

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“CINÉTICA DE OXIDACIÓN DE LÍPIDOS EN EL PROCESO DE
OBTENCIÓN DE CHARQUI DE ALPACA (*Lama pacos*)”**

TESIS

PRESENTADO POR:

ROMUALDO VILCA CURO

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERU

2009

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CINÉTICA DE OXIDACIÓN DE LÍPIDOS EN EL PROCESO DE
OBTENCIÓN DE CHARQUI DE ALPACA (*Lama pacos*)

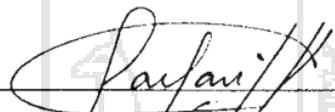
TESIS PRESENTADO POR:

ROMUALDO VILCA CURO

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

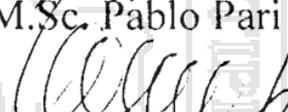
APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE



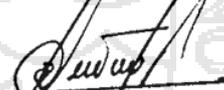
Ing. M.Sc. Pablo Pari Huarcaya

PRIMER MIEMBRO



Ing. Luis Amileaf Bueno Macedo

SEGUNDO MIEMBRO



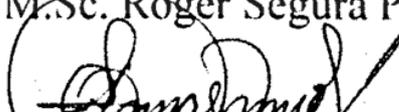
Ing. M.Sc. Alejandro Coloma Paxi

DIRECTOR



Ing. M.Sc. Roger Segura Peña.

ASESOR



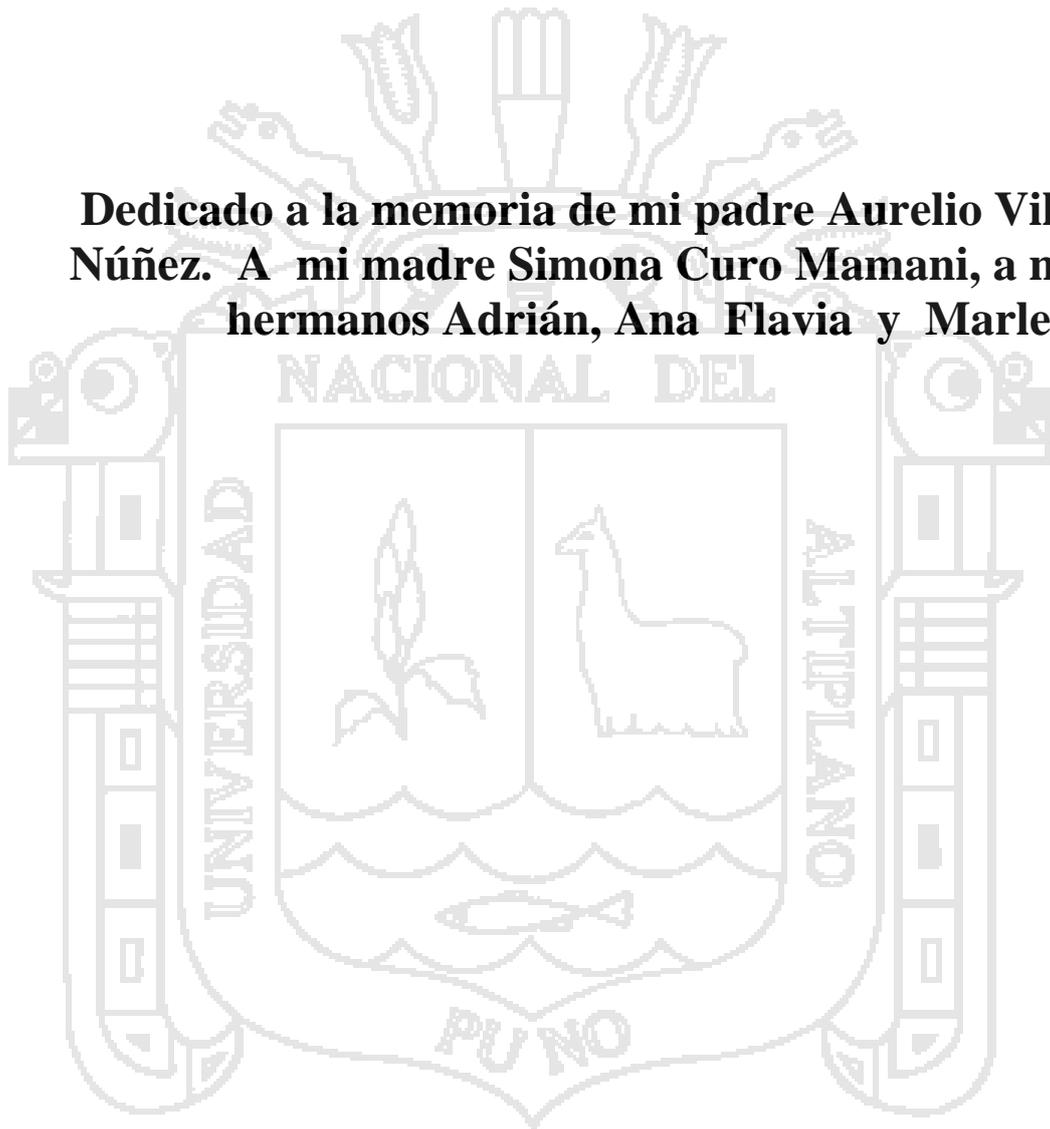
Ing. Thomas Ancco Vizcarra

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Propiedades físicas y estructurales

DEDICATORIA

Dedicado a la memoria de mi padre Aurelio Vilca Núñez. A mi madre Simona Curo Mamani, a mis hermanos Adrián, Ana Flavia y Marleny



AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que directa o indirectamente han colaborado en la ejecución de esta tesis y en especial.

- A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial, al personal docente y administrativo.
- Al Ing. Thomas Ancco Vizcarra, por su consejo y orientación.
- Al Ing. M.Sc. Roger Segura Peña, por su consejo y colaboración.
- Al Ing. Julio Choque Lazaro jefe del laboratorio pastos y forrajes. Por su valioso apoyo en la ejecución de este proyecto.
- Al personal de laboratorio Benito Fernández Calloapaza, Eloy Mamani, Cecilio Colque Quispe y Oswaldo Arpasi Alca, por haber apoyado para que este proyecto se ejecute satisfactoriamente.
- A Jacqueline por su apoyo incondicional.
- A los compañeros de la escuela profesional de Agroindustria.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Alpaca.	3
2.1.1 Ubicación y origen en la escala zoológica	3
2.1.2 Características generales sobre la alpaca	3
2.2 Carne de alpaca.	4
2.2.1 Composición química de la carne de alpaca	4
2.2.1.1 Agua	5
2.2.1.2 Proteína	6
2.2.1.3 Grasa	6
2.2.1.4 Ceniza	7
2.2.1.5 Carbohidratos	7
2.3 Porcentaje de tejido en carcasa de diferentes especies	8
2.4 Identificación de cortes comercial de carcasa de alpaca	9
2.5 Charqui	10
2.5.1 Definición	10
2.5.2 Antecedentes	11
2.6 Técnicas de salazón y secado del charqui	13
2.6.1 Técnica de salazón	13
2.6.1.1 Técnica de sal prensa	13
2.6.1.2 Técnica de salado en seco	13
2.6.1.3 Técnica de salado en húmedo	13
2.6.2 Técnicas de secado	14
2.6.2.1 Técnica de secado tradicional	14
2.6.2.1.1 Secado al sol	14
2.6.2.1.2 Secado en sombra	14
2.6.2.2 Secado tecnificado	14
2.6.2.2.1 Secado en secador solar	14
2.6.3 Diagramas de flujo de procesos de elaboración de charqui.	15
2.7 Efecto del cloruro de sodio en las propiedades de la carne	18
2.7.1 Efecto sobre la proteína	18
2.7.2 Efecto sobre la grasa.	19
2.7.3 Efecto sobre la capacidad de retención de agua	19
2.7.4 Factores que influyen el proceso de salazón	19
2.7.4.1 Difusión	19
2.7.4.2 Osmosis	20
2.8 Actividad acuosa en la conservación de los productos carnicos	21
2.9 Secado de productos alimentarios	22
2.9.1 Curvas de velocidad de secado	22

2.10 Lípidos.	23
2.10.1 Oxidación de lípidos	24
2.10.2 Autoxidación	25
2.10.3 Formación de hidroperóxidos.	26
2.10.4 Descomposición de los hidroperóxidos	26
2.10.5 Oxidación enzimática catalizada de los lípidos	27
2.10.6 Factores que afectan a la oxidación lipídica de los alimentos	27
2.10.7 Cinética de las reacciones de oxidación	32
2.10.7.1 Efecto de las presiones parciales del oxígeno	32
2.10.8 Ecuación de cinética de oxidación de lípidos.	34
III. MATERIALES Y METODOS	
3.1 Lugar de ejecución	36
3.2 Materia prima	37
3.3 Materiales y equipos	37
3.3.1 Materiales	37
3.3.2 Instrumentos de laboratorio	38
3.3.3 Equipos	38
3.3.4 Reactivos	38
3.4 Método de análisis	39
3.4.1 Análisis Proximal.	39
3.4.1.1 Materia prima	39
3.4.1.2 Análisis para los procesos de elaboración de charqui	39
3.4.1.3 Análisis para el producto charqui de alpaca	39
3.5 Procedimiento experimental	40
3.6 Factores en estudio	46
3.6.1 Identificación de variables para análisis de carne de alpaca	46
3.6.2 Identificación de variables para análisis de charqui de alpaca	46
3.6.3 Efecto del salmuerado, lavado, prensado, secado y almacenamiento	46
3.6.4 Velocidad de oxidación para proceso de almacenamiento	54
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	
4.1 Resultado de análisis físico química de carne y charqui de alpaca	57
4.2 Efecto de salmuerado, lavado, prensado, secado y almacenamiento	59
4.2.1 Efecto del proceso de salmuerado	59
4.2.2 Efecto del proceso de lavado	64
4.2.3 Efecto del proceso de prensado	69
4.2.4 Efecto del proceso de secado	74
4.2.5 Efecto del proceso de almacenamiento de 30 días	85
4.2.6 Efecto del proceso de almacenamiento de 50 días	93
4.3 Velocidad de oxidación durante proceso de almacenamiento	102
4.3.1 Resultados de velocidad de oxidación	102
V. CONCLUSIONES.	

VI. RECOMENDACIONES.

VII BIBLIOGRAFIA.

ANEXO



INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro N° 1:	Población alpacas, producción y saca del departamento de Puno. 4
Cuadro N° 2:	Composición proximal de la carne de alpaca 5
Cuadro N° 3:	Porcentaje de agua en carne de alpaca 5
Cuadro N° 4:	Porcentaje de proteína en carne de alpaca. 6
Cuadro N° 5:	Porcentaje de grasa en carne de alpaca. 7
Cuadro N° 6:	Porcentaje de ceniza en carne de alpaca. 7
Cuadro N° 7:	Porcentaje de tejido en carcasa de diferentes animales 8
Cuadro N° 8:	Calidad de los cortes tradicionales de la carne de alpaca 8
Cuadro N° 9:	Rendimiento en cortes de la carne de alpaca 8
Cuadro N° 10:	Composición proximal de charqui de alpaca 12
Cuadro N° 11:	Composición proximal de charqui de alpaca secados en diferentes tipos de secador. 12
Cuadro N° 12:	Rendimiento en la elaboración de charqui de alpaca. 12
Cuadro N° 13:	Condiciones climatológicas de la ciudad de puno. 37
Cuadro N° 14:	Variables para análisis proximal de carne de alpaca 46
Cuadro N° 15:	Variables para análisis proximal de charqui de alpaca. 46
Cuadro N° 16:	Variables y niveles para proceso de salmuerado. 47
Cuadro N° 17:	Secuencia de tratamientos para el proceso salmuerado. 47
Cuadro N° 18:	Variables y niveles para proceso de lavado. 48
Cuadro N° 19:	Secuencia de tratamientos para proceso de lavado. 48
Cuadro N° 20:	Variables y niveles para proceso de prensado 48
Cuadro N° 21:	Secuencia de tratamientos para proceso prensado. 49
Cuadro N° 22:	Variables y niveles para proceso de secado. 50
Cuadro N° 23:	Secuencia de tratamientos para el proceso de secado 50
Cuadro N° 24:	Variable y niveles para el proceso de almacenamiento de 30 días. 51
Cuadro N° 25:	Secuencia de tratamientos para el proceso de almacenamiento de 30 días. 52
Cuadro N° 26:	Variable y niveles para el proceso de almacenamiento de 50 días. 53
Cuadro N° 27:	Secuencia de tratamientos para el proceso de almacenamiento de 50 días. 53

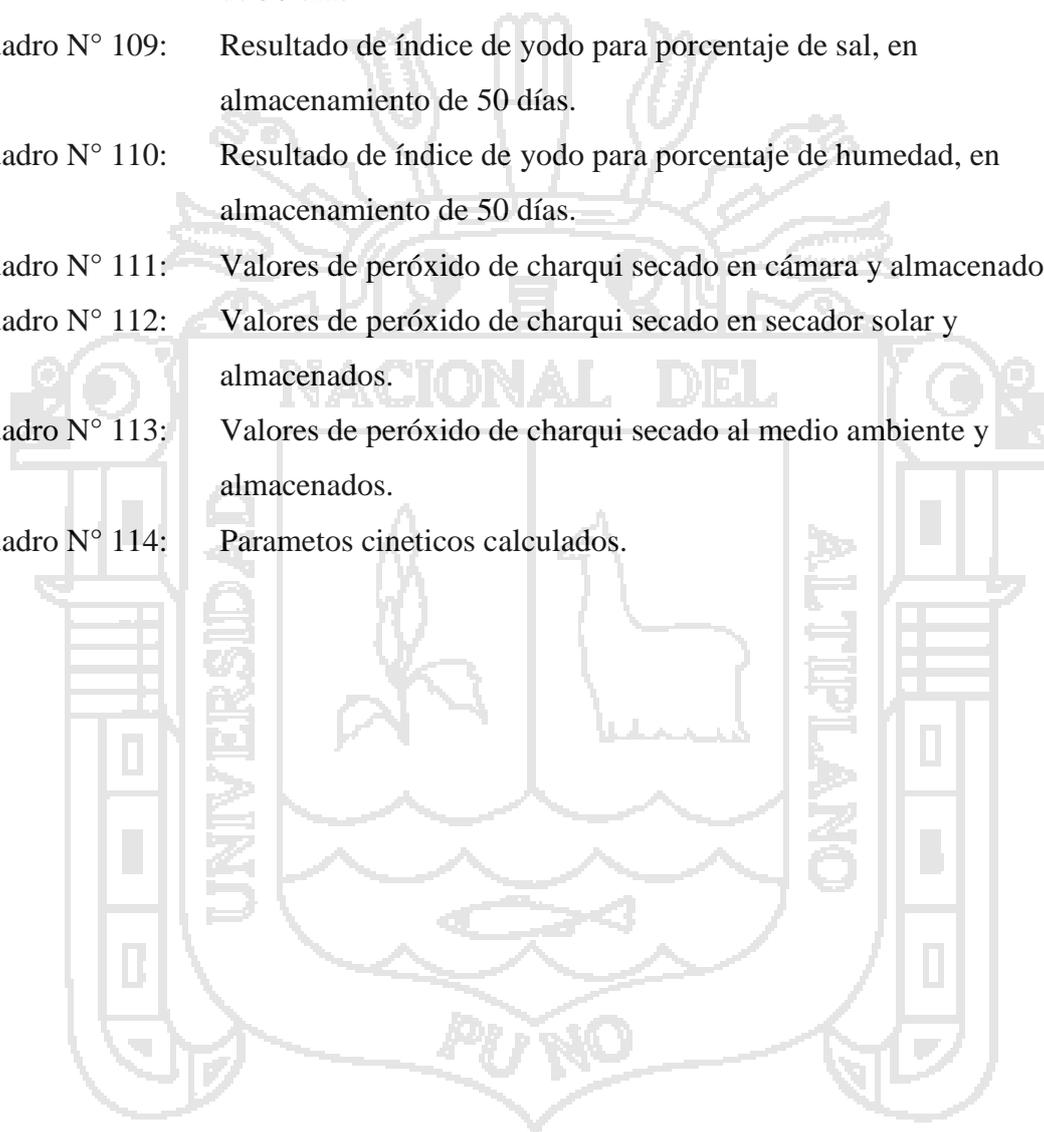
Cuadro N° 28:	Resultados de análisis químico proximal de la carne y charqui de alpaca.	57
Cuadro N° 29:	Resultado de humedad para etapa de proceso salmuerado, referente a región de carcasa	59
Cuadro N° 30:	Resultado de humedad para etapa de proceso salmuerado, referente a porcentaje de sal.	59
Cuadro N° 31:	Resultado de acidez para etapa de proceso salmuerado, referente a región de carcasa	60
Cuadro N° 32:	Resultado de acidez para etapa de proceso salmuerado, referente a porcentaje de sal	61
Cuadro N° 33:	Resultado de pH para etapa de proceso salmuerado, referente a región de carcasa	61
Cuadro N° 34:	Resultado de pH para etapa de proceso salmuerado, referente a porcentaje de sal	62
Cuadro N° 35:	Resultado de índice de peróxido para etapa de proceso salmuerado, referente a región de carcasa	62
Cuadro N° 36:	Resultado de índice de peróxido para etapa de proceso salmuerado, referente a porcentaje de sal	63
Cuadro N° 37:	Resultado de índice de yodo para etapa de proceso salmuerado, referente a región de carcasa	63
Cuadro N° 38:	Resultado de índice de yodo para etapa de proceso salmuerado, referente a porcentaje de sal	64
Cuadro N° 39:	Resultado de humedad para etapa de proceso lavado, referente a región de carcasa	64
Cuadro N° 40:	Resultado de humedad para etapa de proceso lavado, referente a porcentaje de sal.	65
Cuadro N° 41:	Resultado de acidez para etapa de proceso lavado, referente a región de carcasa	65
Cuadro N° 42:	Resultado de acidez para etapa de proceso lavado, referente a porcentaje de sal	66
Cuadro N° 43:	Resultado de pH para etapa de proceso lavado, referente a región de carcasa	66
Cuadro N° 44:	Resultado de pH para etapa de proceso lavado, referente a porcentaje	

	de sal	67
Cuadro N° 45:	Resultado de índice de peróxido para etapa de proceso lavado, referente a región de carcasa	67
Cuadro N° 46:	Resultado de índice de peróxido para etapa de proceso lavado, referente a porcentaje de sal	68
Cuadro N° 47:	Resultado de índice de yodo para etapa de proceso lavado, referente a región de carcasa	68
Cuadro N° 48:	Resultado de índice de yodo para etapa de proceso lavado, referente a porcentaje de sal	69
Cuadro N° 49:	Resultado de humedad para etapa de proceso prensado, referente a región de carcasa	69
Cuadro N° 50:	Resultado de humedad para etapa de proceso prensado, referente a porcentaje de sal.	70
Cuadro N° 51:	Resultado de acidez para etapa de proceso prensado, referente a región de carcasa	70
Cuadro N° 52:	Resultado de acidez para etapa de proceso prensado, referente a porcentaje de sal	71
Cuadro N° 53:	Resultado de pH para etapa de proceso prensado, referente a región de carcasa	71
Cuadro N° 54:	Resultado de pH para etapa de proceso prensado, referente a porcentaje de sal	72
Cuadro N° 55:	Resultado de índice de peróxido para etapa de proceso prensado, referente a región de carcasa	72
Cuadro N° 56:	Resultado de índice de peróxido para etapa de proceso prensado, referente a porcentaje de sal	73
Cuadro N° 57:	Resultado de índice de yodo para etapa de proceso prensado, referente a región de carcasa	73
Cuadro N° 58:	Resultado de índice de yodo para etapa de proceso prensado, referente a porcentaje de sal	74
Cuadro N° 59:	Resultado de humedad para región de carcasa, en el secado.	74
Cuadro N° 60:	Resultado de humedad para tipo de secado, en el secado.	75
Cuadro N° 61:	Resultado de humedad para porcentaje de sal, en el secado.	75
Cuadro N° 62:	Resultado de humedad para porcentaje de peso, en el secado.	76

Cuadro N° 63:	Resultado de acidez para región de carcasa, en el secado.	76
Cuadro N° 64:	Resultado de acidez para tipo de secado, en el secado.	77
Cuadro N° 65:	Resultado de acidez para porcentaje de sal, en el secado.	77
Cuadro N° 66:	Resultado de acidez para porcentaje de peso, en el secado.	78
Cuadro N° 67:	Resultado de pH para región de carcasa, en el secado.	78
Cuadro N° 68:	Resultado de pH para tipo de secado, en el secado.	79
Cuadro N° 69:	Resultado de pH para porcentaje de sal, en el secado.	79
Cuadro N° 70:	Resultado de pH para porcentaje de peso, en el secado.	80
Cuadro N° 71:	Resultado de índice de peróxido para región de carcasa, en el secado.	80
Cuadro N° 72:	Resultado de índice de peróxido para tipo de secado, en el secado.	81
Cuadro N° 73:	Resultado de índice de peróxido para porcentaje de sal, en el secado.	81
Cuadro N° 74:	Resultado de índice de peróxido para porcentaje de peso, en el secado.	82
Cuadro N° 75:	Resultado de índice de yodo para región de carcasa, en el secado.	83
Cuadro N° 76:	Resultado de índice de yodo para tipo de secado, en el secado.	83
Cuadro N° 77:	Resultado de índice de yodo para porcentaje de sal, en el secado.	84
Cuadro N° 78:	Resultado de índice de yodo para porcentaje de peso, en el secado.	84
Cuadro N° 79:	Resultado de acidez para región de carcasa, en almacenamiento 30 días.	85
Cuadro N° 80:	Resultado de acidez para tipo de secado, en almacenamiento de 30 días.	85
Cuadro N° 81:	Resultado de acidez para porcentaje de sal, en almacenamiento de 30 días.	86
Cuadro N° 82:	Resultado de acidez para porcentaje de humedad, en almacenamiento de 30 días.	86
Cuadro N° 83:	Resultado de pH para región de carcasa, en almacenamiento 30 días.	87
Cuadro N° 84:	Resultado de pH para tipo de secado, en almacenamiento de 30 días.	87
Cuadro N° 85:	Resultado de pH para porcentaje de sal, en almacenamiento de 30 días.	88
Cuadro N° 86:	Resultado de pH para porcentaje de humedad, en almacenamiento de 30 días.	88
Cuadro N° 87:	Resultado de índice de peróxido para región de carcasa, en almacenamiento 30 días.	89

