



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

“EFECTO DE LA ADICIÓN DE LOS DERIVADOS DE *Lupinus spp* (AISLADO, HARINA Y
CONCENTRADO PROTEICO) SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE TEXTURA DE
SALCHICHAS”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

P R E S E N T A

MARÍA GUADALUPE ALVARADO RESÉNDIZ

Director de Tesis M. en C. Sergio Soto Simental

Esta tesis de Licenciatura ha sido financiada en parte por el proyecto P/PIFI 2004-14-18 "Fortalecimiento de los programas educativos del área académica de Ingeniería Agroindustrial para asegurar la calidad de Ingeniería Agroindustrial y mejorar la calidad de Ingeniería en Alimentos".

Agradecimientos y Dedicatorias

*Hubo momentos difíciles pero gracias a los consejos sabios de quienes son mis pilares fuertes (mi hermosa familia) pude lograrlo es así que con el más infinito amor le agradezco a mi mamá **María Luisa Reséndiz Zamudio** a mis hermanos **Griselda, Oscar y Milagros** y a unos pequeños latosos **Corintia y Pablo** todo el apoyo que me dieron.*

*En la vida encontramos a personas fuera de serie que siempre te apoyan cuando más lo necesitas como el caso del M. en C **Sergio Soto Simental** que fue parte fundamental para el desarrollo de esta tesis.*

*El apoyo recibido por la **Dra. Norma Guemes Vera** y M en A. **Roberto González Tenorio** fue sin duda alguna excepcional e inigualable.*

*Dr. **Javier Mateo Oyagüe** gracias por sus comentarios y observaciones para la realización de esta tesis.*

*De cada uno de mis compañeros de carrera aprendí que hay diferentes modos de ver las cosas: **Sandra, Marco, Thania, Blancas, Cinthya, Brís, Chuy, Martha, Coco, Paola, Vero e Ismael** gracias por lo aprendido.*

***Dra. Norma Basurto** y **Sra. Ma. Elena Romero** gracias por el enorme apoyo.*

Gracias a Dios

ÍNDICE

Índice	4
Índice de cuadros	6
Índice de figuras	7
ABREVIACIONES	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 Leguminosas y <i>Lupinus spp.</i>	14
3.1.1 Clasificación científica del <i>Lupinus spp.</i>	15
3.1.2 Características nutricionales de semilla de <i>Lupinus spp.</i>	16
3.1.3 Proteínas de <i>Lupinus spp.</i>	17
3.1.4 Alcaloides presentes en la semilla de <i>Lupinus</i>	18
3.1.5 Procesos de desamarrado o destoxificación del <i>Lupinus</i>	19
3.1.5.1 Extracción mediante agua	19
3.1.5.2 Extracción por medio de alcohol	19
3.2 Productos cárnicos curados y cocidos	20
3.3 El producto a base de emulsión cárnica como sistema coloidal	21
3.4 Factores que influyen en la obtención y estabilidad de la emulsión	22
3.5 Uso de proteínas vegetales en preparaciones cárnicas	26
3.6 Reología y textura de los alimentos	27
3.6.1 Textura	27
3.6.2 Fuerza al corte	28
3.6.3 Análisis de perfil de textura en productos cárnicos (TPA)	29

4. OBJETIVOS	33
4.1 Objetivo general.....	33
4.2 Objetivos particulares	33
5. MATERIALES Y MÉTODOS	34
5.1 Materia prima.....	34
5.2 Planteamiento del experimento.....	34
5.3 Obtención de Harina Destoxificada de <i>Lupinus albus</i>	35
5.4 Obtención de Harina Destoxificada y Desgrasada de <i>Lupinus albus</i>	35
5.5 Obtención de Concentrado proteico de <i>Lupinus albus</i>	35
5.6 Elaboración de producto cárnico emulsionado (salchicha).....	36
5.7 Diagrama de flujo del proceso de fabricación de salchichas	38
5.8 Variables analizadas.....	39
5.9 Análisis proximal para la caracterización de semilla, harina y concentrado de <i>Lupinus albus</i>	39
5.9.1 Determinación de grasa	39
5.9.2 Determinación de Humedad	40
5.9.3 Determinación de Nitrógeno (Proteína) Microkjeldhal	40
5.9.3.1 Digestión.....	40
5.9.3.2 Destilación	40
5.9.3.3 Titulación	40
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
6.1 Caracterización de la semilla de <i>Lupinus albus</i>	47
6.2 Efecto de los derivados de <i>Lupinus</i> sobre la textura de las salchichas..	48
6.2.1 Efecto de los derivados de <i>Lupinus spp.</i> sobre el análisis de perfil de textura en las salchichas	50
6.2.2 Análisis del efecto de la inclusión de derivados de <i>Lupinus</i> a las salchichas mediante la navaja Warner–Bratzler y celda Kramer	57

7. CONCLUSIONES	60
8. RECOMENDACIONES.....	61
9. BIBLIOGRAFÍA.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Comparación química de tres semillas de leguminosas	14
Cuadro 2	Composición proximal de cuatro especies de <i>Lupinus</i> salvajes mexicanos	15
Cuadro 3	Contenido de aminoácidos en 100g de proteínas	16
Cuadro 4	Comparación de dos métodos para el desamargado de <i>Lupinus</i>	18
Cuadro 5	Definiciones y análisis dimensional de los parámetros de la prueba Warner–Bratzler (Modificada de Bourne, 1982)	26
Cuadro 6	Definiciones y cálculo de los términos de textura (Bourne, 1968; Szczenniak, 1963)	28
Cuadro 7	Equipo e insumos utilizados para la elaboración de salchichas.....	33
Cuadro 8	Formulaciones de las salchichas	33
Cuadro 9	Análisis proximal de los derivados de <i>Lupinus albus</i>	44
Cuadro 10	Efecto de los derivados de <i>Lupinus</i> sobre el perfil de textura de salchichas.....	45
Cuadro 11	Efecto de los derivados de <i>Lupinus</i> sobre la textura de salchichas utilizando la navaja Warner-Bratzler y celda Kramer	46
Cuadro 12	Promedio de Análisis de Perfil de Textura de las salchichas con la adición de derivados de <i>Lupinus</i>	53

Cuadro 13 Promedio de firmeza y esfuerzo al corte de la navaja de Warner-Bratzler utilizando derivados de *Lupinus* en la fabricación de salchichas 55

Cuadro 14 Firmeza y esfuerzo al corte de salchichas adicionadas con derivados de *Lupinus* utilizando la celda de Kramer 56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva típica con la Celda Warner-Bratzler	27
Figura 2 Análisis de perfil de textura (Curva típica de TPA)	29
Figura 3 Equipo analizador de textura con la Navaja de Warner-Bratzler	41
Figura 4 Equipo analizador de textura con la Celda Kramer	42
Figura 5 Gráfica del análisis proximal de los derivados de <i>Lupinus</i>	42
Figura 6 Interacción entre la concentración de derivados de <i>Lupinus</i> sobre la firmeza de las salchichas	48
Figura 7 Efecto de los derivados de <i>Lupinus</i> sobre la firmeza de las salchichas	49
Figura 8 Efecto de los derivados de <i>Lupinus</i> sobre la cohesividad de las salchichas	49
Figura 9 Efecto de los derivados de <i>Lupinus</i> sobre la resiliencia de las salchichas	50
Figura 10 Efecto de los derivados de <i>Lupinus</i> sobre la adhesividad de las salchichas	51
Figura 11 Efecto de los derivados de <i>Lupinus</i> sobre la elasticidad de las salchichas	52

ABREVIACIONES

AIS-050	Aislado .5%
AIS-100	Aislado 1.0%
AIS-150	Aislado 1.5%
AIS-200	Aislado 2.0%
CON-050	Concentrado .5%
CON-100	Concentrado 1.0%
CON-150	Concentrado 1.5%
CON-200	Concentrado 2.0%
HAR-050	Harina .5%
HAR-100	Harina 1.0%
HAR-150	Harina 1.5%
HAR-200	Harina 2.0%
TPA	Análisis de Perfil de Textura
W-B	Warner Bratzler
K	Kramer
HD	Harina destoxificada
HDD	Harina destoxificada y desgrasada
C	Concentrado proteico
ND	No determinada

RESUMEN

Este estudio se llevo a cabo con el objeto de caracterizar la semilla de *Lupinus albus* y evaluar el efecto de la inclusión de harina, concentrado y aislado proteico de *Lupinus* sobre la textura de salchichas. Para la caracterización del *Lupinus* se determinó un análisis proximal a la harina y concentrado proteico que se obtuvo. Se planteo un diseño completamente al azar bajo un arreglo factorial 4x3, utilizando como factores los derivados de *Lupinus* (aislado, concentrado y harina de *Lupinus*) y la cantidad de inclusión en el producto (0.5, 1.0, 1.5 y 2.0%). Se realizó un análisis de perfil de textura con una sonda de acrílico de 2.5 cm de diámetro, se midió la firmeza con la navaja Warner-Bratzler y celda Kramer. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede decir que el concentrado proteico de *Lupinus* es el que contiene una mayor cantidad de proteína con respecto a la harina obtenida.

El tratamiento menos firme fue el AIS-100 ($p < 0.05$), el menos cohesivo fue el CON-150, el testigo tuvo la mayor resiliencia, mientras que el CON-100 fue el tratamiento más adhesivo y en cuanto a la elasticidad aun y cuando no se mostró gran diferencia entre los tratamientos, el que mostró un mayor promedio fue el CON-200. El tratamiento testigo mostró una mayor firmeza con el uso de la navaja Warner-Bratzler, mientras que al usar la celda Kramer se tuvo el valor más pequeño.

En general, no existieron diferencias ($p < 0.05$) entre los derivados de *Lupinus* y el testigo en cuanto a firmeza, cohesividad y elasticidad. Además se encontró que el testigo tiene un promedio mayor de resiliencia y menor adhesividad que los demás tratamientos. El tratamiento de concentrado fue el menos firme ($p < 0.05$) con el uso de la navaja Warner-Bratzler, mientras que al usar la celda Kramer el testigo tuvo el valor menor.

ABSTRACT

The objective of this work was characterize *Lupinus albus* seed and its derivatives, other objective was evaluate *Lupinus* derivatives on the sausage texture. To characterize *Lupinus albus* a proximal analysis was conducted. A 4x3 factorial design was used, quantity (0.5, 1.0, 1.5, and 2.0%) and *Lupinus* derivatives (flour, concentrate and isolate) were utilized as factors. A Texture Profile Analysis (TPA), Warner-Bratzler blade, and Kramer cell adapted a Texture analyzer was determined. Accordingly to results *Lupinus* concentrate is the highest in protein value. In general, there was not differences between *Lupinus* derivatives and control in firmness, springiness and cohesively. When Warner Bratzler blade was used the concentrate had less firmness, and to use Kramer cell control had less value. AIS-100 treatment had less firmness, CON-150 had less cohesively, and control had higher springiness, while to use Kramer cell the control had less firmness. The treatment CON-100 was more adhesive. In elasticity there was not difference between treatment, but CON-200 had the high value. The control showed the highest value when Warner-Bratzler blade was used, but the less average when Kramer cell was used.

1. INTRODUCCIÓN

En general la composición de las salchichas varía en gran medida, mientras unas contienen carne de cerdo, otras llevan pavo, pollo o alguna mezcla de estos, sin embargo su ingrediente principal es el agua 70%, y además de la carne y las sales de curado (nitritos), las diversas formulaciones añaden fosfatos y otros ingredientes como proteínas no cárnicas (principalmente de soya), almidones y grasa. Pero la incorporación de estos ingredientes se hace a costa del contenido de carne, con lo cual se abarata el producto.

Los ingredientes de las materias primas no cárnicas que se emplean en la elaboración de productos cárnicos, pueden ser materiales proteicos, que tengan como objetivo sustituir una parte de la carne que se emplearía en el producto o visto de otro modo ampliar o extender la cantidad de carne empleada con un aporte proteico y funcional adecuado.

En la industria cárnica de producción de embutidos y carnes frías se utilizan una gran variedad de proteínas no cárnicas con el fin de mejorar las propiedades de los productos cárnicos. Entre estas proteínas se incluyen proteínas de semillas de oleaginosas tales como la semilla de algodón y las nueces, proteínas de semillas de leguminosas como soya y actualmente semillas proteicas de *Lupinus*. El consumo de proteína animal en la alimentación animal y humana ha disminuido, debido a la enfermedad de Encefalopatía Espongiforme Bovina (conocido como el mal de las vacas locas) esto ha fomentado el uso de proteínas vegetales, las cuales se convertirán a mediano plazo en un recurso de alto valor estratégico.

El lupino es una leguminosa que ha sido utilizada como alimento por la población del Mediterráneo desde tiempos antiguos. La semilla de *Lupinus* es rica en proteína

llegando en ciertas variedades a porcentajes tan altos como 42%, mientras que el contenido de aceite está comprendido entre 9 y 13%. La incorporación de proteínas de *Lupinus* dentro de los productos cárnicos, aparte del mejoramiento de su propia calidad nutricional puede también resultar en una mejor textura o color.

La adición de *Lupinus* en sus diversas formas (aislado, concentrado y harina) puede contribuir a la importancia nutricional de los productos alimenticios como los cárnicos, las proteínas del *Lupinus* poseen importantes propiedades funcionales que ayudan en la formación y estabilización de los modelos de emulsiones alimenticias y espumas o contribuir al desarrollo de la estructura de las salchichas.

2. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día se aplican nuevas tecnologías o se combinan varias de ellas para obtener ingredientes con excelente calidad, igual o mejor valor nutricional y en lo posible, con diferentes propiedades funcionales para el desarrollo de productos en la industria alimentaria.

El empleo de extensores aunque surgido como respuesta a un problema esencialmente económico, abre también interesantes perspectivas en cuanto al aprovechamiento de fuentes alternativas de proteínas. Algunos productos de origen vegetal, ricos en proteínas de elevado valor nutricional, resultan poco apetecibles para grandes poblaciones cuya cultura alimentaria se desarrolló ajena a la existencia de esos cultivos. Sin embargo, la introducción de una amplia variedad de derivados de *Lupinus* como extensores cárnicos permite viabilizar el consumo de su valiosa proteína como ingrediente de diversos productos cárnicos como salchichas y otros productos emulsionados, de esta forma se trata de dar una alternativa, con cultivos que no son convencionales, a problemas de desnutrición que aquejan a la región, el estado y el país.

