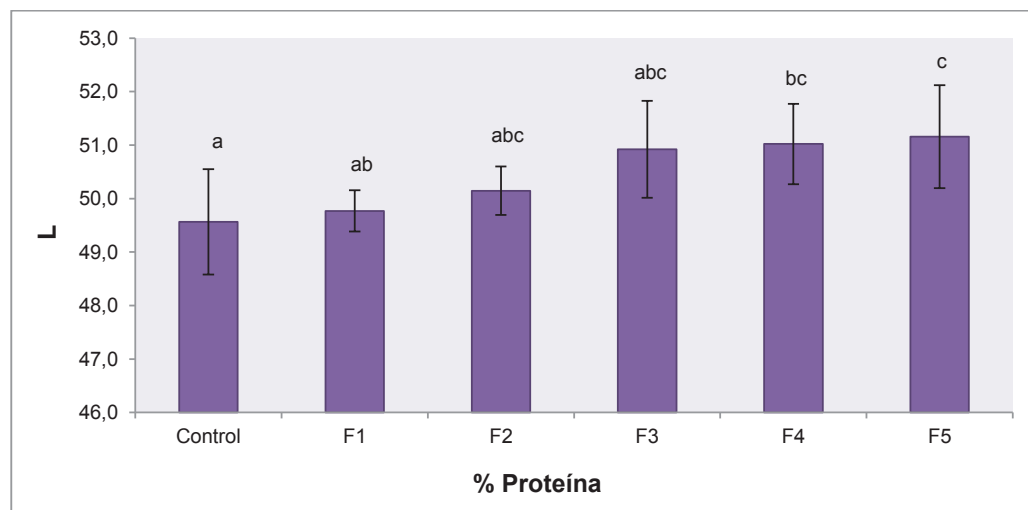


Figura 3.2 Gráfico de medias del parámetro L^* para las distintas formulaciones

Las muestras Control, F1, F2 y F3 se encuentran en el rango de 0 a 50, indicando un tono relativamente oscuro, las demás muestras F4 y F5 se encuentran en el rango de 51 a 100, indicando un tono claro. Con respecto al tono claro que mostraron las muestras F4 y F5, probablemente es porque presentan un mayor contenido de grasa, produciendo una dilución de la mioglobina, por lo que se

obtuvo salchichas más claras. El parámetro L^* está relacionado con el contenido de grasa (Girard et al., 1991, p. 263).

En cuanto al parámetro a^* , existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre la muestra control y las demás formulaciones. Se identificaron dos grupos homogéneos. En la Figura 3.3 se observa que conforme aumenta el porcentaje de concentrado proteínico de haba, el parámetro a^* va disminuyendo. Según Hunter y Harold (1987), un valor de a^* mayor a cero, indica una tonalidad rojiza; por el contrario, si es menor a cero, se indica una tonalidad verde (p. 2).

Todas las muestras presentaron valores mayores a cero, lo que indica una tonalidad rojiza. Los valores de las muestras F1, F2, F3, F4 y F5 presentan una tonalidad rojiza relativamente menor con respecto al valor de la muestra Control (5,10), posiblemente porque al adicionar el concentrado proteínico de haba y disminuir el contenido de carne, se reduce la mioglobina, encargada de dar el color rojo a la carne, además de la acción de la temperatura y la función del nitrito, que aclaran el color de los productos cárnicos, coincidiendo con lo descrito por Castro (2007), quien señala que la disminución del parámetro a^* es debido al efecto de altas temperaturas y a interacciones entre los ingredientes (Girard et al., 1991, p. 263).

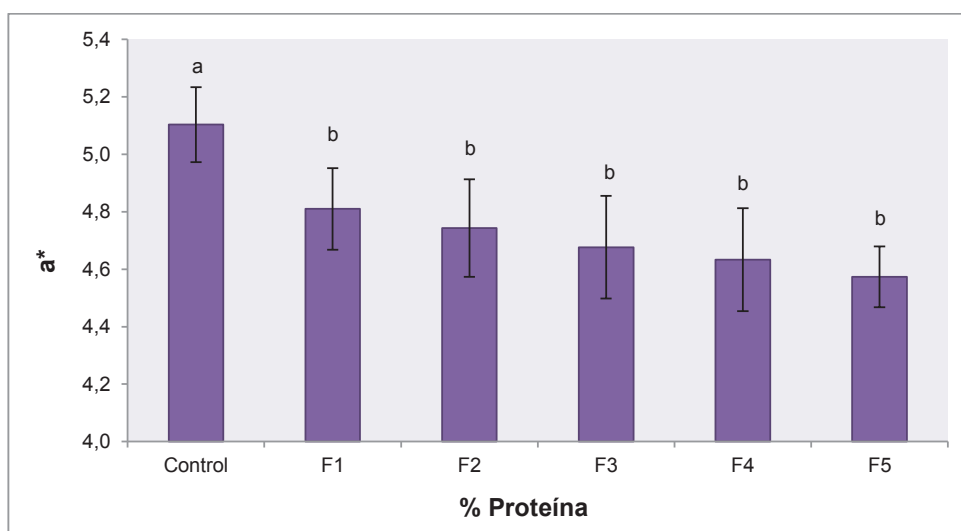


Figura 3.3 Gráfico de medias del parámetro a^* para las distintas formulaciones

Con respecto al parámetro b^* , existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las formulaciones y se identificaron dos grupos homogéneos. Como se observa en la Figura 3.4, conforme aumenta el porcentaje de concentrado proteínico de haba, el parámetro b^* va aumentando. Hunter y Harold (1987) señalan que cuando b^* es mayor a cero, el tono es amarillo y si es menor a cero, el tono es azul. Todas las muestras se encontraron dentro de una tonalidad amarilla (p. 2).

Haciendo referencia al parámetro b^* , las muestras F1, F2, F3, F4 y F5 aumentaron con respecto a la muestra control (4,45), posiblemente porque está relacionada con el contenido de grasa, la cual está dispersa en la emulsión, la misma que al ser sometida a procesos térmicos, se produce una oxidación, provocando una tonalidad amarillenta, además de la oxidación de los azúcares y las reacciones de Maillard, entre los azúcares reductores y los grupos aminados (Girard et al., 1991, p. 72).

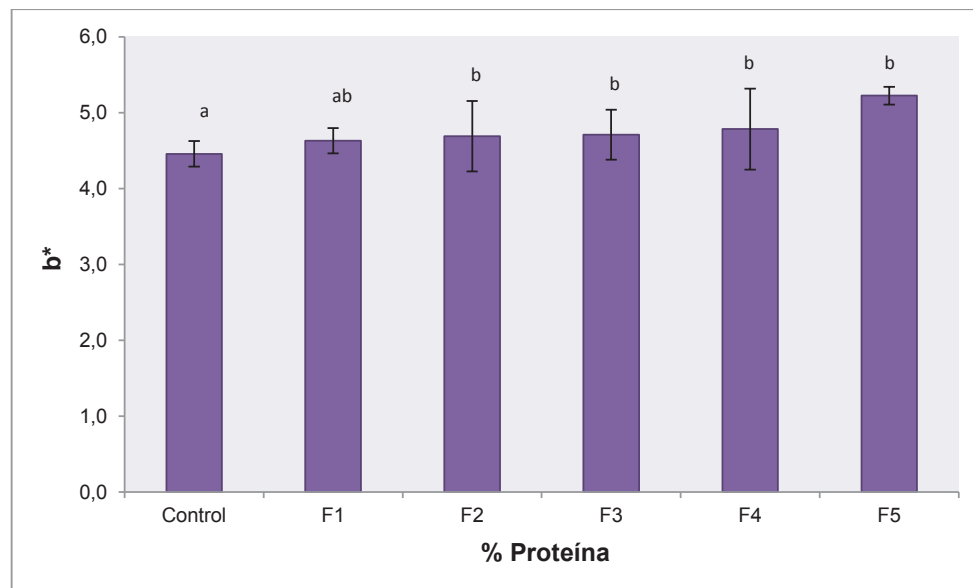


Figura 3.4 Gráfico de medias del parámetro b^* para las distintas formulaciones en salchicha tipo vienesa