Cuadro N° 88:	Resultado de índice de peróxido para tipo de secado, en almacenamiento de 30 días.	89
Cuadro N° 89:	Resultado de índice de peróxido para porcentaje de sal, en almacenamiento de 30 días.	90
Cuadro N° 90:	Resultado de índice de peróxido para porcentaje de humedad, en almacenamiento de 30 días.	90
Cuadro N° 91:	Resultado de índice de yodo para región de carcasa, en almacenamiento 30 días.	91
Cuadro N° 92:	Resultado de índice de yodo para tipo de secado, en almacenamiento de 30 días.	91
Cuadro N° 93:	Resultado de índice de yodo para porcentaje de sal, en almacenamiento de 30 días.	92
Cuadro N° 94:	Resultado de índice de yodo para porcentaje de humedad, en almacenamiento de 30 días.	92
Cuadro N° 95:	Resultado de acidez para región de carcasa, en almacenamiento 50 días.	93
Cuadro N° 96:	Resultado de acidez para tipo de secado, en almacenamiento de 50 días.	93
Cuadro N° 97:	Resultado de acidez para porcentaje de sal, en almacenamiento de 50 días.	94
Cuadro N° 98:	Resultado de acidez para porcentaje de humedad, en almacenamiento de 50 días.	94
Cuadro N° 99:	Resultado de pH para región de carcasa, en almacenamiento 50 días.	95
Cuadro N° 100:	Resultado de pH para tipo de secado, en almacenamiento de 50 días.	95
Cuadro N° 101:	Resultado de pH para porcentaje de sal, en almacenamiento de 50 días.	96
Cuadro N° 102:	Resultado de pH para porcentaje de humedad, en almacenamiento de 50 días.	96
Cuadro N° 103:	Resultado de índice de peróxido para región de carcasa, en almacenamiento 50 días.	97
Cuadro N° 104:	Resultado de índice de peróxido para tipo de secado, en almacenamiento de 50 días.	97
Cuadro N° 105:	Resultado de índice de peróxido para porcentaje de sal, en	

	almacenamiento de 50 días.	98
Cuadro N° 106:	Resultado de índice de peróxido para porcentaje de humedad, en almacenamiento de 50 días.	98
Cuadro N° 107:	Resultado de índice de yodo para región de carcasa, en almacenamiento 50 días.	99
Cuadro N° 108:	Resultado de índice de yodo para tipo de secado, en almacenamiento de 50 días.	99
Cuadro N° 109:	Resultado de índice de yodo para porcentaje de sal, en almacenamiento de 50 días.	100
Cuadro N° 110:	Resultado de índice de yodo para porcentaje de humedad, en almacenamiento de 50 días.	100
Cuadro N° 111:	Valores de peróxido de charqui secado en cámara y almacenados	102
Cuadro N° 112:	Valores de peróxido de charqui secado en secador solar y almacenados.	102
Cuadro N° 113:	Valores de peróxido de charqui secado al medio ambiente y almacenados.	103
Cuadro N° 114:	Parametos cineticos calculados.	103



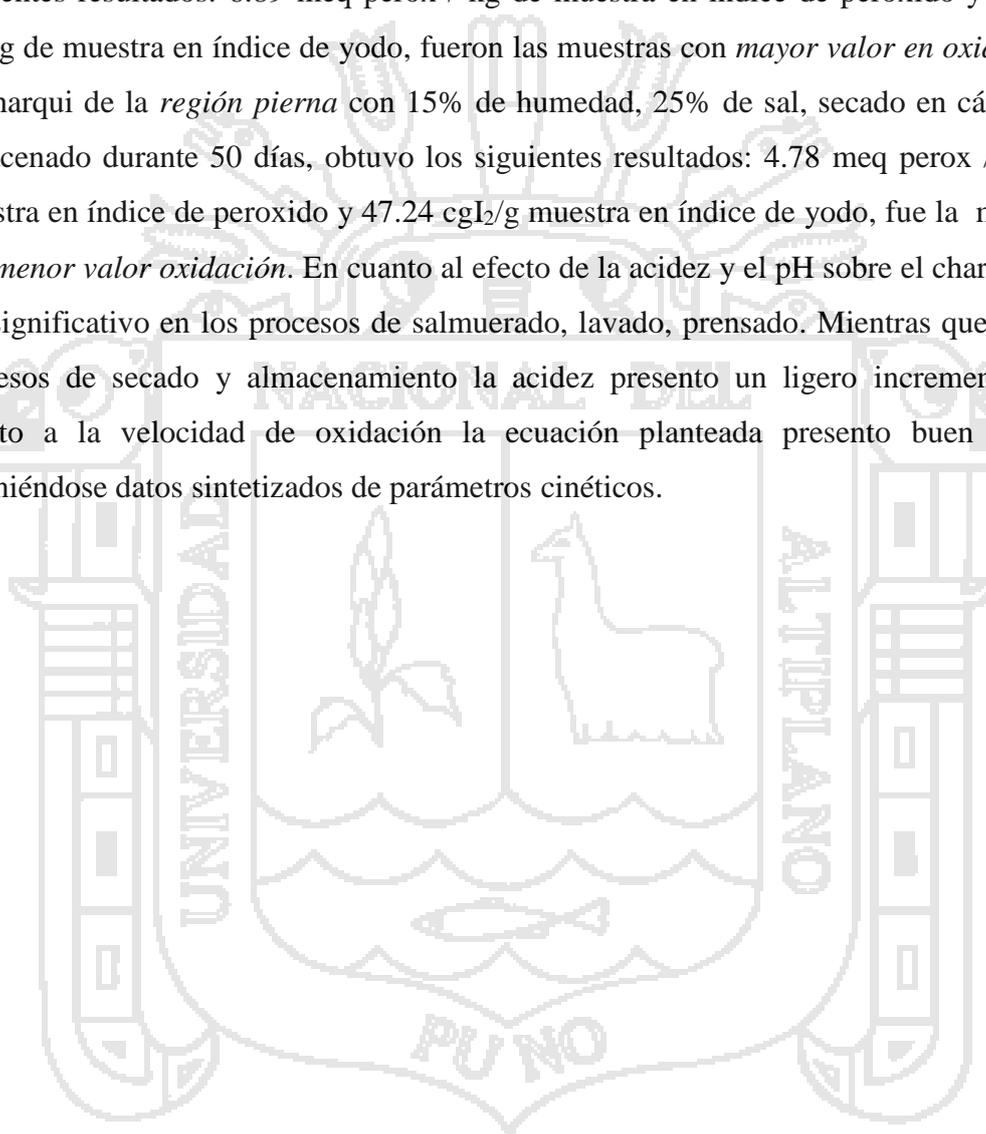
INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura N° 1: Cortes primarios de carcasa de alpaca.	10
Figura N° 2: Flujo de elaboración de charqui de alpaca.	15
Figura N° 3 : Diagrama de flujo cualitativo de elaboración de charqui de alpaca.	16
Figura N° 4: Diagrama de flujo de elaboración de charqui mediante la técnicas de salazón húmeda.	17
Figura N° 5: Mecanismo de osmosis inversa.	21
Figura N° 6: Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad de agua a 20°C.	22
Figura N° 7: Grafica de secado con datos de humedad libre en función del tiempo	23
Figura N° 8: Reacción de oxidación de lípidos.	25
Figura N° 9: Consumo de oxígeno en función del tiempo en el caso de lípidos puros.	28
Figura N° 10: Velocidad de oxidación de lípidos, a diversas temperaturas.	30
Figura N° 11: Mapa Político de la Región Puno.	36
Figura N° 12: Proceso de desgrasado y deshuesado	40
Figura N° 13: Proceso de salmuerado	41
Figura N° 14: Proceso de secado	43
Figura N° 15: Proceso de empacado	44
Figura N° 16: Diagrama de Flujo para la Elaboración de Charqui de Alpaca.	45
Figura N° 17: Diagrama de Flujo para el proceso experimental de charqui de alpaca.	56
Figura N° 18: Comparación de resultados entre carne y charqui de alpaca de la región pierna y brazuelo.	57
Figura N° 19: Evaluación de los valores de peroxidación, secados en cámara	105
Figura N° 20: Evaluación de los valores de peroxidación, secados en secador solar	106
Figura N° 21: Evaluación de los valores de peroxidación, secados al medio ambiente	107

RESUMEN

En el presente estudio se determinó la oxidación de lípidos en el proceso de obtención de charqui de alpaca (*Lama pacos*) de la raza huacaya (macho) de 3 años de edad, para lo cual se utilizó carne de las regiones brazuelo y pierna. Las operaciones para la obtención de charqui fueron: Desgrasado y deshuesado, selección y fileteado, salmuerado, lavado, tratamiento con aditivo, prensado, secado y almacenado. Se realizaron análisis para la carne y charqui (con menor formación de peróxido), como: humedad, proteína, grasa, ceniza, acidez y pH. Para los procesos de salmuerado, lavado, prensado, secado y almacenado, se realizaron los siguientes análisis: humedad, acidez, pH, índice de peróxido, índice de yodo. La obtención de velocidad de oxidación se realizó mediante el método integral de análisis de datos. Los resultados del análisis de la **carne** de alpaca fueron: Humedad 75.27%(pierna) y 72.80%(brazuelo), Proteína 19.16% (pierna) y 18.32%(brazuelo), Grasa 3.59%(pierna) y 2.71%(brazuelo), Ceniza 1.21%(pierna) y 1.26% (brazuelo), Acidez 0.86% de ácido láctico (pierna) y 0.89% de ácido láctico (brazuelo). pH 6.10 (pierna) y 5.81 (brazuelo). Los resultados para el **charqui** fueron: Humedad 9.24, 16.75 (pierna) y 10.12, 16.54 (brazuelo), Proteína 45.67, 47.28 (pierna) y 42.71, 44.35 (brazuelo); Grasa 7.24, 7.60 (pierna) y 5.37, 5.42 (brazuelo); Ceniza 26.23, 26.86 (pierna) y 24.32, 25.21 (brazuelo). Promedio de resultados del proceso de **salmuerado**: humedad 69.82%, acidez 0.55% de ácido láctico, pH 5.70, índice de peróxido 4.23 meq perox / kg de muestra y índice de yodo 52.89 cgI_2/g de muestra. Promedio de resultados del proceso de **lavado**: Humedad 71.57%, acidez 0.53% de ácido láctico, pH 5.81, índice de peróxido 3.65 meq perox / kg de muestra y índice de yodo 50.68 cgI_2/g de muestra. Promedio de resultados del proceso de **prensado**: humedad 66.82%, acidez 0.60 % de ácido láctico, pH 5.88, índice de peróxido 3.87 meq perox / kg de muestra y índice de yodo 50.02 cgI_2/g de muestra. Promedio de resultados del proceso de **secado**: humedad 9% y 15%, acidez 0.57% de ácido láctico, pH 5.76, índice de peróxido 5.65 meq perox / kg de muestra y índice de yodo 39.14 cgI_2/g de muestra. Promedio de resultados de **almacenamiento**: acidez 0.63% de ácido láctico, pH 5.86, índice de peroxido 6.59 meq perox / kg de muestra y índice de yodo 37.59 cgI_2/g de muestra. Al final de la evaluación se determinó que las muestras con *mayor valor en oxidación de lípidos* fueron: charqui de la *región brazuelo* con 9% de humedad, 30% de sal, secado al medio ambiente, y almacenado durante 50 días, obtuvo los siguientes resultados: 8.28 meq perox / kg de muestra en índice de

peróxido y 28.65 cgI_2/g de muestra en índice de yodo, Mientras las muestras con *menor valor en oxidación* Fueron: charqui de la *región brazuelo* con 15% de humedad, 25% de sal, secado en cámara y almacenado durante 50 días, obtuvo los siguientes resultados: 6.43 meq perox / kg de muestra en índice de peroxido y 46.31 cgI_2/g de muestra en índice de yodo. Con relación a la *región pierna* las muestras de charqui con 9% de humedad, 30% de sal, secado al ambiente y almacenado durante 50 días, obtuvo los siguientes resultados: 6.89 meq perox / kg de muestra en índice de peroxido y 30.48 cgI_2/g de muestra en índice de yodo, fueron las muestras con *mayor valor en oxidación*. El charqui de la *región pierna* con 15% de humedad, 25% de sal, secado en cámara y almacenado durante 50 días, obtuvo los siguientes resultados: 4.78 meq perox / kg de muestra en índice de peroxido y 47.24 cgI_2/g muestra en índice de yodo, fue la muestra con *menor valor oxidación*. En cuanto al efecto de la acidez y el pH sobre el charqui, no fue significativo en los procesos de salmuerado, lavado, prensado. Mientras que en los procesos de secado y almacenamiento la acidez presento un ligero incremento. En cuanto a la velocidad de oxidación la ecuación planteada presento buen ajuste; obteniéndose datos sintetizados de parámetros cinéticos.



I. INTRODUCCION

En la actualidad los productores alpaqueros de la región Puno, se encuentran en difícil situación económica, debido al bajo costo de la fibra de alpaca; razón por la cual se ha incrementado la producción de charqui de alpaca, siendo una de las principales actividades generadoras de ingreso económico y destinado para la alimentación humana.

La producción de charqui se realiza a base de carcasas de alpaca y sal (NaCl), en cuanto a su elaboración no precisa un estándar de producción por los diferentes parámetros de proceso que se utilizan, en su gran mayoría se realiza en forma artesanal. La deficiente elaboración de este producto, provoca una serie de alteraciones en sus componentes nutricionales, especialmente en la grasa, con la presencia de enranciamiento.

Durante la elaboración de charqui mediante la forma tradicional y tecnificada es importante tener en cuenta no solo sus características nutritivas, sino también la calidad del producto, deficiencias durante su procesamiento, y cuando la carne es expuesta a condiciones atmosféricas, por un mal manejo se oxida rápidamente, provocando la liberación de hierro a partir de las proteínas, la adición de sal (NaCl) a la carne durante el procesamiento incrementa significativamente la liberación de hierro, a partir de los pigmentos hémico. Este problema se complica más aun por el hecho de que estas reacciones pueden ser iniciadas, inhibidas o modificadas por muchos factores, incluyendo los metales, enzimas, antioxidantes, la temperatura, luz, pH, etc. Los cambios que provocan estas reacciones afectan la calidad final del producto

La investigación se realizó con el propósito de conocer la influencia de las etapas de proceso de elaboración de charqui, sobre la oxidación de lípidos del producto. Para lo cual se realizaron análisis de humedad, pH, acidez, índice de peróxido y índice de yodo. Los factores en estudio fueron: región anatómica, porcentaje de sal, peso, tipo de secado y tiempo de almacenamiento. Con los resultados se pueden determinar la vida útil del producto.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- a. Determinar el análisis químico proximal (humedad, proteína, grasa, ceniza, pH, acidez) de la materia prima (carne de alpaca adulto de la región brazuelo y pierna) y del producto final (charqui de alpaca) con menor valor en peróxido.
- b. Determinar el efecto de los procesos de salmuerado, lavado, prensado, secado y almacenado en las características de índice de peróxido, índice de yodo, pH, acidez y humedad.
- c. Determinar la velocidad de oxidación de lípidos del charqui de alpaca, durante el almacenamiento.



II. REVISION DE LITERATURA

2.1. ALPACA (*Lama pacos*)

2.1.1. Ubicación y origen en la escala zoológica (CONACS, 2006).

Reino	: Animal.
Tipo	: Cordados.
Clase	: Mamíferos.
Sub clase	: Ungulados.
Orden	: Arthyodactila
Sub orden	: Tylopoda
Familia	: Camelidae
Género	: Lama, Vicugna y Camelus.
Sp.N.C.	: <i>Lama pacos</i>
Especie N.V.	: Alpaca

2.1.2. Características generales sobre la alpaca.

Según algunos investigadores la alpaca proviene de la domesticación de la vicuña y habita en la zona alto andina de Perú, Bolivia, Argentina y en menor cantidad en Estados Unidos, Canadá, Nueva Zelanda y Australia. La alpaca es armoniosa en su caminar de cuerpo esbelto cubierta de fibra que en su cuerpo se denomina vellón. Es considerado como animal ecológico por no dañar el pasto ni provocar erosión al alimentarse.

La alpaca como especie domestica es criada en rebaños su producción principal es la fibra, presenta un número variado de colores como el blanco, café, negro, gris, etc. La producción de la alpaca está entre los 2 y 3 años de edad, tiene una gestación que dura 11.5 meses y produce una cría al año y tiene las siguientes razas: Huacaya y Suri (CONACS, 2006).

Cuadro 01: Población alpacas, producción y saca del departamento de Puno.

Años	Producción Promedio /año	Producción de carne / saca N° de cabezas
1995	1607890	143100
1996	1531860	138400
1997	1531860	149460
1998	1577940	153438
1999	1641080	158936
2000	1712110	164100
2001	1780380	169650
2002	1782850	185650
2003	1832150	166570
2004	1880150	173250

Fuente: OIA (2005)

2.2. CARNE DE ALPACA.

La carne de alpaca es de excelente calidad para la nutrición humana, tanto en la forma muscular así como las vísceras. En el comercio el concepto de carne incluye los músculos esqueléticos de la carcasa, sus adherencias grasas, los tejidos conjuntivos elásticos y sanguíneos, nervios, etc., excepto los huesos (Bustinza, 2001).

La carne fresca de alpaca es considerada de primera calidad para la elaboración de diferentes productos, porque es reconocida como uno de los alimentos más nutritivos pues posee el 22% de proteína, 55mg de colesterol por cada 100 gramos de carne y un contenido graso de 3%. (CONACS, 2006).

2.2.1. Composición proximal de la carne de alpaca.

El valor nutritivo de la carne de alpaca está relacionado con la calidad alimenticia para el hombre a través del contenido de proteínas, grasa, glúcidos, minerales y otros componentes, los que determinan el valor nutritivo de la carne (Bustinza, 2001).

Cuadro 02: Composición proximal de la carne de alpaca reportados por diferentes autores.

Producto	Proteínas	Grasas	Ceniza	Humedad	Autor
Carne De Alpaca	21.46	0.84	1.16	70.15	Cruz y Cayro (2005)
	20.48	1.40	1.14	76.08	Bustinza (2001)
	24.10	0.50	1.2	73.90	INS (1996)
	21.88	5.13	1.30	70.80	Jeri (1986)
	21.88	4.13	1.30	71.80	FAO (1970)
	20.91	1.20	0.99	77.09	Ampuero y Alarcón (1989)

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.1. Agua.

Es el mayor componente químico. Contiene alrededor del 76% de agua; de los cuales solo un 4% del agua total de la carne se halla ligada químicamente. Al ejercer una presión sobre la carne, las moléculas de agua pueden liberarse, cambiando la apariencia inicial de un sólido y si hay más presión, aumenta más esta liberación molecular, apreciándose una masa medio fluida. El agua libre sirve como disolvente de sustancias hidrosolubles del tejido muscular también actúa como agua de reacción en los diversos procesos bioquímicos. La cantidad de agua en las carnes depende de la especie animal y la edad de los animales (Téllez, 1992).

Cuadro 03: Porcentaje de agua en carne de alpaca.

Región	Edades (año)				Promedio
	1.5	2.5	3.5	4.5	
Pierna	76.16	76.29	75.43	76.12	76.29
Brazuelo	76.53	76.69	75.65	76.32	76.29
Pecho	76.09	76.46	75.43	76.13	76.03
Cuello	75.63	75.69	75.28	76.15	75.69
Promedio	76.10	76.28	75.45	76.18	76.08

Fuente: Bustinza (2001).

2.2.1.2. Proteínas.

La carne es el alimento más rico en proteína representada por las escleroproteínas como la miosina, actina, actomiosina, las albúminas, la mioglobina y la hemoglobina que confiere el color a la carne y las proteínas del tejido conjuntivo, colágeno y la elastina. La variación significativa está en las zonas anatómicas de la carcasa, las zonas que presentan menor porcentaje de proteína son el cuello y el pecho por su mayor infiltración de grasa. La edad del animal también influye al porcentaje de proteína, a medida que la edad del animal aumenta el porcentaje de proteína disminuye (Bustanza, 2001).

Cuadro 04: Porcentaje de proteína en carne de alpaca.

Región	Edad (año)				Promedio
	1.5	2.5	3.5	4.5	
Pierna	20.93	20.12	21.27	20.17	20.62
Brazuelo	20.24	19.81	20.80	20.57	20.35
Pecho	20.27	20.20	20.95	20.26	20.47
Cuello	20.14	20.35	20.90	20.55	20.48
Promedio	20.45	20.12	20.98	20.39	20.48

Fuente: Bustanza (2001).

2.2.1.3. Grasa.

La grasa está localizado como tejido adiposo subcutáneo o de manto o superficial, la grasa intersticial o de marmóreo y la grasa de depósito o reserva. Estas grasas están constituidas por ácidos grasos saturados predominantemente el palmítico y el esteárico y por los ácidos grasos no saturados, los más abundantes en las grasa animales son el palmitoleico, oleico, linoleico y linolenico. La calidad de las grasas se aprecia por su coloración, consistencia y olor (Téllez, 1992).

Existen claras diferencias de las zonas de análisis y las edades de las alpacas, las zonas del cuello y pecho presentan mayores porcentajes de grasa debido a una mayor infiltración tisular e intracelular comparada con la zona de la pierna y el brazuelo. La influencia de las edades es clara, a menor edad el contenido de grasa de las carnes es menor que a mayor edad de los animales (Bustanza, 2001)

Cuadro 05: Porcentaje de grasa en carne de alpaca.

Región	Edad (año)				Promedio
	1.5	2.5	3.5	4.5	
Pierna	1.40	1.24	1.43	1.45	1.40
Brazuelo	1.29	1.54	1.36	1.29	1.37
Pecho	1.28	1.49	1.41	1.59	1.44
Cuello	1.43	1.60	1.33	1.20	1.39
Promedio	1.35	1.44	1.38	1.38	1.40

Fuente: Bustinza (2001).

2.2.1.4. Ceniza.

El contenido de ceniza en la carne de alpaca oscila entre 0.8 a 1.8% se encuentra representado por fósforo, potasio, sodio, cloro, magnesio, calcio, azufre, hierro, silicio, además de otros oligoelementos en concentraciones bajas como el cobre, zinc y otros (Bustinza, 2001).

Cuadro 06: Porcentaje de ceniza en carne de alpaca.

Región	Edad (año)				Promedio
	1.5	2.5	3.5	4.5	
Pierna	1.35	1.34	1.24	1.02	1.14
Brazuelo	1.32	1.27	1.21	1.04	1.14
Pecho	1.21	1.16	1.12	1.12	1.15
Cuello	1.01	1.18	1.10	1.10	1.14
Promedio	1.23	1.24	1.17	1.07	1.14

Fuente: Bustinza (2001).

2.2.1.5. Carbohidratos.

Las carnes son pobres en estos componentes químicos, en promedio representan el 1%, entre ellos se tiene el glucógeno, un polisacárido; monosacárido como la fructuosa, ribosa y glucosa, aunque en pequeñas cantidades, especialmente cuando la carne está madura (Téllez, 1992).

PORCENTAJE DE TEJIDO EN CARCASA DE DIFERENTES ESPECIES.

Cuadro 07: Porcentaje de tejido en carcasa de diferentes animales.

Especies	Tejido	
	Muscular (%)	Adiposo (%)
Bovino	67	18
Ovinos	65	15
Porcinos	64	20
Cuyes	79	2
Alpacas	77	1
Vicuñas	78	2

Fuente: Téllez (1992).

Cuadro 08: Calidad de los cortes tradicionales de la alpaca.

Cortes	Calidad	Peso promedio (%)	%
Pierna	Bistec	5.53	23.93
Cuello	Sancochado	3.56	15.40
Lomo	Churrasco	3.14	13.59
Brazuelo	Bistec	2.58	11.16
Aguja	Churrasco	2.33	10.08
Costillar	Sancochado	1.68	7.27
Pecho y Falda	Sancochado	1.59	6.88
Ozobuco Posterior	Sancochado	1.35	5.84
Ozobuco anterior	Sancochado	1.12	4.85
Riñones, diafragma y grasa		0.23	1.00
Total		23.11	100

Fuente: Bustinza (2001).

Cuadro 09: Rendimiento de carne de alpaca.