Se obtendrá conocimiento acerca de la utilización de una leguminosa, que por sus propiedades funcionales puede ser útil en la textura de productos cárnicos como lo son salchichas, esto motiva a la realización de investigaciones orientadas a la obtención de productos que sean de bajo costo, además de conservar las propiedades funcionales, nutricionales y sensoriales de estos productos destinados para la alimentación humana y animal.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Leguminosas y *Lupinus spp*

Las semillas de leguminosas se caracterizan por su elevado contenido proteico, que oscila del 17 al 25% en el grano seco, mientras que en los cereales este porcentaje de proteínas alcanza el 14%. La familia de las leguminosae se compone de unas 14.000 especies, pero el número de las que se utilizan como semillas de leguminosas con destino a la alimentación humana es mucho más reducido (unas 150). (Torres, 1976).

Las semillas de leguminosas son comúnmente consideradas por ser rica fuente de proteínas de valor para la alimentación. En países desarrollados la mejor fuente de proteínas en la dieta humana proviene de plantas cultivadas o silvestres las cuales también son usadas para la alimentación de animales domésticos. Los granos de soya (*Glycine max*) han sido usados por muchas décadas como el grano principal de leguminosa cosechado. Sin embargo hay artículos que han presentado fuertes investigaciones acerca del género *Lupinus* como el posible sustituto de la soya para la alimentación tanto animal como humana. Diversos derivados de *Lupinus* se han utilizado en la industria alimentaria para mejorar algunas de las propiedades de esos alimentos, como ejemplos: el contenido nutricional de los alimentos hechos a base de cereales, las propiedades de textura de los alimentos, la adición de harina de *Lupinus* a las masas de harina de trigo y sus efectos en propiedades reológicas (Dervas *et al.*, 1999), interacciones de proteína en geles de carne pulverizada conteniendo aceite de maíz emulsificado (Ioannis *et al.*, 2005), efecto de las proteínas de la semilla de *Lupinus* en características de la calidad de salchichas fermentadas (Papavergou *et al.*,

1999), influencia del aislado proteico de semilla de *Lupinus* sobre el procesamiento y calidad de las características de las salchichas tipo Frankfurt (Alamanou *et al.*, 1996).

Las semillas del *Lupinus* las cuales tienen alto contenido de proteína y un valor nutritivo alto (Cuadro 1), pueden crecer en suelos pobres donde la soya es incapaz de crecer. La amplia limitación del uso del *Lupinus* es debido a su alto contenido de alcaloides quinolizidinos, los cuales hacen que las semillas sean amargas. La mayoría de las especies silvestres de *Lupinus* son consideradas como tóxicas (Fries *et al.*, 1985).

Cuadro 1. Comparación química de tres semillas de leguminosas: Lupino, soya y frijol g/100g.

Análisis químico	Lupino	Soya	Frijol
Proteína	44.3	33.4	22.0
Grasa	16.5	16.4	1.6
Carbohidratos	28.2	35.5	60.8
Fibra	7.1	5.7	4.3
Ceniza	3.3	5.5	3.6
Humedad (%)	7.7	9.2	12.0

Fuente: (FAO/OMS/ONU, 1985)

3.1.1 Clasificación científica del *Lupinus spp*

Reino: *Plantae*

Filo: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Fabales*

Familia *Leguminosae*

Subfamilia *Papilionaceae*

Género: *Lupinus*

Especie: *mutabilis*, *albus*. etc.

El lupino pertenece al género *Lupinus* ampliamente distribuido en el ámbito mundial, del que existen diversas especies que son cultivadas para consumo animal y humano. Su origen se encuentra en la región mediterránea y es conocido desde hace muchos años. Su cultivo, sin embargo, ha estado restringido debido a que presenta en su semilla alcaloides que le dan un sabor amargo (Peñaloza *et al.*, 1995). Como leguminosa posee la característica de fijar nitrógeno atmosférico en simbiosis con bacterias del género rhizobium (López-Bellido y Fuentes, 1990).

Es una leguminosa la cual incluye cerca de 450 especies. *Lupinus albus* (lupino blanco, países Mediterráneos), *Lupinus luteus* (lupino amarillo, Europa Central), *Lupinus angustifolius* (lupino azul, Australia) son usados para ser consumidos por seres humanos y animales (NDA, 2004).

3.1.2 Características nutricionales de semilla de *Lupinus spp*

Las semillas de *Lupinus albus l.* contienen grandes cantidades de proteína (32.2%), fibra (16.2%), aceite (5.95%) y azúcar (5.82%). El aceite de las semillas está compuesto de 13.5% de ácidos grasos saturados, 55.4% de ácidos grasos monoinsaturados y 31.1% de ácidos grasos poliinsaturados. La sacarosa constituye el 71% del total de los azúcares contenido en las semillas. La semilla de *Lupinus* contiene 3.9 mg/kg de tiamina, 2.3 mg/kg de riboflavina y 39 mg/kg de niacina, fibra cruda 7 a 16%. (Erbas *et al.*, 2005). Las globulinas representan un 87% del total del contenido de proteínas mientras que el resto 13% son albúminas (Duranti *et al.*, 1981).

Los aminoácidos esenciales más limitantes para el valor nutritivo del grano para ambas especies de lupino son: metionina, isoleucina, treonina y valina (Kubiczeck *et al.*, 1991).

La albúmina y globulina que son proteínas se encuentran en un 13% y 88% respectivamente en el grano. La semilla de lupino presenta una composición considerable de proteínas (Cuadro 2), fluctuando el contenido de ella entre 30 – 45% dependiendo del cultivo, selección, genética y época del año.

Cuadro 2. Composición Proximal de 4 especies de *Lupinus* salvajes mexicanos (g/100g DM^a)

	L. elegans	L. exaltatus	L. reflexus	L. rotundiflorus	Mean ± SEM ^b
Cenizas	4.20	3.59	3.61	4.01	3.69±0.08
Lípidos totales	5.79	8.50	7.90	5.50	7.09±0.28
Fibra cruda	12.91	14.61	16.58	15.11	14.44±0.37
Proteína cruda	45.41	40.50	37.31	42.82	40.73±0.61
CHO ^c	31.69	32.80	34.60	32.56	

^a Materia seca. ^b Media ± error estándar, n=3. ^c Carbohidratos calculados por diferencia. Modificado de Ruíz et al, 2001.

3.1.3 Proteínas de *Lupinus spp*

La proteína de lupino y de soya, a pesar de su origen vegetal, son muy parecidas a las proteínas de la carne y superan en calidad a todas las demás proteínas vegetales. El valor biológico de una proteína depende de la variedad, calidad y cantidad de los aminoácidos esenciales (Cuadro 3) que es capaz de aportar al organismo. Se define valor biológico como el porcentaje de nitrógeno absorbido esto es: nitrógeno retenido por el organismo vivo para el crecimiento y mantención de sus tejidos.

Cuadro 3. Contenido de aminoácidos en 100 gramos de proteínas

Aminoácidos	<i>Lupinus</i>	Soya	Carne	Harina de pescado
Arginina	9.9	7.0	13.5	6.5
Histidina	2.5	2.5	1.8	2.5
Leucina	14.2	13.5	18.6	10.3
Lisina	4.9	6.8	19.6	8.3
Metionina	0.5	1.7	5.4	3.4
Fenilalanina	3.9	5.5	9.1	5.0
Treonina	3.0	4.0	9.7	4.3
Triptófano	0.8	1.2	2.6	1.2
Valina	3.9	5.3	11.5	5.9

Fuente: Fundación Chile, 1978.

3.1.4 Alcaloides presentes en la semilla de *Lupinus*

El *Lupinus* está constituido principalmente por proteínas y celulosa también contiene alcaloides que son productos nitrogenados no proteicos y que se encuentran en una amplia variedad de plantas, particularmente el grupo de los "alcaloides del lupino" puede encontrarse en plantas y arbustos como *Chenopodiaceae*, *Berberidaceae* y *Papilionaceae*. Caracteriza fundamentalmente al grupo de los "alcaloides del lupino" el anillo estructural conocido como quinolizidina (Butler *et al* , 1996). La presencia de los alcaloides en el *Lupinus*, que son tóxicos y dan un sabor extremadamente amargo a la semilla, es la razón por la que se ha priorizado el desarrollo de un proceso de desamargado. Un análisis bastante completo ha sido realizado por (Hatzold *et al*, 1981) el cual muestra la gran variedad de alcaloides presentes en el *Lupinus*. Además de los alcaloides, existen en muchas leguminosas otros componentes tóxicos o llamados principios antinutritivos, como los inhibidores de proteasas, las hemaglutininas y el ácido prúsico (HCN). Sin embargo, no se han encontrado presentes en cantidades significativas en el *Lupinus*, o son eliminados en el proceso de desamargado (Schöneberger *et al*, 1979). Se considera que un contenido de 0,02% de alcaloides remanentes después del desamargado es el límite que se puede aceptar como seguro para el consumo humano (Gross *et al.*, 1976).

3.1.5 Procesos de desamargado o destoxificación del *Lupinus*

Existen diferentes métodos para la determinación del contenido de alcaloides en el *Lupinus*. Algunos de ellos fueron descritos por (Von. 1978). Para el control del proceso de desamargado se presta sobre todo el método de determinación de los alcaloides totales por titulación o por fotometría. Si se requiere la separación de los alcaloides, se recomienda la cromatografía.

3.1.5.1 Extracción mediante agua

a) Desamargado tradicional: por siglos, los campesinos han eliminado el sabor amargo del grano, haciéndolo hervir durante una hora aproximadamente, colocándolo luego en bolsas de tela permeable y dejándolo en agua corriente (río) por hasta 10 días. Con este método se pierde un 45% de la materia seca de las semillas lo que incluye un alto porcentaje de proteína, hidratos de carbono y aceite.

b) Proceso Cusco: Se tomó en consideración que la eficiencia del método tradicional con hervido y lavado aumenta con la adición de sales o ácidos para evitar una excesiva pérdida de proteínas. (Jiménez *et al* 1981) llegó a la conclusión de que el punto isoeléctrico de las proteínas del lupinus es 4.5 y que a partir de ese punto, conforme aumenta la alcalinidad aumenta también la solubilidad de las proteínas.

3.1.5.2 Extracción por medio de alcohol

Se ha utilizado metanol, etanol e isopropanol a escala de laboratorio. Y a nivel de planta piloto se ha usado el etanol-agua. En el Cuadro 4 se observa una comparación del método tradicional de desamargado con agua mostrando que este método es el

más eficiente en cuanto a eliminación de alcaloides y el único que se acerca al límite de 0.02%.

Cuadro 4. Comparación de dos métodos para el desamargado del lupino

	Proceso I Agua	Proceso II Etanol-agua
Gastos de inversión	Bajos	Medianos
Gastos de servicios flexibles	Altos	Medianos
Contaminación	Alta	Baja
Aplicación	Consumo humano	Consumo humano
Contenido de alcaloides en producto procesado	0.02%	0.27%

Fuente: Schöneberger, 1981; Von, 1978.

3.2 Productos cárnicos curados y cocidos

Según la Norma Oficial Mexicana NOM-122-SSA1-1994, los productos cárnicos curados y cocidos son aquellos elaborados con carne de animales de las especies declaradas aptas para consumo humano por la autoridad sanitaria, sometidos a la acción de los agentes de curación en seco o húmedo y a cocción hasta una temperatura de al menos 68°C en su centro térmico.

Los productos a base de emulsiones cárnicas son productos cárnicos elaborados con carne cruda, tejidos grasos y agua potable. El problema de su fabricación consiste en que estos componentes deben tratarse utilizando aditivos de manera que, al someterse al escaldado no se produzca la separación de los ingredientes y que el producto exhiba una adecuada consistencia al corte. Por ello la fijación de agua, la estabilización de las grasas y la constitución de la estructura son procesos decisivos en la fabricación de embutidos escaldados (Prándtl *et al.*, 1994).

3.3 El producto a base de emulsión cárnica como sistema coloidal

Los embutidos escaldados y la pasta preparada para elaborar estos embutidos reciben el nombre de emulsiones o embutidos emulsionados, ya que la fina distribución del tejido graso triturado en el seno de la pasta de las fibras musculares se considera fenómeno decisivo de la fabricación de estos embutidos escaldados. Sin embargo, esta pasta es un complejo sistema que consta de una solución verdadera, una solución coloidal (gel), suspensión, emulsión y espuma. Se hallan en solución verdadera entre otras, las sales, azúcares y sustancias proteicas hidrosolubles.

En presencia de sales y agua, la proteína muscular fibrilar también disuelta se encuentra en forma de una llamada solución coloidal (gel), en la cual muchas moléculas disueltas se ven obstaculizadas mutuamente en su movilidad. Se encuentran suspendidas partículas de músculo y tejido adiposo, al igual que partículas de condimentos; en emulsión se encuentra una cierta parte de la grasa, precisamente en forma de emulsión (aceite en agua); con la presencia de aire, la solución proteica forma espuma (Prándtl, 1994).

En una emulsión tenemos la fase continua (agua) y la fase discontinua (grasa) y el agente emulsivo (proteína). Podemos hacer una emulsión con proteínas de carne con la siguiente distribución:

- 1) Miofibrilares.....56% (Solubles en soluciones salinas concentradas).
- 2) Sarcoplasmáticas.....33% (Solubles en soluciones salinas de baja fuerza iónica).

Las proteínas del tipo miofibrilares son las que dan el aspecto de gel y emulsificante y tiene la extracción máxima de una solución a 4% en temperatura controlada (abajo del

15%). Las partículas de grasa, están suspendidas en el seno del líquido en virtud de una película proteica. Los grupos hidrofílicos de las proteínas se orientan hacia el agua y los hidrofóbicos hacia la fase grasa, estabilizando la suspensión. Tanto las proteínas miofibrilares como las sarcoplásmicas pueden llevar a cabo esta emulsificación (Prándtl *et al.*, 1994).

3.4 Factores que influyen en la obtención y estabilidad de la emulsión

1. Equipo utilizado

- a) Molino coloidal. Gran capacidad de emulsificación debido a la alta rotación de navajas.
- b) Cutter. Media capacidad de emulsificación. La acción mecánica de picado fino incrementa el hinchamiento de la estructura proteica y ayuda a la extracción de la proteína soluble que forma la interfase agua/grasa. (Forrest *et al.*, 1979).

2. Temperaturas

Entre 8° C y 10° C ideal la masa para ser preparada en la Cutter.

1. Mayor a 12° C. Esta temperatura indica que hubo un problema de calentamiento en la masa. Por ocasión del cocimiento existe la posibilidad de quiebra en la emulsión.
2. Menor a 6° C. Alrededor de esta temperatura hay dificultad de extracción de las proteínas miofibrilares, aumentando la posibilidad de emplastamiento de la masa.