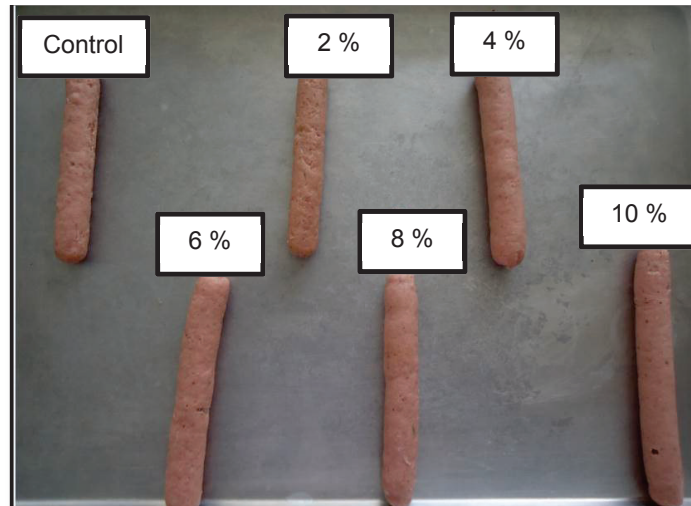


Figura 3.5 Color típico de salchichas tipo vienesa en las diferentes formulaciones

Todas las muestras presentaron una coloración característica de salchichas tipo vienesa (rosado pálido), como se puede observar en la Figura 3.5.

3.3.1.1.2 Textura/firmeza

En la Tabla 3.4 se muestran los resultados obtenidos con diferentes porcentajes de concentrado proteínico de haba. La medición se realizó con un penetrómetro en tres puntos de las muestras de salchicha.

Tabla 3.4 Resultados de la firmeza de las muestras de salchicha con diferentes porcentajes de concentrado proteínico de haba

Formulaciones	Firmeza [N]
C	6,80 ± 0,50
F1	6,64 ± 0,34
F2	6,41 ± 0,25
F3	6,21 ± 0,15
F4	5,72 ± 0,15
F5	5,59 ± 0,10

$\bar{X} \pm \sigma (n = 3)$

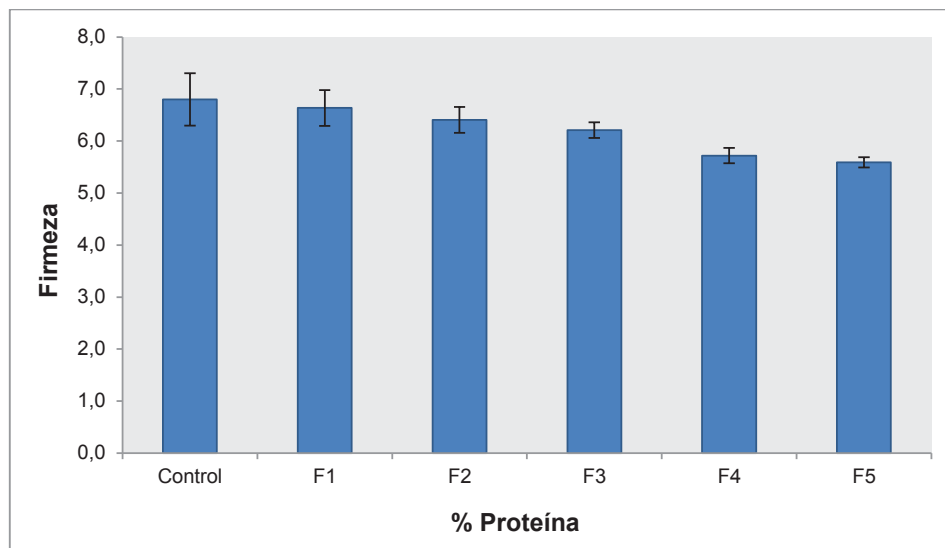


Figura 3.6 Gráfico de medias de la firmeza para las distintas formulaciones

Se determinó que, al adicionar mayor porcentaje de concentrado proteínico de haba, la firmeza final del embutido fue disminuyendo, posiblemente por el contenido de grasa en el embutido.

La textura de un producto cárnico depende de las características de la emulsión, la cual se encuentra en función de la cantidad de grasa y de las propiedades funcionales de las proteínas incorporadas en la formación de la pasta. La incorporación del concentrado proteínico de haba sin desengrasar presentó un contenido relativamente alto de extracto etéreo ($4,79 \pm 1,97$ %), contribuyendo probablemente a la textura ligeramente blanda que presentaron las salchichas.

En un estudio realizado por Guerra (2007), se menciona que el concentrado de soya no contribuye en la firmeza del embutido como lo hace un texturizado de soya o la mezcla de ambos. El concentrado proteínico de haba tiene un comportamiento parecido al concentrado de soya, influyendo en la textura del producto cárnico, posiblemente porque el concentrado proteínico no tiene la suficiente capacidad de retención de agua.

La estabilidad de una emulsión está afectada por varios factores como: calidad y concentración de la proteína (miosina); y relación proteína-grasa. La miosina es

responsable de la textura de los productos cárnicos, por lo que es indispensable que haya la cantidad de carne adecuada en la emulsión para que exista un balance de las interacciones de proteínas. En este estudio se sustituyó una baja cantidad de carne por concentrado proteínico de haba, sin embargo, también pudo haber influido en la textura de las muestras de salchichas.

En el presente estudio el concentrado proteínico disminuyó la textura, siendo las concentraciones 8 y 10 % las más evidentes comparadas con la muestra control, esto también se puede observar en la Figura 3.6.

3.3.1.2 Análisis químico

En la Tabla 3.5, se muestran los resultados del análisis químico realizado a la muestra de salchicha con 4 % de concentrado proteínico de haba (F2).

Tabla 3.5 Resultados del análisis químico realizado a la muestra de salchicha con formulación de 4 % de concentrado proteínico de haba

Análisis	Valor (%)	Autor Ordoñez y Patiño (%)
Humedad	63,69	62,13
Proteína	9,88	9,39
Extracto etéreo	16,94	15,49
Cenizas	3,26	3,41

Ordoñez y Patiño (2012) determinaron en su estudio valores de 62,13; 9,39 y 15,49 % para humedad, proteínas y extracto etéreo, respectivamente (p. 111). A pesar que los autores adicionaron 0,47 % de texturizado de proteína de soya, los valores obtenidos no variaron demasiado con respecto a los descritos en este estudio. Acerca del contenido de extracto etéreo, el valor obtenido por Ordoñez y Patiño (2012) es relativamente bajo, probablemente porque en su formulación usaron menor porcentaje de grasa (13,04 %), mientras que en este estudio se utilizó 17,5 %. También pudo influir el contenido relativamente alto de extracto

etéreo del concentrado proteínico de haba adicionado al embutido. Respecto al bajo contenido de humedad reportado por Ordoñez y Patiño (2012), puede deberse a que al adicionar texturizado de proteína de soya aumenta la capacidad de retención de agua en la salchicha (Cengiz y Gokoglu, 2007, p. 366). Respecto a cenizas, se obtuvieron valores similares al estudio realizado por Ordoñez y Patiño (2012, p. 111).