Cortes	Calidad de Carcasa	
	"Primera"	
	Kilogramos	%
Pescuezo	2.15	8.6
Paleta	1.17	6.8
Brazuelo	3.30	13.2
Costillar	1.71	6.9
Pecho	1.40	5.6
Falda	0.55	2.2
Churrasco con Costilla	2.00	8.0
Churrasco con Lomo	1.87	7.5
Pierna	7.99	32.0
Osobuco	2.08	8.3
Merma	0.24	1.0
TOTAL	25.00	100.00
Rendimiento	51.56	

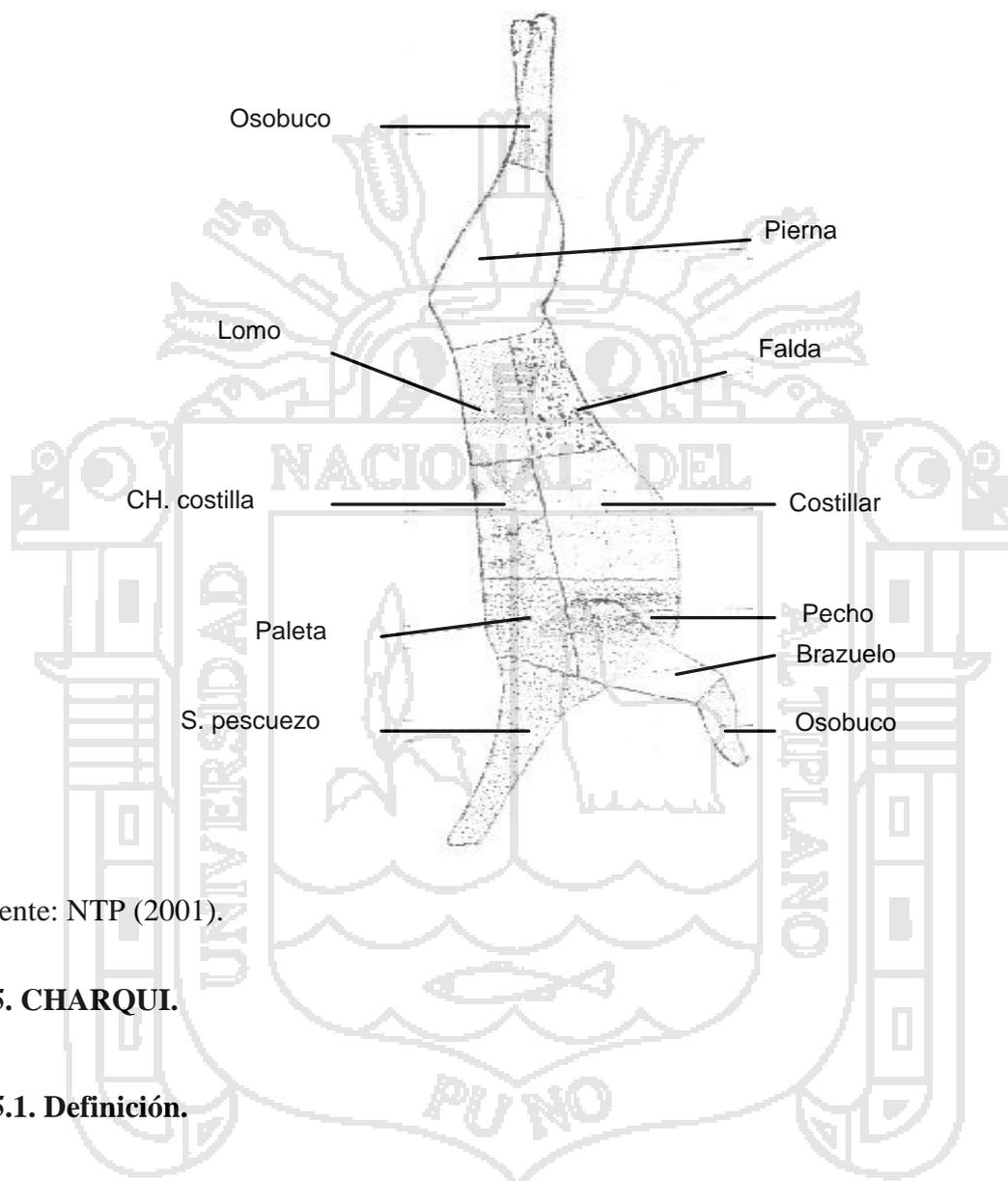
Fuente: Téllez (1992).

2.4. IDENTIFICACIÓN DE CORTES COMERCIALES DE CARCASA DE ALPACA.

La Norma Técnica Peruana (2001) de carne y productos cárnicos. Definiciones, requisitos y clasificación de la carcasa y carnes de alpacas y llamas, define los cortes comerciales de carcasa de la siguiente manera:

- **Agujas:** Zona anatómica dorsal, desde la primera a la duodécima vértebra torácica
- **Brazuelo:** Zona anatómica lateral cuya base ósea es el húmero cúbito y radio incluyendo la espátula.
- **Costillar:** Zona anatómica que comprende la región de las costillas separadas del pecho y las articulaciones costo vertebrales.
- **Cuello:** Zona anatómica cuya base comprende las vértebras cervicales.
- **Falda:** Región que comprende específicamente los músculos abdominales.
- **Lomo:** Zona anatómica lumbar y sacra, cuya base ósea son las vértebras dorsales y lumbares.
- **Pecho:** Zona anatómica del esternón y los cartílagos costales.
- **Osobuco anterior:** Comprende la zona inferior de las extremidades anteriores, cuya base ósea son los huesos del tarso y los metatarsianos.
- **Osobuco posterior:** Comprende la zona inferior de las extremidades posterior, cuya base ósea son los huesos del tarso y los metatarsianos.

Figura 01: Cortes primarios de carcasa de alpaca.



Fuente: NTP (2001).

2.5. CHARQUI.

2.5.1. Definición.

El charqui se define como carne seca o deshidratada de cualquier animal, que por acción de la sal y el clima, al ser expuestas principalmente al frío por las noches y al sol durante el día, adquiere un color, olor y sabor singular (Tellez, 1992; Sanchez y Col, 1982).

Este producto se presenta desgrasado y deshuesado fraccionado en trozos pequeños. La carne desecada son tiras de carne que son secados en zonas con climas apropiados, el producto se considera como Biltong en África del sur, Jerky o Charki en América del Sur y Pemmican en Groenlandia (Ranken, 1993).

2.5.2. Antecedentes.

En el centro de investigación y producción la raya dependencia de la universidad nacional del altiplano de Puno, se efectuó la evaluación del rendimiento de carne deshuesada de alpaca para obtención de charqui, obteniendo un rendimiento de 55.57% de charqui con respecto al peso vivo 13.04% y charqui / carcasa 23.47%, la técnica utilizado fue salado en seco (Condori, 2005).

El charqui sufre variación en su elaboración de acuerdo al lugar de procedencia, el área urbana de Lima demanda charqui elaborado con tecnología intermedia, pudiendo ser picado o deshuesado. Mientras que en área urbana de arequipa y cusco se demanda charqui elaborado similar a la tecnología anterior pero sin acondicionamiento final. Mientras que en la selva el charqui demandado es el elaborado con tecnología baja (Pachao, 2004).

En investigación desarrollada sobre determinación de parámetros técnicos y costos en la elaboración de charqui de alpaca en las PYMES de Azángaro – Puno. Obtuvo los siguientes resultados: lavado 4.50 horas a 14°C, salado en poza 151.40 horas a 14.22°C; apilado 51.43 horas a 13.11°C; secado 153.6 horas a 14.67°C; almacenado 134.40 horas a 11.1°C. Se utilizó un promedio de 0.45kg de sal por kg de carcasa. El rendimiento general fue de 69.38% para las carcasas (Apaza, 2003).

La producción de charqui proviene de carcasa de camélidos, ovino, vacuno, se realiza fundamentalmente para la conservación de estas carnes. La mayor producción se realiza en las regiones alto andinas en base a carcasas de alpaca (Yépez, 1988). La elaboración de charqui en las provincias altas del Cusco, Ocongate y otros lugares del departamento de Puno, se realiza de animales de avanzada edad, en otros casos de animales enfermos o muertos obteniendo productos de ínfima calidad (Ampuero y Alarcón, 1989).

Cuadro 10: Composición proximal de charqui de alpaca reportados por diferentes autores.

Producto	Proteínas	Grasas	Ceniza	Humedad	Autor
Charqui De Alpaca	57.21	1.81	15.11	16.62	Cruz y Cayro (2005)
	49.22	4.48	41.26	7.42	Condori (2005)
	50.19	7.72	41.36	7.02	Apaza (2003)
	50.51	10.34	3.06	29.46	Umiña, (2003)
	52 a 57	5 a 19	-	10 a 20% Máx.	Titi (1999)
	57.20	7.5	3.3	28.8	Ampuero y Alarcón (1989)

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11: Composición proximal de charqui de alpaca en diferentes tipos de secado.

Análisis (%)	Tipo de secado				
	Cámara de Secado	Secador solar		Secado en Sombra	
		Lomo	Pierna	Lomo	Pierna
Humedad	-	16.01	16.83	16.85	16.79
Proteína	59.93	57.35	57.24	57.51	57.03
Grasa	-	1.66	1.83	1.86	1.88
Ceniza	-	14.88	15.51	14.94	15.12
NaCl	10.63	10.57	10.08	10.54	10.78

Fuente: Cruz y Cayro (2005).

Cuadro 12: Rendimiento en la elaboración de charqui de alpaca.

Producto	Charqui peso carcasa (%)	Autor
Charqui de Alpaca	23.47	Condori (2005)
	69.38	Apaza (2003)
	45.77	Miranda y Quispe (1996)

Fuente: Elaboración propia.

2.6. TECNICAS DE SALAZON Y SECADO DEL CHARQUI.

2.6.1 Técnica de Salazón.

2.6.1.1 Técnica de Sal Prensa.

Por observación directa y de acuerdo a la información verbal la técnica de sal prensa se inicia con el corte y trozado; se realiza de forma longitudinal en la masa muscular, las cuales son divididos en miembros anteriores incluyendo costilla, miembros posteriores, columna vertebral, pecho y cuello, raras veces se usa la cabeza. Salazón y prensado se realiza sobre una cama de paja o totora, donde se agrega sal a la parte central de la prensa de carcasa, en donde se encuentra el charqui trozado, se cubre con paja y totora, luego se pone piedras de un tamaño adecuado, el prensado es de 10 días a -5.6°C con una humedad relativa de 39% con un promedio de 2.4kg de sal / carcasa (Ferro, 1991).

2.6.1.2 Técnica de Salado en Seco.

La técnica de salado en seco se realiza en pozas de cemento o de otro material en donde se agrega sal natural molida 200g a 310g por kilogramo de carne aproximadamente, el tiempo de permanencia de la carne en las pozas de salazón es de 6 a 9 días. También se realiza un resalado luego de sacar la carne de la poza se agrega 140g de sal por kilogramo de carne, el resalado debe permanecer dos días (Apaza, 2003; Titi, 1991). Además la salazón se realiza por frotamiento a través de cortes longitudinales (Ferro, 1991).

2.6.1.3 Técnica de Salado en Húmedo.

El salado húmedo consiste en preparar una solución de salmuera en tanques. La concentración de salmuera es de 19° a 25° Baume (de 25 a 49% de NaCl) a un pH de 6.6, hasta que la carne adquiera un color azul con un tono cenizo. El tiempo para el salado húmedo es 2 a 4 días aproximadamente, durante este tiempo debe agitar constantemente las piezas inmersas en la salmuera (Sanca, 2004; Umiña, 2003; IBNORCA, 1995; Ferro, 1991).

2.6.2. Técnicas de Secado.

2.6.2.1 Técnica de Secado Tradicional.

2.6.2.1.1 Secado al Sol.

El secado tradicional consiste en colgar trozos de carne en varillas para que sequen mediante la exposición a los rayos del sol, por las tardes son recogidos para volver a extenderla la mañana siguiente, este proceso dura 4 a 5 días dependiendo de las condiciones climáticas. Al final el charqui tendrá una humedad de 45% (CNCT, 1995).

Otra de las formas de secado al sol consiste en extender de día y de noche los trozos o carcasas de carne sobre superficies de cemento u otro material, el tiempo de secado varía de acuerdo a las condiciones climáticas pudiendo ser de 6 a 20 días (Apaza, 2003; Titi, 1999).

2.6.2.1.2 Secado bajo Sombra.

Para obtener charqui de buena calidad con una apariencia de color blanco pajizo el secado se hace en la sombra para lo cual es necesario construir un cobertizo o una sala adecuada. El secado en sombra evita que la carne adquiriera un color negruzco que le da mal aspecto, además no influye en el contenido microbiológico ni químico proximal (Cruz y Cayro, 2005; Yépez, 1988).

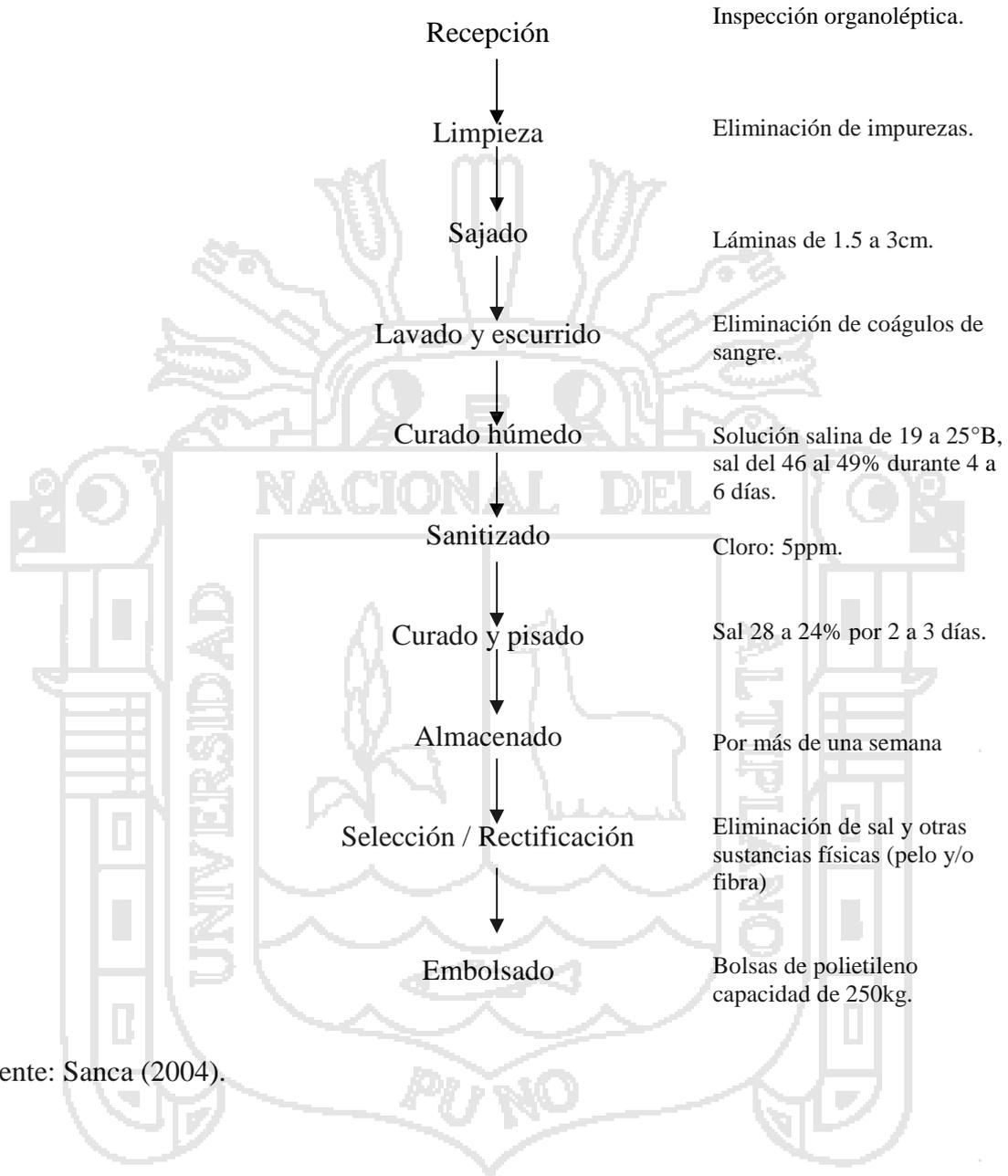
2.6.2.2 Secado Tecnificado.

2.6.2.2.1 Secado en Secador Solar.

A una temperatura de 25°C, con una concentración de 10% de NaCl, y a una velocidad de aire de 1 m/s, se obtuvo un tiempo de secado de 27.61 horas, resultando el charqui de alpaca y llama con mayor porcentaje de proteína y una baja actividad de agua (Cruz y Cayro, 2005).

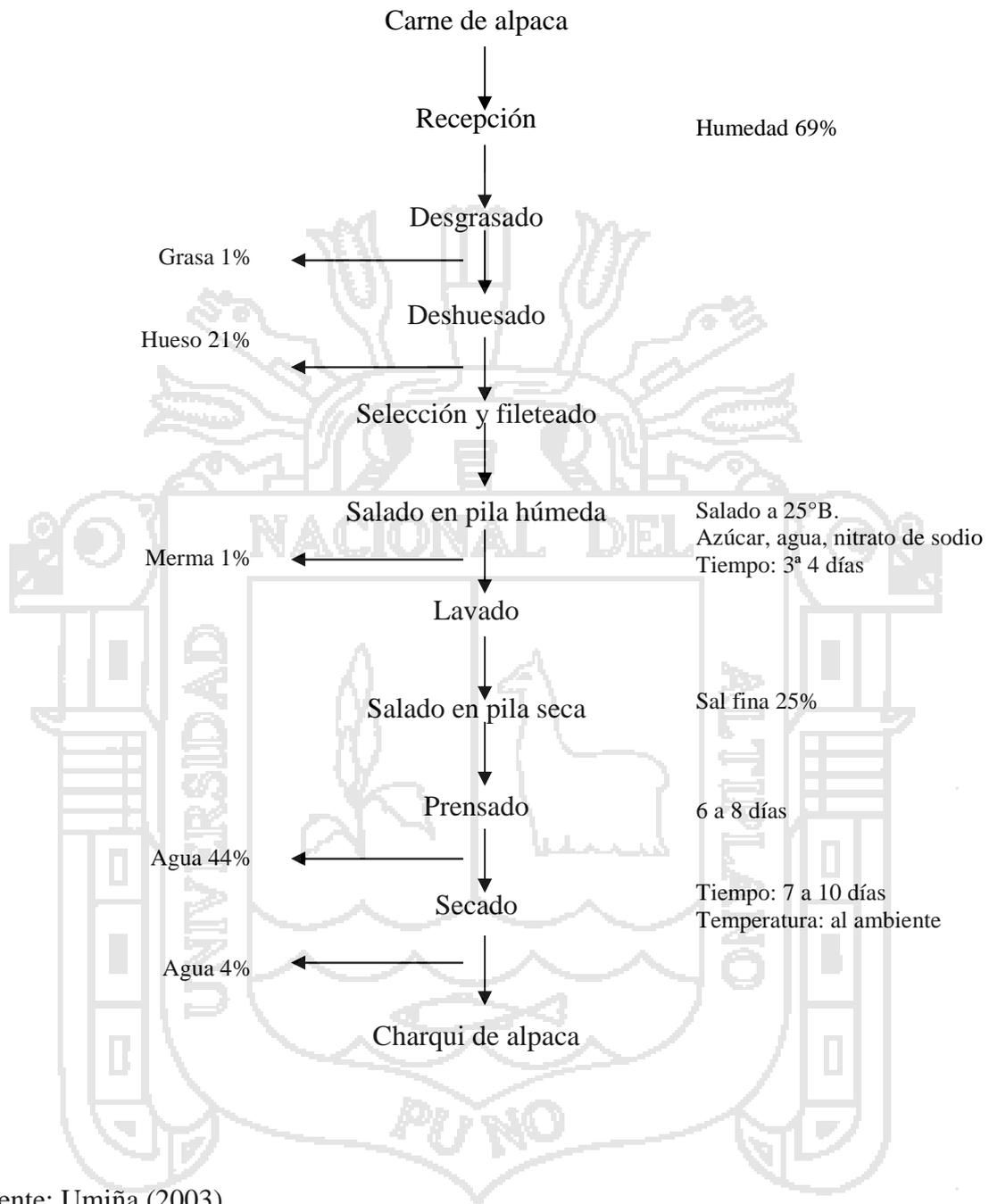
2.6.3. Diagramas de Flujo de Procesos Tradicionales de Elaboración de Charqui Mediante la Técnica de Salado Húmedo.

Figura 02: Flujo de elaboración de charqui de alpaca.



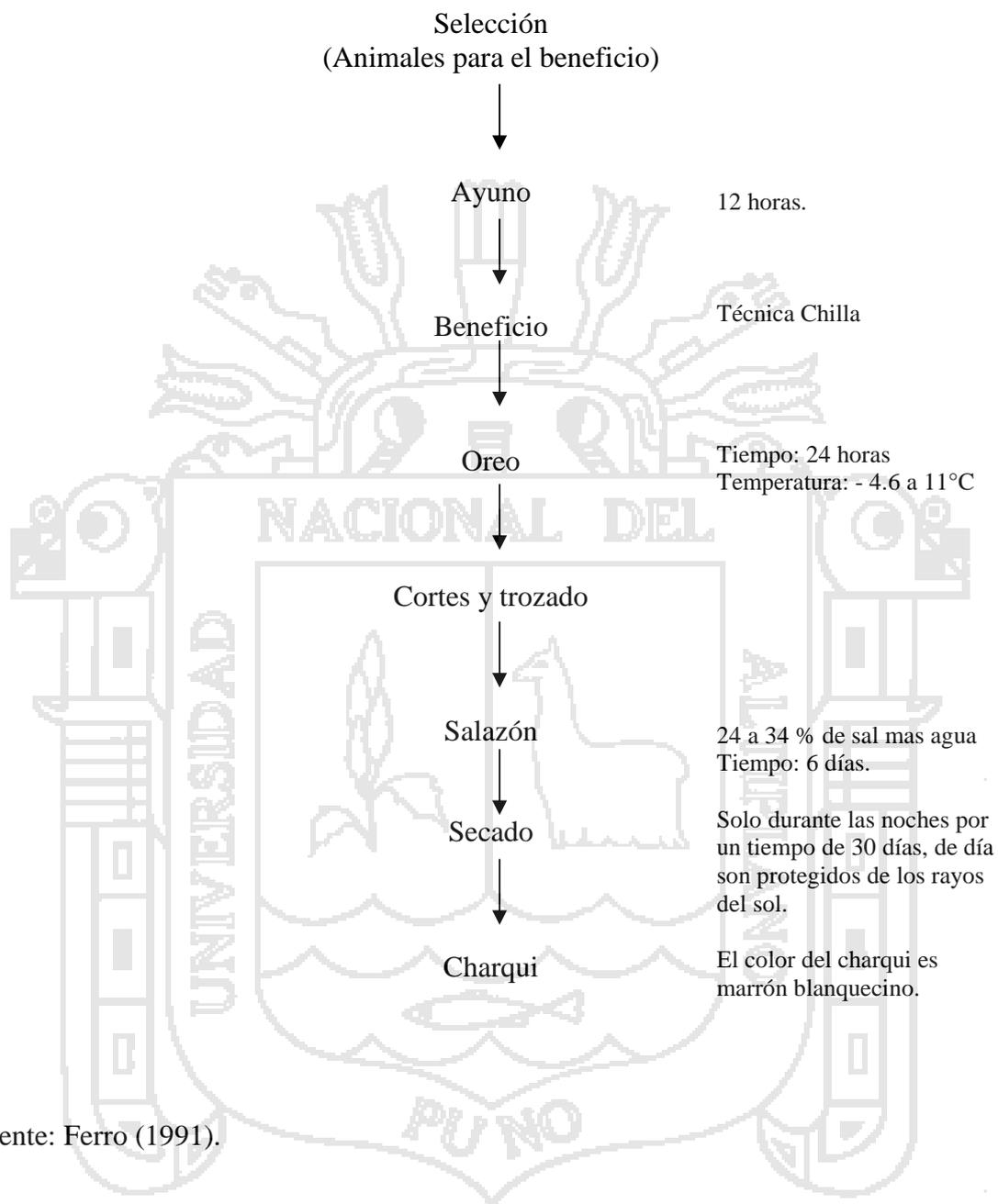
Fuente: Sanca (2004).

Figura 03: Diagrama de flujo cualitativo de elaboración de charqui de alpaca.



Fuente: Umiña (2003).

Figura 04: Diagrama de flujo de elaboración de charqui mediante la técnicas de salazón húmeda.



Fuente: Ferro (1991).