Si la carne sobrepasa los 16°C después de la Cutter o picado hay un proceso de desnaturalización de proteínas y como consecuencia ya no va haber emulsificación,

esto ocasiona que a la hora de la cocción haya una separación de fases es decir hay separación de agua (Guerrero *et al*, 2002).

3. pH

pH Ideal de trabajo 5.8 – 6.2. Hay un pequeño aumento en la extracción proteica soluble para poder ser extraída. El punto isoeléctrico de la carne es alrededor de 5.4. En este punto se tiene la menor capacidad de retención de agua (Prándtl *et al* 1994).

4. Materia Prima

Tejidos animales:

- a) Carne de vacuno. Carnes magras. Puede emplearse carne recién sacrificada, carne refrigerada o carne almacenada en congelación.
- b) Carne de cerdo: Para embutir se utiliza la carne que tiene 50 – 80% de recortes magros, paletas, deshuesadas, magro de aguja, carne de papada, labios etc.
- c) Tejido graso: Se procura que entre otras cosas sea sustancioso y espeso, esta exigencia se concreta en un bajo punto de fusión y en las características estructurales del tejido así descrito (Price *et al.*, 1994).

5. Agua y/o Hielo:

El agua sirve como solvente de la sal que forma la salmuera para la extracción de proteínas solubles en disoluciones salinas. Si no hay suficiente agua en la emulsión se limitan la capacidad emulsificante potencial de la carne. Influye también en la palatabilidad disminuyendo la dureza y la jugosidad del producto final. Para permitir el tiempo necesario para que ocurra la adecuada desintegración de modo que el embutido final tenga la textura deseada se añade hielo picado o agua fría (Prándtl *et al.*, 1994).

6. Acción de los aditivos

- a) *Sal común*. Además de dar sabor y mejorar la capacidad de conservación la sal cumple importantes cometidos tecnológicos. Así la adición de sal incrementa fuerza iónica, imprescindible para la solubilidad e imbibición de la proteína muscular. A medida que aumenta la fuerza iónica se incrementan tanto la solubilidad de las proteínas fibrilares como la capacidad fijadora de agua. Debido a la mutua acción entre los iones disociados de la sal y los grupos polares de las proteínas (Forrest *et al.*, 1979).
- b) *Fosfatos*. Son componentes naturales de casi todos los alimentos. La acción de los fosfatos estriba en elevar el valor del pH y la fuerza iónica así como en un intercambio específico con la proteína muscular fibrilar. Desarrollan una influencia ventajosa sobre los fenómenos que suceden durante la coagulación por el calor, puesto que su presencia da lugar a un entramado proteico estable. Asimismo los fosfatos favorecen el proceso de emulsión ya que estimulan la dispersión molecular. Otra función importante es su acción conservadora. Los polifosfatos son agentes que elevan el pH de la masa, aumentando así la capacidad de retención de agua, disminuyendo así la quiebra en el cocimiento. Mejora la textura y la liga por la ayuda en la solubilización de las proteínas miofibrilares. Reduce la aparición de sabores indeseables ya que liga iones que catalizan reacciones que producen rancidez oxidativa (Carballo *et al.*, 1991).
- c) *Nitritos y Nitratos*. La función principal es el desarrollo del color curado además de un efecto bacteriostático e inhibe el desarrollo del *Clostridium botulinum*. Fija el color impartiendo el típico color "rosa" asociada con las carnes curadas, el nitrito forma óxido nitroso que se combina con la hemoglobina. También tiene un efecto

antioxidante. Retarda la rancidez oxidativa estabilizando grasas (Forrest *et al.*, 1979).

d) *Proteínas no cárnicas*. Tienen el objetivo de sustituir una parte de la carne que se emplearía en el producto o visto de otro modo ampliar o extender la cantidad de carne efectivamente empleada con un aporte proteico y funcional adecuado. Las más comunes son: proteína aislada de soya (90%), Concentrado de soya (70%), harina de soya (50%), texturizados (47- 50%), caseinato de sodio, gluten de trigo, proteína vegetal hidrolizada, proteína de suero de leche, gelatinas, aislado, concentrado y harina de *Lupinus*. Algunos beneficios que nos aportan es que ligan agua, mejoran rendimientos, reducen costos, adicionan textura, mejoran rebanabilidad, mejoran succulencia, estabilizan el agua y la grasa de una emulsión, mejoran el perfil nutricional (Rust, 1994).

e) *Extensores*. Los extensores cárnicos son generalmente materiales ricos en proteína, componente al cual se asocian algunas de las propiedades funcionales más apreciadas en la tecnología de alimentos, como las capacidades de retención de agua, emulsificación de grasas y formación de geles. En determinados niveles de adición, los extensores pueden tener, no sólo su esperado efecto económico, sino también un positivo efecto tecnológico. Los extensores son:

1. Féculas y harinas. Son hidrocoloides que tienen la prioridad de retener el agua aumentando el rendimiento de la masa, reducen costos, mejorar o acentúan el aroma y sabor del producto, favorecen la textura, disminuyen la pérdida durante la cocción y reducen los gastos de formulación (Lawrie,1974).
2. Gomas. Carrageninas. Pertenecen a la familia de galactanos sulfatados y son extraídos de las algas marinas. Los 3 principales tipos son: Kappa (gelificante),

iota (gelificante) y lambda (no gelificante). Su característica más importante es la habilidad para reaccionar con las proteínas para mejorar la textura y rebanabilidad en productos cárnicos procesados. Cuando el material crudo es calentado, la carragenina se solubiliza formando un gel a 50–60°C. La carragenina forma una solución altamente viscosa con buena estabilidad sobre un rango de niveles de pH (BeMiller, 1996). Ligan agua. Algunos posibles problemas es que pueden incrementar la actividad acuosa (A_w) y reducir la textura cárnica (Forrest, *et al*/1979).

7. Tratamiento térmico

Con el escaldado se contribuye a que haya una disminución de microorganismos, se favorece la conservación y se coagulan las proteínas de manera que se forme una “masa consistente” (Guerrero, 2002).

3.5 Uso de proteínas vegetales en preparaciones cárnicas

De las proteínas vegetales, la más utilizada en la industria cárnica es la proteína de la soya que representa próximo de 95% y los demás son representados por las proteínas de trigo, de la leche y fibras de colágeno. El uso de la proteína de soya en un producto cárnico se justifica por 3 fuertes puntos: costo, nutrición y funcionalidad.

De acuerdo a la funcionalidad es un grupo de prioridades físico-químicas de una proteína que contribuye en las características de un alimento: gelificación, emulsión, aeración, solubilidad y viscosidad (Martínez, 2001).

3.6 Reología y Textura de los Alimentos

La Reología puede definirse como el ámbito de la ciencia que estudia la deformación y el flujo de materiales causadas por la aplicación de un esfuerzo. Es parte de la física y estudia el comportamiento de los diferentes fluidos (de líquidos a sólidos), sus características (como dureza, viscosidad, elasticidad, adhesión, estabilidad y suspensión, entre otras), así como sus deformaciones al someterse, por ejemplo, a cambios de temperatura, de humedad o de nuevos componentes. El comportamiento reológico de los alimentos es muy complejo y a la vez desempeña un papel muy importante en muchos sistemas de proceso (Mohsenin *et al*, 1977).

Para el consumidor, los atributos más importantes de los alimentos los constituyen sus características organolépticas (textura, bouquet, aroma, forma y color). Son éstas las que determinan las preferencias individuales por determinados productos. Pequeñas diferencias entre las características organolépticas de productos semejantes de marcas distintas son a veces determinantes de su grado de aceptación.

3.6.1 Textura

Es una sensación subjetiva provocada por el comportamiento mecánico y reológico del alimento durante la masticación y la deglución.

La textura de los alimentos está principalmente determinada por el contenido de humedad y grasa, el tipo y cantidad de proteínas y carbohidratos estructurales. Todas las pérdidas y cambios en estos componentes tienen una influencia importante sobre la textura (Aktas y Kaya, 2001). Instrumentalmente la textura se ha determinado por la dureza de corte medida por una navaja de Warner-Bratzler, que indica los kilos de

fuerza requeridos para cortar un centímetro cuadrado del músculo, realizando el corte en orientación perpendicular a las fibras musculares.

3.6.2 Fuerza al corte

El ensayo Warner-Bratzler es una prueba empírica utilizada para medir ternura en carne y productos cárnicos. En este ensayo intervienen fuerzas de tensión, corte y compresión (Bourne, 1982). La fuerza de corte es una variable ampliamente utilizada para evaluar la textura de la carne y productos cárnicos, la navaja Warner-Bratzler grafica la fuerza de corte para comparar las diferentes muestras. Se debe indicar la velocidad de compresión del mismo. Luego se obtiene una curva en la pantalla con las mediciones de textura calculadas por los picos de la curva y el área bajo la curva (Figura 1).

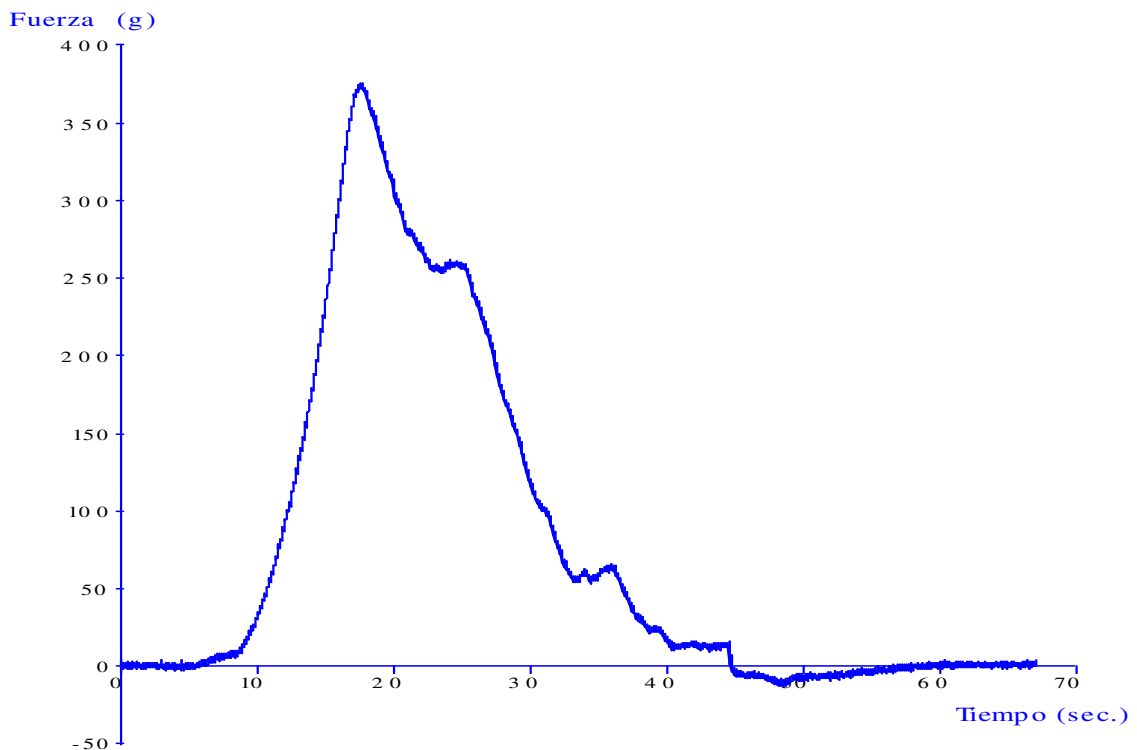


Figura 1 Curva típica con la navaja Warner – Bratzler

En el cuadro 5 se describen los parámetros mecánicos y las dimensiones en que generalmente se expresan los resultados de la prueba Warner-Bratzler.

Cuadro 5. Definiciones y análisis dimensional de los parámetros de la prueba Warner-Bratzler.

Parámetro mecánico	Descripción	Variable	Unidades
Fuerza Máxima	Fuerza máxima alcanzada para el corte completo de la muestra (también relacionado con la resistencia debida a los componentes del tejido conectivo).	Presión	Kg/cm ²
Fuerza de Ruptura	Primer punto de ruptura de la gráfica de medición de textura, relacionado con los componentes miofibrilares.	Presión	Kg/cm ²
Pendiente Firmeza al corte	Es la inclinación de la parte recta de la curva que se obtiene en la prueba de Warner-Bratzler, trazada desde el origen hasta el punto de fuerza máxima.	Velocidad	Kg/seg
Área	Trabajo total necesario para el corte completo de la muestra.	Trabajo	Kg/seg

(Modificada de Bourne, 1982).

Kg=kilogramo; m=metro; s=segundo

3.6.3 Análisis de perfil de textura en productos cárnicos (TPA)

El análisis de perfil de textura es un excelente procedimiento instrumental para medir, cuantificar y desarrollar nuevos parámetros relacionadas con la textura, aunque la magnitud de estos parámetros será influenciada por las variables introducidas en las mediciones como la tasa de deformación y para que ellas puedan proveer información objetiva y que se pueda comparar es necesario ejecutar las mediciones bajo unas condiciones estandarizadas (Lawrie, *et al* 1974).

Para determinar las propiedades texturales de los alimentos se usa una prueba empírica denominada análisis de perfil de Textura (TPA), que consiste en una prueba de doble compresión en las cuales se someten muestras del producto a una compresión del 80 a 90% de su altura inicial, lo cual resulta casi siempre en la ruptura del alimento. Este análisis es uno de los ensayos de compresión más usados para alimentos. Con este se obtiene la fuerza que debe aplicarse para masticar un alimento, sometiendo una muestra, en dos ocasiones consecutivas, simulando el esfuerzo de la mandíbula al morder, luego se obtiene una curva en la pantalla con las mediciones de textura calculadas por los picos de la curva y el área bajo la curva (Figura 2).