3.3.1.3 Análisis sensorial

En la Tabla 3.6 se muestran los resultados obtenidos del análisis sensorial de preferencia.

Tabla 3.6 Resultados del análisis sensorial de preferencia para salchicha tipo vienesa con diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba.

Atributos	C	F1	F2	F3	F4	F5
Olor	3,67 ± 0,82 ^a	3,13 ± 1,06 ^a	3,13 ± 1,06 ^a	3,40 ± 0,99 ^a	3,73 ± 0,79 ^a	3,53 ± 0,83 ^a
Color	3,93 ± 0,88 ^a	3,40 ± 0,83 ^{abc}	3,60 ± 0,91 ^{bc}	3,27 ± 1,03 ^{abc}	3,20 ± 0,86 ^{ab}	2,87 ± 1,06 ^c
Sabor	4,07 ± 0,88 ^a	3,53 ± 1,06 ^a	3,53 ± 1,13 ^a	3,60 ± 0,91 ^a	3,80 ± 0,77 ^a	3,73 ± 1,03 ^a
Textura	3,73 ± 1,22 ^a	3,53 ± 1,06 ^{ab}	3,53 ± 0,92 ^{ab}	3,40 ± 0,83 ^{ab}	3,27 ± 0,96 ^{ab}	2,87 ± 1,06 ^b
Preferencia	4,40 ± 1,76 ^a	3,20 ± 1,08 ^a	3,47 ± 1,55 ^a	3,27 ± 1,91 ^a	3,80 ± 1,78 ^a	3,20 ± 1,74 ^a

$$\bar{X} \pm \sigma (n = 15)$$

(Las letras minúsculas distintas en cada fila representan diferencias significativas)

Por medio de este análisis sensorial, se determinó la preferencia de las muestras de salchichas con diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba, utilizando una prueba hedónica de 5 puntos (acápite 2.4) con 15 panelistas semi-entrenados. Para los atributos de olor y sabor no hubieron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) entre formulaciones. En las Figuras 3.7 y 3.8 se observan las gráficas de medias de cada una de las formulaciones, donde se indica que no hubo diferencias significativas. Con respecto a estos dos atributos (olor y sabor), los panelistas no percibieron ningún olor y sabor extraño, posiblemente porque el concentrado proteínico de haba no influyó sobre estas

características, debido a que, en general, los concentrados proteínicos están libres de olor y sabor.

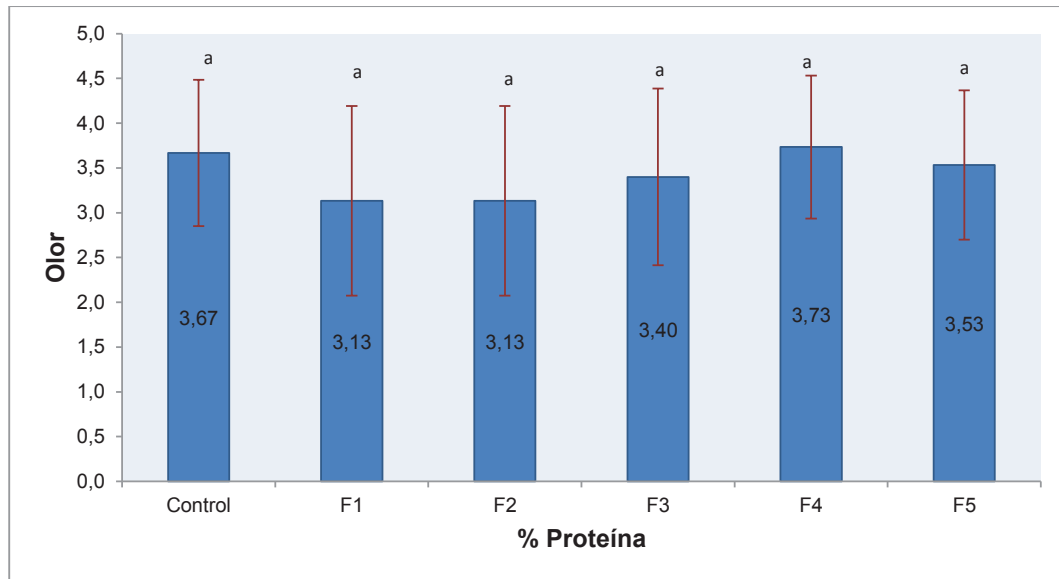


Figura 3.7 Gráfico de medias del atributo olor para las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba

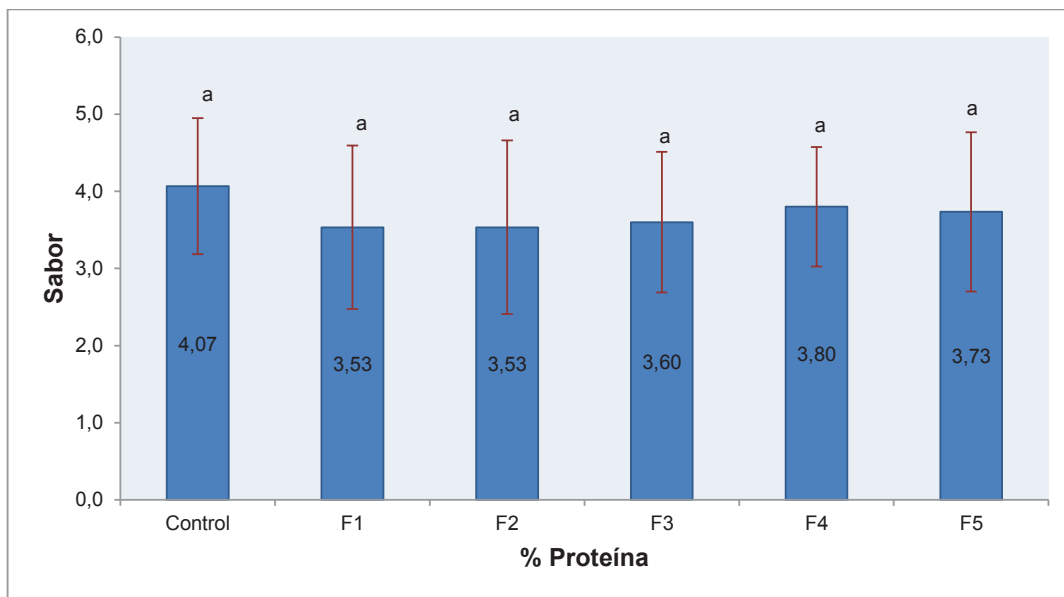


Figura 3.8 Gráfico de medias del atributo sabor para las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba

Por otro lado, en el atributo color existieron diferencias significativas ($P < 0,05$); se identificaron tres grupos homogéneos, como se puede observar en la Figura 3.9. Con respecto al atributo textura, también existieron diferencias significativas ($P < 0,05$), se diferenciaron dos grupos homogéneos, como se puede constatar en la Figura 3.10. Los panelistas opinaron que la salchicha con formulación F5 y calificación 2,87 tenía una textura blanda, al igual que la muestra de salchicha con formulación F4 y calificación 3,27. La textura blanda mencionada por los panelistas puede deberse probablemente al alto contenido de grasa y la baja capacidad de retención de agua, además del aire presente en el proceso de embutido. En la Figura 3.11 se puede observar que en el análisis de preferencia no hubo diferencia significativa, por lo que a los panelistas les dio igual, consumir la salchicha control o la salchicha con formulación 10 % de concentrado proteínico de haba. Según los datos obtenidos, se puede observar que a los panelistas les agrado más la muestra control (C) con calificación 4,40 seguido de la muestra F4 con calificación 3,80.