2.7 EFECTO DEL CLORURO DE SODIO EN LAS PROPIEDADES DE LA CARNE.

2.7.1 Efecto sobre la Proteína.

Durante el inicio del salado el agua ligada a las proteínas no puede tomar parte en el mecanismo de intercambio. Mientras el contenido de sal se encuentra entre 2 y 5%, el agua permanece ligada a las proteínas que se hinchan, este fenómeno es debido a la adsorción de iones Cl^- en la superficie de las proteínas aumentando así su número de cargas negativas a pH neutro y en consecuencia provocando un aumento de las fuerzas de repulsión en el interior y entre las cadenas polipeptídicas. De ello resulta un aumento de agua de hidratación de las proteínas en el espacio creado ya que para hidratar las nuevas cargas negativas es necesario una cantidad de agua suplementaria (Lorient, 1996).

A bajas concentraciones salinas (fuerza iónica $< 0.1 - 0.15$), tienden a aumentar la solubilidad de la mayor parte de las proteínas, esta solubilización por la sal es consecuencia del efecto de las sales sobre las interacciones electrostáticas (Wong, 1995).

A medida que la concentración de NaCl aumenta en la carne, las proteínas miofibrilares y sarcoplasmáticas se vuelven poco a poco solubles hasta un máximo de solubilidad que se sitúa entre el 3 y 12 % según la temperatura. Al continuar aumentando la concentración en sal (más de 21%), las proteínas precipitan en los tejidos (coagulación sobre todo de las albúminas) (Lorient, 1996; Guerrero y Arteaga, 1998).

A concentraciones de sal próximos a la saturación, la casi totalidad de las proteínas precipitan. Los iones $\text{Na}^+ \text{Cl}^-$ y las proteínas musculares tienen una fuerte afinidad por el agua, a concentraciones salina alta, sin embargo estos iones entran en competencia con las proteínas por la pequeña cantidad de agua presente y como ellos atraen generalmente las moléculas de agua más fuertemente que las proteínas, estas se deshidratan, por tanto son proteínas desnaturalizadas (Lorient, 1996).

2.7.2 Efecto Sobre la Grasa.

El contenido elevado de grasa en la carne, retarda la penetración de la sal y aumenta la susceptibilidad al enranciamiento oxidativo. Esta oxidación es debido al poder oxidante del Cl^- pero también el efecto catalítico del pigmento hemo de las proteínas tales como la hemoglobina, la mioglobina y el citocromo C.

La formación de ácidos grasos libres de un descenso proporcional de contenido en fosfolípidos al menos hasta un cierto contenido en la sal en la carne (17%), por encima, la sal inhibe a las enzimas responsables de la lipólisis. Los ácidos grasos insaturados son como se sabe muy sensibles a la oxidación y las sustancias resultantes como cetonas, aldehídos, responsables de los aromas, así como del color (Lorient, 1996).

2.7.3 Efecto Sobre la Capacidad de Retención de Agua.

Al pH_i (pH a su punto isoeléctrico) de las proteínas el espacio entre los miofilamentos se restringe y la hidratación está en su mínimo. A un lado y otro del pH_i , el incremento del número de cargas provoca repulsiones intra e intercatenarias; la capacidad de retención de agua aumenta. La adición de la sal neutra desplaza el pH_i de las proteínas y provoca una disminución de capacidad de retención de agua por deshidratación de las proteínas, de donde deriva una retracción de los tejidos y una disminución del volumen (Lorient, 1996).

2.7.4. FACTORES QUE INFLUYEN EL PROCESO DE SALAZÓN.

2.7.4.1 Difusión.

La transferencia de materia incluye tanto transporte por difusión de materia a escala molecular como transporte neto por convección. La transferencia de masa se verifica cuando el componente de una mezcla emigra en una misma fase o de una fase a otra, a causa de la diferencia de concentración. El proceso de difusión puede describirse matemáticamente por la ley de Fick, la cual propone que el flujo de materia de un componente por unidad de área es proporcional al gradiente de su concentración (Singh y Heldman, 1998; Geankoplis, 1998).

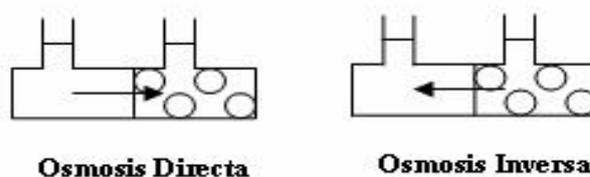
Durante la salazón las propiedades hidrosópicas (atracción o captación de moléculas de agua) que presenta la sal sobre la superficie de la carne hace que este expulse líquido hacia el exterior. En este líquido que sale de la carne se disuelve parte de la sal, el cual penetra por difusión en la carne. La salida de agua tisular de la carne provocada por los efectos de la sal es una especie de secado osmótica. Cuando mas sal penetra en la carne, menor es la cantidad de líquido que sale (Daudin, 1991).

2.7.4.2. Osmosis.

Para ser útil en la separación de las diferentes especies, una membrana debe permitir el paso de ciertas moléculas o impedir o restringir en gran medida el paso de otra. En la osmosis ocurre un transporte espontáneo de disolvente desde un soluto diluido o solución salina hacia un soluto concentrado o solución salina a través de una membrana semipermeable que permite el paso del disolvente pero impide el paso de los solutos salinos el agua disolvente fluye normalmente a través de la membrana semi permeable hacia la solución salina (Geankoplis, 1998).

La osmosis inversa es el resultado natural no solo contrapuesto sino invertido por medio de una presión, mecánico superior a la presión osmótica de la solución tratada. Es claro que la presión a aplicar sobre la solución para obtener una osmosis inversa será tanto mas elevada cuanto menos sea la masa molecular del soluto y mayor la concentración del producto a tratar. Una solución de 15% de NaCl presenta una magnitud de presión osmótica de 140 bars (Mafart y Beliard, 1994).

Figura 05: Mecanismo de osmosis inversa.



Fuente: Marfart y Beliard (1994).

2.8. ACTIVIDAD ACUOSA EN LA CONSERVACIÓN DE LOS PRODUCTOS CARNICOS.

El termino actividad de agua (a_w) define el grado de interacción del agua con los demás constituyentes del material alimentario. La actividad de agua en los alimentos desempeña un papel muy importante en su estabilidad ya que muchas reacciones dañinas ocurren de acuerdo con el valor de este factor. La mayoría de los alimentos como carne, frutas verduras tiene una actividad de agua de 0.97, con un contenido aproximado de 60% o mas de agua, por lo que están sujetos a diversos factores de deterioro. La adición de solutos como sales actúan no solo como saborizantes sino también como reductores de actividad de agua, aumentan el punto de ebullición del agua y reduce el de congelamiento, lo cual depende del peso molecular del soluto y de su concentración (Guerrero y Arteaga, 1998), con base en esto, la actividad de agua se puede calcular como:

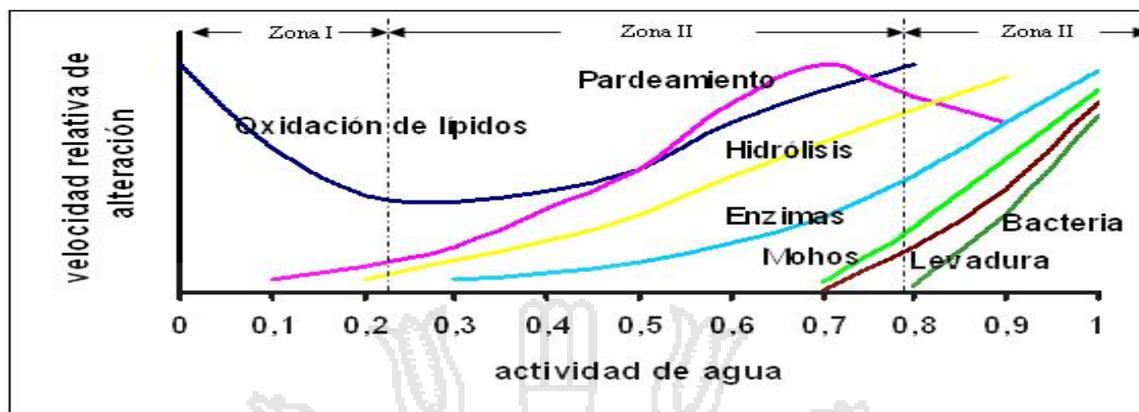
$$a_w = \frac{P}{P_0} = \frac{M_a}{M_a + M_s}$$

Donde:

M_a = moles de agua.

M_s = moles de soluto.

Figura 06: Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad de agua a 20°C.



Fuente: Guerrero y Arteaga (1998).

2.9. SECADO DE PRODUCTOS ALIMENTARIOS.

El secado es un proceso en el cual se elimina la humedad de un producto alimentario para reforzar su estabilidad, transportabilidad, sabor y textura (Lomas, 2002). En la operación básica de secado interviene dos factores importantes:

- Transmisión de calor, para suministrar el calor latente de vaporización necesario.
- Movimiento del agua o del vapor de agua a través del producto alimenticio y su separación del mismo (Earle, 1998).

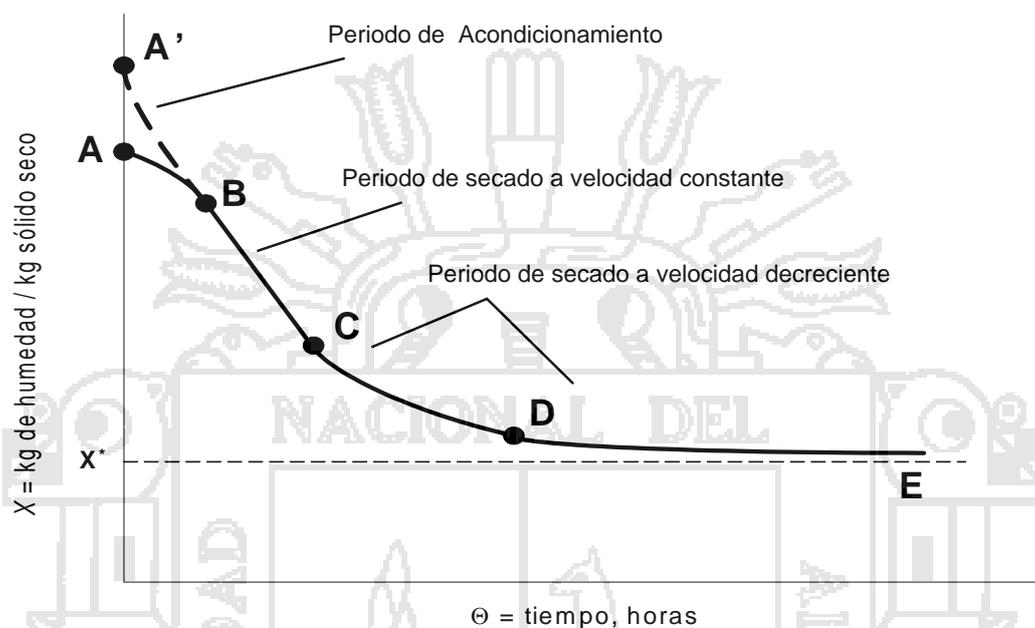
El proceso de secado de alimentos no solo afecta al contenido de agua del alimento, sino también altera otras propiedades físicas, químicas y biológicas como la actividad del agua, isoterma de adsorción, deterioro microbiano, reacciones enzimáticas y no enzimáticas, fenómenos físicos y estructurales y destrucción de nutrientes, aroma y gusto, los cuales tienen importancia en la calidad, seguridad y estabilidad del alimento (Barboza y Vega, 2000).

2.9.1 Curvas de velocidad de secado.

Para determinar experimentalmente la velocidad de secado, se procede a colocar muestras en una bandeja, si se trata de material sólido se debe llenar por completo la base de la bandeja, de manera que solo quede expuesta a la corriente de aire de secado la superficie de dichas muestras. Las pérdidas en peso de humedad durante el secado pueden determinarse a diferentes intervalos sin interrumpir la operación, colgando las

bandejas en una balanza adaptadas a un gabinete o a un ducto a través del cual fluye el aire de secado. Las muestras no deben ser demasiado pequeñas, las superficie de secado y de no secado así como la profundidad del lecho deben ser uniformes para simular un secado en condiciones constantes (Geankoplis, 1998).

Figura 07: Gráfica de secado con datos de humedad libre en función del tiempo.



Fuente: Geankoplis (1998).

2.10. LÍPIDOS.

Los lípidos constituyen un grupo diverso de compuestos generalmente solubles en disolventes orgánicos pero con escasa solubilidad en agua, son componentes principales del tejido adiposo y junto con las proteínas y carbohidratos, constituyen los principales componente estructurales de las células vivas. Los ésteres del glicerol y los ácidos grasos que dan cuenta del 99% de los lípidos de origen vegetal y animal han sido tradicionalmente denominados grasas y aceites (Fennema, 2000)

2.10.1 Oxidación de lípidos.

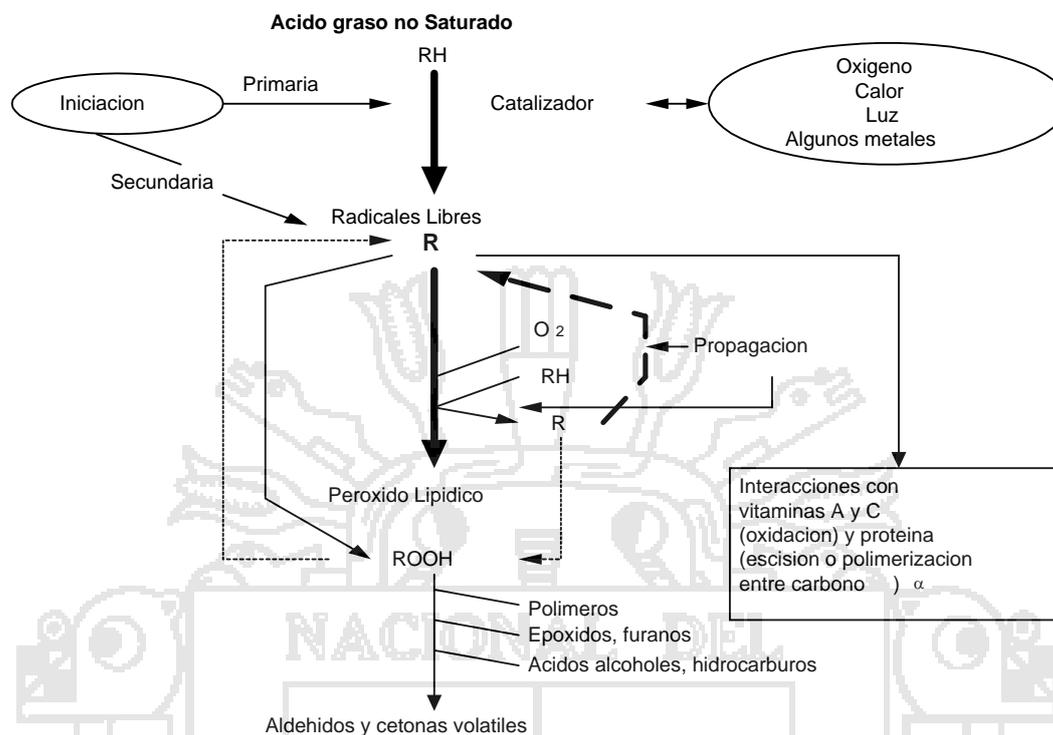
Las reacciones de oxidación en los alimentos se relaciona con la presencia de metales, que pueden actuar como catalizadores de radicales libres (Barbosa y Vega, 2000). La oxidación de los lípidos en los alimentos se debe a la reacción del oxígeno con los

lípidos insaturados por dos vías diferentes: la autooxidación y la oxidación fotosensibilizada (Wong, 1995).

Los ácidos grasos no saturados se oxidan rápidamente cuando son parte de moléculas de triglicéridos o fosfolípidos. Los ácidos grasos saturados sólo se oxidan a temperaturas superiores a 60°C, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados pueden oxidarse incluso durante el almacenamiento en estado de congelación. El principal problema planteado por las reacciones de oxidación de los lípidos reside en la formación de compuestos volátiles de olor desagradable, lo que limita el tiempo de conservación de los alimentos (Cheftel y Cheftel, 1999).

Las grasas recién desodorizadas tienen aromas suaves, pero en el almacenamiento aparece olores desagradables, los enranciamientos más conocidos son el hidrolítico y el oxidativo. El hidrolítico con la presencia de un catalizador como enzima, un moho o una levadura, en presencia de humedad, produce hidrólisis de los triglicéridos haciendo que se libere ácidos grasos libres, es el responsable del sabor agrio, aromas rancios (Ranken, 1993).

La oxidación de lípidos es un proceso sumamente complejo, que implica numerosas reacciones que dan lugar a una gran variedad de cambios físicos y químicos. La naturaleza de los cambios se ven influenciada por una serie de variables como luz, oxígeno, temperatura, pH, etc. El resultado es la aparición de olores, sabores, colores anómalos, se debe a que el enlace éster de los acilglicéridos es susceptible a la hidrólisis química y enzimática, con formación de compuestos parcialmente tóxicos y disminución de vida útil del producto, el grado de deterioro depende del tipo de grasa o de aceite (Badui, 1999).

Figura 08: Reacción de oxidación de lípidos.

Fuente: Cheftel y Cheftel (1999).

2.10.2. Autorización.

La autorización es una reacción en cadena de radicales libres que incluye las siguientes etapas (Wong, 1995):

a) Iniciación.

Consiste en la sustracción hemolítica de un hidrógeno en presencia de un indicador para formar un radical alquilo.

b) Propagación.

El radical alquilo libre reacciona con el oxígeno para formar un radical peróxido que a su vez reacciona con un lípido insaturado para formar un hidroperóxido y un nuevo radical libre. Este último puede reaccionar con el oxígeno para formar un radical peróxido y así sucesivamente.

c) Terminación.

La reacción en cadena puede terminar por formación de productos que no sean radicales.

2.10.3. Formación de hidroperóxidos.

La velocidad global de la reacción de autoxidación es independiente de la presión del oxígeno. La velocidad de reacción aumenta con el grado de insaturación. El ácido linoleato se oxida 10 veces más rápido que el oleato y el linolenato de 20 a 30 veces más rápido aun. El radical peróxido formado sustrae un radical H a otro ácido graso para formar el hidroperóxido. El producto formado está compuesto predominantemente por los 9 y 13 hidroperóxidos ya que la estabilidad de los sistemas dieno conjugados favorece el ataque del oxígeno en las posiciones más extremas. Los 9 y 13 hidroperóxidos tienen conjugación trans, cis y trans trans (Wong, 1995).

El oleato produce los 8, 9, 10 y 11 hidroperóxidos, se forma más cantidad de hidroperóxidos 8 y 11 que los isómeros 9 y 10, a 25°C los hidroperóxidos 8 y 11 se halla en cantidades relativamente iguales en la conjugación cis y trans, pero los isómeros 9 y 10 se hallan mayoritariamente en forma de trans. Mientras que la oxidación del linolenato produce los 9, 12, 13 y 16 hidroperóxidos, el cuarto hidroperóxido presenta isómeros geométricos con un sistema dieno conjugado en configuración cis, trans o trans trans y un doble sistema aislado que es siempre cis (Fennema, 2000).

2.10.4. Descomposición de los hidroperóxidos.

Los hidroperóxidos se degradan por etapas, dando lugar a numerosos productos de descomposición. Cada uno de los hidroperóxidos origina una serie de productos de degradación iniciales, que le son característicos y que desprenden de la posición del grupo hidroperóxido en la molécula originaria. Los productos de descomposición pueden experimentar después oxidaciones y posteriores descomposiciones, contribuyendo así a la formación de numerosos y variados radicales libres (Fennema, 2000).

2.10.5. Oxidación enzimática catalizada de los lípidos.

La acción enzimática secuencial se inicia con la lipólisis. Los ácidos grasos poliinsaturados liberados son oxidados por la lipooxigenasa o la ciclooxigenasa, para formar hidroperóxidos o endoperóxidos, respectivamente. Las lipooxigenasas animales y vegetales son regioespecíficas (catalizan la oxigenación en puntos específicos) y estereoespecíficas (producen hidroperóxidos enantioméricos). Los hidroperóxidos y endoperóxidos se dividen para generar diversos productos de degradación con frecuencia responsables de los sabores característicos de algunos productos naturales (Fennema, 2000).

2.10.6. Factores que afectan a la oxidación lipídica de los alimentos.

Los lípidos de los alimentos están constituidos por diversos ácidos grasos que difieren en sus propiedades físicas y químicas y en su susceptibilidad a la oxidación. Además los alimentos contienen numerosos componentes no lipídicos, que pueden cooxidarse y/o interactuar con los lípidos y sus productos de oxidación (Fennema, 2000). Las grasas se oxidan de acuerdo al grado de insaturación de los ácidos grasos. El ranciamiento, al aire o en presencia de oxígeno, se favorece por la luz y el calor. Los efectos de la oxidación afectan más a las propiedades organolépticas que a las cualidades nutricionales, salvo las pérdidas de antioxidantes naturales, como los tocoferoles (Cheftel y Cheftel, 1999).

a) Composición en ácidos grasos.

La velocidad de oxidación se ve afectada por el número, la posición y la geometría de los dobles enlaces. La velocidad de oxidación de los ácidos araquidónicos, linolénico, linoleico y oleico guardan entre sí, aproximadamente la siguiente relación 40:20:10:1. Los isómeros *cis* se oxidan más rápidamente que los isómeros *trans* y los dobles enlaces conjugados son más reactivos que los no conjugados. La oxidación de los ácidos grasos saturados es sumamente lenta, a temperatura de ambiente, permanecen prácticamente inalterados cuando es perfectamente detectable el enranciamiento de los insaturados. A temperaturas elevadas, los ácidos grasos saturados pueden oxidarse a velocidades significativas (Fennema, 2000).

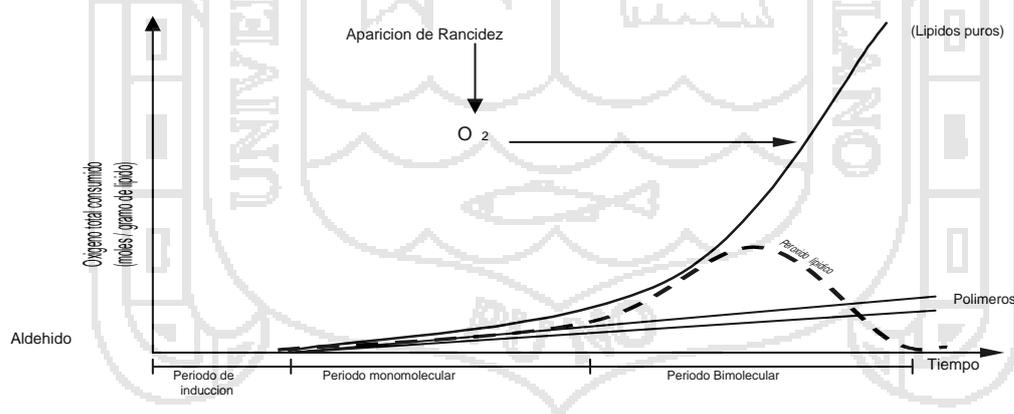
b) Ácidos grasos libres y acilglicerolos.

Los ácidos grasos se oxidan a velocidades ligeramente superiores si están libres que cuando se encuentran formando parte de los acilglicerolos. La distribución aleatoria de los ácidos grasos de las grasas naturales reduce su velocidad de oxidación. La presencia de cantidades relativamente grandes de ácidos grasos libres facilita la incorporación de trazas de metales catalíticos, procedentes de los tanques de almacenamiento aumentando por tanto la velocidad de oxidación de los lípidos (Fennema, 2000).

c) Concentración de oxígeno.

Si el oxígeno abunda, la velocidad de oxidación se hace independiente de la concentración del mismo, pero a concentraciones de oxígeno muy bajas, la velocidad es aproximadamente proporcional a su concentración. El efecto de la concentración de oxígeno sobre la velocidad de oxidación se ve influenciado también por otros factores. Como la temperatura y el área superficial (Fennema, 2000).