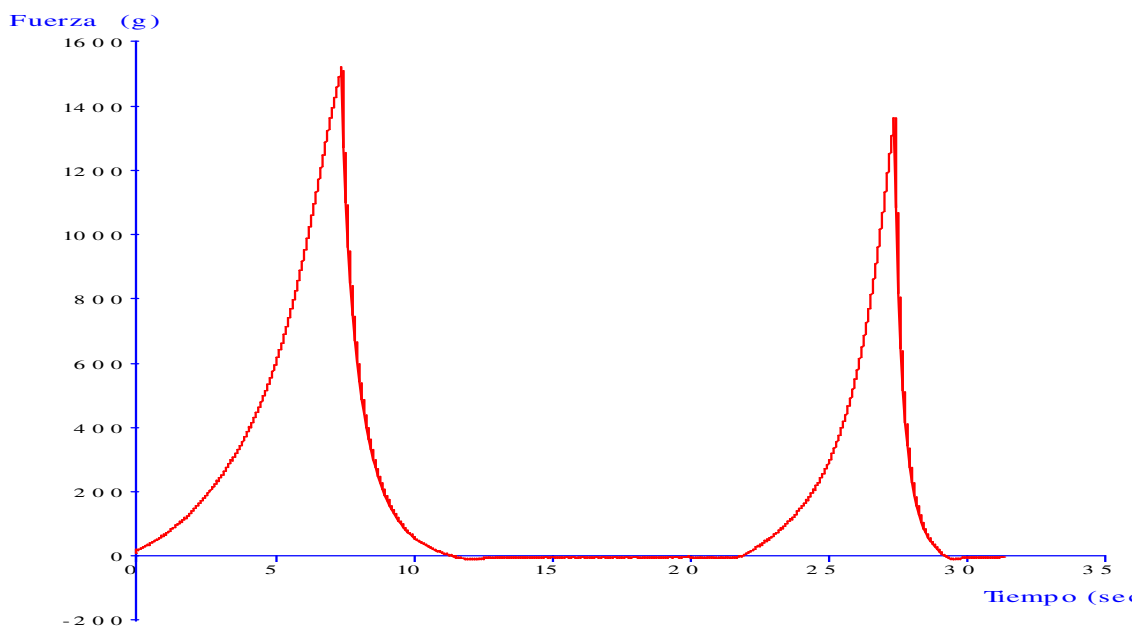


Figura 2. Análisis de Perfil de Textura (Curva de típica de TPA)

Los parámetros de textura, definidos de acuerdo a Bourne (1978) y Szczesniak (1963) fueron calculados en base al cuadro 6 de la siguiente manera:

Cuadro 6. Definiciones y cálculo de los términos de textura.

Parámetro	Definición	Determinación	Unidades
Fracturabilidad	Fuerza necesaria para fracturar la muestra.	Fuerza en la primera ruptura significativa de la muestra.	Newtons (N)
Dureza	Fuerza necesaria para lograr una deformación determinada.	Máxima fuerza durante el primer ciclo de compresión	Newtons (N)
Adhesividad	Trabajo necesario para vencer la fuerza de atracción entre la muestra y una superficie.	Área negativa después del primer ciclo de compresión. Representa el trabajo necesario para separar la superficie del equipo y la muestra.	Joules (J)
Cohesividad	"Fuerza" de los enlaces internos que mantienen la estructura de una muestra (Szczenniak, 1963). Representa la resistencia de un material a una segunda deformación con relación a cómo éste se comportó en un primer ciclo de deformación. Es una medida del trabajo realizado en la segunda compresión dividido entre el trabajo durante la primer compresión (Bourne, 1968)	Relación entre el área positiva del segundo ciclo de compresión (A_2) y el área positiva del primer ciclo (A_1). Excluyendo la porción de áreas durante la descompresión de la muestra (Szczenniak, 1963; Bourne, 1978)	Relación A_2/A_1 (adimensional)
Elasticidad o recuperación elástica	Capacidad que tiene una muestra deformado para recuperar su forma o longitud inicial después de que la fuerza aplicada es retirada.	El cociente L_2/L_1	Adimensional Una longitud dividida por otra longitud.
Gomosidad	Fuerza necesaria para desintegrar una muestra de alimento semisólido a un estado tal que facilite su ingesta.	Producto de la dureza y la cohesividad.	Newtons
Chiclosidad o masticabilidad	Fuerza necesaria para masticar un alimento sólido hasta un estado tal que permita su ingesta.	Producto de la dureza, cohesividad y elasticidad.	Newtons

Fuente: (Bourne, 1968; Szczenniak, 1963)

Con relación a las propiedades de los alimentos sólidos y semisólidos, (Szczesniac 1995), propone que la Masticabilidad y la Gomosidad no deberían ser consideradas para ambos tipos de alimentos, debido a que cada grupo tiene características diferentes. Los productos semisólidos sufren una deformación permanente, por lo tanto no tienen elasticidad y es incorrecto cuantificar la Masticabilidad y la Gomosidad en TPA de productos sólidos. De tal manera que para los productos sólidos, (Szczesniac 1995) sugiere que se haga referencia a la Masticabilidad y que la Gomosidad se aplique a productos semi-sólidos.

El término resiliencia se refiere originalmente en ingeniería a la capacidad de un material para adquirir su forma inicial después de someterse a una presión que lo deforme, la energía absorbida en la rotura por unidad de sección.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Caracterizar la semilla de *Lupinus albus* y evaluar el efecto de la inclusión de harina, concentrado y aislado proteico de *Lupinus* sobre la textura de salchichas.

4.2 Objetivos particulares

- ❖ Identificar la composición química de la semilla, harina y concentrado proteico de *Lupinus albus*.

- ❖ Evaluar el perfil de textura, fuerza y esfuerzo al corte de salchichas a las cuales les fue añadido harina, concentrado y aislado de *Lupinus*, comparando la textura de la salchicha testigo con la salchicha adicionada.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Materia Prima

Las semillas de *Lupinus albus* fueron proporcionadas por el Doctor Francisco Zamora del Campo Experimental de la Universidad Autónoma de Guadalajara. El aislado proteico fue donado por la Dra. Norma Güemes Vera de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

5.2 Planteamiento del experimento

Primeramente, se obtuvo harina de *Lupinus*, para posteriormente destoxificarla y obtener el concentrado y aislado proteico de *Lupinus*. A estos se les evaluó, en conjunto con la semilla, la composición química.

Para determinar el efecto de estos componentes sobre la textura de las salchichas se realizó un diseño completamente al azar bajo un arreglo factorial 4x3 y tres repeticiones, utilizando como factores la concentración del derivado de *Lupinus* (0.5, 1, 1.5 y 2%) y el derivado de *Lupinus* (aislado, concentrado y harina de *Lupinus*) de la siguiente manera: AIS-050, AIS-100, AIS-150, AIS-200, CON-050, CON-100, CON-150, CON-200, HAR-050, HAR-100, HAR-150, HAR-200.

Los resultados se analizaron mediante un programa llamado PROC GLM del paquete estadístico SAS versión 8.0 (SAS Institute, Cary, NC), además se determinó la diferencia entre las medias obtenidas por medio de un análisis de comparación de medias de Duncan utilizando el mismo paquete.

5.3 Obtención de Harina Destoxificada de *Lupinus albus*

Se realizó la selección de la semilla. Se quito la cáscara. Se coció a ebullición por 5 minutos (Acuña y Ormaza, 2001) y la extracción de los alcaloides se realizó cuando la semilla cocida fue sometida al proceso de flujo continuo en agua por un período de 15h (Duque, 1995). Se expuso la semilla en contacto con el sol para que hubiese un secado. Después se procedió al molido de la semilla en un molino para café (marca Krups modelo 203) y se tamizó en una malla de metal (Standard Testing Sieve No. 25, Tyler equivalent 24 mesh, 0.710 μM).

5.4 Obtención de Harina Destoxificada y Desgrasada de *Lupinus albus*

El procedimiento consistió en eliminar la grasa de la harina de *Lupinus* con hexano, se preparó una solución de harina: hexano 1:4, con agitación en cámara fría durante 8 h. Se retiro el hexano y se esparció la harina en una lámina de aluminio y fue expuesta en una cámara de extracción hasta su completa evaporación de hexano quedando seca la harina.

5.5 Obtención de Concentrado proteico de *Lupinus albus*

Una parte de la harina desgrasada y destoxificada se empleo para el obtener el concentrado tal y como fue propuesto por (Fernández *et al*, 1993), mediante lavados con alcohol isopropílico al 80% y al 60%. Con el alcohol al 80% en una relación de 1:2 se procedió a realizar 3 lavados con un tiempo de 30 min con agitación entre cada lavado. Se realizo lo mismo con el alcohol al 60%. Se quito el alcohol y se expuso el concentrado en una lámina de aluminio y se coloco en la campana de extracción hasta su completo secado.

5.6 Elaboración del producto cárnico emulsionado (salchicha)

Las salchichas se elaboraron en el taller de Tecnología de la Carne del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Utilizando el equipo, aditivos y materia prima que se menciona en el cuadro 7.

Cuadro 7. Equipo e insumos utilizados para la elaboración de la salchicha

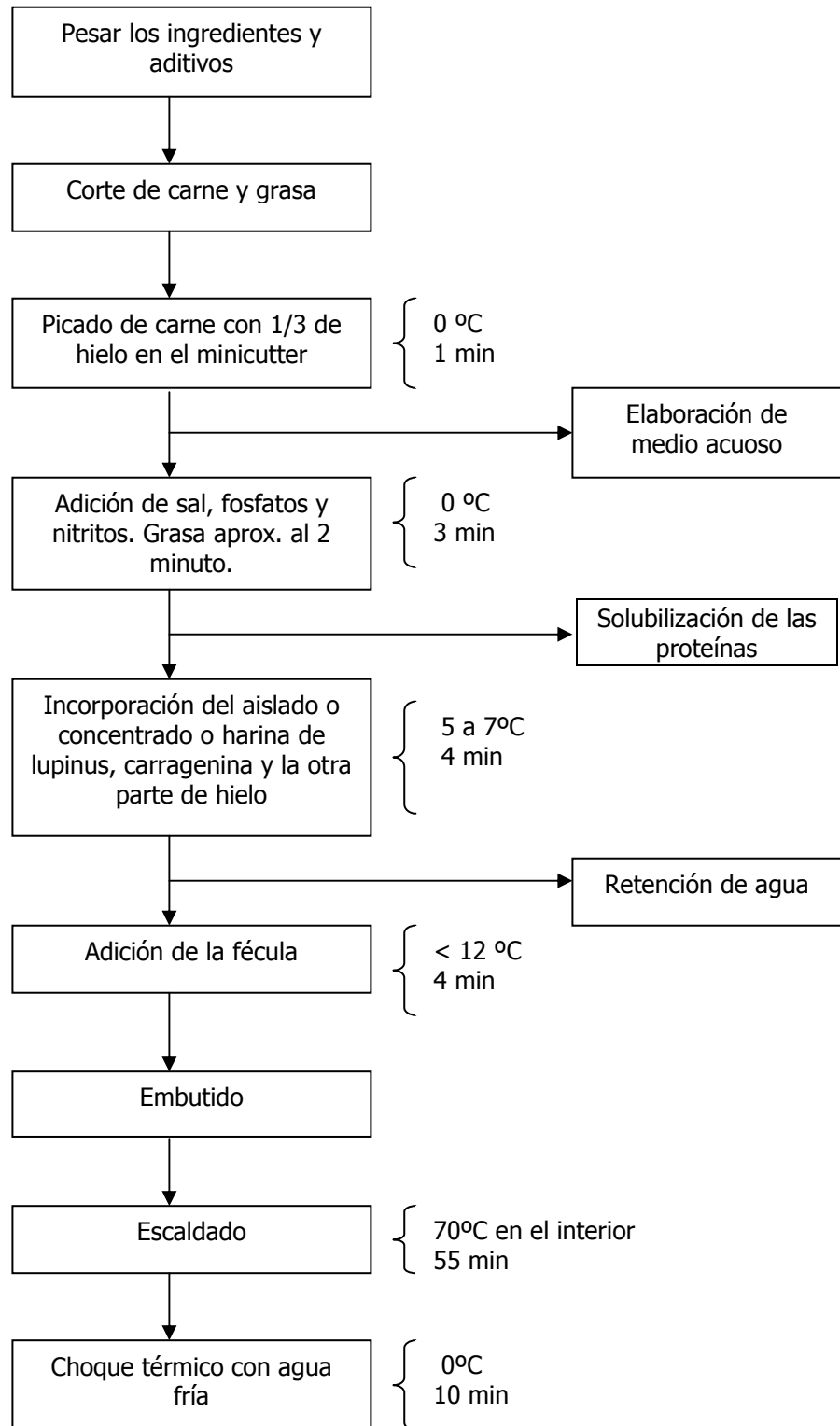
Equipo	Aditivos	Materia Prima
Minicutter	Fécula	Carne
Balanza	Nitritos	Grasa
Termómetro	Fosfatos	Hielo
Cronómetro	Sal	
	Carragenina	
	Aislado de <i>Lupinus</i>	
	Concentrado de <i>Lupinus</i>	
	Harina de <i>Lupinus</i>	

En el cuadro 8 se mencionan las formulaciones que fueron empleadas para la elaboración de salchichas, observándose que los ingredientes fueron de igual porcentaje a excepción de la sustitución de carragenina por los derivados de *Lupinus* en los diferentes tratamientos.

Cuadro 8. Formulaciones de las salchichas.

Ingrediente	Tratamientos				
	Testigo	T1	T2	T3	T4
Carne (%)	58	58	58	58	58
Grasa (%)	15	15	15	15	15
Hielo (%)	25	25	25	25	25
Sal (%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Fosfatos (%)	.26	.26	.26	.26	.26
Nitritos (%)	.16	.16	.16	.16	.16
Fécula (%)	4	4	4	4	4
Carragenina (%)	3	2.5	2	1.5	1
Aislado de <i>Lupinus</i> (%)	0	0.5	1	1.5	2.0
Concentrado de <i>Lupinus</i> (%)	0	0.5	1	1.5	2.0
Harina de <i>Lupinus</i> (%)	0	0.5	1	1.5	2.0

5.7 Diagrama de flujo del proceso de fabricación de las salchichas



5.8 Variables analizadas

Se determinó el análisis proximal (determinación de grasa, proteína, humedad, cenizas y fibra dietaria) para la semilla y derivados del *Lupinus albus*. Posteriormente, en la salchicha se analizó el perfil de textura (cohesividad, resiliencia, adhesividad, elasticidad) fuerza al corte y esfuerzo al corte.

5.9 Análisis proximal para la caracterización de semilla, harina y concentrado de *Lupinus albus*.

5.9.1 Determinación de Grasa

Digestión de la muestra

Se pesó 2g de semilla y se le agregó 2 ml de alcohol al 95%, 10ml de ácido clorhídrico concentrado y 8ml de agua destilada. Todo esto fue colocado en un frasco bien tapado para evitar evaporaciones de solución. Se puso a baño maría a 60°C durante 20 min y posteriormente se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Separación de la Grasa

En un matraz de separación se colocó la muestra ya digerida y se le adiciono 10 ml de alcohol, 25 ml de éter dietílico y se agitó por 1 min (tapando y destapando cada 3 s). Después se le adicionó 25 ml de éter de petróleo y se agito por 1 min (tapando y destapando cada 3 s). Por decantación se obtuvo la grasa eliminando todo el desecho. En un vaso de precipitado que estuvo a peso constante se colocó toda la grasa obtenida, se metió a la estufa por 8h, se dejó enfriar a temperatura ambiente y por último se registró el peso del residuo (A.O.A.C, 1990).