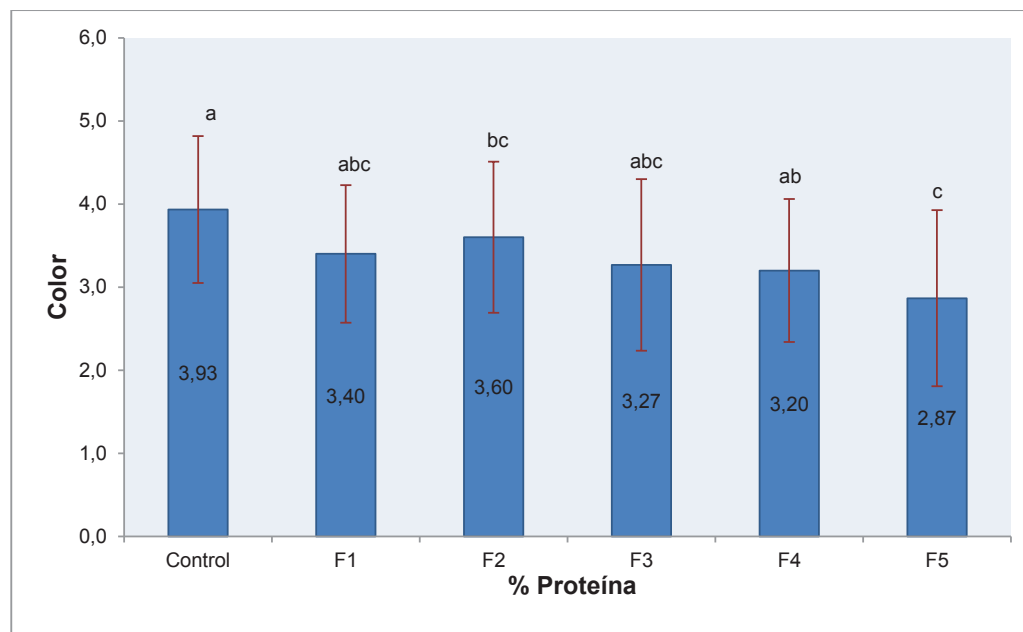


Figura 3.9 Gráfico de medias del atributo color para las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba

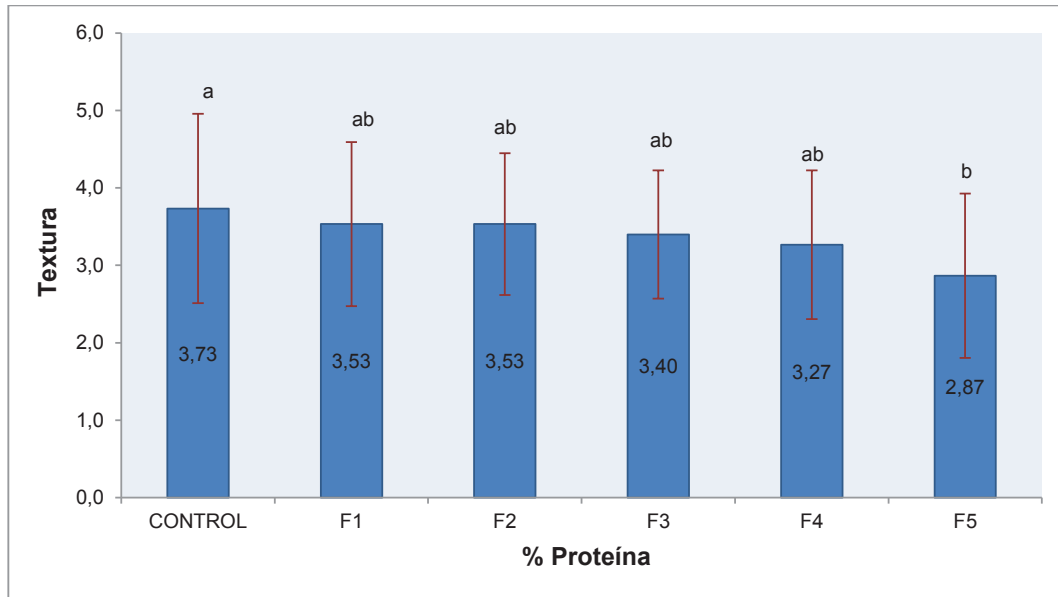


Figura 3.10 Gráfico de medias del atributo textura para las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba

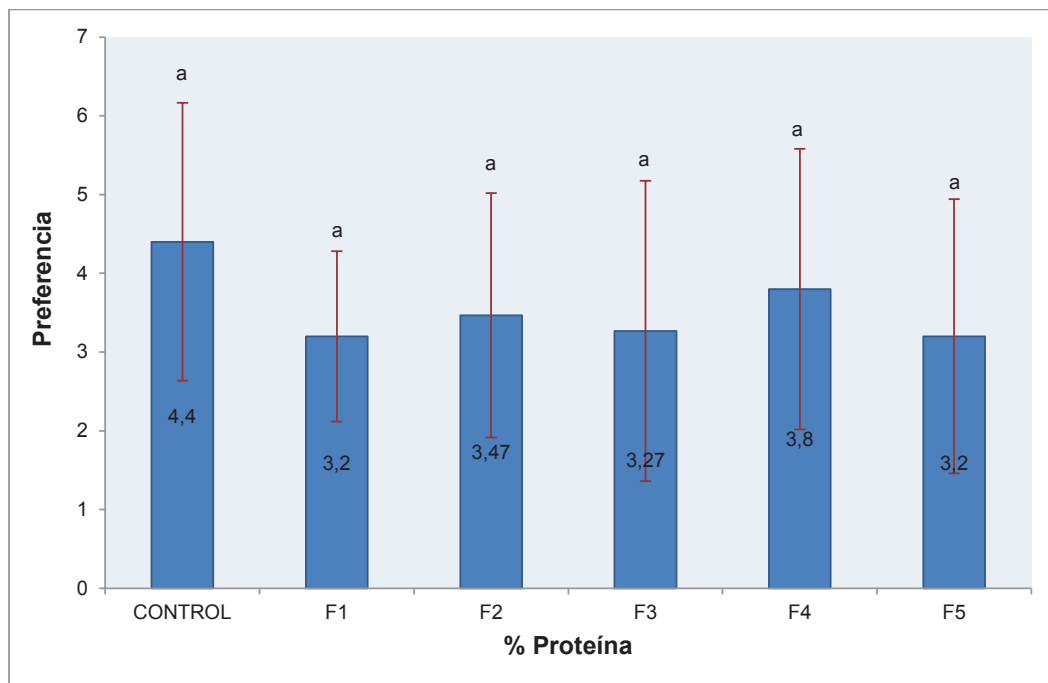


Figura 3.11 Gráfico de medias del análisis de preferencia para las diferentes formulaciones de concentrado proteínico de haba

Para continuar realizando los siguientes análisis, se tomó la muestra F2, debido a que las Normas Ecuatorianas INEN (2010) establecen que para un producto

cárnico cocido tipo II, el máximo de proteína vegetal es el 4 %; a pesar que son estadísticamente iguales según la Figura 3.11.