Figura 09: Consumo de oxígeno en función del tiempo en el caso de lípidos puros.



Fuente: Cheftel y Cheftel (1999).

d) Temperatura.

En general la velocidad de oxidación aumenta con la temperatura. La temperatura influye también en la relación entre la velocidad y la presión parcial de oxígeno. A medida que la temperatura aumenta, disminuye la influencia de la presión parcial de

oxígeno sobre la velocidad de la reacción, porque disminuye la solubilidad parcial del oxígeno en lípidos y en el agua (Fennema, 2000).

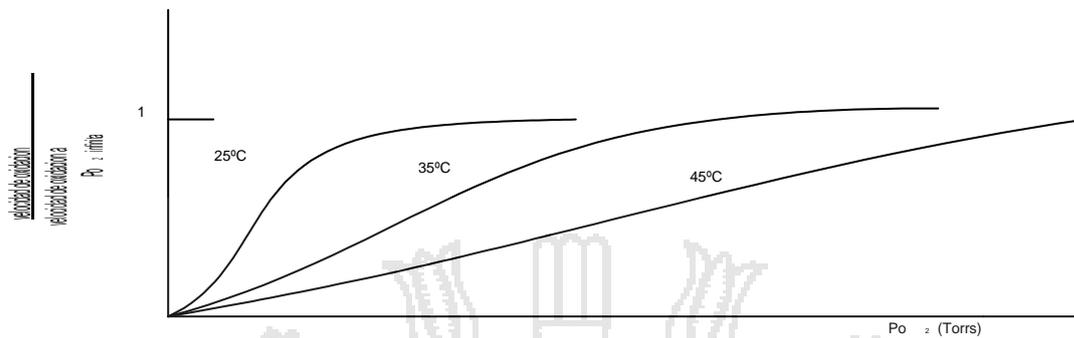
El tratamiento térmico en ausencia de oxígeno de los lípidos insaturados da lugar fundamentalmente a dímeros y a compuestos cíclicos. Uno de los mecanismos fundamentales implica la ruptura homolítica de un enlace C-C en posición α o β respecto al doble enlace con la formación de radicales. La combinación directa de estos fragmentos da lugar a la formación de ácidos grasos de cadena corta y larga, ácidos dicarboxílicos de cadena lineal e hidrocarburos (Wong, 1995).

La oxidación de los ácidos grasos saturados tiene lugar generalmente en los carbonos α , β y γ formando los respectivos radicales alcoxi. Las rupturas termolíticas entre los carbonos α , β y γ del radical producen diversos hidrocarburos, cetonas y otros compuestos carbonílicos. La descomposición térmica oxidativa de los ácidos grasos insaturados produce generalmente dímeros, trímeros y tetrameros con grupos polares.

Los hidroperóxidos formados en la oxidación pueden descomponerse en radicales oxi y peróxi, que pueden bien quitar un átomo de hidrógeno a otra molécula de ácido graso, formando nuevos radicales, o bien adicionarse a un doble enlace C-C de una molécula de ácido graso para formar dímeros radicales con puentes de éster o peróxi. Los nuevos radicales formados pueden unirse a moléculas de oxígeno para formar un radical peróxido, puede sufrir una segunda acción o combinación, formándose finalmente polímeros de gran tamaño (Wong, 1995).

Los ácidos grasos no saturados se oxidan más rápidamente que los ácidos grasos saturados, estos ácidos solo se pueden oxidar a temperaturas superiores a 60°C, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados puede oxidarse incluso durante el almacenamiento en estado de congelación. El principal problema planteado por las reacciones de oxidación de los lípidos reside en la formación de compuestos volátiles de olor desagradable, lo que limita el tiempo de conservación de los alimentos (Chefdel y Chefdel, 1999; Baudi, 1995).

Figura 10: Velocidad de oxidación, a diversas temperaturas, en función de la presión parcial de oxígeno.



Fuente: Cheftel y Cheftel (1999).

e) Área superficial expuesta al aire.

La velocidad de oxidación aumenta en proporción directa al área superficial del lípido expuesta al aire. Además a medida que aumenta el cociente superficie – volumen, va disminuyendo la influencia de la presión parcial de oxígeno en la velocidad de la reacción (Fennema, 2000).

f) Agua.

En los sistemas lipídicos modelo y en varios alimentos que contienen grasas, la velocidad de la oxidación depende mucho de la actividad de agua (A_w). En los productos secos, con un contenido en agua (valores a_w inferiores a 0.1) la oxidación transcurre muy deprisa. Si se aumenta la a_w hasta alrededor de 0.3 la oxidación lipídica se retarda y con frecuencia transcurre a una velocidad mínima. Este efecto protector de pequeñas cantidades de agua se cree debido a la reducción de la actividad catalítica de los catalizadores metálicos, al secuestro de los radicales libres, y/o a dificultades en el acceso del oxígeno al lípido. A actividades de agua ligeramente superiores (0.55 – 0.85), aumenta de nuevo la velocidad de oxidación, probablemente debido a una movilización de los catalizadores y del oxígeno (Fennema, 2000).

La actividad acuosa desempeña un papel muy importante en la velocidad de la autoxidación se considera que a valores de a_w de agua aproximadamente de 0.4 existe la capa monomolecular que actúa como filtro y no deja pasar oxígeno hacia las partes

internas donde están los lípidos. A $a_w < 0.4$ se pierde dicha capa protectora y la oxidación se acelera cuando la a_w se encuentra entre 0.4 y 0.8 se favorece la reacción debido a que se incrementa la movilidad de los reactivos, se solubilizan los metales catalizadores y se exponen nuevas superficies del alimento por aumento del volumen causado por la hidratación. A valores de $a_w > 0.8$ la oxidación se inhibe por efecto de hidratación y dilución de los metales y en ciertos casos por su precipitación como hidróxidos (Badui, 1995).

g) Orientación Molecular.

La orientación molecular de los sustratos tiene considerable influencia en la velocidad de oxidación lipídica. Por ejemplo en disoluciones acuosas a 37°C y pH 7.4 en presencia de Fe^{2+} - ácido ascórbico como catalizador, la estabilidad de los ácidos grasos poliinsaturados aumenta, al aumentar el grado de insaturación. A 60 °C la oxidación del linoleato de etilo fue más rápida en la monocapa que en la monofase, debido a que el oxígeno tenía un acceso más fácil a la monocapa de linoleato. Sorprendentemente a 180°C ocurrió lo contrario. La mayor movilidad de las moléculas de linoleato y de los radicales libres en el sistema monofásico compensaba sobradamente las diferencias en la accesibilidad del oxígeno (Fennema, 2000).

2.10.7. Cinética de las reacciones de oxidación.

Según la ley de acción de masas la cinética de oxidación corresponde a la siguiente ecuación:

$$-\frac{d[O_2]}{dt} = \frac{d[ROOH]}{dt} = k[RH][O_2]$$

Cheftel y Cheftel (1999), refiere que la experiencia demuestra que no es así y más bien corresponde a la siguiente ecuación:

$$-\frac{d[O_2]}{dt} = \frac{d[ROOH]}{dt} = k(V_i)^{1/2}[RH] \frac{[O_2]}{[O_2 + k[RH]]} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

V_i : Velocidad de iniciación

2.10.7.1. Efecto de las presiones parciales del oxígeno.

a) El contenido en oxígeno no es limitante.

En este caso se puede admitir que la reacción $R. + O_2 \longrightarrow ROO.$ Es tan rápida que la mayoría de los radicales libres son radicales peróxidos. Cuantitativamente la

Formación de peróxidos ROOH sobrepasa con mucho su descomposición; todo el oxígeno consumido se encuentra bajo la forma de peróxidos y que la reacción de paralización dominante es la reacción $ROO. + ROO.$ sustancias no radicales.

Las hipótesis pueden formularse como sigue:

$V_i = 2kt [ROO]^2$; según la ley de acción de masas.

En donde:

$$[ROO] = \frac{(V_i)^{1/2}}{(2kt)^{1/2}}$$

Suponiendo despreciable la destrucción de peróxidos, según la ley de acción de masas.

$$-\frac{d[O_2]}{dt} = \frac{d[ROOH]}{dt} = k_p [ROO][RH]$$

Reemplazando el valor de ROO. En la ecuación anterior se obtiene.

$$-\frac{d[O_2]}{dt} = \frac{d[ROOH]}{dt} = k_p \frac{(V_i)^{1/2}}{(2kt)^{1/2}} [RH]$$

Esta última ecuación demuestra que la velocidad de oxidación independizada del contenido en oxígeno depende, esencialmente, de la velocidad V_i de iniciación. La velocidad de oxidación es por tanto proporcional a la raíz cuadrada de la concentración en peróxidos, es decir al nivel de oxidación. Esto significa que en la práctica se puede establecer una correlación entre la duración de conservación de un lípido puro y el contenido inicial del mismo en peróxidos.

b) El contenido de oxígeno es limitante.

En este caso el cálculo conduce a una ecuación similar a la ecuación (1). Admitiendo arbitrariamente que la velocidad de iniciación es constante, y que la concentración en lípidos insaturados (RH) es lo suficientemente alta para permanecer aproximadamente constante durante la oxidación, la ecuación que se obtiene es:

$$-\frac{d[O_2]}{dt} = \frac{d[ROOH]}{dt} = A \frac{[O_2]}{O_2 + B}$$

Sustituyendo la presión parcial del oxígeno por la concentración en oxígeno:

$$\text{Velocidad de oxidación} = A' = \frac{P_{O_2}}{P_{O_2} + B'}$$

c) Orden de reacción.

Los parámetros cinéticos que afectan a la velocidad son: orden de reacción, constante de velocidad y que se expresan en la ecuación de velocidad.

1.- Orden de reacción; expresa la dependencia de la velocidad con la concentración.

- No todas las especies involucradas en la reacción pueden afectar a la velocidad de reacción.
- Cuando influyen, la influencia se expresa en términos de orden parcial de reacción.
- La suma de órdenes parciales constituye el orden global de reacción.

2.- Ecuación de velocidad: expresa la dependencia de la velocidad con todas y cada una de las concentraciones que la afectan (Wiseman, 1991).

2.10.8. Ecuación de cinética de oxidación de lípidos.

La cinética es el estudio de las velocidades de reacción y éstas pueden variar con la temperatura, la velocidad de calentamiento, la humedad, el pH, la presión, la presencia y cantidad de reactantes y otros ingredientes; y algunas otras condiciones experimentales. Como esas condiciones pueden tener un drástico efecto sobre la velocidad, se hace imperativo registrar e informar la trayectoria del proceso. Por otra parte, los modelos

experimentales usados para calcular la velocidad en condiciones constantes conducen a velocidades totales, que pueden ser muy diferentes de las velocidades reales. La cuestión es, entonces, cómo estimar la velocidad de reacción para un proceso cuando más de una variable independiente, está cambiando simultáneamente. El primer paso es asumir un modelo, y el siguiente aplicar ecuaciones de regresión apropiadas a los resultados experimentales para estimar los parámetros cinéticos.

La cinética de la oxidación lipídica, se describe con detalle a través del mecanismo de radicales libres, el esquema clásico en etapa de iniciación, propagación y terminación es comúnmente empleado para ilustrar el mecanismo molecular por el cual la misma transcurre, de acuerdo a esto la cinética de oxidación lipídica puede ser explicada a través de varias ecuaciones de velocidad (monomoleculares o bimolecular) relacionadas con el estado inicial de descomposición de hidroperóxidos (Dolan, 2003).

La velocidad de oxidación de lípidos global podría ser alta cuando grandes cantidades de radicales libres se encuentran en la etapa de propagación. En los estados tempranos, las reacciones de iniciación y propagación son las dominantes, mientras que en los estados posteriores, debido al incremento de las concentraciones de radicales libres, las reacciones de terminación comienzan a tener importancia. En los estados finales, la probabilidad de ocurrencia de las reacciones de iniciación y de propagación es baja debido a la disminución de la concentración de los ácidos grasos (Ozilgen y Ozilgen, 1990).

Ozilgen y Ozilgen (1990) quienes propusieron un modelo matemático consistente en una ecuación “logística”, que trata de explicar la oxidación de lípidos en alimentos de origen animal, basada en el mecanismo de radicales libres. Este modelo es capaz de simular la reacción autocatalítica completa, ya que si la concentración del compuesto formado es mucho menor que la concentración máxima alcanzada, la ecuación se transforma en una reacción de primer orden, mientras que en la fase de terminación cuando la concentración del producto se vuelve igual a la concentración máxima, el último término de la ecuación se vuelve cero y por lo tanto se arriba al final del proceso.

$$\frac{dC}{dt} = kC\left(1 - \frac{C}{C_{\max}}\right)$$

Donde:

C: es la concentración de los productos totales de oxidación

C_{\max} : es la concentración máxima alcanzada al final del proceso de oxidación.

K: es la constante de velocidad de reacción

Dependiendo del orden de reacción la ecuación diferencial o integrada, de la velocidad adopta distintas formas matemáticas de expresión. La velocidad de reacción se puede observar como un cambio de variación de concentración de un reactivo o producto.



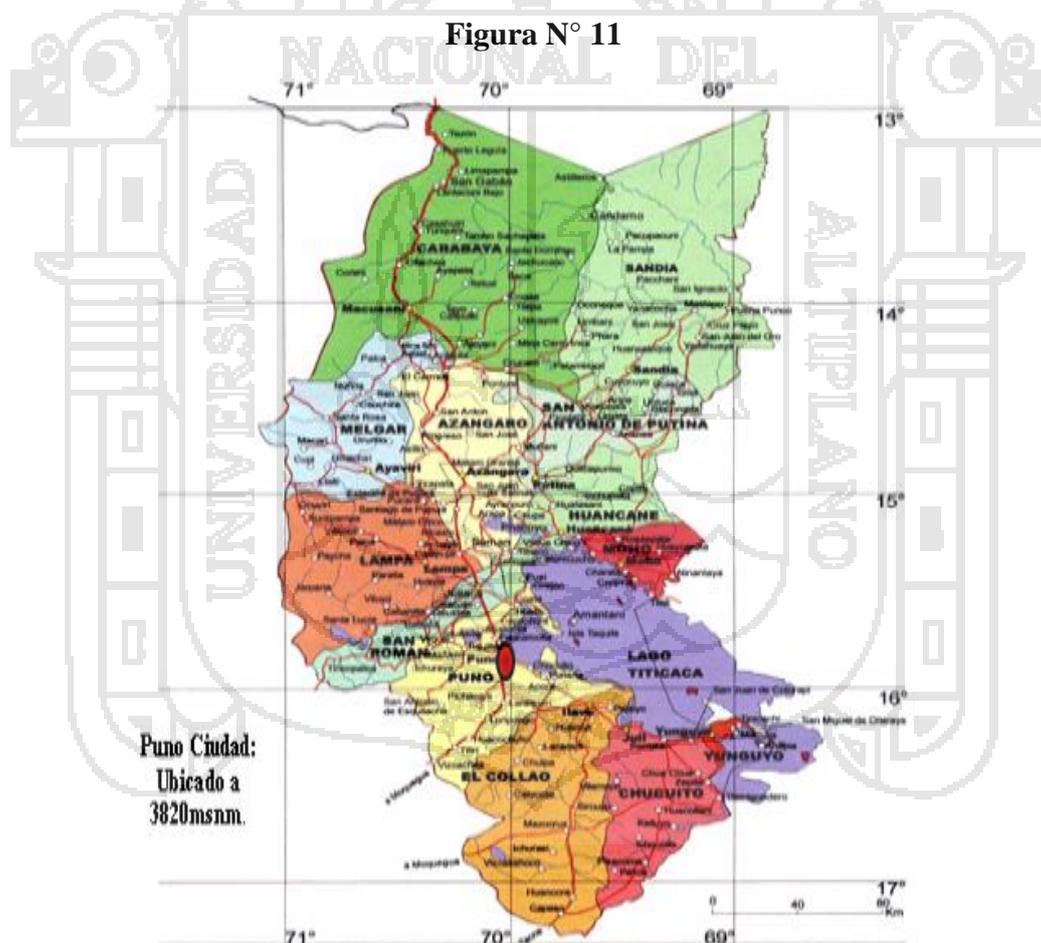
III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.

El presente proyecto de investigación se llevo a cabo en las siguientes instalaciones:

- Laboratorio de Pastos y Forrajes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA-Puno (Proceso de elaboración del charqui).
- Laboratorio de Suelos, Aguas y Control de Calidad de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno (humedad, acidez, pH, índice de peróxido, índice de yodo).
- Laboratorio de Pastas y Harinas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno (humedad, proteína, grasa, ceniza, acidez, pH).

Figura N° 11



La ejecución de la experimentación del proceso de secado (solar y ambiente), se efectuó en la azotea del pabellón de Ingeniería agroindustrial UNA – Puno, durante los meses de Junio y Julio.

Cuadro 13: Condiciones climatológicas de la Ciudad de Puno para los meses junio y julio del 2007.

Parámetro	Junio	Julio
Temperatura Máxima Media mensual (°C)	15.4	14.4
Temperatura Mínima Media mensual (°C)	0.4	-0.4
Velocidad de viento media mensual (m/s)	1.4	2.0

Fuente: SENAMH

3.2. MATERIA PRIMA.

Se utilizó carne de alpaca de Raza Huacaya (macho) de 3 años de edad, procedente de la comunidad campesina de Jilatamarca, Distrito de Platería Provincia y Departamento de Puno. Para la obtención de carne se siguió el proceso citado por Ferro (1991). Se seleccionó (edad, raza y sexo) al animal para luego ponerlo en ayuno durante 12 horas, luego se procedió a efectuar el beneficio por degüello (técnica chilla). Se procedió al lavado con abundante agua. Al final la carcasa se puso en oreo por un tiempo de 24 horas. Transcurrido el tiempo se procedió a separar de la carcasa la región pierna y brazuelo. Con el cual se efectuó el proceso experimental.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.

3.3.1. Materiales:

- Cuchillos de acero inoxidable.
- 04 baldes de plástico de 10 litros
- Maderas de 25cm ancho x 35cm largo
- Malla de polietileno.
- Bolsas de polietileno.
- Pinza
- Mesa de trabajo.
- Cloruro de sodio (sal iodada de consumo).

3.3.2. Instrumentos de laboratorio

- Crisoles.
- Probetas de 250cm³, 100cm³, 50cm³ (pirex)
- Vaso de precipitado

- Pipetas volumétricas de 10 y 20ml
- Fiolas de 50, 100 y 500ml
- Papel filtro número 40 con diámetro 125mm. Whatman
- Embudos de 125mm de diámetro
- Matraces Erlenmeyer de 50 – 100ml y 500ml
- Bureta 10ml
- Lunas de reloj marca pirex
- Tubo de ensayo kimax USA Pack.
- Morteros de porcelana

3.3.3. Equipos:

- Balanza Digital OHAUS de 0.1 – 8100g.
- Campanas desecadoras
- Potenciómetro digital Philip Harris
- Destilador Microkjeldhal.
- Equipo Soxhlet
- Termómetro de 0 – 150°C
- Cámara de secado (características de equipo ver anexo 10)
- Plataforma para secado al ambiente (características de equipo ver anexo 10)
- Secador solar con aire forzado (características de equipo ver anexo 10)
- Estufa Labormuver Modelo 16 T° range 200°C
- Mufla LR-201/h 108, 220V, made in Hungari 500°C

3.3.4. Reactivos.

- Ácido acético glacial
- Solución Wijs
- Cloroformo
- Éter de petróleo
- Yoduro de potasio.
- Almidón soluble al 1%
- Tiosulfato sódico 0.01N
- Fenóftaleina (indicador)
- Etanol al 95%
- Hidróxido de potasio

3.4. MÉTODO DE ANÁLISIS.

3.4.1. Análisis Proximal.

3.4.1.1. Materia prima (Carne de alpaca) (Ver Anexo 1).

- Determinación de Humedad por el método gravimétrico.
- Determinación de Proteína total por el método 960.52 AOAC 1998
- Determinación de Grasa por el método AOAC 1984.
- Determinación de Ceniza por el método AOAC 1984.
- Determinación de pH mediante el método Guerrero y Arteaga 1998.
- Determinación de Acidez por el método AOAC 1984.

3.4.1.2 Análisis para los procesos salmueroado, lavado, prensado, secado y almacenamiento (Ver Anexo 1).

- Determinación de índice de peróxido por el método AOAC 1995.
- Determinación de índice de yodo mediante el método 993.20 AOAC 1998.
- Determinación de acidez mediante el método AOAC 1984.
- Determinación de pH mediante el método Guerrero y Arteaga 1998.

3.4.1.3. Análisis para el producto final (charqui de alpaca).

Los análisis efectuados para el producto final fueron humedad, proteína, grasa y ceniza, para su obtención se utilizó las metodologías citadas en el ítem 3.4.1.1.

3.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

La investigación fue realizada en función al diagrama de flujo de la figura 16, a continuación se detalla las operaciones efectuadas para la obtención del charqui:

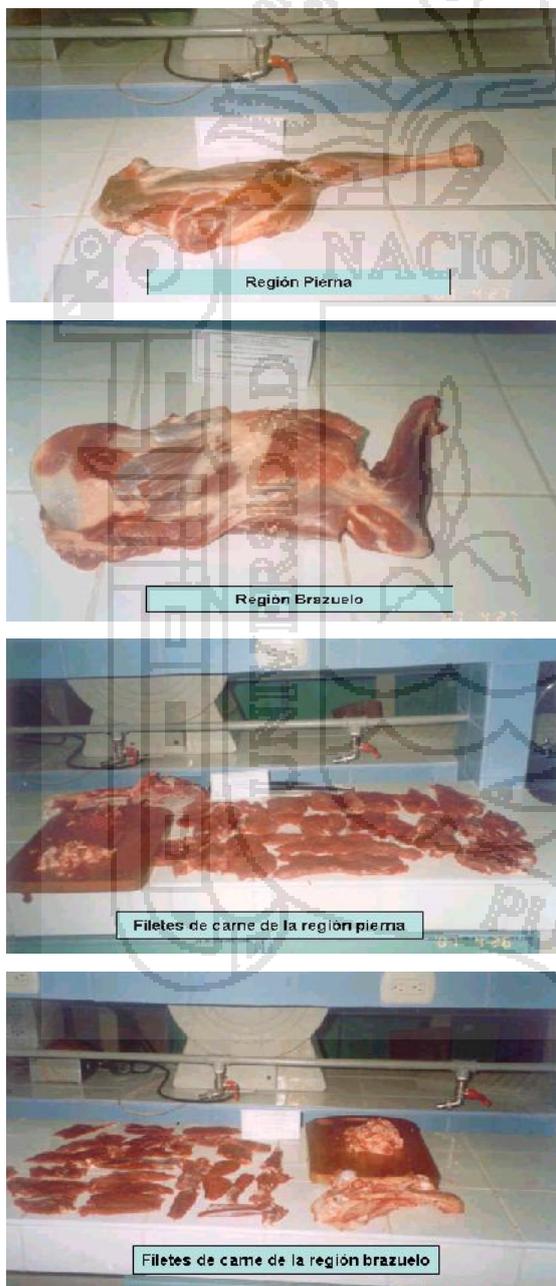
- Recepción.

Las región brazuelo y pierna fueron pesados en balanza Digital OHAUS.

- Desgrasado y deshuesado.

Las regiones brazuelo y pierna fueron desgrasadas, deshuesadas y se separaron los tendones, nervios y otros cuidadosamente sin dañar los paquetes musculares, esta operación se realizó con la ayuda de cuchillos y en forma manual. La grasa, los huesos, los tendones, nervios y otros se depositaron en recipientes independientes. El desgrasado y el deshuesado se realizó con la finalidad de facilitar el secado de la carne y evitar la formación de niveles elevados de oxidación de lípidos.

Figura N° 12



- Selección y Fileteado.