5.9.2 Determinación de Humedad

Para esta determinación se empleó la termobalanza Adam AMB50 procediendo a colocar 1 g de semilla programándola a 15 min a una temperatura de 105°C registrando el porcentaje de humedad (modificado de Carballo, 1991).

5.9.3 Determinación de Nitrógeno (Proteína) Microkjeldahl

5.9.3.1 Digestión

En el matraz del Microkjeldahl se colocó 0.3 mg de muestra, 3.7 g de mezcla digestora, 5 ml de ácido sulfúrico concentrado y se procedió a encender el equipo digestor (Büchi B-426) y se dejó digerir por espacio de 1 h.

5.9.3.2 Destilación

En el aparato destilador (unidad de destilación Büchi B-316) se colocó el matraz con la muestra ya digerida y se le adicionó 10 ml de hidróxido de sodio al 40% y se encendió el equipo, en un lapso de aproximadamente 5 min se empezó a recoger el destilado en un matraz con 6 ml de ácido bórico al 4% con unas gotas de indicador rojo de metilo, dando un viraje de rojo – rosa a verde claro transparente.

5.9.3.1 Titulación

En una bureta se colocó ácido clorhídrico 0.1N valorado y se tituló el destilado obtenido hasta un viraje de verde a rosa. Se registró la cantidad de HCl empleado (A.O.A.C, 1990).

5.9.4 Determinación de Cenizas (minerales)

Los crisoles se pusieron a peso constante en la estufa (Horno de convección marca Shel-Lab 1380 FX). En el crisol se colocó 1 g de muestra, se metieron a la mufla (Model Box Furnace BF51728c-1) a 180°C por espacio de 2 h, luego se incrementó la temperatura a 280°C por 1 h y por último se subió a 550°C hasta que las cenizas quedaran blancas. Se metieron al secador hasta enfriarse a temperatura ambiente y por último se registró el peso (A.O.A.C, 1990).

5.9.5 Determinación de Fibra Dietaria

Para su determinación se empleó los siguientes materiales y reactivos.

Reactivos y Material

Agua destilada	Éter de petróleo
Etanol al 95%	Acetona
Solución de Hidróxido de sodio 0.275N	Mufla
α - Amilase, Heat Stable; Product Code A 3306	pHmetro
Amyloglucosidase Product Code A 9913	Baño con agitación
Una bomba de vacío o aspirador (Büchi Vac 500)	Celite™ ,Acid Washed; Product Code C 8656
Crisoles de vidrio con porosidad 2 (40-60microns de grosor)	Estufa (Horno de convección marca Shel-Lab 1380 FX)
Solución de Ácido Hidroclórico 0.325M	Desecador
Protease; Product Code P 3910	Matraces de plástico
Etanol al 78%	Papel aluminio
Buffer fosfato 0.08M, pH 6.0	Equipo (Fibertec System E mod. 1023 Filtration Module Foss Tecator)

Crisoles

Se pusieron 12 crisoles de vidrio a peso constante en la estufa (Horno de convección marca Shel-Lab 1380 FX) a una temperatura de 100°C y se enfriaron en un desecador por espacio de 45 min. A cada uno de los crisoles se les agregó 0.5 g de Celite y se metieron a la estufa (Horno de convección marca Shel-Lab 1380 FX) a 130°C para que

estuvieran a peso constante aproximadamente una h, y por último para su enfriamiento se colocaron en un desecador.

Procedimiento

Precipitación de la muestra

Se pesó 1 g de muestra y se colocó en los 6 matraces de plástico, se les agregó 50 ml de buffer fosfato 6.0 a cada uno, después se les agregó 0.10 ml de α - Amilase y se mezcló bien. Se taparon muy bien los matraces con papel aluminio y se colocaron a baño maría para incubación a una temperatura de 95°C por 15 min. Se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

Se ajustó el pH con 10 ml de NaOH 0.275N hasta que tuvo 7.5, inmediatamente después se uso 0.1 ml de la solución de Protease. Se cubrieron los matraces con papel aluminio y se les incubó a 60°C en baño maría con agitación, por 30 min. Se enfriaron a temperatura ambiente. Se ajustó el pH a 4.0 agregándole 10 ml de HCl 0.325M. Se les agregó 0.1 ml de Amyloglucosidase a cada matraz y se cubrieron con papel aluminio y se colocaron en el baño a 60°C por 30 min. Se les agregó 4 volúmenes de etanol al 95% a cada matraz. Se dejaron toda la noche a temperatura ambiente para su completa precipitación.

Filtración

A cada crisol con Celite se le agregó un poco de etanol al 78% para que se humedeciera y formara una capa uniforme. Se colocaron los crisoles en la parte superior del equipo y se sellaron los matraces con las muestras boca abajo a fin de que ocurriera la filtración. Se encendió la bomba de vacío (Büchi Vac 500) y se efectuaron 3 lavados con aproximadamente 20 ml de etanol al 78%, dos lavados con alcohol al 95% y por último se lavó con 10 ml de acetona.

Cenizas

Una vez terminada la filtración se colocaron los crisoles en la estufa (Horno de convección marca Shel-Lab 1380 FX) a 105°C aproximadamente 10 h, después fueron enfriados en un desecador por 45 min, se pesaron. Al término se colocaron en la mufla (Model Box Furnace BF51728c-1) a 525°C por 5 h, fueron enfriados en un desecador y se registró el peso.

5.10 Análisis de perfil textura para el producto cárnico emulsionado con la inclusión de los derivados de *Lupinus*

La preparación de las muestras se realizó de acuerdo a lo indicado por Totosaus (2001), con algunas modificaciones, la muestra se mantuvo en refrigeración al menos 24 h antes de realizar el análisis, las salchichas se cortaron en piezas de 2 cm de alto y tenían un diámetro de 2 cm. Posteriormente, las muestras fueron comprimidas en un equipo analizador de textura TA-HDI (Texture Technologies, New York, USA/Stable Micro Systems, Surrey, UK) con una celda de carga de 50 kg y una sonda de acrílico de 2.5 cm de diámetro, a una velocidad de 1 mm/s comprimiendo las salchichas en dos ciclos hasta un 50% de su altura inicial, con un periodo de espera de 5 s entre cada uno (Figura 3).

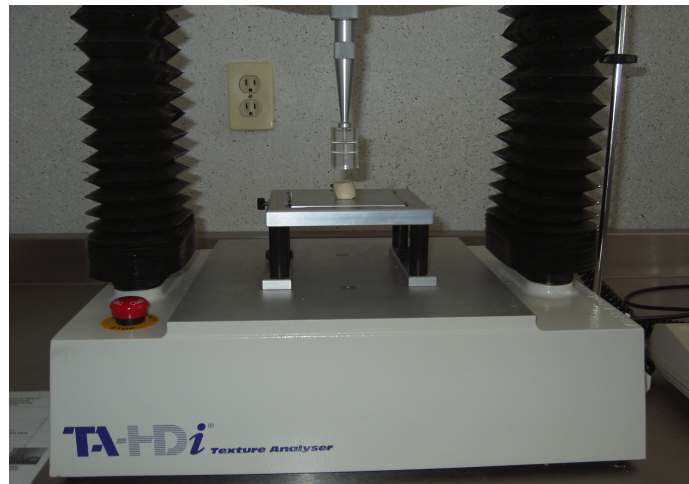


Figura 3. Análisis del perfil de textura de las muestras

5.11 Fuerza al corte y esfuerzo al corte con la navaja Warner- Bratzler

Esta prueba de corte es definida como el deslizamiento de dos partes contiguas de un cuerpo en una dirección paralela al plano de contacto, bajo la influencia de una fuerza tangencial a la sección en la cual actúa, ésta denominación puede describir la acción de "corte", causando la división del producto en dos piezas.

1. La muestra consistió en un trozo de 10 cm de longitud que se colocó horizontalmente entre la base de la celda y la lámina que efectúa el corte (Figura 4), la lámina baja verticalmente hasta lograr la completa penetración de la celda a lo ancho de la estructura del producto.
2. Se evaluó la resistencia al corte usando la navaja Warner-Bratzler en un analizador de textura TA-HDI (Texture Technologies, New York, USA/Stable Micro Systems, Surrey, UK) empleando una velocidad de prueba de 1 mm/s y velocidad de retroceso de 2 mm/s (Figura 4).
3. Se efectuaron 3 cortes en cada una de tres corridas hasta cortar la muestra.
4. Se observó en el monitor de la computadora las gráficas que son presentadas de acuerdo a lo que va realizando el equipo de textura.

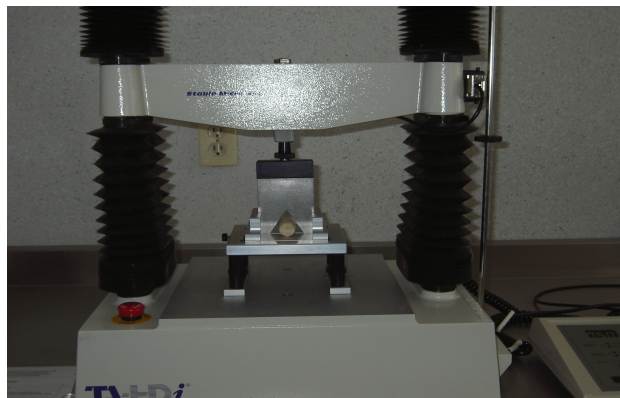


Figura 4. Equipo analizador de textura con la navaja Warner Bratzler

5.12 Fuerza al corte y esfuerzo al corte con la celda Kramer

Esta prueba produce una combinación de compresión, extrusión y cizallamiento nos da una idea muy general de la homogeneidad o heterogeneidad de nuestro producto. Para esta prueba se utilizó una Celda Kramer adaptada al mismo equipo analizador de textura TA-HDI, con una celda de carga de 50 kg y a una velocidad de 1mm/s (Figura 5).

1. La muestra de aproximadamente 8 cm de longitud, se colocó de forma horizontal entre la base de la celda y las láminas que efectúan el corte, las láminas bajan verticalmente hasta lograr la completa penetración de la celda a lo ancho de la estructura del producto cortándolas a su vez.
2. Se observó en el monitor de la computadora las gráficas que son presentadas de acuerdo a lo que va realizando el equipo de textura. Se reportó la fuerza máxima detectada durante la compresión-extrusión por g de muestra.

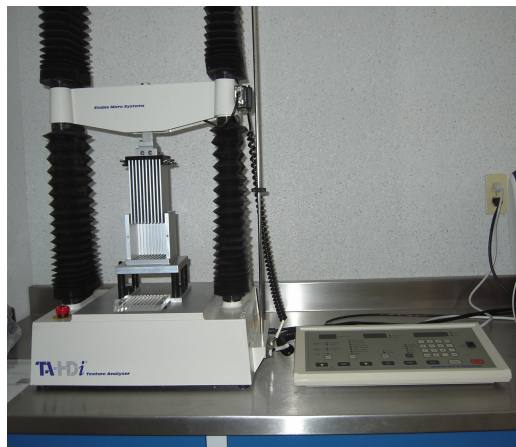


Figura 5. Equipo analizador de textura con la celda Kramer

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Caracterización de la semilla de *Lupinus albus*

En el Cuadro 9 se observan los resultados del análisis proximal de los derivados de *Lupinus albus* pudiéndose apreciar que la humedad varía entre 9% y 9.95% siendo la harina destoxificada y desgrasada la que presentó mayor humedad. El porcentaje de cenizas (minerales) fue mayor en la semilla (3.8%) y menor en el concentrado y harina destoxificada (2.5%). Estos valores concuerdan con los reportados por Ruiz y Sotelo 2001, quienes obtuvieron 3.69% de cenizas en semillas de siete especies de *Lupinus* silvestres recolectadas en Jalisco, México. Duque, 1995 reportó 2.7% de cenizas. Güemes, 2004 reporta valores de 2.0% de cenizas en *L. mutabilis*, los cuales son menores a los encontrados en este trabajo. La mayor cantidad de proteína como se esperaba se obtuvo en el concentrado presentando un porcentaje de 83.12, en la harina destoxificada sólo se encontró un porcentaje de 34.63 y con muy poca diferencia se presentó en la semilla y la harina destoxificada y desgrasada 41.56 y 43.8%, respectivamente. (Ruiz y Sotelo 2001) reportan un promedio de 40.73% de proteína en *Lupinus* silvestres, mientras que Fraser *et al.* 2005 encontraron 36% en *Lupinus angustifolius*. Así mismo Güemes, 2004 reporta valores promedio de 49.4, 70 y 93.5% de proteína para harina, concentrado y aislado de *L. mutabilis*. Por último, el porcentaje de grasa encontrado varía de 14.53 a 16 siendo en la harina destoxificada el de mayor cantidad. Ruiz y Sotelo, 2001 reportan un promedio de 7.09% de grasa en especies de *Lupinus* silvestre. Güemes, 2004 reporta 3.2% de fibra cruda en harina de *L. mutabilis*, mientras que El-Adaway *et al.* 2001 encontraron contenido de fibra de 4.1%.

Cuadro 9. Análisis proximal de los derivados de *Lupinus*.

Análisis	Semilla	HD	HDD	C
Humedad (%)	9.0	9.0	9.9	9.6
Cenizas (%)	3.8	2.5	2.7	2.5
Proteína (%)	34.6	41.5	43.8	83.1
Fibra dietética (%)	ND	7.1	8	ND
Grasa (%)	14.53	16	0	0

HD = Harina Destoxificada

HDD = Harina Destoxificada y Desgrasada

C = Concentrado proteico

ND= No determinada

6.2. Efecto de los derivados de *Lupinus* sobre la textura de salchichas.

La textura de los alimentos es el resultado de la combinación de diversas propiedades, tanto físicas como químicas que interactúan entre si, con la finalidad de dar una cierta estructura al alimento (Lewis, 1987), por lo que una forma de percibir dicha estructura es a través del análisis sensorial de los productos, sin embargo se han propuesto diversos parámetros que se pueden medir instrumentalmente que ayudan en la determinación de estos atributos, como lo es el análisis de perfil de textura (Bourne, 1978).