3.3.1.4 Análisis microbiológico

En la Tabla 3.7 se presentan los resultados microbiológicos realizados con las muestras de salchicha tipo vienesa con formulación de 4 % de concentrado proteínico de haba, almacenadas 24 horas a 4 °C.

Con respecto al conteo de aerobios mesófilos, los valores obtenidos están dentro del rango de aceptación según las Normas Técnicas Ecuatorianas INEN 1338 (2010), en la cual el límite permitido es de $5,0 \times 10^5$ ufc/g. En cuanto a *Escherichia coli*, no hubo presencia de coliformes totales. En relación al conteo de *Staphylococcus aureus*, el valor obtenido es menor al nivel de aceptación ($1,0 \times 10^3$ ufc/g). El conteo de *Salmonella spp.* cumple con el requisito de ausencia en 25 g, este último análisis es un requerimiento que determina la inocuidad del producto, por lo que se considera al producto apto para el consumo.

Tabla 3.7 Resultado de análisis microbiológico realizado a salchicha tipo vienesa con formulación de 4 % de concentrado proteínico de haba (*Vicia faba*)

Análisis	Valores	Cumplimiento de Norma
Recuento total Aerobios mesófilos	$3,7 \times 10^3$ ufc ^(a) /g	Si
* <i>Escherichia coli</i>	-	Si
<i>Staphylococcus aureus</i>	$< 1 \times 10^1$ ufc ^(a) /g	Si
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia en 25 g	Si

(a) ufc: Unidades Formadoras de Colonia

3.4 EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DEL CONSUMIDOR MEDIANTE PRUEBAS SENSORIALES

Por medio de un análisis sensorial se midió la aceptabilidad de la muestra de salchicha tipo vienesa con formulación 4 % de concentrado proteínico de haba (F2), con una escala hedónica de 5 puntos (acápite 2.5) a 30 panelistas que son potenciales consumidores del producto, de los cuales el 60 % fueron de género femenino y 40 % de género masculino.

En la Tabla 3.8, se muestran los resultados de salchichas tipo vienesa; tanto para el género femenino como para el masculino, para los atributos olor, color y sabor no existió diferencia estadísticamente significativa ($P > 0,05$); sin embargo, para el género masculino si hubo diferencia estadísticamente significativa ($P > 0,05$) en la textura, con respecto al atributo textura, en el género femenino no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$), el género no fue un factor que influya en la aceptabilidad del producto.

Tabla 3.8 Resultado del análisis sensorial en muestra de salchicha con 4 % de concentrado proteínico de haba

Atributos	Género	
	¹ Femenino	² Masculino
	F2	F2
Olor	3,61 ± 0,69 ^a	3,58 ± 0,67 ^a
Color	3,66 ± 0,77 ^a	3,67 ± 0,65 ^a
Sabor	3,83 ± 0,79 ^a	3,83 ± 0,83 ^a
Textura	3,11 ± 1,13 ^a	3,50 ± 0,67 ^b

¹ $\bar{X} \pm \sigma$ ($n = 18$)

² $\bar{X} \pm \sigma$ ($n = 12$)

(Las letras minúsculas distintas en cada fila representan diferencias significativas)

F2: Salchicha con 4 % de concentrado de proteína de haba

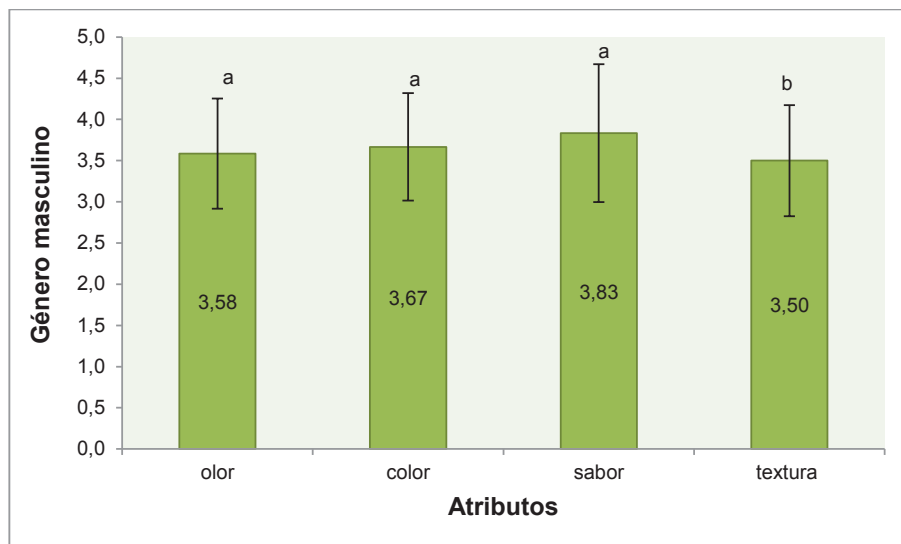


Figura 3.12 Gráfico de medias del análisis sensorial en muestras de salchichas con 4 % de concentrado proteínico de haba, realizado a los panelistas de género masculino.

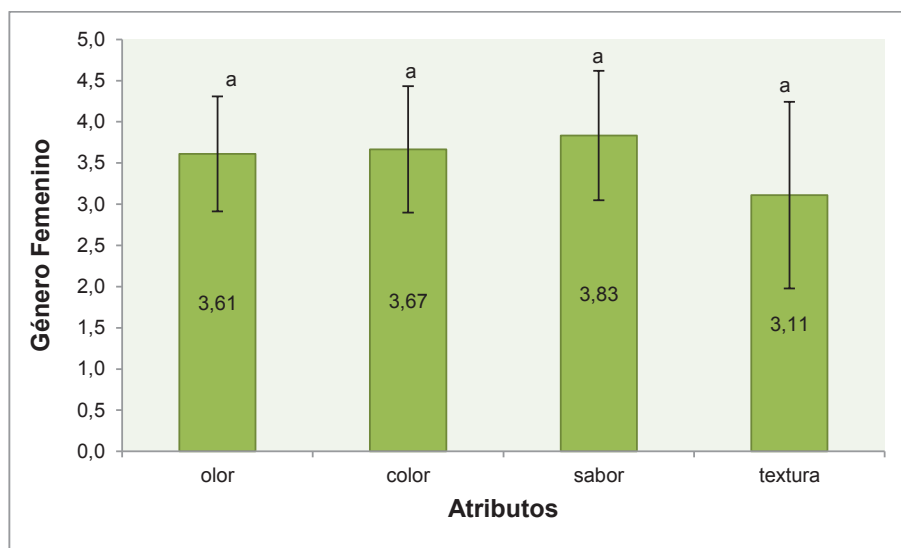


Figura 3.13 Gráfico de medias del análisis sensorial en muestras de salchichas con 4 % de concentrado proteínico de haba, realizado a los panelistas de género femenino

Para tener más aceptabilidad del producto se podría adicionar potenciadores de sabor como ácido guanílico, ácido inosínico; colorantes naturales como carmín (cochinilla, ácido carmínico), curcumina, carotenoides; estabilizantes (emulgentes) para mejorar la textura como la carragenina, goma guar y agar-agar (Ibañez, Irigoyen y Torre, 2003, pp. 3-8).

