

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“APLICACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLAS EN LA
ELABORACION DE CHORIZO AHUMADO UTILIZANDO
CARNE DE ALPACA (*Lama pacos*) Y CARNE DE CORDERO
(*Ovis aries*)”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Jeanette Rebeca Zorogastúa Frisancho

LIMA-PERÚ

2004

INDICE

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISION DE LITERATURA	3
2.1	Producción Pecuaria en el Departamento De Puno	3
2.2	Los Camélidos Sudamericanos	3
2.1.1	Alpaca	5
2.3	Los Ovinos	9
2.4	Embutidos	12
2.4.1	Embutidos Crudos	12
2.4.1.1	El Chorizo	13
2.5	Ingredientes	14
2.5.1	Ingredientes del Curado	14
2.5.1.1	Cloruro de Sodio (Sal Común)	14
2.5.1.2	Nitrito de sodio (Sal de Cura)	15
2.5.1.3	Sacarosa	16
2.5.1.4	Fosfatos	17
2.5.2	Ingredientes para la Elaboración de Chorizo	17
2.5.2.1	Carne	18
2.5.2.2	Grasa	18
2.5.2.3	Espicias y Condimentos	19
2.5.2.4	Fundas o Tripas	21
2.5.2.5	Colorantes	22
2.5.2.6	Conservadores	22

2.6	Procesamiento de Chorizo	24
2.6.1	El Curado	24
2.6.2	Ahumado	25
2.6.2.1	El Humo Líquido	28
2.7	Metodología de Superficies de Respuesta	29
2.7.1	El Diseño de Mezclas	30
2.7.1.1	El Diseño Simplex	32
2.8	Programación Lineal	35
2.8.1	Formulación Matemática	36
2.8.2	Tipos de Programación Lineal	37
2.8.3	El Método Simplex en Programación Lineal	38
III.	MATERIALES Y METODOS	40
3.1	Lugar de Realización	40
3.2	Materia Prima e Insumos	40
A.	Materia prima	40
B.	Insumos	40
3.3	Equipos y Materiales	41
3.4	Métodos de Análisis	41
3.4.1	Análisis Físico-Químico	42
3.4.2	Evaluación Sensorial	42
3.4.3	Análisis Estadístico	43
3.5	Metodología Experimental	47
3.5.1	Caracterización de las Materias Primas	47

3.5.2	Determinación de la zona de trabajo en el triángulo de formulaciones	48
3.5.3	Evaluación de las componentes: carne de cordero, carne de alpaca y grasa dura de cerdo de acuerdo a la metodología del Diseño de Mezclas	48
3.5.4	Determinación de las Restricciones y de la Zona de Formulación Factible	52
3.5.4.1	Determinación de la Restricción Proteica	52
3.5.4.2	Determinación de la Restricción Calórica	53
3.5.4.3	Determinación de la Restricción Sensorial	54
3.5.4.4	Definición de la Zona de Formulación Factible	55
3.5.5	Determinación de la Formulación de Mínimo Costo, Optimización de Costos	55
3.5.6	Determinación de la Influencia del uso de recortes de pernil o brazuelo de alpaca en la aceptación del producto	57
3.5.7	Evaluación del Producto Final	57
3.6	Método de Elaboración	58
3.7	Operaciones para la elaboración de Chorizo Ahumado	61
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1	Caracterización de la Materia Prima	65
4.1.1	Propiedades Físicas de las Materia Prima	65
4.1.2	Propiedades Químicas de la Materia Prima	66
4.1.2.1	Recortes de carne de cordero	67
4.1.2.2	Recortes de carne de pierna y brazuelo de alpaca	68
4.1.2.3	Grasa dura de cerdo	69

4.2	Determinación de la Zona de Trabajo en el Triángulo del Diseño de Mezclas	70
4.3	Formulación y Evaluación de las Componentes	70
4.4	Determinación de las Restricciones y de la Zona de Formulación Factible	80
4.4.1	Determinación de la Restricción Proteica	80
4.4.2	Determinación de la Restricción Calórica	84
4.4.3	Determinación de la Restricción Sensorial	87
4.5	Determinación de la Zona de Formulación Factible	90
4.6	Optimización de Costos	92
4.7	Evaluación de la Influencia del Corte de Carne	93
4.8	Determinación y Caracterización del Producto Final	96
V.	CONCLUSIONES	98
VI.	RECOMENDACIONES	99
VII.	BIBLIOGRAFÍA	100
ANEXOS		