Cuadro 10. Efecto global de los derivados de *Lupinus* sobre el perfil de textura de salchichas.

Tratamiento	Fuerza máxima Kg/cm ²	Cohesividad adimensional	Resiliencia	Adhesividad Joules	Elasticidad adimensional
TES	1196.2(242) ^a	0.343(0.11) ^a	0.948(0.21) ^a	-39.40(51) ^a	0.8168(0.03) ^a
AIS	1169.7(242) ^a	0.268(0.11) ^a	0.245(0.21) ^b	-68.88(51) ^{ab}	0.7274(0.03) ^a
CON	1239.7(242) ^a	0.267(0.11) ^a	0.235(0.21) ^b	-116.01(51) ^b	0.6458(0.03) ^a
HAR	1071.9(242) ^a	0.226(0.11) ^a	0.235(0.21) ^b	-80.65(51) ^{ab}	0.6601(0.03) ^a

^{ab} Literales distintas entre filas indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

En el Cuadro 10 se observa el efecto global de los derivados de *Lupinus* sobre el análisis de perfil de textura de salchichas, en el cual se puede observar que no existió

diferencias ($p > 0.05$) para la firmeza y cohesividad entre los tratamientos, cabe apuntar que se encontró que la resiliencia fue mayor en el testigo ($p < 0.05$). En cuanto a la adhesividad de las salchichas fue menor en el testigo ($p < 0.05$), mientras que la elasticidad no mostró diferencias ($p > 0.05$) entre los diferentes derivados de *Lupinus* y el tratamiento testigo.

Cuadro 11. Promedio de los derivados de *Lupinus* sobre la textura de salchichas utilizando la navaja Warner–Bratzler y celda Kramer.

Tratamiento	Firmeza W-B (g)	Esfuerzo W-B (g.s)	Firmeza Kramer (g)	Esfuerzo Kramer (g.s)
TES	696.08 ± 88 ^b	8.182 ± 1527 ^a	7.699 ± 1322 ^a	84.890 ± 20797 ^a
AIS	429.83 ± 88 ^b	6.178 ± 1527 ^a	10.635 ± 1322 ^b	10.9407 ± 20797 ^b
CON	385.38 ± 88 ^a	6.003 ± 1527 ^a	7.198 ± 1322 ^a	98.200 ± 20797 ^b
HAR	490.76 ± 88 ^b	6.655 ± 1527 ^a	18.517 ± 1322 ^b	83.916 ± 20797 ^a

^{ab} Literales distintas entre filas indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

En el cuadro 11 se tienen los promedios de textura de las salchichas adicionadas con el derivado de *Lupinus*. En la fuerza máxima cuando se utilizó la navaja Warner–Bratzler no se encontró diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos aislado, harina y testigo pero si en el concentrado. En el esfuerzo al corte con la navaja Warner-Bratzler puede observarse que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$).

En cuanto al uso de la celda Kramer, el testigo y el concentrado mostraron la menor firmeza y diferencias significativas ($p > 0.05$) con respecto a los demás tratamientos. En cuanto al esfuerzo de la celda Kramer el mayor esfuerzo lo obtuvo el aislado y concentrado, el testigo y la harina no presentaron diferencia significativas ($p > 0.05$). Cuando se utiliza la celda Kramer en las pruebas de compresión y se mide el punto máximo de fuerza, las cuchillas pasan a través del piso de la celda intervienen fuerzas de compresión, esfuerzo y extrusión (Gill et al., 1979).

6.2.1 Efecto de los derivados de *Lupinus spp.* sobre el análisis de perfil de textura en las salchichas.

El análisis de perfil de textura permite dar una idea general de la estructura de los alimentos. En la figura 6, se observa el efecto de la harina, concentrado y aislado de *Lupinus* en diversas concentraciones sobre la firmeza de las salchichas frankfurters, en la cual se tiene los tratamientos con aislado (AIS-150 y AIS-200) los que son mas firmes ($p < 0.05$), aunque el tratamiento de CON-200 observó una firmeza similar a los descritos anteriormente. La disminución de la dureza o firmeza de un alimento puede ser una característica deseable ya que este parámetro esta relacionado con la jugosidad del producto. Por ello, la utilización de extensores esta relacionado con este parámetro y con el rendimiento del producto (Schilling, 2002).

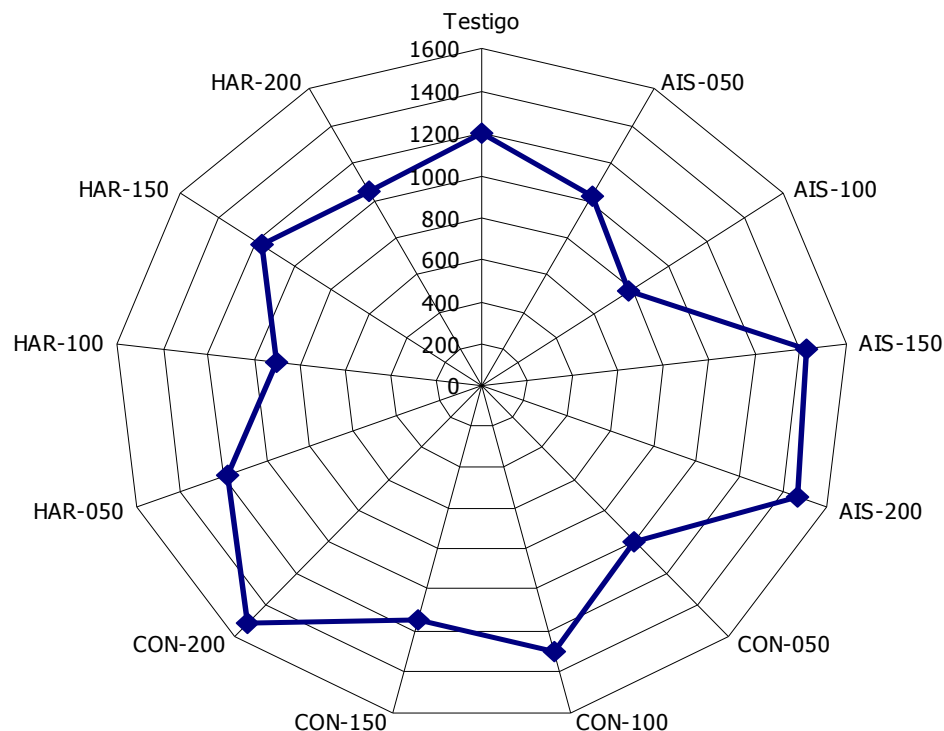


Figura 6. Efecto de los derivados de *Lupinus* sobre la firmeza de las salchichas.

HAR= Harina

CON= Concentrado

AIS= Aislado

Por otro lado, en la figura 6 se muestran los resultados de la cohesividad de las salchichas, en donde las muestras de harina son las menos cohesivas, mientras que aquellas salchichas del tratamiento CON-200 presentó la mayor cohesividad. Lo anterior, tiene congruencia ya que la harina contiene una menor cantidad de proteína, y el concentrado y aislado tiene una mayor concentración proteica lo que hace que la interacción entre las moléculas durante la formación de la emulsión sea mas estable y cohesiva, ya que una de las propiedades funcionales de las proteínas es la de mantener la cohesividad (Nuckles et al. 1990).

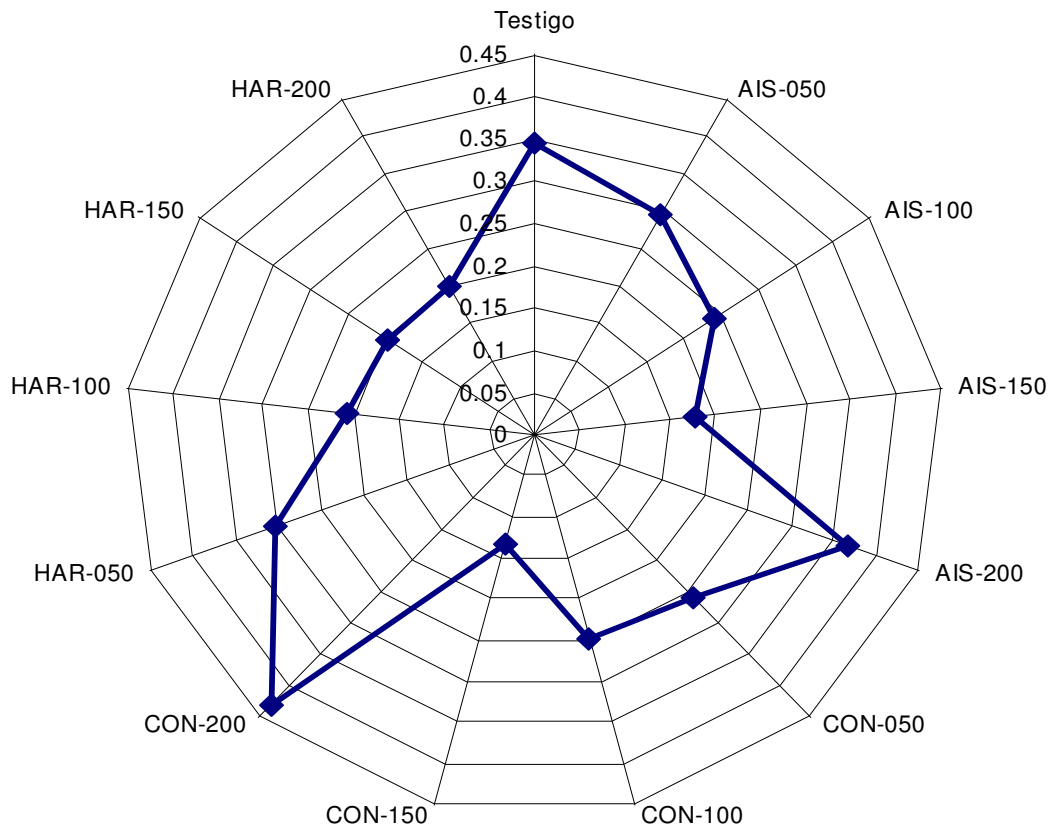


Figura 6. Efecto de los derivados de *Lupinus* sobre la cohesividad de las salchichas

HAR= Harina
 CON=Concentrado
 AIS= Aislado

La resiliencia de las salchichas se puede encontrar en la figura 7, donde se puede ver que el testigo fue el que obtuvo mayor resiliencia. Los tratamientos con CON-050 y CON-100 obtuvieron valores más altos con respecto de los demás tratamientos.

Lo anterior nos indica que este tratamiento tiene la capacidad para acumular energía que le permite recobrar su estado original, con ello se puede decir que los derivados de *Lupinus* CON-050 y CON-100 tuvieron efecto sobre este parámetro, pues tuvieron la capacidad de recobrar la forma inicial de las salchichas probadas.

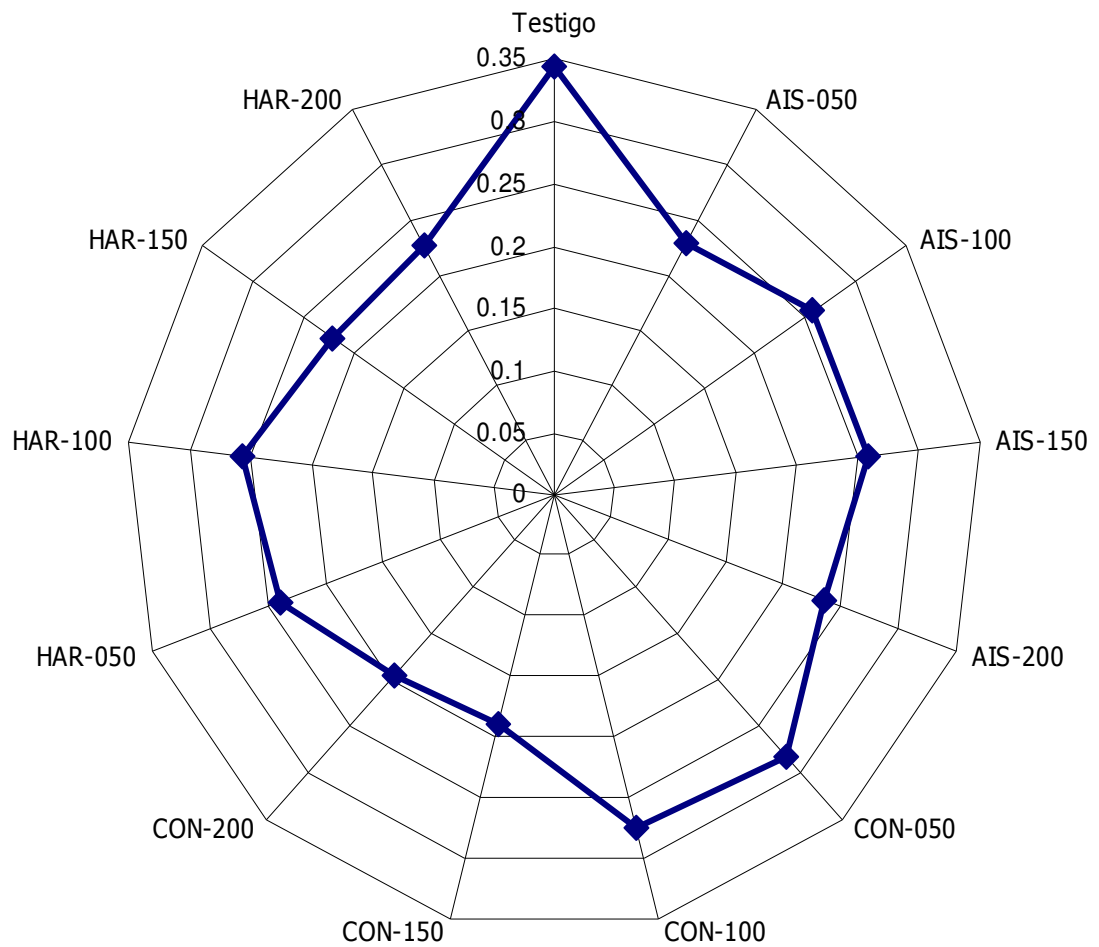


Figura 7. Efecto de los derivados de *Lupinus* sobre la resiliencia de las salchichas.

HAR= Harina
 CON=Concentrado
 AIS= Aislado

En la figura 8 se observan los resultados del efecto de los derivados de *Lupinus* sobre la adhesividad de las salchichas, donde se tiene que el tratamiento CON-150 es el que tiene una mayor adhesividad en comparación con los otros tratamientos en los cuales no hubo diferencias significativas ($p < 0.05$). Aktas y Kaya 2001 mencionan que la cantidad de proteína en los productos cárnicos afecta la textura general del producto.