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Se obtuvo un rendimiento de extracción de proteína de 15,5 % en concentrado proteínico de haba, mediante el método de fraccionamiento en húmedo.
2. La extracción de concentrado proteínico de haba se realizó con harina sin tegumento, el producto extraído presentó una coloración clara; a diferencia de la que se extrajo de harina con tegumento, la cual presentó una coloración oscura.
3. En los análisis físico-químicos se determinó un contenido de proteína de 57,85 % y un contenido de humedad de 5,68 %, además un alto contenido de extracto etéreo de 3,4 %, un alto índice de absorción de agua de 3,30 % y un bajo índice de solubilidad de agua (8,50 %).
4. Los resultados microbiológicos determinados en la muestra de salchicha con formulación 4 %, están dentro de los valores permitidos de las Normas Ecuatorianas, para el consumo.
5. En el análisis de textura, la muestra que presentó el menor valor en textura/firmeza fue la muestra F5 con (10 % de concentrado proteínico de haba) con 5,59 N, con respecto a la muestra control con 6,76 N, lo que indica una relación directa entre pérdida de textura y reemplazo.
6. Al sustituir proteína animal por concentrado proteínico de haba con los diferentes porcentajes de proteína, no existió diferencia estadísticamente significativa entre muestras, lo que significa que tuvo buena aceptabilidad por parte de los panelistas.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Realizar un desgrasado a los granos de haba (*Vicia faba*) previo a la obtención del concentrado proteínico, para conseguir mayor rendimiento.
2. Realizar la extracción de concentrado proteínico con harina de haba sin tegumento, para obtener una coloración clara.
3. Evaluar todas las propiedades funcionales del concentrado proteínico de haba (*Vicia faba*), para que puedan ser utilizados en otros productos alimenticios.
4. Estudiar el método de obtención de proteína (relación harina: solvente, pH, temperatura) para determinar las condiciones que permitirían una mayor pureza de proteína.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Academia del Área de Plantas Piloto de Alimentos, (2004). Introducción a la Tecnología de Alimentos (2da. ed.), México DF., México: Limusa
2. Albarracín, W., Acosta, L., Sánchez, I. (2010). Elaboración de un producto cárnico escaldado utilizando como extensor harina de frijol común (*Phaseolus spp.*), *Facultad de Química Farmacéutica*, 17(3), 264-271.
3. Aldana de León, L., (2010). Manual Técnico Agrícola: Producción Comercial y de Semilla de Haba (*Vicia faba*) (1ra. ed.). Quetzaltenango, Guatemala: PROETTAPA.
4. Alvarado, M., (2006). Efecto de la elaboración de los derivados de *Lupinus spp.* (Aislado, harina y concentrado proteico) sobre las características de textura de salchichas. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial no publicado). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo, México.
5. Arnau, J. (2011). *Problemas en los embutidos crudos curados*, EUROCARNE, 1(194), 1-16. Recuperado de: http://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/223978/Arnau_2011%20Pr oblemas%20de%20los%20embutidos.pdf?sequence=5 (Julio 2016)
6. AOAC. (2007). Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.
7. Asociación Nacional de fabricantes de alimentos y bebidas. ANFAB (2014). Tabla de composición nutricional de Alimentos (Junio, 2016). Recuperado de: <http://www.anfab.com/wp/tabla-de-alimentos/>
8. Badui, S. (2006). Química de los alimentos (4ta. Ed.) México: Pearson.

9. Bauer, W., Badoud, R., Löliger, J. (2010). Science et technologie des aliments: principes de chimie des constituants et de technologie des procédés (1ra. ed.). Lausanne, Suiza: PPUR Presses polytechniques
10. Betancur, D., Gallegos, S., Chel, L. (2004). Wet-fractionation of *Phaseolus lunatus* seeds: partial characterization of starch and protein. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 84(1), 1193-1201.
11. Bhatta, R. and Christison, G. (1984). Composition and nutritional quality of pea (*Pisum sativum* L.), faba bean (*Vicia faba* L. spp. minor) and lentil (*Lens culinaris* Medik.) meals, protein concentrates and isolates. *Plant Foods for Human Nutrition*. 34(1), 41-51. doi: 10.1007/BF01095071
12. Carballo. B., López de Torre, G., Madrid, A. (2001). Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. (1ra. ed.). Madrid, España: Mundi prensa.
13. Cengiz, E., Gokoglu, N. (2007). Effects of fat reduction and fat replacer addition on some quality characteristics of frankfurter-type sausages. *International Journal of Food Science and Technology*, 1(42), 366-372.
14. Cruz, J. (2012). La Industria cárnica recupera sus niveles de producción e incrementa las exportaciones durante 2011. *Eurocarne*. 1(94), 63-70.
15. Chel, L., Corzo, L., Betancurt, D., (2003). Estructura y propiedades funcionales de proteínas de leguminosas. *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 1(227), 34-43.
16. Czuchajowska, Z., Otto, T., Paszczyńska, B., Baik, B., (1998). Composition, thermal behavior, and gel texture of prime and tailings starches from garbanzo beans and peas. *Cereal Chemistry*. 75(4), 466-472.
17. Duranti, M., Gius, C., (2005). Legume seeds: Protein content and nutritional value. *Field Crops Research*. 53: 31-45.

18. Estrada., Y. (2015). Elaboración de un producto de galletería a base de la incorporación de harina de haba (vicia Faba) para aumentar el contenido proteico. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Ciencia y Tecnología de alimentos no publicado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México.
19. Flores, V., Chuck, C., De la Rosa, J., Orona, J.,Rodríguez, W. y Salinas, A. (2016). Rendimiento de extracción de proteína y algunos análisis funcionales de concentrados y aislados de lenteja, haba y garbanzo producidos en una planta piloto. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1(2), 68-72.
20. Gallegos, S., Pacheco, J., Betancur, D. y Chel, L., (2004). Extracción y caracterización de las fracciones proteínicas solubles del grano de *Phaseolus lunatus* L. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1), 81-88.
21. Giménez, M., Drago, S., De Greef, D., Gonzales, R., Lobo, M., Samman N. (2012). Rheological, functional and nutritional properties of wheat/broad vean (*Vicia faba*) flour blends for pasta formulation. *Food Chemistry*, 134(1), 200-206. doi:10.1016/j.foodchem.2012.02.093
22. Girard, J. (1991). *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos* (2da. ed.). Zaragoza, España: Acribia
23. González, M. (1999). Caracterización fisicoquímica y valoración nutricional y funcional de un aislado proteico obtenido de la semilla de ébano (*Pithecellobium flexicaule*) (Tesis de maestría no publicada). Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.