Las regiones brazuelo y pierna libre de grasa, huesos, tendones y otros fueron seleccionados y fileteados de manera independiente. Esta operación se realizó en forma manual y con la ayuda de cuchillos, los filetes tuvieron forma de lámina con un espesor menor a 1 cm. aproximadamente, el peso de cada filete fue menor a 1 kg, amplios e íntegros.

- Salmuerado.

Se realizó inmediatamente después del fileteado. El salado se realizó en recipientes (baldes de plástico), en donde se preparó salmuera con las siguientes características:

- Primera salmuera con 25 % de sal y 75% de agua potable.
- Segunda salmuera con 30 % de sal y 70% de agua potable.

Los filetes de carne de las regiones brazuelo y pierna, fueron sumergidos en las salmueras por un tiempo de 72 horas (IBNORCA, 1997; Yépez, 1988; Umiña, 2003), los recipientes (baldes de plástico) fueron tapados.

Figura N° 13



- Lavado.

Los filetes de carne procedentes del salmuerado fueron lavados exponiéndolo a chorro de agua, por un tiempo aproximado de 15 minutos. El lavado se realizó con la finalidad de eliminar el exceso de sal, restos de grasa y otras sustancias extrañas.

- Tratamiento con aditivo.

Los filetes de carne lavados fueron sumergidos en solución de 0.2% de Sorbato de potasio (Valle y Lucas, 2000) mas agua, esta operación se realizó en recipiente (baldes de plástico); el tiempo del tratamiento fue por 20 minutos. El tratamiento se realizó con el fin proteger la carne de los microorganismos.

- Prensado.

Luego de realizar el tratamiento con aditivo se procedió a realizar el prensado, los materiales utilizados para esta operación fueron madera, mallas de polietileno y pesos de 500 gramos. El tiempo de prensado fue de 12 horas, este proceso tuvo como objetivo disminuir las sustancias liquidas de los filetes de carne (Umiña, 2003; Yépez, 1988).

- Secado.

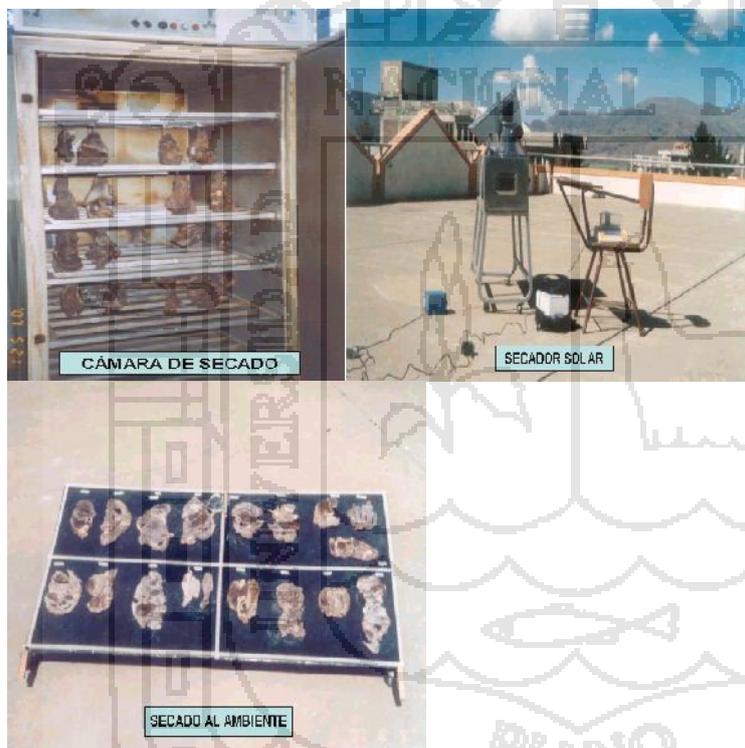
Con el fin de determinar la humedad los filetes procedentes del prensado, fueron secados, hasta que tengan pesos menor igual a 40% y menor igual a 50%, con respecto a su peso inicial (Titi, 1999). El secado se llevó a cabo en tres formas, las cuales se detallan:

1. Secado de día Expuesto al Sol. Para este proceso los filetes de carne fueron extendidos sobre una superficie de vidrio, debajo de este se colocó tripley de color negro. Los filetes de carne se voltearon cada cierto tiempo, por las tardes fueron recogidos y se depositaron en cajas de tecnopor. La temperatura promedio para el secado fue de 15°C

2. Secado en secador solar. Los filetes de carne fueron introducidos en el equipo (secador solar con aire forzado) para ser secados, por las tardes fueron recogidos y se depositaron en cajas de tecnopor. La temperatura promedio para el secado fue de 23°C
3. Secado en cámara. Los filetes de carne se distribuidos en forma uniforme, en la cámara, luego se procedió al secado de las muestras. La temperatura promedio para el secado fue de 52°C

El secado se realizo con la finalidad de disminuir los niveles de humedad (Ferro, 1991; Barboza y Vega, 2000).

Figura N° 14



- Enfriado.

Culminado el proceso de secado los filetes de carne de las regiones brazuelo y pierna se dejaron enfriar por un tiempo de 2 horas, a temperatura de ambiente (dentro de un ambiente), a una temperatura de 14°C.

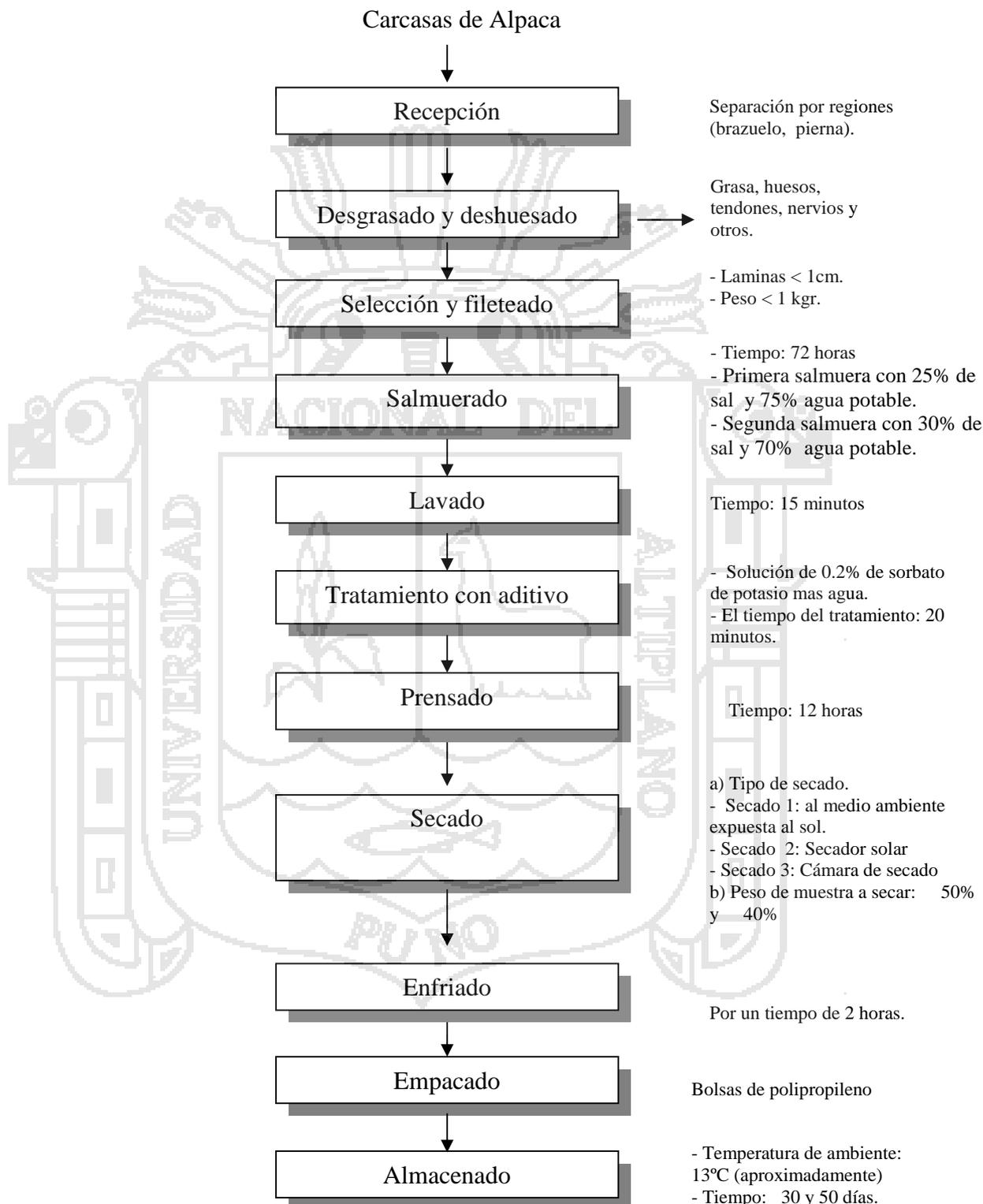
- Empacado.

Los filetes de carne secos se empacaron en bolsas de polipropileno, para este proceso se utilizó una selladora de bolsas tipo Thimonier JT169 (Bureau y Multon, 1995).

Figura N° 15**- Almacenado.**

El producto empacado fue almacenado a temperatura de ambiente de 13°C aproximadamente (dentro de un ambiente). El tiempo de almacenamiento fue de de 30 y 50 días.

Figura 16: Diagrama de Flujo para la Elaboración de Charqui de Alpaca.



Fuente: Elaboración propia.

3.6. FACTORES EN ESTUDIO.

En el presente trabajo experimental, el estudio se considero en base a los objetivos propuestos, el cual se detalla a continuación.

3.6.1. Identificación de variables para análisis proximal de carne de alpaca.

Cuadro 14: Variables para análisis proximal de carne de alpaca

Variable Independiente	Niveles	Variable Dependiente	Indicadores
Región de carcasa.	Pierna Brazuelo	Humedad	%
		Proteína	%
		Grasa	%
		Ceniza	%
		pH	0 - 14
		Acidez	% de ácido láctico

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2 Identificación de variables para análisis proximal de charqui de alpaca con 25% de sal (muestra con menor formación de peróxido)

Cuadro 15: Variables para análisis proximal de charqui de alpaca.

Variable Independiente	Niveles	Variable Dependiente	Indicadores
a) Región de carcasa	Pierna Brazuelo	Humedad	%
		Proteína	%
		Grasa	%
b) Humedad (%)	9 15	Ceniza	%
		pH	0 - 14
		Acidez	% de ácido láctico

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3. Efecto de los procesos de salmuerado, lavado, prensado, secado y almacenado.

a. Proceso de salmuerado.

En esta etapa del proceso se determino la formación de peróxidos mediante los análisis de índice de peróxido, índice de yodo, pH, acidez y humedad. Para la interpretación de los resultados se utilizo el modelo estadístico diseño completo al azar bajo un arreglo

factorial 2Rx2S, (R = región de carcasa y S = porcentaje de sal), con un total de 4 tratamientos con 3 repeticiones. El total de unidades experimentales fue 12.

a.1. Identificación de variables para proceso de salmuerado.

Cuadro 16: Variables y niveles para proceso de salmuerado

Variable independiente	Niveles	Variable Dependiente
a) Región de carcasa	Pierna Brazuelo	Humedad Acidez pH
b) Porcentaje de sal (%)	25 30	Índice de peróxido Índice de yodo

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 17: Secuencia de tratamientos para el proceso de salmuerado.

Tratamientos	Región de carcasa	Porcentaje de sal
1	B	25
2	B	30
3	P	25
4	P	30

B = Brazuelo, P = Pierna

Fuente: Elaboración propia.

b. Proceso de lavado.

Para este proceso, Se determino la formación de peróxidos mediante los análisis de índice de peróxido, índice de yodo, pH, acidez y humedad. Para la interpretación de los resultados se utilizo el modelo estadístico diseño completo al azar bajo un arreglo **factorial 2Rx2S**, (R = región de carcasa y S = porcentaje de sal), con un total de 4 tratamientos con 3 repeticiones. El total de unidades experimentales fue 12.

b.1 Identificación de variables para proceso de lavado.

Cuadro 18: Variables y niveles para proceso de lavado.

Variable Independiente	Niveles	Variable Dependiente
a) Región de carcasa	Pierna Brazuelo	Humedad Acidez pH
b) Sal (%)	25% 30%	Índice de peróxido Índice de yodo

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 19: Secuencia de tratamientos para proceso de lavado.

Tratamientos	Región de carcasa	Porcentaje de sal
1	B	25
2	B	30
3	P	25
4	P	30

B = Brazuelo, P = Pierna

Fuente: Elaboración propia.

c. Proceso de prensado.

En el proceso de prensado, se determinó la formación de peróxidos mediante los análisis de índice de peróxido, índice de yodo, pH, acidez y humedad. Para la interpretación de los resultados se utilizó el modelo estadístico diseño completo al azar bajo un arreglo **factorial 2Rx2S**, (R = región de carcasa y S = porcentaje de sal), con un total de 4 tratamientos con 3 repeticiones. El total de 12 unidades experimentales fue 12.

c.1. Identificación de variables para proceso de prensado.

Cuadro 20: Variables y niveles para proceso de prensado

Variable Independiente	Niveles	Variable Dependiente
a) Región de carcasa	Pierna Brazuelo	Humedad Acidez pH
b) Sal (%)	25% 30%	Índice de peróxido Índice de yodo

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 21: Secuencia de tratamientos para proceso prensado.

Tratamientos	Región de carcasa	Porcentaje de sal
1	B	25
2	B	30
3	P	25
4	P	30

B = Brazuelo, P = Pierna

Fuente: Elaboración propia.

d. Proceso de secado.

Para este proceso, se determinó la formación de peróxidos mediante los análisis de índice de peróxido, índice de yodo, pH, acidez y humedad. Para la interpretación de los resultados se utilizó el modelo estadístico diseño completo al azar bajo un arreglo **factorial 2Rx3Tx2Sx2P** (R = región de carcasa, T = tipo de secado, S = porcentaje de sal, P = porcentaje de peso), con un total de 24 tratamientos con 3 repeticiones. El total de unidades experimentales fue 72.

d.1 Identificación de variables para proceso de secado.

Cuadro 22: Variables y niveles para proceso de secado.

Variable Independiente	Niveles	Variable Dependiente
a) Región de carcasa	Pierna Brazuelo	Humedad Acidez pH
b) Tipo de Secado	Cámara de secado Secador solar Secado al ambiente	Índice de peróxido Índice de yodo
c) Porcentaje de Sal (%)	25 30	
d) Porcentaje de Peso (%)	40 50	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 23: Secuencia de tratamientos para el proceso de secado.

Tratamientos	Región de carcasa	Tipo de secado	Sal (%)	Peso (%)
1	B	C	25	40
2	B	C	25	50
3	B	C	30	40
4	B	C	30	50
5	B	S	25	40
6	B	S	25	50
7	B	S	30	40
8	B	S	30	50
9	B	A	25	40
10	B	A	25	50
11	B	A	30	40
12	B	A	30	50
13	P	C	25	40
14	P	C	25	50
15	P	C	30	40
16	P	C	30	50
17	P	S	25	40
18	P	S	25	50
19	P	S	30	40
20	P	S	30	50
21	P	A	25	40
22	P	A	25	50
23	P	A	30	40
24	P	A	30	50

*B = Brazuelo * P = Pierna
 *C= Câmara de secado *S= Secado solar. *A = Secado ambiente.

Fuente: Elaboración propia.

e. Proceso de almacenamiento.

Para el almacenamiento se determino la formación de peróxidos mediante los análisis de índice de peróxido, índice de yodo, pH, acidez y humedad. Para la interpretación de los resultados se utilizo el modelo estadístico diseño completo al azar bajo un arreglo **factorial 2Rx3Tx2Sx2H** (R = región de carcasa, T = tipo de secado, S = porcentaje de sal, H = porcentaje de humedad), con un total de 24 tratamientos con 3 repeticiones. El total de unidades experimentales fue 72.

e.1 Identificación de variables para proceso de almacenamiento de 30 días.

Cuadro 24: Identificación de variables y niveles para el proceso de almacenamiento de 30 días.

Variable Independiente	Niveles	Variable Dependiente
a) Región de carcasa	Pierna Brazuelo	Humedad Acidez pH
b) Tipo de Secado	Cámara de secado Secador solar Secado al ambiente	Índice de peróxido Índice de yodo
c) Porcentaje de Sal (%)	25 30	
d) Porcentaje de Humedad (%)	9 15	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 25: Secuencia de tratamientos para el proceso de almacenamiento de 30 días.

Tratamientos	Región de carcasa	Tipo de secado	Sal (%)	Humedad (%)
1	B	C	25	9
2	B	C	25	15
3	B	C	30	9
4	B	C	30	15
5	B	S	25	9
6	B	S	25	15
7	B	S	30	9
8	B	S	30	15
9	B	A	25	9
10	B	A	25	15
11	B	A	30	9
12	B	A	30	15
13	P	C	25	9
14	P	C	25	15
15	P	C	30	9
16	P	C	30	15
17	P	S	25	9
18	P	S	25	15
19	P	S	30	9
20	P	S	30	15
21	P	A	25	9
22	P	A	25	15
23	P	A	30	9
24	P	A	30	15

*B = Brazuelo *P = Pierna
 *C = Cámara de secado. *S = Secado solar. *A = Secado ambiente.

Fuente: Elaboración propia.

e.2. Identificación de variables para proceso de almacenamiento de 50 días.

Para el proceso de almacenamiento de 50 días, la variable independiente fue: región de carcasa, tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de humedad, para la variable de respuesta fue: humedad, acidez, pH, índice de peróxido y índice de yodo. Los resultados fueron analizados mediante el modelo estadístico Diseño Completamente al Azar, bajo un arreglo **factorial 2Rx3Tx2Sx2H**, donde el factor R (región de carcasa) tiene dos niveles, el factor T (tipo de secado) tiene 3 niveles y el factor S (porcentaje de sal) y H (porcentaje de humedad) tienen dos niveles; el número de tratamientos producto de las combinaciones fue igual a 24. Para el cálculo de los resultados se utilizó el programa estadístico SAS.

Cuadro 26: Identificación de variables y niveles para el proceso de almacenamiento de 50 días.

Variable Independiente	Niveles	Variable Dependiente
a) Región de carcasa	Pierna Brazuelo	Humedad Acidez pH Índice de peróxido Índice de yodo
b) Tipo de Secado.	Cámara de secado Secador solar Secado al ambiente	
c) Sal (%).	25 30	
d) Humedad (%).	9 15	

Fuente: elaboración propia.



Cuadro 27: Secuencia de tratamientos para el proceso de almacenamiento de 50 días.

Tratamientos	Región de carcasa	Tipo de secado	Sal (%)	Humedad (%)
1	B	C	25	9
2	B	C	25	15
3	B	C	30	9
4	B	C	30	15
5	B	S	25	9
6	B	S	25	15
7	B	S	30	9
8	B	S	30	15
9	B	A	25	9
10	B	A	25	15
11	B	A	30	9
12	B	A	30	15
13	P	C	25	9
14	P	C	25	15
15	P	C	30	9
16	P	C	30	15
17	P	S	25	9
18	P	S	25	15
19	P	S	30	9
20	P	S	30	15
21	P	A	25	9
22	P	A	25	15
23	P	A	30	9
24	P	A	30	15

*B = Brazuelo *P = Pierna
 *C = Cámara de secado *S = Secado solar *A = Secado ambiente

Fuente: elaboración propia.

3.6.4. Velocidad de Oxidación durante proceso de almacenamiento

Para obtener la velocidad de reacción se utilizo la ecuación propuesta por Ozilgen y Ozilgen (1990), ecuación logística que explica la oxidación de lípidos en alimentos de origen animal, basada en el mecanismo de radicales libre, teniendo la siguiente característica:

$$\frac{dC}{dt} = kC(1 - \frac{C}{C_{max}}).....(1)$$

Donde:

C: es la concentración de los productos totales de oxidación

C_{max}: es la concentración máxima alcanzada al final del proceso de oxidación.

k: es la constante de velocidad de reacción

a. Velocidad de reacción (k).

Para determinar el valor de k , se procedió según el *método integral de análisis de datos*. Mediante este método se integra la ecuación 1, luego se procede a graficar, de donde se obtiene las resultantes y las constantes de reacción.

a.1 Identificación de variables para velocidad de oxidación.

Al integrar la ecuación 1, se obtuvo la siguiente ecuación linealizada:

$$kt = \ln\left(\frac{C_{\max}}{C_0} - 1\right) + \ln\left(\frac{X}{1-X}\right) \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

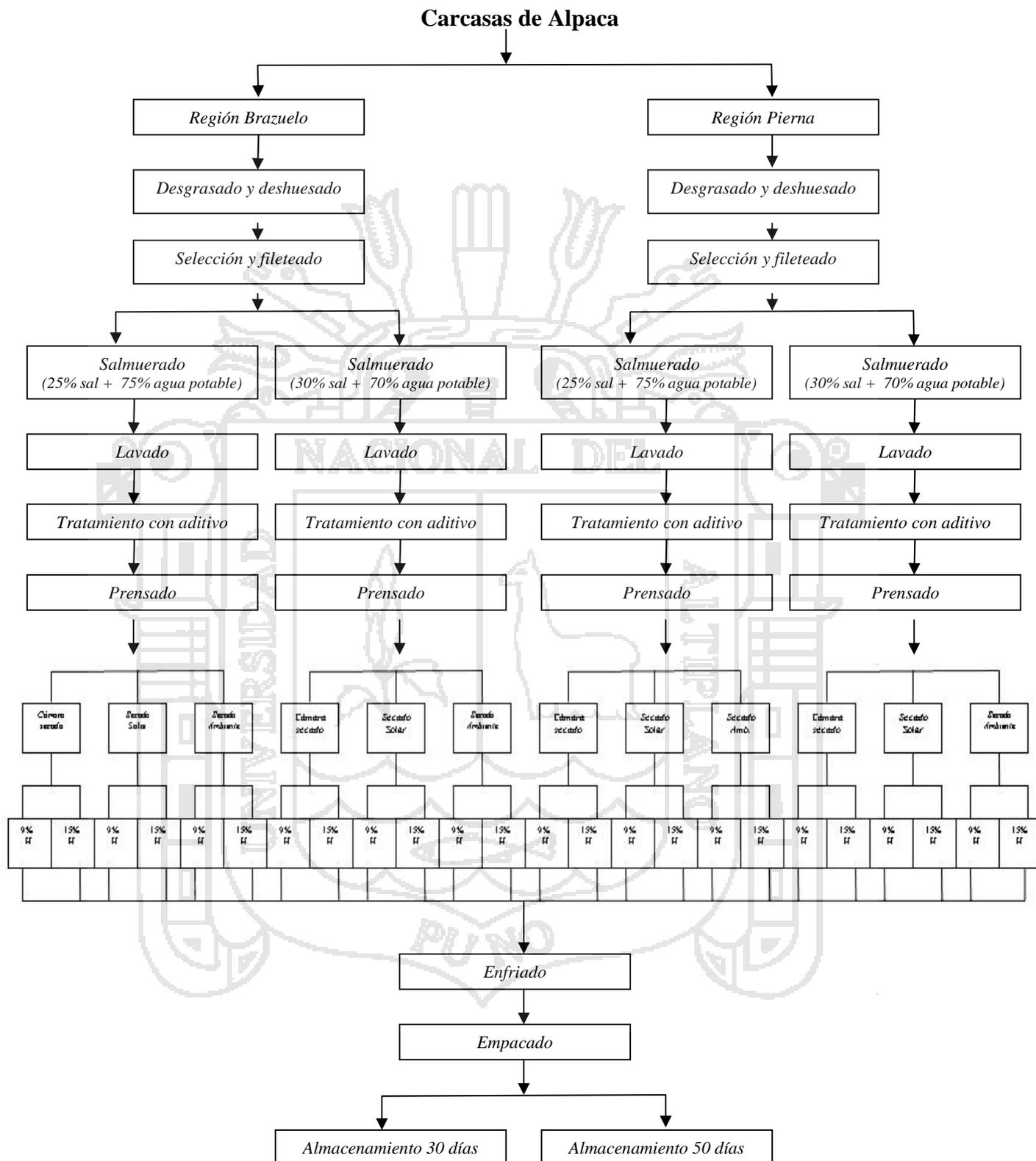
- C_0 : Concentración inicial de la oxidación
- X : C/C_{\max}
- t : Tiempo

La ecuación 2 representando una línea, con las siguientes variables:

- Variable Independiente : Tiempo
- Variable de Dependiente : $\ln\left(\frac{X}{1-X}\right)$

Los datos obtenidos fueron ajustados según la ecuación 2. Para el análisis, se utilizó los resultados de índice de peróxidos del proceso de almacenamiento de 30 y 50 días, además se aplicó el proceso de interpolación la Lagrange con el fin de obtener resultados para 10, 20 y 40 días de almacenamiento, a estos resultados se aplicó la ecuación (1) integrada que fue linealizada (ecuación 2), luego se determinó el coeficiente de determinación (R^2), con el fin de determinar el grado de ajuste de la ecuación linealizada (Wiley y Sons, 1981).