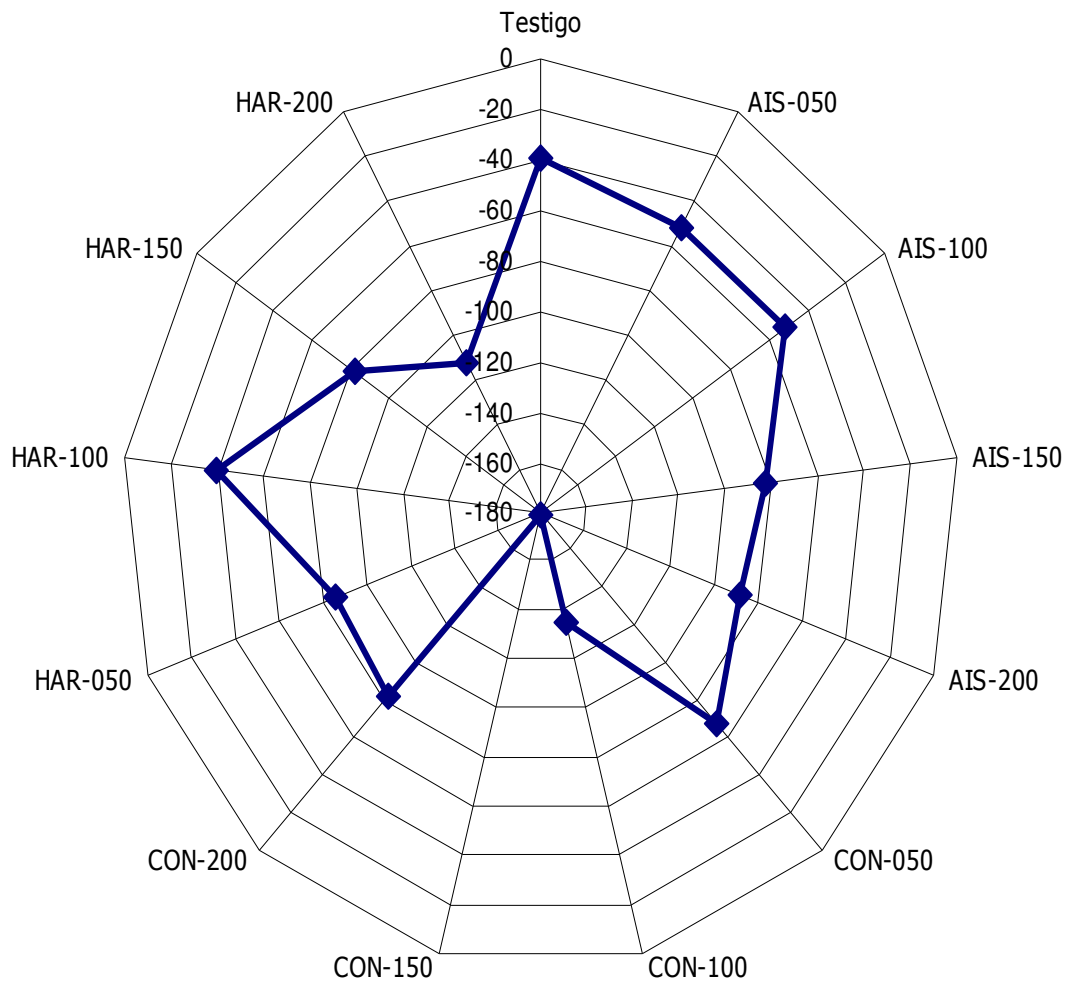


Figura 8. Efecto de los derivados de *Lupinus* sobre la adhesividad de salchichas

HAR= Harina
 CON=Concentrado
 AIS= Aislado

En la figura 9 se muestran los resultados con respecto a la elasticidad en las salchichas notando que el tratamiento HAR-150 fue el que presentó menor elasticidad con respecto a los demás tratamientos en los cuales no hubo diferencias significativas ($p < 0.05$).

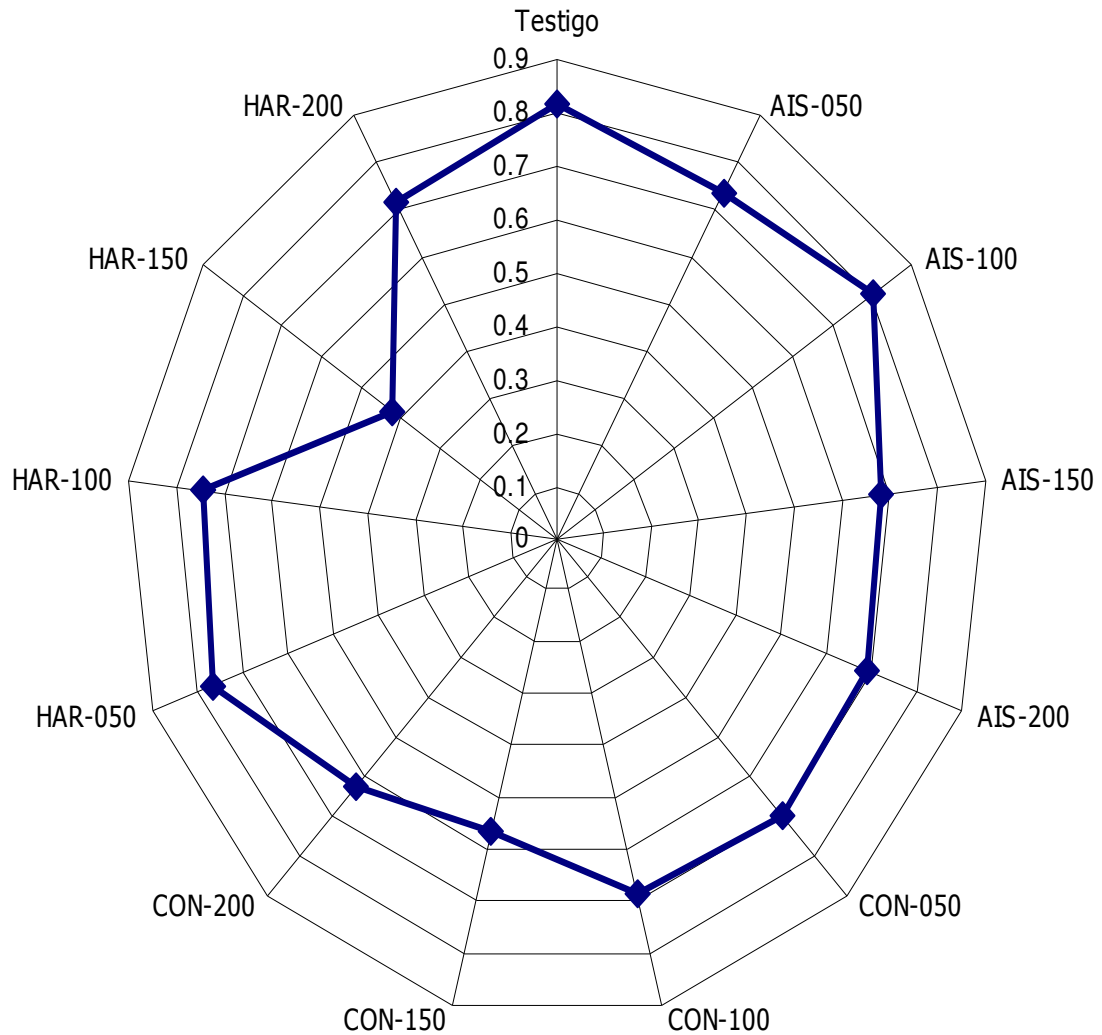


Figura 9. Efecto de los derivados de lupinus sobre la elasticidad de salchichas

HAR= Harina
 CON=Concentrado
 AIS= Aislado

Cuadro 12. Concentrado de los promedios del Análisis de Perfil de Textura de las salchichas con la adición de derivados de *Lupinus*.

Tratamiento	FTPA	Cohesividad (Adimensional)	Resiliencia	Adhesividad (Joules)	Elasticidad (Adimensional)
Testigo	1196.2 ^{bcde}	0.34382 ^{abc}	0.34382 ^a	-39.4 ^a	0.8168 ^a
AIS-050	1016.3 ^{defg}	0.29308 ^{abc}	0.23012 ^{ab}	-52.06 ^{ab}	0.7361 ^a
AIS-100	776.7 ^g	0.23964 ^{abc}	0.25760 ^{ab}	-51.82 ^{ab}	0.8042 ^a
AIS-150	1416.1 ^{abc}	0.19548 ^{bc}	0.25742 ^{ab}	-83.13 ^{ab}	0.6784 ^{ab}
AIS-200	1468.9 ^{ab}	0.36447 ^{ab}	0.23561 ^{ab}	-88.51 ^{ab}	0.6908 ^{ab}
CON-050	994.4 ^{efg}	0.25951 ^{abc}	0.2045 ^{ab}	-67.06 ^{ab}	0.6982 ^{ab}
CON-100	1300.9 ^{abcd}	0.24715 ^{abc}	0.28323 ^{ab}	-135.14 ^{ab}	0.6886 ^{ab}
CON-150	1141.4 ^{cdef}	0.13390 ^c	0.18845 ^b	-179.51 ^b	0.5668 ^{ab}
CON-200	1521.9 ^a	0.42932 ^a	0.19461 ^b	-82.34 ^{ab}	0.6296 ^{ab}
HAR-050	1184.3 ^{cde}	0.30299 ^{abc}	0.23974 ^{ab}	-86.27 ^{ab}	0.7644 ^a
HAR-100	897.5 ^{fg}	0.20809 ^{bc}	0.25506 ^{ab}	-40.35 ^a	0.7416 ^a
HAR-150	1165.8 ^{cdef}	0.19548 ^{bc}	0.21944 ^{ab}	-82.76 ^{ab}	0.4183 ^{ab}
HAR-200	1039.8 ^{defg}	0.19793 ^{bc}	0.22668 ^{ab}	-113.21 ^{ab}	0.7160 ^{ab}

^{a,b,c,d,e,f,g} Literales distintas entre filas indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

HAR= Harina

AIS= Aislado

CON= Concentrado

En el Cuadro 12, se presenta un resumen de los datos obtenidos en el análisis de perfil de textura de acuerdo a los tratamientos utilizados, en este se refleja la comparación de medias entre los tratamientos. Encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$) en cuanto a la firmeza, cohesividad, resiliencia, adhesividad y elasticidad.

Las salchichas que presentaron mayor firmeza y diferencia significativa ($p < 0.05$) con respecto al testigo fueron aquellas a las que les fue agregado aislado y concentrado proteico (AIS-150, AIS-200, CON-100, CON-200), lo cual puede ser debido a que tienen mayor contenido proteico y mejor capacidad de retención de agua logrando que la formación de la emulsión sea más estable, con ello se origina una mejor firmeza que la

del testigo, mientras que a las que les fue agregada harina son más parecidas al testigo teniendo una textura buena. La mayor diferencia significativa ($p < 0.05$) para la cohesividad se encontró en el tratamiento CON-200 seguido del aislado y testigo, el que presentó menor cohesividad fue el tratamiento CON-150. La adhesividad mostró diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos testigo y CON-150, mientras que no se observó diferencias ($p > 0.05$) entre el testigo y los demás tratamientos. El tratamiento con mayor resiliencia destacó en el testigo, mientras que en el tratamiento CON-200 y CON-150 se observó una menor resiliencia.

El uso de proteína de suero y el almidón de tapioca en la fabricación de salchicha incrementó la firmeza, adhesividad, gomosidad y masticabilidad, sin embargo no se observó efecto sobre la resiliencia, ni cohesividad del producto (Hughes et al., 1998). Osburn y Keeton (2004) utilizaron diferentes niveles de harina de konjac en la elaboración de embutidos de cordero con el fin de disminuir la cantidad de grasa a utilizar, cuando evaluaron el TPA encontraron diferencias en la dureza, masticabilidad y gomosidad, indicando que la disminución de grasa permitió tener un producto mas denso y una proporción mayor de proteína miofibrilar para la unión intermolecular, por lo que se requirió mayor fuerza para la compresión.

6.2.2 Análisis del efecto de la inclusión de derivados de *Lupinus* a las salchichas mediante la Navaja Warner – Bratzler y Celda Kramer.

Cuadro 13. Promedio de firmeza y esfuerzo al corte empleando la navaja Warner Bratzler utilizando derivados de *Lupinus* en la fabricación de salchichas.

Tratamiento	FMW (g)	ECW (g/s)
Testigo	696.08 ^a	8182 ^a
AIS-050	426.01 ^{bcd}	5985 ^{ab}
AIS-100	455.13 ^{bcd}	7784 ^{ab}
AIS-150	518.82 ^{abc}	6326 ^{ab}
AIS-200	319.38 ^d	4618 ^b
CON-050	348.00 ^{cd}	5389 ^{ab}
CON-100	384.34 ^{bcd}	5566 ^{ab}
CON-150	346.72 ^{cd}	5092 ^{ab}
CON-200	462.46 ^{bcd}	7964 ^a
HAR-050	541.03 ^{ab}	6442 ^{ab}
HAR-100	380.34 ^{bcd}	5421 ^{ab}
HAR-150	511.13 ^{bc}	7506 ^{ab}
HAR-200	530.51 ^{abc}	7249 ^{ab}

^{a,b,c,d,e,f,g} Literales distintas entre filas indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

FMW= Fuerza Máxima celda Warner – Bratzler.

ECW= Esfuerzo al corte celda Warner - Bratzler.

HAR= Harina

AIS= Aislado

CON= Concentrado

En el cuadro 13, se puede observar que hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) para la fuerza máxima y esfuerzo al corte con la celda Warner-Bratzler, presentando más firmeza las salchichas con la inclusión de harina al 0.5% y teniendo menor firmeza la salchicha con de aislado al 2.0%. En el caso del esfuerzo al corte, también mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, obteniendo que el valor menor fue para el AIS-200, mientras que el promedio mayor fue del testigo. Lo anterior, nos indica que la energía que se requiere para poder romper las salchichas fue

igual para todos los tratamientos, excepto para el AIS-200. Cabe aquí apuntar que este análisis de textura es puntual, lo cual no da una idea general de la textura del producto, sin embargo es un buen indicativo de la fuerza que se requiere para trozar en un punto en particular, y también da una idea general de la rebanabilidad que tiene el producto. Verma *et al.* 1984 encontraron valores más altos en el tratamiento control en fuerza al corte en comparación con salchichas adicionadas con 30 y 40% de harina de chícharo. Annor-Frempong *et al.* 1996 reportan que el usar extensores no convencionales como la harina de cassava mejoran la textura y consistencia de los productos emulsionados, y que esto se debió probablemente a la capacidad que tiene dicha harina para formar un buen gel y pasta.