24. Guemes, N., (2007). Utilización de los derivados de cereales y leguminosas en la elaboración de productos cárnicos. Centro de Investigación de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1(2), 110-117.
25. Guerra, G. (2007). Elaboración de salchichas de pescado. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero de Alimentos no publicado). Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
26. Hevia, F., Berti, M., Wilckens, R. y Yévenes, C. (2002). Contenido de proteína y algunas características del almidón en semillas de amaranto (*Amaranthus spp.*) cultivado en Chilla, Chile. *Agro sur*. 30(1), 24-31.
27. Huerta, A., Chel, L., Castellanos, A., Betancur A. (2009). Incorporación en Salchichas tipo Frankfurt de mezclas de proteínas de *Phaseolus lunatus* L. con diferentes almidones. *Revista de la Facultad de Ingeniería Química* 1(48), 10-17.
28. Hunter, S. y Harold, W. (1987). *The Measurement of Appearance* (2da. Ed), New York, USA: Wiley-Interscience Recuperado de: <http://www.hunterlab.com/an-1005b.pdf> (Julio, 2016).
29. Ibañez, F. y Barcina, Y. (2001). *Análisis Sensorial de Alimentos: Métodos y Aplicaciones*. (1ra. ed.). Barcelona: Springer.
30. Ibañez, F., Irigoyen, A. y Torre, P. (2003). *Aditivos Alimentarios*. Recuperado de: http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/Funcionales/aditivos.pdf (Julio, 2016).
31. Ingold, W. (2014). *Informe Anual: Ligero crecimiento de la Industria Cárnica, Alemania*. Recuperadode: http://www.bvdf.de/aktuell/geschaeftsbericht_2014_15/ (Mayo 2016)

32. INEC, (2012). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ficha Técnica de Alimentos, Quito, Ecuador. Recuperado de:
http://www.inec.gob.ec/estadisticas/SIN/co_alimentos.php?id=23170.00.01 (Mayo 2016).
33. INEN, (2010). Instituto Ecuatoriano de Normalización, Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados – madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos. Requisitos. Recuperado de:
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1338.2012.pdf> Mayo (2016).
34. INIAF, (2010). Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Manual del cultivo del haba, Potosí, Bolivia. Recuperado de:
<http://www.amdeco.org.bo/archivos/manualdelcultivodelhaba.pdf> (Mayo, 2016).
35. ITIS, (2012). Integrated Taxonomic Information System. ITIS Report Taxonomy and Nomenclature. Recuperado de:
http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=26339# (Abril, 2016).
36. Lehninger, A., (2005). Principios de Bioquímica: las bases moleculares de la estructura y función celular. (4ta. ed.). Baltimore, Estados Unidos: David L. Nelson.
37. Link, W., Hanafy, M., Malenica, N., Jacobsen, H. y Jelenic, S. (2009). Faba Bean. *Transgenic Legume grains and forages*, 3(01), 71-88. doi: 10.1002/9781405181099.k0304
38. Manrique, J. (2002). Transferencia de Calor. (2da. ed.) México: Oxford
39. Marín Z, (2000). Elementos de Nutrición Humana. San José de Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

40. Martín, V. (2012). Consumo de embutidos y salazones en España. Distribución y Consumo. Recuperado de:
http://www.mercasa.es/files/multimedios/1342887938_DyC_123_pag_100-104_Cerdeno.pdf (Mayo, 2016).
41. Meullenet, J., Chang, H., Carpenter, J. y Resurreccion, A. (1994). Textural Properties of Chicken Frankfurters with Added Collagen Fibers. *Journal of Food Science*, 4(59), 729-733.
42. Modercay, L., Bermudez, A. (1994). Preparación y determinación de propiedades funcionales de concentrados proteicos de haba (*Vicia faba*). *Revista Colombiana de Química*, 23(1), 73-86.
43. Murray, E., Arntfield, S. e Ismond, M. (1985). The Influence of Processing Parameters on Food Protein Functionality II. Factors Affecting Thermal Properties as Analyzed by Differential Scanning Calorimetry. *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 18(2), 158-162. doi: 10.1016/S0315-5463(85)71774-9
44. Olmedilla, B., Farré, R., Asensio, C. y Martín, M. (2010). Papel de las leguminosas en la alimentación actual. *Actividad Dietética*, 14(2).
45. Ordoñez, J., Patiño, E. (2012). Estudio técnico para la elaboración de salchichas a partir de carne de toyo blanco (*Carcharhinus falciformis*) y almidón modificado (maltodextrina). (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial no publicado). San Buenaventura Cali, Santiago de Cali, Colombia.
40. Palazuelos, J. y Blázquez, O. (2013). El mercado de embutidos y jamón en Perú. Recuperado de:
http://www.eurocarne.com/daal?a1=informes&a2=ICEX_estudio_jamon_peru.pdf (Mayo, 2016)

46. Papavergou, E., Bloukas, J. y Doxastakis, G. (1999). Effect of lupin seed on quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*. 52(4), 421-427 Recuperado de:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917409900025X>
(Julio, 2016).
47. Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Monar, C., Pinzón, J. y Rivera, M. (2010). Manual Agrícola de frejol y otras leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Programa Nacional de leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.
48. Peralta, E., Vásquez, J., Mora, E., Pinzón, J. (1996). Iniap 440 – Quitumbe variedad mejorada de haba (*Vicia faba L.*) de grano mediano para la Sierra Ecuatoriana. (1ra. ed.). Quito. Ecuador: COSUDE
49. Pólit, P. (2004). Notas sobre tecnología de cárnicos. Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología. (1ra. ed.). Quito, Ecuador.
50. Restrepo, D., Arango, C., Amezquita, A., Restrepo, R. (2001). Industria de carnes. (1ra. ed.). Medellín. Colombia: Universidad Nacional de Colombia
51. Robles, M. y Mora, R. (2007). *Influencia del método de obtención en las características fisicoquímicas, y estructurales de aislado de soya*. En 9° Congreso de ciencia de los alimentos y V foro de ciencia y tecnología de alimentos (pp. 716-721). Santo Tomás, México D.F. Recuperado de:
<http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2007/ee-12-2007/documentos/CNCA-2007-103.pdf> (Julio, 2016).
52. Schmidt, H., (1984). Carne y productos cárnicos: su tecnología y análisis. (1ra. ed.). Santiago de Chile, Chile: Editorial Universitaria

53. Sjödin, J., (1981). Protein quantity and quality in *Vicia faba*. International conference on faba bean, Cairo, Egypt. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/240614102_Improvement_of_seed_protein_content_and_quality_in_faba_bean_Vicia_faba_L(Agosto, 2016)
54. Urrutia, W., (2010). Determinación de parámetros óptimos de extracción alcalina para la obtención de aislado proteico a partir de tarwi (*Lupinus mutabilis*). Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial no publicado) Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Abancay, Perú.
55. Valencia, B. (2009). Evaluación técnica financiera de la industrialización del garbanzo (*Cicer arietinum*) usando un proceso de extrusión. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial no publicado) Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
56. Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L. y Elías, L. (1995). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. (1ra. ed.) Ottawa, Canadá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.
57. Werner, F., (1995). Fabricación fiable de embutidos. (3ra. ed.). Zaragoza, España: Acribia.
58. Wright, D. y Bumstead, M. (2015). Legume Proteins in Food Technology. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Science*, 304(1120), 381-393. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2396202> (febrero, 2016)