Figura 17: Diagrama de Flujo para el proceso experimental de charqui de alpaca.



IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 ANALISIS FISICO QUIMICO DE LA CARNE Y CHARQUI DE ALPACA.

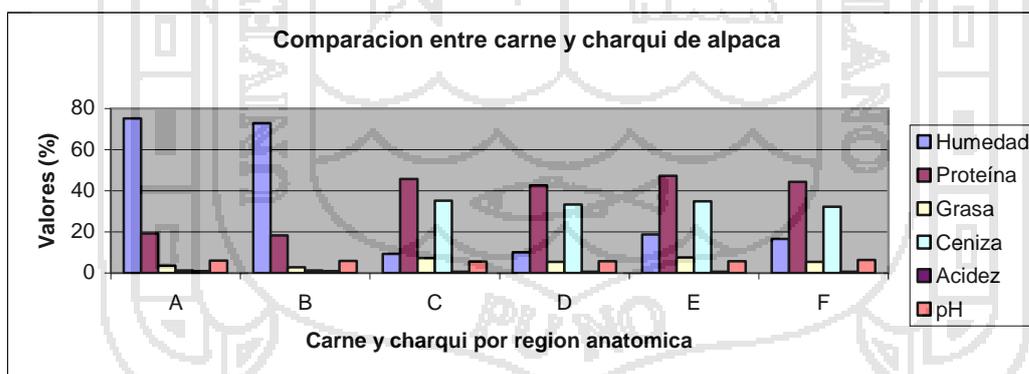
En el cuadro 28, se observa los resultados del análisis físico químico de carne y charqui de alpaca de las regiones pierna y brazuelo tratado con 25% de sal (muestra con menores porcentajes en índice de peróxido).

Cuadro 28: Resultados de Análisis Físico Químico de Carne y Charqui de Alpaca realizados en el Laboratorio de Pastas y Harinas FCA – UNA.

	Carne		Charqui (40% Peso en secado)		Charqui (50% Peso en secado)	
	Pierna	Brazuelo	Pierna	Brazuelo	Pierna	Brazuelo
Humedad	75.27	72.80	9.24	10.12	16.75	16.54
Proteína	19.16	18.32	45.67	42.71	47.28	44.35
Grasa	3.59	2.71	7.24	5.37	7.60	5.42
Ceniza	1.21	1.26	26.23	24.32	26.86	25.21
Acidez	0.86	0.89	0.57	0.62	0.63	0.67
pH	6.10	5.81	5.56	5.76	5.74	6.28

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18: Comparación de resultados entre carne y charqui de alpaca de la región pierna y brazuelo.



- * A Carne región pierna
- * B Carne región brazuelo
- * C Charqui región Pierna (40% Peso en secado)
- * D Charqui región brazuelo (40% Peso en secado)
- * E charqui región Pierna (50% Peso en secado)
- * F Charqui región Brazuelo (50% Peso en secado)

Al representar gráficamente los resultados, el contenido de humedad de la carne de la región pierna alcanza 75.27% y para la región brazuelo un 72.80%, se observa una ligera diferencia. Según Bustinza (2001) la carne de alpaca de la región pierna tiene

75.43% mientras que la región brazuelo 75.65%. Al efectuar la comparación, demuestra que los resultados en humedad son similares.

Según los resultados, el contenido de grasa de la carne de alpaca se encuentra en 3.59% para la región pierna y 2.71% para la región brazuelo. En comparación con los resultados obtenidos por Bustinza (2001), la carne de las regiones pierna y brazuelo tienen 1.43 y 1.36% de grasa. Se puede indicar que la región pierna tiene mayor cantidad de grasa en relación a la región brazuelo en alpacas con 3 años de edad.

Referente al contenido de proteína, los resultados fueron: 19.16% para la región pierna y 18.32% para la región brazuelo. Los resultados obtenidos por Bustinza (2001) son 21.27% para la región pierna y 20.80% para la región brazuelo. Al efectuar la comparación, demuestra que el contenido de proteína de la región pierna es mayor que la región brazuelo.

Los resultados de ceniza fue: 1.21% para la región pierna y 1.26% para la región brazuelo. Según Cruz y Cayro (2005), el contenido de ceniza de la carne de alpaca es de 1.16% en promedio. Mientras que el contenido de pH de las muestras analizadas fue de 6.10 para la región pierna y 5.81 para la región brazuelo; los reportes de la Norma Técnica Peruana (NTP) indican que la carne de alpaca debe tener un pH entre 5.5 y 6.4. Entonces los resultados están dentro del rango establecido por la NTP. A su vez los resultados de acidez fueron de 0.86% para la región pierna y 0.89% para la región brazuelo; Según Jay (2002) la carne fresca tiene una acidez de 0.90%. Demostrándose que los resultados obtenidos son similares a los citados por referencia bibliografía.

Referente al análisis químico proximal de charqui de alpaca de las regiones pierna y brazuelo. Los resultados demuestran que el contenido de Humedad, Proteína, Grasa son similares a los que se citan en la bibliografía de los autores (Condori, 2005; Cruz y Cayro, 2005; Apaza, 2003). Mientras que los resultados de ceniza fueron 26.23% para la región pierna y 24.32% para la región brazuelo, al efectuar la comparación con datos obtenidos en bibliografía difieren en alguna proporción, esto debido a la forma de elaboración del charqui (Salado en Pila seca, Pila húmeda).

4.2. EFECTO DE LOS PROCESO DE SALMUERADO, LAVADO, PRENSADO, SECADO Y ALMACENAMIENTO

4.2.1. EFECTO DEL PROCESO DE SALMUERADO

a) Resultados de humedad para el proceso de salmuerado.

A continuación se presentan los resultados de la prueba de comparaciones de duncan del proceso de salmuerado referente a humedad.

Cuadro 29: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a humedad para el proceso de salmuerado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	6	70.3893	a
Brazuelo	6	69.2510	b

Fuente: Elaboración propia.

Al Comparar los resultados de las dos regiones anatómicas del cuadro 29, se puede mencionar que la región pierna resulto con mayor humedad en relación a la región brazuelo, encontrándose diferencia entre ambas.

Cuadro 30: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a humedad para el proceso de salmuerado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	71.3340	a
30	6	68.3063	b

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del cuadro 30, demuestran que los filetes de carne tratados con 25% de sal, resultaron con mayor humedad en relación a los filetes de carne tratados con 30% de sal. Daudin (1991), menciona que la salida de agua tisular de la carne provocada por los efectos de la sal, disminuye los niveles de humedad, cuanto más sal penetre en la carne, menor es el líquido que sale de este.

En cuanto al análisis de varianza, encontramos que existe diferencia estadística ($P < 0.05$), para los efectos principales región de carcasa y porcentaje de sal. Demuestra que a mayor cantidad de sal durante el salmuerado, la muestra tendrá menor humedad.

b) Resultados de acidez para el proceso de salmuerado.

Al observar y comparar los resultados del cuadro 31, la región brazuelo y la región pierna, resultaron con similar acidez, en consecuencia ambas regiones anatómicas no son determinantes para el incremento de acidez durante el proceso de salmuerado.

Cuadro 31: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para región de carcasa, referente a acidez para el proceso de salmuerado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	6	0.5580	a
Pierna	6	0.5473	a

Fuente: Elaboración propia.

Al efectuar la comparación de resultados del análisis de la materia prima, el promedio de acidez fue de 0.875% de ácido láctico. Culminado el proceso de salmuerado el promedio de acidez resulto siendo 0.553% de ácido láctico, se observa una disminución del nivel de acidez, debido a la presencia de sal en la muestra analizada.

Cuadro 32: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para porcentaje de sal, referente a acidez para el proceso de salmuerado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	0.5728	a
30	6	0.5325	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de sal, los resultados del cuadro 32, demuestran que los files de carne tratados con 25% de sal, resultaron con mayor acidez en relación a los filetes de carne tratados con 30% de sal. La sal añadida se ioniza inmediatamente produciendo una restricción en el grado de ionización del ácido y en consecuencia se presenta una reducción en la acidez, como lo menciona Fennema (2000).

De los resultados de análisis de varianza a un nivel de significancia $P < 0.05$, el efecto principal región de carcasa resulto no significativo, mientras que el efecto principal porcentaje de sal resulto siendo significativo.

c) Resultados de pH para el proceso de salmuerado.

En el cuadro 33, se presentan los resultados de pH para el factor región de carcasa, evaluados mediante la prueba de comparaciones de Duncan.

Cuadro 33: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para región de carcasa, referente a pH para el proceso de salmuerado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	6	5.7188	a
Pierna	6	5.6888	b

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la región brazuelo obtuvo mayor pH en relación a la región pierna, con una diferencia entre ambos.

Cuadro 34: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para porcentaje de sal, referente a pH para el proceso de salmuerado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
30	6	5.7400	a
25	6	5.6676	b

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del cuadro 34, demuestran que los filetes de carne tratados con 30% de sal, resultaron con mayor pH, en comparación con los filetes de carne tratados con 25% de sal. Según Fennema (2000) la sal añadida a una solución provoca un descenso de pH, llegando a ser estable el componente tratado. Se pudo observar, situación similar.

En el análisis de varianza a un nivel de significancia $P = 0.05$, los efectos principales región de carcasa y porcentaje de sal resultaron siendo significativos, lo que nos demuestra que los niveles de los factores presentan diferencia durante la prueba realizada.

d) Resultados de índice de peróxido para el proceso de salmuerado.

En el cuadro 35, se observa que el factor región de carcasa pierna resulto siendo similar en índice de peróxido en comparación con la región brazuelo, durante este proceso la región anatómica no es determinante en el aumento en niveles de peróxido.

Cuadro 35: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para región de carcasa, referente a índice de peróxido para el proceso de salmuerado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	6	4.2420	a
Brazuelo	6	4.2245	a

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro 36. Las muestra tratada con 30% de sal, resulto similar a las muestra tratadas con 25% de sal, los resultados nos indican que durante el proceso de salmuerado no se observo una diferencia en las condiciones de evaluación.

Cuadro 36: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de sal, referente a índice de peróxido para el proceso de salmuerado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
30	6	4.26000	a
25	6	4.20650	a

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al análisis de varianza, los efectos principales región de carcasa y porcentaje de sal, resultaron no significativos a un nivel de significancia $P < 0.05$, durante las condiciones de evaluación. Lo que demuestra que los factores en estudio actúan en forma independiente.

e) Resultados de índice de yodo para el proceso de salmuerado.

En el cuadro 37, se observa que la región brazuelo resulto con mayor índice de yodo en relación a la región pierna, observándose una diferencia significativa ente ambos factores.

Cuadro 37: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para región de carcasa, referente a índice de yodo para el proceso de salmuerado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	6	55.1502	a
Pierna	6	50.6327	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de sal, en el cuadro 38, se observa que los filetes de carne tratados con 25% de sal, resultaron con mayor índice de yodo en relación a los filetes de carne tratados con 30% de sal. Lo que nos demuestra que a mayor proporción de sal, se presenta disminución en índice de yodo. Demostrando que la sal aumenta la susceptibilidad al enranciamiento oxidativo, cuyo efecto se presenta en esta etapa del proceso, ratificando el concepto planteado por Lorient (1996).

Cuadro 38: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para porcentaje de sal, referente a índice de yodo para el proceso de salmuerado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	53.7227	a
30	6	52.0602	b

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al análisis de varianza, el efecto principal de los factores región de carcasa y porcentaje de sal resultaron significativos a $P < 0.05$, esto refleja que los factores en estudio son determinantes en la disminución de índice de yodo.

4.2.2 EFECTO DEL PROCESO DE LAVADO.

a) Resultados de humedad para el proceso de lavado.

En el cuadro 39 se observa que la región pierna durante el proceso de lavado resulto con mayor humedad en relación a la región brazuelo, presentando diferencia ambas regiones, debido a la característica de la estructura muscular de cada región anatómica.

Cuadro 39: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para región de carcasa, referente a humedad para el proceso de lavado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	6	72.3913	a
Brazuelo	6	70.7515	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de sal, en el cuadro 40 se observa que los filetes de carne tratados con 25% de sal resultaron con mayor humedad en relación a los filetes de carne con 30% de sal. Se presenta diferencia en cuanto al porcentaje de sal durante el proceso de lavado.

Cuadro 40: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para porcentaje de sal, referente a humedad para el proceso de lavado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	72.5083	a
30	6	70.6345	b

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de varianza, los efectos principales de los factores región de carcasa y porcentaje de sal, resultaron significativos a $P < 0.05$, lo que demuestra que el nivel de

los factores en estudio influye en la humedad de la muestra. La característica de la carne en cuanto a región anatómica y la absorción de sal, considera que a menor proporción de sal, la humedad es mayor; por lo tanto la sal influye en la capacidad de retención de agua en los filetes de carne.

b) Resultados de acidez para el proceso de lavado.

En el cuadro 41 se observa los resultados de acidez, en cuanto al factor región de carcasa, la región pierna resulto con mayor acidez en relación a la región brazuelo.

Cuadro 41: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a acidez para el proceso de lavado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	6	0.5521	a
Brazuelo	6	0.5040	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de sal, en el cuadro 42 se observa que los filetes de carne tratados con 25% de sal resultaron con mayor acidez en relación a los filetes de carne tratados con 30% de sal, observándose diferencia entre ambos porcentajes de sal.

Cuadro 42: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a acidez para el proceso de lavado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	0.6102	a
30	6	0.4460	b

Fuente: Elaboración propia.

En relación al análisis de varianza, los efectos principales de los factores región de carcasa y porcentaje de sal, resultaron significativos a P 0.05, lo que demuestra que ambos factores son dependientes uno del otro, esto debido a la característica de la región anatómica y la cantidad de sal con la que fueron tratados, siendo determinante para el incremento o estabilidad de la acidez, como lo menciona Fennema (2000).

c) Resultados de pH para el proceso de lavado.

En el cuadro 43 se observa que durante el proceso de lavado, la región pierna obtuvo resultados similares en pH, en relación a la región brazuelo. Estos resultados se deben probablemente al tiempo de duración del proceso.

Cuadro 43: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para región de carcasa, referente a pH para el proceso de lavado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	6	5.8255	a
Brazuelo	6	5.7963	a

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de sal, en el cuadro 44, se observa que los filetes de carne tratados con 25% de sal resultaron con mayor pH, en relación a los filetes de carne tratados con 30% de sal. Durante el lavado se disminuye los niveles de sal, y se produce un ligero incremento de pH.

Cuadro 44: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de sal, referente a pH para el proceso de lavado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	5.8693	a
30	6	5.7525	b

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de varianza a $P = 0.05$, el efecto principal del factor región de carcasa resultó no significativo, lo que demuestra que la región anatómica no es determinante en la variación de pH, mientras que el factor porcentaje de sal en cuanto a sus efectos principales resultó siendo significativo. De los resultados se puede definir que los niveles de pH son relativamente estables y se observa una pequeña diferencia en cuanto al porcentaje de sal.

d) Resultados de índice de peróxido para el proceso de lavado.

En el cuadro 45 del factor región de carcasa, la región anatómica brazuelo resulto con mayor índice de peróxido en relación a la región anatómica pierna. Con ligera diferencia entre ambas regiones.

Cuadro 45: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a índice de peróxido para el proceso de lavado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	6	3.7085	a
Pierna	6	3.5932	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de sal, en el cuadro 46 se observa que los filetes de carne tratados con 30% de sal, resultaron con mayor índice de peróxido en relación a los filetes de carne tratados con 25% de sal.

Cuadro 46: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a índice de peróxido para el proceso de lavado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
30	6	3.7188	a
25	6	3.5828	b

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de varianza, los efectos principales de los factores región de carcasa y porcentaje de sal, resultaron siendo significativos a P 0.05, demostrándose que la región anatómica brazuelo tratada con 30% de sal presenta mayor índice de peróxido; la región anatómica y el porcentaje de sal son factores determinantes en la variación de los niveles de peróxido.

e) Resultados de índice de yodo para el proceso de lavado.

Referente a los resultados de índice de yodo, en el cuadro 47, se observa que la región pierna resulto con mayor índice de yodo en relación a la región brazuelo, presentándose una notoria diferencia en cuanto a este factor, la región anatómica influye en la variación de índice de yodo.

Cuadro 47: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a índice de yodo para el proceso de lavado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	6	52.9025	a
Brazuelo	6	48.4525	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 48 los filetes de carne tratados con 25% de sal, resultaron con mayor índice de yodo en relación a los filetes de carne tratados con 30% de sal, se demostró que a mayor cantidad de sal el nivel de índice de yodo disminuye, por lo tanto la cantidad de sal en la muestra es determinante para su variación.

Cuadro 48: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a índice de yodo para el proceso de lavado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	51.9232	a
30	6	49.4318	b

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de varianza, los efectos principales de los factores región de carcasa y porcentaje de sal resultaron siendo significativos a P 0.05, queda demostrado que el nivel de los factores, influye en la variación de índice de yodo.

4.2.3 EFECTO DEL PROCESO DE PRENSADO

a) Resultados de humedad para el proceso de prensado.

En el cuadro 49 el factor región de carcasa, referente a la parte anatómica pierna resulto con mayor humedad en relación a la parte anatómica brazuelo, observándose diferencia entre ambos.

Cuadro 49: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a humedad para el proceso de prensado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	6	67.2567	a
Brazuelo	6	66.3872	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de sal, en el cuadro 50 los filetes de carne tratados con 25% de sal, resultaron con mayor humedad en relación a las muestras tratadas con 30% de sal observándose una diferencia significativa entre ambas regiones.

Cuadro 50: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a humedad para el proceso de prensado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	68.4603	a
30	6	65.1835	b

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis de varianza, los efectos principales de los factores región de carcasa y porcentaje de sal, resultaron significativos a P 0.05, demostrándose que los niveles de los factores son dependientes uno del otro; ratificando lo planteado por Geankoplis (1998) quien menciona que la separación de humedad en una membrana debe permitir el paso de ciertas moléculas o impedir o restringir en gran medida del paso de otra

b) Resultados de acidez para el proceso de prensado.

En cuanto a los niveles de acidez en el cuadro 51, se observa que la región anatómica pierna resulto con mayor acidez en relación a la región anatómica brazuelo, con una diferencia significativa, por lo tanto este factor es determinante en el incremento de acidez durante el proceso.

Cuadro 51: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a acidez para el proceso de prensado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	6	0.6126	a
Brazuelo	6	0.5876	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 52, se observa que los filetes de carne tratados con 25% de sal resultaron con mayor acidez en comparación a los filetes de carne tratados con 30% de sal. La cantidad de sal presente en la muestra, fue uno de los factores que a influido en el incremento de acidez.

Cuadro 52: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a acidez para el proceso de prensado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	0.673000	a
30	6	0.527333	b

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de varianza, los efectos principales de los factores región de carcasa y porcentaje de sal, resultaron siendo significativos a P 0.05, lo que nos demuestra que el nivel de los factores influye en alguna medida en la variación de acidez, durante el proceso de prensado.

c) Resultados de pH para el proceso de prensado.

En el cuadro 53, la prueba de comparaciones de Duncan nos demuestra que la región anatómica pierna resulto con mayor pH, en relación a la región anatómica brazuelo, con ligera diferencia entre ambas regiones.

Cuadro 53: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a pH para el proceso de prensado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	6	5.9208	a
Brazuelo	6	5.8596	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 54, los filetes de carne tratados con 25% de sal, resultaron con mayores niveles de pH, en relación a los filetes de carne tratados con 30% de sal. Observándose una ligera diferencia entre ambos.

Cuadro 54: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a pH para el proceso de prensado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	5.9531	a
30	6	5.8273	b

Fuente: Elaboración propia.

Referente al análisis de varianza, los efectos principales región de carcasa y porcentaje de sal resultaron siendo significativos a P 0.05, demostrando la influencia de los factores en estudio sobre el pH de la muestra.

d) Resultados de índice de peróxido para el proceso de prensado.

En el cuadro 55, en la prueba de comparaciones Duncan se observa que la región anatómica pierna y brazuelo resultaron siendo similares en índice de peróxido. Lo que demuestra que el factor región anatómica no es determinante sobre los resultados.

Cuadro 55: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a índice de peróxido para el proceso de prensado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	6	3.9083	a
Brazuelo	6	3.8678	a

Fuente: Elaboración propia.

Referente al factor porcentaje de sal, en el cuadro 56 se observa que los filetes de carne tratados con 30% de sal resultaron con mayor índice de peróxido en relación a los filetes de carne tratados con 25% de sal.

Cuadro 56: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a índice de peróxido para el proceso de prensado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
30	6	3.9196	a
25	6	3.8565	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al análisis de varianza, el efecto principal del factor región de carcasa resulto siendo no significativo (P 0.05), lo que demuestra que el factor región anatómica no es determinante en el incremento de peróxido durante el proceso de prensado. A su vez el efecto principal del factor porcentaje de sal resulto significativo a P 0.05, demostrándose la influencia de los niveles del factor en estudio sobre los resultados.

e) Resultados de índice de yodo para el proceso de prensado.

En el cuadro 57 se observa que la región anatómica brazuelo resulto con mayor índice de yodo en relación a la región anatómica pierna, con diferencia significativa.

Cuadro 57: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a índice de yodo para el proceso de prensado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	6	52.2127	a
Pierna	6	47.8363	b

Fuente: Elaboración propia.

Para el factor porcentaje de sal, en el cuadro 58 se observa que los filetes de carne tratados con 25% de sal resultaron con mayor índice de yodo en relación a los filetes de carne tratados con 30% de sal, con diferencia significativa.

Cuadro 58: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a índice de yodo para el proceso de prensado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	6	51.3941	a
30	6	48.6532	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al análisis de varianza, los efectos principales de los factores región de carcasa y porcentaje de sal resultaron siendo significativos (P 0.05), lo que demuestra la influencia de ambos factores sobre los resultados. De los resultados la región pierna con 30% de sal, presenta mayor disminución de índice de yodo en relación a la región brazuelo con 25% de sal. Wong (1995), menciona que la disminución de yodo se debe a la oxidación de lípidos, debido a que la sal rompe el tejido y las moléculas de mioglobina en la carne.

4.2.4 EFECTO DEL PROCESO DE SECADO.

a) Resultados de humedad para el proceso de secado.

La humedad en el proceso de secado, fue un factor que determina la variación de pH, acidez, índice de peróxido y índice de yodo, en todas las muestras experimentadas.

Cuadro 59: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para región de carcasa, referente a humedad en el proceso de secado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	36	12.55	a
Brazuelo	36	12.42	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 59 se observa que la región pierna durante el proceso de secado obtuvo mayor humedad que la región brazuelo, pero con ligera diferencia. Según Barbosa y Canovas (2000), el Flujo capilar ha sido aceptado como uno de los mecanismos claves del secado, por lo que el flujo de un líquido a través de la superficie de un sólido es debido a la atracción molecular entre el líquido y el sólido. Demostrándose la diferencia de humedad.