Cuadro 14. Promedio de firmeza y esfuerzo al corte empleando la celda Kramer utilizando derivados de *Lupinus* en la fabricación de salchichas.

Tratamiento	FMK (g)	ECK (g/s)
Testigo	7700 ^b	8489 ^f
AIS-050	18313 ^{ab}	141889 ^a
AIS-100	9985 ^b	126069 ^{ab}
AIS-150	7017 ^b	84079 ^{cde}
AIS-200	7227 ^b	85589 ^{cde}
CON-050	6061 ^b	80338 ^{de}
CON-100	7590 ^b	95311 ^{cde}
CON-150	7556 ^b	112972 ^{bc}
CON-200	7586 ^b	104178 ^{bcd}
HAR-050	7137 ^b	66363 ^e
HAR-100	54233 ^a	96084 ^{cde}
HAR-150	6357 ^b	84931 ^{cde}
HAR-200	6342 ^b	88285 ^{cde}

^{a,b,c,d,e,f,g} Literales distintas entre filas indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

FMK = Fuerza Máxima celda Kramer

ECK = Esfuerzo al corte celda Kramer

HAR= Harina, AIS= Aislado, CON= Concentrado

En el Cuadro 14 se observan los promedios de firmeza y esfuerzo al corte de las salchichas adicionadas con diferentes proporciones de harina, concentrado y aislado de *Lupinus*, cuando se utilizó la celda Kramer, se puede ver que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la fuerza máxima como en el esfuerzo al corte. El tratamiento con mayor dureza fue HAR-100 y el de menor firmeza fue el testigo. En cuanto, al esfuerzo realizado con esta sonda se puede decir que el promedio mayor fue el del tratamiento AIS-050 y el del valor menor es del testigo. Lyons *et al.*, 1999 reporta que el uso de concentrado proteico de suero en la fabricación de salchichas y usando la navaja Warner Bratzler para medir la textura hubo un incremento en la dureza del producto. Además, estos mismos autores reportan haber encontrado un efecto sinérgico entre los ingredientes utilizados, y que la combinación de concentrado proteico de suero o carragenina con almidón de tapioca resultó en embutidos bajos en grasa con propiedades mecánicas similares a las del tratamiento control.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir lo siguiente:

- ♣ El concentrado proteico de *Lupinus* es el que contiene una mayor cantidad de proteína con respecto a la harina. Las cenizas en todos los derivados de *Lupinus* fueron similares.
- ♣ En general, existieron diferencias entre los derivados de *Lupinus* y el testigo en cuanto a firmeza, cohesividad, resiliencia y elasticidad. Además se encontró que el testigo tiene un promedio mayor de resiliencia y menor adhesividad que los demás tratamientos.
- ♣ El tratamiento de aislado fue el menos firme con el uso de la navaja Warner-Bratzler, mientras que al usar la celda de Kramer el testigo tuvo el valor menor.
- ♣ El tratamiento menos firme fue el AIS-100, el menos cohesivo fue el CON-150, el testigo tuvo la mayor resiliencia, mientras que el CON-150 fue el tratamiento más adhesivo y en cuanto a la elasticidad aún y cuando no se mostró gran diferencia entre los tratamientos, el que mostró un mayor promedio fue el testigo y el AIS-100.
- ♣ El tratamiento testigo mostró una mayor firmeza con el uso de la navaja Warner-Bratzler, mientras que al usar la celda Kramer se tuvo el valor más pequeño.

8. RECOMENDACIONES

- ♣ Probar estos derivados de *Lupinus* utilizando carne PSE en diversos porcentajes, con el fin de observar la mejora en la pérdida de emulsión y efectos adversos que produce este tipo de carne en la fabricación de productos emulsionados.
- ♣ También sería importante saber el efecto de los derivados de *Lupinus* como sustituto de grasa en productos emulsionados.

9. BIBLIOGRAFIA

- Acuña O. Ormaza I. 2001. Obtención de Harina, Concentrado y Aislado de lupino (*L. mutabilis*). Jornada Internacional sobre proteínas alimentarias. Ed. CYTED. Sevilla España.
- Aktas N. y Kaya M., 2001. The influence of marinating with weak organic acids and salts on the intramuscular connective tissue and sensory properties of beef. *European Journal of Food Research and Technology* 213:88-94.
- Alamanou S, Bloukas J.G, Paneras D, Doxastakis G. 1996. Influence of protein isolate from lupin seeds on processing an quality characteristics of frankfurters. *Meat Science* 42:79 –93.
- Annor-Frempong, I.E, Annan-Prah A. and Wiredu R. 1996. Cassava as a non-conventional filler in comminuted meat products. *Meat Science* 44(3):193-202.
- A.O.A.C.1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. U.S.A.
- Barbut, S. and Mittal G.S.. 1995. Physical and sensory properties of reduced fat breakfast sausages. *Journal Muscle Foods*. 6:47-82.
- BeMiller J.N. and Whistler, R.L. 1996. Carbohydrates. In *Food Chemistry* (Fennema, O.R. ed.) Ch 4, pp. 157-224. Marcel Dekker, Inc, New York, New York.
- Bourne M.C. 1968. Texture profile of ripenings pears. *Journal Of Food Science* 33,223-226.
- Bourne M.C. 1978. Texture profile analysis food technology 32(7), 62-66,72.
- Bourne M.C.1982. *Food Texture and viscosity: Concept and measurement*. Ed. Academy. Press. New York.
- Butler WH, Ford, Creasy DM. 1996. A 90 day Feeding study of *Lupin* (*Lupinus angustifolius*) Flour Spiked with Lupin Alkaloids in the rat. *Food and Chemical Toxicology* 34 (1996) 531-536.
- Carballo B. y López de Torre, G. 1991. *Manual de bioquímica y tecnología de la carne*. ed. Madrid Vicente. Madrid.
- Dervas G. Doxastakis G, Hadjisawa-Zinoviadi S, Triantafillakos N, 1999. Lupin flour addition to wheat flour doughs and effect on rheological properties. *Food Chemistry* 66:67-73.
- Duque R. 1995. Evaluación química, biológica y teratogénica de *L. mutabilis*. Tesis de Maestría. IPN-ECBN. México, DF.

- Duranti M. Restan, P. Poniatowska, M. & Cerletti, P. (1981). The seed globulins of *Lupinus albus*. *Phytochemistry*, 20, 2071-2075.
- El-Adaway, A.I., H.E. Rahma, A.A. El-Bedawey and F.A. Gafar. 2001. Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates. *Food Chemistry*. 74(4):445-462.
- Erbas M. , Certel M., Uslu M.K. 2005. Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.) *Food Chemistry*. 89:341-345.
- FAO/OMS/UNU. 1985. Necesidades de energía y de proteínas. Informe de una reunión consultiva conjunta de expertos. Serie de Informes Técnicos 724, OMS.
- Fernández-Quintela A. Macarulla T.M. Martínez A. J. 1993. Obtención y caracterización de concentrados de proteína a partir de leguminosas. *Revista española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 33(3):285-297.
- Forrest J.C., Aberle E.D., Hedrich H.D., Hudge M.D. y Merkel R.A. 1979. Fundamentos de ciencia de la carne. Ed. Acribia. Zaragoza; España. pp 21-68.
- Fraser M.D., Fychan R. and Jones R.. 2005. Comparative yield and chemical composition of two varieties of narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius*) when harvested as whole-crop, moist grain and dry grain *Animal Feed Science and Technology*, 120(1-2):43-50.
- Fries A.M. y Tapia M.. 1985. Los cultivos andinos en el Perú. Boletín N° 1, Programa Nacional de Sistemas Agropecuarios Andinos, INIPA. Lima, Perú. Pp 45 –49.
- Fundación Chile, 1978. "Situación análisis y perspectivas del lupino en Chile", Santiago de Chile, 1978.
- Gill, T.A., Keith R.A. and B. Smith. 1979. Textural deterioration of red hake and haddock muscle in frozen storage as related to chemical parameters and changes in the myofibrillar protein. *Journal Food Science*. 44:661-667.
- Gross R. Morales E. Gross U. Von Baer E. 1976. Lupin a contribution to the human food supply. Nutritional physiological study with lupin (*Lupinus albus*) flour. *Z. Ernährungswiss* 15:391-395.
- Gross R. 1982. Situación actual de la investigación alimentaria del lupino. Proyecto Lupino, Inf. N° 8:142-167, Instituto Nacional de Nutrición. Lima, Perú.
- Güemes, N. 2004. Características reológicas, sensoriales y nutricionales de masas y productos de panificación fortificados con *Lupinus*. ENCB – IPN. México, DF.
- Guerrero L. I., Ponce A. E: Pérez Ch. Ma. 2002. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Autónoma Metropolitana pp 15 -17.

- Hatzold, T. y Byrne R.. 1981. Calidad del aceite de lupino en comparación con otros aceites del mercado del Perú. Informe N° 7:75-91, Proyecto Lupino, Instituto de Nutrición. Lima.
- Hughes, E., Mullen A.M., and. Troy D.J. 1998. Effects of Fat Level, Tapioca Starch and Whey Protein on Frankfurters Formulated with 5% and 12% Fat. Meat Science. 48(1-2):169-180.
- Ioannis M, Vassilis K. 2005. Protein interactions in comminuted meat gels containing emulsified corn oil. Food Chemistry 90:699-704.
- Jiménez, S., A. Troncoso. 1981. Aplicación pesticida de los alcaloides de *Lupinus mutabilis*. Inf. N° 6. Proyecto Lupino, Instituto Nacional de Nutrición, Lima, Perú
- Kubiczeck, R., Kolinska, G, y Sawinska, E. 1991. Comparision of seed aminoacid composition of some lupinus species. p. 74. In: Von Baer, D(ed) Proc. 6th Int. Lupin Conf., Temuco-Pucon, Chile.25-30 Nov. 1990. Asociación Chilena del Lupino, Temuco, Chile.
- Kramer, y Twiig.1970. Quality Control for the Food Industry (Vol. 1) Wesport, Connecticut-Avi. Publish Co. Inc.
- Lawrie, R.A, 1974. Ciencia de la carne Editorial Acribia, Zaragoza, España pp 91- 100.
- López-Bellido, L, y Fuentes, M. 1990. Growth, yield, and yield components of lupin cultivars. Agronomy Journal. 82: 1050-1056.
- Lyons, P.H., J.F. Kerry, P.A. Morrissey, and D.J. Buckley. 1999. The influence of added whey protein/carrageenan gels and tapioca starch on the textural properties of low fat pork sausages. Meat Science. 51: 43-52.
- Martínez E., J.F. Hernández y S.S. Simental. Diciembre/Enero. 2001. Función de las proteínas de la carne en la elaboración de productos cárnicos. Lácteos y Cárnicos Mexicanos.
- Mohsenin, N. Y Mittal, J. 1977. Use the theological terms and correlation of compatible measurements in food texture research. Journal of Texture Studies. 8,395-408.
- NDA (Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies) (2004). Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission relating to the evaluation of allergenic foods for labelling purposes. The EFSA Journal 32, 1-197.
- NOM-122-SSA1-1994. Bienes y servicios. Productos de la carne. Productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos. Especificaciones sanitarias.
- Nuckles, R.O., Smith D.M and Merkel R.A.. 1990. Meat By-Product Protein Composition and Functional Properties in Model Systems. Journal Food Science. 55:640.

- Osburn, W.N. y Keeton J.T. 2004. Evaluation of low-fat sausage containing desinewed lamb and konjac gel. *Meat Science*. 68: 221–233.
- Papavergou, J. G. Bloukas, G. Doxastakis. 1999. Effect of lupin seed proteins on quality characteristics of fermented sausages. *Meat Sci*. 52:421-427.
- Pate J., Williams W. y Farrington P. 1985. Lupin(*Lupinus spp*) In: R. J. Summerfield and E. H. Roberts(ed). *Grain legume, Crop Coll.* p. 699-746.
- Peñaloza, E., Galdamez, R, y Aguilera, A .1995. Nueva variedad de lupino en el sur de Chile. *Tierra Adentro* 2. pp 34-37.
- Prándtl O., Fischer A., Schmidhoger T., Sinell H-J. 1994 *Tecnología e higiene de la carne*. Editorial acribia, S.A. Zaragoza España. Pp 511-528.
- Price F. James, Schweigert Bernard S. 1994. 2a. Edición. *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España. Pp 96-99.
- Rust, E.E. 1994. Productos embutidos. Capítulo 13 en: *Ciencia de la Carne y de los productos cárnicos*, Editorial Acribia, España 99 419,423, 428 – 429.
- Ruiz M. A. Sotelo A. 2001. Chemical Composition, Nutritive Value, and Toxicology Evaluation of Mexican Wild Lupinus. *Journal Agricol Food Chemistry* 49:5336-5339.
- Schilling, M.W. 2002. Functional properties of restructured boneless pork produced from PSE and DFD pork utilizing non-meat adjuncts. PhD Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, VA. USA.
- Schöneberger, H. e Ildefonso C. 1979. Determinación de factores antinutritivos del lupino. I. Hemaglutininas. Proyecto Lupino, Inf. N° 4:109-120, Instituto de Nutrición, Lima.
- Szczesniak A.S. 1963. Objective measurements of food texture. *Journal of Food Science*. 28,410-420.
- Szczesniak A.S. 1995. Texture Profile Analysis Methodology Interpretation clarified. *Journal of Food Science*, 60-vii.
- Torres, F. 1976. *Lupinus mutabilis* Sweet. A potent food source from the Andean region. *Am. J. Clin. Nutrition* 25:833.
- Totosaus, A. 2001. Estudio del efecto de la adición de hidrocoloides en la gelificación de proteínas. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. México, DF.

- Totosaus, A. 2001. Estudio del efecto de la adición de polisacáridos en la gelificación de proteínas animales. Tesis doctoral. UAM-I. México.
- Verma, M.M., D.A. Ledward, and R.A. Lawrie. 1984. Utilization of Chickpea Flour in Sausages. *Meat Science*. 11:109-121.
- Von Baer, E., 1978. El Lupino, un nuevo cultivo de los Andes. *Inf. N° 3:12-25*, Proyecto Lupino, Lima, Perú.
- Yumiko. Y. S., Andreas W. 2004. In Vitro binding of bile acids by lupin protein isolates and their hydrolysates. *Food Chemistry* 88:179- 184.