ANEXOS

ANEXO I

COMPARACION DE AMINOACIDOS DE HABA Y CARNE

Tabla AI. 1 Aminoácidos esenciales de la semilla de haba (*Vicia faba*) y carne

Aminoácidos	Haba (<i>Vicia faba</i>)	Carne
Arginina (g)	2,77	1,54
Glicina (g)	1,25	1,34
Histidina (mg)	0,77	0,80
Isoleucina (g)	1,25	1,29
Leucina (g)	2,13	1,89
Lisina (g)	1,94	2,05
Metionina y Cistina (mg)	0,47	0,88
Fenilalanina y Tirosina (mg)	2,13	1,90
Treonina (g)	1,02	1,13
Triptofano (mg)	0,03	0,30
Valina (g)	1,44	1,31

ANEXO II

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE FRACCIONAMIENTO EN HÚMEDO

Equipos

- Molino modelo N-50
- Ph-metro WTWPH modelo 3210 SET2
- Agitador marca THERMO SCIENTIFIC modelo SP131325
- Centrifugadora marca INTERNACIONAL

Reactivos

- Hidróxido de sodio (NaOH; 1N)
- Ácido clorhídrico (HCl; 1N)

Este método consiste en:

- Realizar una molienda
- Pesar 1 kg de harina de haba y suspender en agua destilada en una relación 1:10 (peso/volumen) (harina: agua).
- Con una solución de NaOH 1N ajustar el pH a 11, y agitar por 1 hora.
- Separar el bagazo de la mezcla de almidón y proteína utilizando un lienzo. Lavar el bagazo 2 veces utilizando 200 ml de agua destilada, cada vez recuperar el filtrado en un recipiente y dejar reposar a temperatura ambiente (18-20 °C) por 30 min.
- Separar el sobrenadante rico en proteínas del sedimento rico en almidón. A la proteína en solución ajustar el pH a 4.5 con HCl 1N, para que la proteína precipite.

ANEXO III

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO VIENESA

Equipos

- Balanza marca METTLER TOLEDO
- Molino de cuchillas ADI2
- Cutter modelo N-20
- Embutidora de marca Ideal modelo 9
- Marmita
- Estufa modelo HAMILTON KETTLES marca C
- Termocupla

Metodología

- Pesar los condimentos, reactivos y carnes de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2.3
- Cortar la carne y grasa en trozos de 4 x 4 cm. (La carne de res, carne y grasa de cerdo deben estar parcialmente congeladas (-5 a 0 °C) por 24 horas)
- Moler por separado las carnes y la grasa con disco de 7 mm
- Cargar la carne de res y cerdo en un cutter y añadir la mitad del hielo, la sal curante, polifosfatos, ácido ascórbico y los diferentes porcentajes de concentrado proteínico de haba y mezclar por 1 min.
- Agregar la tercera parte de la totalidad del hielo, sin detener la máquina agregar la grasa, condimentos, el humo líquido y el segundo tercio del hielo hasta la completa absorción del mismo y mezclar nuevamente por 1 min.
- Añadir la harina cuando se alcancen los 10 °C; controlar que la temperatura de la pasta no supere los 15 °C, el proceso finalizará cuando la emulsión se muestre homogénea (aproximadamente 3 min) (Huerta et al, 2009, p. 12).
- Adaptar la boquilla (diámetro de salida 8,5 mm) a la embutidora, colocar la pasta al cilindro de la misma, colocar la tripa de colágeno (calibre 15 o 18 mm, previamente refrigerada) en la boquilla. (A.A.P.P.A., 2004, p. 83). Atar las

- salchichas de forma manual amarrando con hilo de cáñamo cada 12 cm (Huerta et al, 2009, p. 13).
- Colocar las salchichas en una estufa a 60 °C por 15 minutos.
- Escaldar las salchichas en una marmita a 80 °C por 15 min hasta que la temperatura interna del producto sea de 65 a 68 °C y luego enfriarlas en agua helada por 3 min. hasta alcanzar una temperatura interna de 43 °C.
- Refrigerar a una temperatura de 4 °C para conservar la calidad del producto.

ANEXO IV

CALCULO PARA OBTENER LA RELACIÓN A SUSTITUIRSE

La sustitución de la proteína se realizó tomando en cuenta porcentaje de proteína en la carne vs. porcentaje de proteína presente en el concentrado proteínico de haba

Tabla AIV. 1 Datos de los diferentes porcentajes de concentrado de haba en base húmeda y base seca y carne

% humedad de concentrado de proteína haba en base seca	5,68
% proteína en concentrado de proteína haba en base seca	57,85
% humedad de concentrado de proteína haba en base húmeda	82,5
% sólidos de concentrado de proteína haba	17,5
% humedad de carne	75,6
% proteína de carne	21,2

% de proteína que tiene el concentrado de proteína de haba en base seca

$$= m_{\text{sólido haba}} \times m_{\text{proteína concentrado de haba}}$$

$$= 17,5 \times 0,5785$$

$$= 10,12 \%$$

$$\frac{\% \text{ proteína de la carne}}{\% \text{ proteína del concentrado de proteína en húmeda}} =$$

$$\frac{21,20}{10,12} \approx 2,094 \approx 2,1$$

∴ se sustituirá 2,1 g de concentrado de proteína de haba por cada g de carne

% humedad total del concentrado de proteína en base húmeda

$$= (m_{\text{sólido de haba}} \times m_{\text{humedad de concentrado proteína base seca}})$$

$$+ \% \text{ de humedad de concentrado de proteína en base húmeda}$$

% humedad total del concentrado de proteína en base húmeda

$$= (17,5 \times 0,0568) + 82,5$$

$$= 83,494 \%$$

masa de agua de concentrado de proteína de haba en base húmeda

= relación de proteína a sustituir

× % humedad total del concentrado de proteína en base húmeda

$$= 2,1 \times 0,83494$$

masa de agua de concentrado de proteína de haba en base húmeda = 1,753374 g

1g de carne 0,756 g de agua

2,1g de concentrado de proteína 1,753374 g de agua

$$1,753374 - 0,756 = 0,9973 \approx 1g$$

∴ 1 g de agua se tiene en exceso por cada gramo de carne de reemplazo

ANEXO V

FORMATO PARA EL ANALISIS SENSORIAL DE PREFERENCIA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
 EVALUACIÓN DE ANÁLISIS SENSORIAL

Nombre:

Fecha:

Género: Femenino ()

Masculino ()

Edad:

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presenta 6 muestras de salchichas. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escriba el número correspondiente en el espacio del código de la muestra.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA

Para las muestras de salchichas, asigne un orden de preferencia usando las siguientes categorías: 1= menos preferida, 6= más preferida. Evite asignar el mismo rango a dos muestras

Código	Preferencia

Observaciones.....

.....

...

¡Gracias por su colaboración!

ANEXO VI

FORMATO PARA EL ANALISIS SENSORIAL DE PREFERENCIA

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

EVALUACIÓN DE ANÁLISIS SENSORIAL

Nombre:

Fecha:

Género: Femenino ()

Masculino ()

Edad:

INSTRUCCIONES

Por favor enjuague su boca antes de empezar. Frente a usted se presenta 2 muestras de salchichas. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escriba el número correspondiente en el espacio del código de la muestra.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA

Observaciones.....

.....

.....

¡Gracias por su colaboración!