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Evolución de los últimos diez años de la población de alpacas y ovinos en el departamento de Puno respecto a la Población Pecuaria a nivel Nacional (miles de animales)	04
Cuadro 2: Compilación de Pesos Característicos encontrados en Alpaca Huarcaya Macho en el Centro Experimental La Raya Puno	07
Cuadro 3: Composición de Química de los Ovinos	11
Cuadro 4: Requisitos de Composición para las diferentes Calidades de Chorizo	14
Cuadro 5: Conservadores Autorizados en Chorizo y Salchichón	23
Cuadro 6: Arreglo de k componentes para un diseño Simplex con centroides ampliado	34
Cuadro 7: Arreglo de tres componentes para un diseño Simplex con centroides ampliado	35
Cuadro 8: Ficha de Evaluación Sensorial para la Prueba de Ordenamiento	44
Cuadro 9: Ficha de Evaluación Sensorial para la Prueba de Nivel de Agrado con Escala No Estructurada	45
Cuadro 10: Diseño de Bloques Incompletos Balanceados utilizado en el análisis sensorial de las 10 mezclas de chorizo ahumado	46
Cuadro 11: Diseño Simplex con Centroide Ampliado	49
Cuadro 12: Formulación Utilizada en la Elaboración de Chorizo Ahumado	64
Cuadro 13: pH Promedio de carne de alpaca y carne de cordero a utilizar	65

Cuadro 14: Rendimiento de carne de las piezas cárnicas de alpaca y cordero utilizadas	66
Cuadro 15: Análisis Proximal de los recortes de carne de cordero	67
Cuadro 16: Análisis Proximal de los Recortes de carne de alpaca	68
Cuadro 17: Análisis Proximal de la grasa dura de cerdo	69
Cuadro 18: Resultados de la Evaluación Sensorial de 5 mezclas de Carne de Alpaca con Carne de Cordero para determinar la Zona de Trabajo en el Triángulo del Diseño de Mezclas	71
Cuadro 19: Transformación de Pseudocomponentes a Componentes	74
Cuadro 20: Proporciones de Carne de Cordero, Carne de Alpaca y grasa dura de cerdo en 10 formulaciones de Chorizo Ahumado	75
Cuadro 21: Formulaciones de las Diez Combinaciones de carne de alpaca, carne de cordero y grasa dura de cerdo para Chorizo Ahumado	78
Cuadro 22: Resultados de la Evaluación Sensorial Mediante una Prueba Nivel de Agrado con Escala No Estructurada de las Diez Combinaciones de Carne de Alpaca, Carne de Cordero y Tejido adiposo dorsal de Cerdo para Chorizo Ahumado	79
Cuadro 23: Evaluación de la Pérdida de peso por fritura de las Formulaciones 2, 3 y 5	89
Cuadro 24: Formulación de Costo Mínimo Determinada Mediante Programación Lineal en Solver ®	92
Cuadro 25: Resultados Promedio de la Evaluación de la dureza de Pierna y Brazuelo de Alpaca	94
Cuadro 26: Resultados de la Evaluación Sensorial de la Influencia del uso de Pierna y Brazuelo de Alpaca en la Elaboración de Chorizo Ahumado	95

Cuadro 27: Análisis Proximal de la Formulación Final de Chorizo Ahumado	96
Cuadro 28: Valor Energético Estimado para la Formulación Final de Chorizo Ahumado	97

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cortes de la Carcasa de Alpaca	8
Figura 2: Representación de la Región Experimental para mezclas de Tres Componentes	31
Figura 3: Plano definido por $X_1 + X_2 + X_3 = 1$ para una Mezcla de Tres Componentes	32
Figura 4: Estructura de los Algoritmos	39
Figura 5: Gráfico del Diseño Simplex con Centroide Ampliado para una Mezcla de carne de cordero, carne de alpaca y grasa dura de Cerdo	51
Figura 6: Diseño Experimental para la Aplicación del Diseño de Mezclas en Chorizo Ahumado	59
Figura 7: Flujo para la elaboración de Chorizo Ahumado	60
Figura 8: Ploteo de los Componentes en el Triángulo Simplex	76
Figura 9: Línea de Restricción Proteica (Proteína = 10 %), con dos niveles de proteína plateados para definir zonas de mayor y menor concentración proteica	82
Figura 10: Zonas determinadas por la Restricción Proteica en el Triángulo de Formulaciones	83
Figura 11: Zona de Aporte Calórico aceptable en el Triángulo de Formulaciones	86
Figura 12: Línea de Preferencia Sensorial en el Triángulo de Formulaciones	88
Figura 13: Tendencia de Pérdida de Peso en la Fritura en chorizo Ahumado	90
Figura 14: Zona de Formulación Factible en el Triángulo de Formulaciones	91