Cuadro 60: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para tipo de secado, referente a humedad en el proceso de secado.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Ambiente	24	12.91	a
Solar	24	12.37	b
Cámara	24	12.17	c

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 60 se presenta el promedio de los resultados de humedad de las muestras de charqui de alpaca secados en tres formas (ambiente, solar, cámara). Las muestras de charqui secados al medio ambiente obtuvieron mayor humedad, que las muestras de charqui secados en secador solar. Mientras que las muestras de charqui secados en cámara resultaron con menor porcentaje de humedad. La influencia del factor tiempo y las condiciones de secado, determinaron la diferencia, en cuanto a los resultados de humedad.

Cuadro 61: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de sal, referente a humedad en el proceso de secado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	36	12.93	a
30	36	12.04	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al porcentaje de sal, en el cuadro 61 las muestras de charqui con 25% de sal obtuvieron mayor humedad que las muestras de charqui con 30% de sal. Esto debido a que la capilaridad de la carne absorbió menor cantidad de sal. Lo contrario ocurrió con las muestras con 30% de sal, el mismo concepto fue planteado por Lourient (1996).

Cuadro 62: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de peso, referente a humedad en el proceso de secado.

PESO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
50	36	15.83	a
40	36	9.30	b

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al factor peso de secado, en el cuadro 62 las muestras de charqui con 50% de peso obtuvieron 15.38% de humedad y las muestras de charqui con 40% de peso resultaron con 9.30% de humedad, observándose una diferencia significativa en cuanto al factor peso.

Del análisis efectuado se verificó que existe diferencia significativa ($P = 0.05$) para los efectos principales de los factores tipo de secado, porcentaje de sal, porcentaje de peso. Lo que demuestra que estos factores influyen en la variación de humedad en el producto final (charqui). Con respecto al factor región de carcasa, el efecto principal resultó no significativo al mismo nivel de significancia que los demás factores. Demostrando que este factor no influye en los niveles de humedad de las muestras.

b) Resultados de acidez para el proceso de secado.

Durante el proceso de secado, la acidez jugó un papel importante, el tipo de secado bajo diferentes formas de tratamiento incluye notablemente en la variación de los resultados.

Cuadro 63: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a acidez en el proceso de secado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	36	0.59	a
Brazuelo	36	0.56	a

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 63 la prueba de comparaciones de Duncan, demuestra que el charqui de la región pierna obtuvo similar porcentaje de acidez que el charqui de la región brazuelo. De los resultados se puede mencionar que las partes anatómicas no influyen en la diferencia de acidez durante el proceso de secado.

Cuadro 64: Prueba de Duncan (P 0.05) para tipo de secado, referente a acidez en el proceso de secado.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Ambiente	24	0.65	a
Solar	24	0.56	b
Cámara	24	0.52	c

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado en el cuadro 64, se demuestra que el secado al ambiente tiene mayor porcentaje de acidez que el secado solar y el secado en cámara. Esto debido a las condiciones y el tiempo de secado.

Cuadro 65: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a acidez en el proceso de secado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	36	0.60	a
30	36	0.56	b

Fuente: Elaboración propia.

En relación al factor porcentaje de sal, en el cuadro 65, se observa que las muestras de charqui con 25% de sal, resultaron con mayor porcentaje de acidez en relación a las muestras de charqui con 30% de sal; demostrando que la sal influye en la variación de acidez.

Cuadro 66: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para porcentaje de peso, referente a acidez en el proceso de secado.

PESO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
50	36	0.60	a
40	36	0.55	b

Fuente: Elaboración propia.

El factor peso, también fue relevante para la variación de acidez, en el cuadro 66 las muestras de charqui con peso de 50% resultaron con mayor acidez que las muestras de charqui con 40% de peso. Al realizar una comparación con los resultados de humedad de secado del cuadro 59, se puede llegar a la conclusión de que la humedad influye en el incremento de acidez, se observa que a mayor humedad mayor acidez. Tal como lo demuestra Fennema (2000).

En la prueba de análisis de varianza, los efectos principales de los factores región de carcasa, tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de peso, resultaron significativos ($P < 0.05$). Lo que demuestra que los factores son dependientes uno del otro y que estos factores influyen en la variación de acidez durante el proceso de secado.

c) Resultados de pH para el proceso de secado.

En cuanto a los resultados de pH, las muestras tratadas bajo los factores en estudio se presentan mediante la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

Cuadro 67: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a pH en el proceso de secado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	36	5.79	a
Pierna	36	5.75	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 67 se relaciona la influencia de región de carcasa sobre el pH, durante el proceso de secado. Los resultados demuestran que la región brazuelo presenta similar pH en relación a la región pierna, con ligera diferencia. Lo que demuestra que el pH, en el factor región anatómica, no fue tan influyente durante el proceso de secado.

Cuadro 68: Prueba de Duncan (P 0.05) para tipo de secado, referente a pH en el proceso de secado.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Solar	24	5.80	a
Cámara	24	5.76	b
Ambiente	24	5.73	c

Fuente: Elaboración propia.

Referente al tipo de secado en el cuadro 68 se observa que las muestras secadas en secador solar, resultaron con mayor pH, seguido de las muestras secadas en cámara, y las que obtuvieron menor pH fueron las muestras secadas al medio ambiente.

Cuadro 69: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a pH en el proceso de secado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	36	5.81	a
30	36	5.72	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de sal, las muestras con 25% de sal durante el secado obtuvieron mayor pH que las muestras con 30% de sal, tal como muestran los resultados

del cuadro 69, en donde se observa claramente la influencia del factor porcentaje de sal, sobre el incremento de pH.

Cuadro 70: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de peso, referente a pH en el proceso de secado.

PESO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
50	36	5.79	a
40	36	5.74	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 70, las muestras de charqui secadas con 50% de peso obtuvieron mayor pH que las muestras de charqui secadas con 40% de peso. Lo que demuestra que probablemente la humedad influye en el incremento de pH durante proceso de secado.

De los resultados de análisis de varianza, los efectos principales de los factores región de carcasa, tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de peso, resultaron significativos (P 0.05). Lo que nos demuestra que los factores son dependientes uno del otro, sobre los resultados de pH.

d) Resultados de índice de peróxido para el proceso de secado.

En cuanto a los resultados de índice de peróxido durante el proceso de secado, a continuación se presenta mediante la prueba de comparaciones de Duncan.

Cuadro 71: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a índice de peróxido en el proceso de secado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	36	5.90	a
Pierna	36	5.40	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 71, el factor región anatómica brazuelo durante el secado obtuvo mayor índice de peróxido que las muestras de charqui de la región pierna. De los resultados se demuestra, que durante el proceso de secado se presentó mayor formación de índice de

peróxido en la región brazuelo; esto debido a que la región brazuelo, tiene mayor cantidad de grasa en alpacas de 3 años de edad, como lo menciona Bustinza (2001).

Cuadro 72: Prueba de Duncan (P 0.05) para etapa de proceso, referente a índice de peróxido en el proceso de secado.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Solar	24	6.50	a
Ambiente	24	5.96	b
Cámara	24	4.51	c

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del cuadro 72 indican que las muestras de charqui secadas en secador solar, presentaron mayor formación en índice de peróxido, seguido de las muestras secadas al medio ambiente. En cambio las muestras secadas en cámara presentaron menor formación en índice de peróxido. Al efectuar la comparación de los tiempos de secado, el secador solar presentó mayor tiempo, seguido del secado en medio ambiente y el que obtuvo menor tiempo de secado, fue la cámara de secado. Del análisis se demuestra que el tiempo de secado influye en el incremento de índice de peróxido.

Cuadro 73: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a índice de peróxido en el proceso de secado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
30	36	5.78	a
25	36	5.51	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la influencia de la sal sobre el índice de peróxido durante el secado, en el cuadro 73 se observa que las muestras de charqui con 30% de sal, obtuvieron mayor índice de peróxido, en relación a las muestras de charqui con 25% de sal. En tal sentido. Queda demostrado que a mayor porcentaje de sal, se presenta un incremento de índice de peróxido.

Cuadro 74: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de peso, referente a índice de peróxido en el proceso de secado.

PESO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
40	36	5.75	a
50	36	5.54	b

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de humedad en las muestras, fue un factor decisivo en el incremento de índice de peróxido durante la etapa de secado. En el cuadro 74 se observa que las muestras de charqui con 40% en peso, resultaron con mayor índice de peróxido que las muestras de charqui con 50% en peso. Al efectuar la comparación con los resultados de humedad del proceso de secado (cuadro 62), las muestras de charqui con 50% de peso obtuvieron una humedad promedio de 16% y las muestras de charqui con 40% de peso resultaron con 9% de humedad en promedio. La humedad y el tiempo de secado, con respecto al factor peso, influyen en el incremento en índice de peróxido.

En cuanto al análisis de varianza, los efectos principales de los factores región de carcasa, tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de peso resultaron significativos ($P = 0.05$). Lo que afirma que los factores son dependientes uno del otro. Es decir una región de carcasa, tratado con una cierta proporción de sal, secados en un determinado medio y bajo un peso adecuado, incluyen en el incremento en índice de peróxido. Badui (1999) menciona que la grasa puede sufrir diferentes transformaciones y producir compuestos volátiles como los peróxidos, que imparten olores y sabores desagradables; debido a las condiciones en las cuales el alimento es manejado.

e) Resultados de índice de yodo para el proceso de secado.

La influencia de los factores en estudio, sobre la formación de índice de yodo en el presente trabajo experimental se detalla en los siguientes cuadros:

Cuadro 75: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a índice de yodo en el proceso de secado.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	36	41.838	a
Brazuelo	36	36.453	b

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al factor región de carcasa, en el cuadro 75 se observa que la región pierna resulto con mayor índice de yodo en relación a la región brazuelo, lo que demuestra que la región brazuelo resulto con mayor valor en índice de peróxido en relación a la región pierna.

Cuadro 76: Prueba de Duncan (P 0.05) para etapa de proceso, referente a índice de yodo en el proceso de secado.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Cámara	24	46.027	a
Solar	24	35.714	b
Ambiente	24	35.695	c

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la influencia del tipo de secado en la formación de índice de yodo, en el cuadro 76, se observa que las muestras de charqui secadas en cámara presentaron mayor índice de yodo, seguido de las muestras de charqui secadas en secador solar. Mientras que las muestras de charqui secadas al medio ambiente resultaron con menor índice de iodo. Observando estas condiciones, podemos mencionar que la temperatura, humedad y el tiempo de secado, fueron factores que determinaron en la variación de índice de yodo. Por otro lado, si realizamos una comparación con los niveles de peróxido de este proceso, se deduce que a medida que incrementa los niveles de peróxido, disminuye los niveles de yodo, esto debido a la formación de compuestos volátiles. Ratificando lo planteado por Cheftel y Cheftel (1999), durante la deducción del proceso de oxidación de lípidos.

Cuadro 77: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a índice de yodo en el proceso de secado.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	36	40.274	a
30	36	38.019	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 77 la prueba de comparaciones de Duncan nos demuestra que las muestras de charqui con 25% de sal, durante el secado presentaron mayor índice de yodo, que las muestras charqui con 30% de sal. Al igual que en los demás procesos (salmuerado, lavado y prensado) se ratifica que a mayor cantidad de sal, disminuye el índice de yodo.

Cuadro 78: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a índice de yodo en el proceso de secado.

PESO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
50	36	39.862	a
40	36	38.431	b

Fuente: Elaboración propia.

En relación al porcentaje de peso, en el cuadro 78, las muestras de charqui secadas a 50% de peso, resultaron con mayor índice de yodo en relación a las muestras de charqui secadas hasta 40% de peso. La relación tiempo y humedad de secado define la disminución de índice de yodo.

En el análisis de varianza referente a índice de yodo para el proceso de secado, el efecto principal de los factores región de carcasa, tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de peso resultaron siendo significativos (P 0.05). Demostrando que los factores son dependientes uno del otro y que las muestras evaluadas bajo estas condiciones presentan variación en índice de yodo, durante el proceso de secado.

4.2.5 EFECTO DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE 30 DIAS.

a) Resultados de acidez para el proceso de almacenamiento de 30 días.

El almacenamiento es un factor determinante en el tiempo de vida del producto, esto depende de muchos factores, principalmente en las condiciones en las que este alimento ha sido elaborado.

Cuadro 79: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a acidez en el proceso de almacenamiento de 30 días.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	36	0.62	a
Pierna	36	0.61	a

Fuente: Elaboración propia.

Los filetes de charqui almacenados durante 30 días y al ser evaluado, la región anatómica brazuelo y región anatómica pierna resultaron con similar nivel de acidez, tal como se observa en el cuadro 79. Demostrándose que durante los 30 días de almacenamiento no se presenta una variación significativa de acidez.

Cuadro 80: Prueba de Duncan (P 0.05) para tipo de secado, referente a acidez en el proceso de almacenamiento de 30 días.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Ambiente	24	0.69	a
Solar	24	0.62	b
Cámara	24	0.53	c

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro 80 las muestras de charqui secado al medio ambiente presentan mayor acidez, seguido de las muestras de charqui secado en secador solar. Por otra parte las muestras de charqui de alpaca secados en cámara obtuvieron menor acidez durante los 30 días de almacenamiento. De los resultados se puede indicar que el factor tipo de secado influye en la acidez del charqui.

Cuadro 81: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de sal, referente a acidez en el proceso de almacenamiento de 30 días.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	36	0.63	a
30	36	0.59	b

Fuente: Elaboración propia.

De la prueba de comparaciones de Duncan, en el cuadro 81 las muestras de charqui tratados con 25% de sal, resultaron con mayor acidez, seguido de las muestras de charqui tratados con 30% de sal. Los resultados nos demuestran que la sal regula los niveles de acidez.

Cuadro 82: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de humedad, referente a acidez en el proceso de almacenamiento de 30 días.

HUMEDAD	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
15	36	0.62	a
9	36	0.60	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de humedad, en el cuadro 82 de las pruebas de comparaciones de Duncan las muestras de charqui con 15 % de humedad almacenados durante 30 días presentaron mayor acidez, en relación a las muestras de charqui con 9% de humedad. Los niveles de humedad influyen de alguna manera en la estabilidad del producto.

De la prueba de análisis de varianza, el efecto principal de los factores tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de humedad, resultaron significativos ($P = 0.05$), lo que demuestra que los factores son dependientes uno del otro en el incremento de acidez. Mientras que el factor región de carcasa resulto no significativo ($P = 0.05$), por lo que se deduce que este factor actúa de forma independiente o que durante el experimento no es factor determinante en el incremento de acidez.

b) Resultados de pH para el proceso de almacenamiento de 30 días.

El pH es determinante en la conservación del producto, se relación con el incremento de microorganismos, y con la estabilidad de los componentes del alimento. Un pH adecuado incrementa el tiempo de vida del producto.

Cuadro 83: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a pH para el proceso de almacenamiento de 30 días.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	36	5.84	a
Pierna	36	5.80	a

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 83 se observa el efecto del pH sobre el factor región de carcasa, al realizar la comparación entre ambas regiones. La región brazuelo y la región pierna resultaron siendo similares en pH. Si realizamos un análisis, el resultado de pH en el proceso de secado fue de 5.79 para la región brazuelo y 5.75 para la región pierna. Al efectuar la comparación con los resultados (cuadro 83), nos demuestra que durante los 30 días de almacenamiento el pH sufrió un ligero incremento.

Cuadro 84: Prueba de Duncan (P 0.05) para tipo de secado, referente a pH para el proceso de almacenamiento de 30 días.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Ambiente	24	5.95	a
Solar	24	5.77	b
Cámara	24	5.74	c

Fuente: Elaboración propia.

El efecto del factor tipo de secado se observa en el cuadro 84, el secado de charqui al medio ambiente presenta mayor pH, seguido del secado en secador solar, y las muestras que resultaron con menor incremento de pH durante los 30 días de almacenamiento, fue las que se secaron en cámara. Recordemos que durante el proceso de secado (cuadro 68), al ser comparados con los resultados del cuadro 84 presenta una diferencia

significativa, demostrando que el tipo de secado es un factor importante para el incremento de pH durante el proceso de almacenamiento.

Cuadro 85: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a pH para el proceso de almacenamiento de 30 días.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	36	5.87	a
30	36	5.78	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de sal, los resultados del cuadro 85. Indican que las muestras de charqui con 25% de sal, almacenados durante 30 días, presentaron mayor pH en comparación a las muestras de charqui con 30% de sal. Considerando estos resultados se demuestra que la sal actúa como un estabilizador del pH, como lo menciona Fennema (2000).

Cuadro 86: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de humedad, referente a pH para el proceso de almacenamiento de 30 días.

HUMEDAD	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
15	36	5.88	a
9	36	5.76	b

Fuente: Elaboración propia.

El factor humedad influye durante el proceso de almacenamiento, en el cuadro 86, se observa que las muestras de charqui con 15% de humedad y almacenados durante 30 días presentaron mayor pH, que las muestras de charqui con 9% de humedad.

Del análisis de varianza, el efecto de los factores tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de humedad resultaron significativos (P 0.05). Demostrando que los factores son dependientes sobre los resultados y que influyen durante el proceso almacenamiento. En cuanto al factor región de carcasa resulto no significativo, demostrando que el factor no influye durante lo 30 días de almacenamiento.

c) Resultados de índice de peróxido para el proceso de almacenamiento de 30 días.

El índice de peróxido objetivo central de nuestra investigación, se detallan a continuación los factores que influyeron en su variación:

Cuadro 87: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a índice de peróxido para el proceso de almacenamiento de 30 días.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	36	6.83	a
Pierna	36	6.07	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 87 se observa la influencia del factor región de carcasa durante el almacenamiento de 30 días. Del resultado se indica que la región brazuelo resulto con mayor índice de peróxido que la región pierna. Pearson (1998) menciona que el índice de peróxido indica el grado de saturación de la grasa.

Cuadro 88: Prueba de Duncan (P 0.05) para etapa de proceso, referente a índice de peróxido para el proceso de almacenamiento de 30 días.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Ambiente	24	6.81	a
Solar	24	6.70	b
Cámara	24	5.83	c

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la influencia de factor tipo de secado durante el almacenamiento de 30 días, en el cuadro 88, se observa que las muestras de charqui secado al media ambiente tienen mayor índice de peróxido, seguido de las muestras de charqui secados en secado solar, y la muestra de charqui que resultaron con menor índice de peróxido durante los 30 días de almacenamiento fueron aquellas que se secaron en cámara; de los resultados obtenidos se puede mencionar que el tipo de secado influye en la formación de índice de peróxido durante el proceso de almacenamiento de 30 días.

Cuadro 89: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de sal, referente a índice de peróxido para el proceso de almacenamiento de 30 días.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
30	36	6.59	a
25	36	6.31	b

Fuente: Elaboración propia.

En la prueba de comparaciones múltiples de Duncan del cuadro 89 se observa que las muestras de charqui con 30% de sal, presentaron mayor índice de peróxido en relación a las muestras con 25% de sal, durante los 30 días de almacenamiento. De los resultados se puede indicar que a mayor porcentaje de sal el incremento en índice de peróxido es mayor.

Cuadro 90: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de humedad, referente a índice de peróxido para el proceso de almacenamiento de 30 días.

HUMEDAD	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
9	36	6.62	a
15	36	6.28	b

Fuente: Elaboración propia.

El factor humedad en el proceso de almacenamiento, juega un papel importante en el incremento de índice de peróxido, tal como se muestra en el cuadro 90, donde las muestras con 9% de humedad y almacenadas durante 30 días, resultaron con mayor índice de peróxido en comparación a las muestras con 15% de humedad.

En cuanto al análisis de varianza, el efecto principal de los factores región de carcasa, tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de humedad resultaron significativos ($P = 0.05$), lo que nos demuestra que los factores en estudio influyen en mayor o menor grado sobre el índice de peróxido y son dependientes uno del otro.

d) Resultados de índice de yodo para el proceso de almacenamiento de 30 días.

Los resultados de índice de yodo son analizados mediante la prueba de comparaciones de Duncan, y la influencia de los factores en estudio se detalla a continuación:

Cuadro 91: Prueba de Duncan (P 0.05) para región de carcasa, referente a índice de yodo para el proceso de almacenamiento de 30 días.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	36	39.083	a
Brazuelo	36	38.243	b

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro 91, durante el proceso de almacenamiento de 30 días, se determina que la región pierna resulta con mayor índice de yodo en relación a la región brazuelo. De los resultados obtenidos se puede mencionar que la región pierna presenta menor formación en índice de peróxido en relación a la región brazuelo.

Cuadro 92: Prueba de Duncan (P 0.05) para tipo de secado, referente a índice de yodo para el proceso de almacenamiento de 30 días.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Cámara	24	46.103	a
Solar	24	35.300	b
Ambiente	24	34.586	c

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la influencia del factor tipo de secado, en el cuadro 92 se observa que las muestras de charqui secadas en cámara y almacenadas durante 30 días resultaron con mayor índice de yodo, seguido de las muestras secadas en secador solar. Mientras que las muestras de charqui secadas al medio ambiente resultaron con menor índice de yodo.

Cuadro 93: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a índice de yodo para el proceso de almacenamiento de 30 días.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	36	40.059	a
30	36	37.267	b

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de sal con la que fueron tratadas las muestras de charqui durante el proceso de elaboración, fue también determinantes durante el almacenamiento. Tal como se observa en los resultados del cuadro 93, las muestras de charqui con 25% de sal resultaron con mayor índice de yodo en relación a las muestras de charqui con 30% de sal. Queda demostrado que durante el almacenamiento, el charqui con mayor cantidad de sal produce cambios en los niveles de índice de yodo.

Cuadro 94: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para porcentaje de humedad, referente a índice de yodo para el proceso de almacenamiento de 30 días.

HUMEDAD	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
15	36	39.445	a
9	36	37.882	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 94, se determina que las muestras de charqui con 15% de humedad y almacenados durante 30 días resultaron con mayor índice de yodo en relación a las muestras de charqui con 9% de humedad. Es evidente, la humedad de la muestra es otro factor determinante en el incremento de índice de yodo durante el almacenamiento del producto.

En cuanto al análisis de varianza, el efecto principal de los factores región de carcasa, tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de humedad resultaron significativos ($P < 0.05$), demostrándose que la influencia de los factores en estudio, son determinantes en el incremento en índice de yodo.

4.2.6 EFECTO DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE 50 DIAS.

a) Resultados de acidez para el proceso de almacenamiento de 50 días.

Durante los 50 días de almacenamiento, las muestras de charqui, presentaron los siguientes resultados en acidez:

Cuadro 95: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para región de carcasa, referente a acidez en el proceso de almacenamiento de 50 días.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	36	0.67	a
Pierna	36	0.66	b

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de acidez de la región brazuelo, resultaron siendo similar a los resultados de la región pierna, tal como se observa en el cuadro 95, el factor región de carcasa no influye en la variación de acidez durante el almacenamiento del charqui.

Cuadro 96: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para tipo de secado, referente a acidez en el proceso de almacenamiento de 50 días.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Ambiente	24	0.73	a
Solar	24	0.66	b
Cámara	24	0.61	c

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 96 Se observa que las muestras de charqui secadas al medio ambiente y almacenadas durante 50 días, resultaron con mayor acidez, seguido de las muestras de charqui secadas en secador solar. Mientras que las muestras de charqui secadas en cámara resultaron con menor porcentaje en acidez.

Cuadro 97: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de sal, referente a acidez en el proceso de almacenamiento de 50 días.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	36	0.68	a
30	36	0.65	b

Fuente: Elaboración propia.

En la prueba de comparaciones de Duncan del cuadro 97, las muestras de charqui con 25% de sal resultaron con mayor acidez, en relación a las muestras de charqui con 30%

de sal durante los 50 días de almacenamiento. Como se observa la cantidad de sal presente en la muestra juega un importante papel en la estabilidad de la acidez del producto.

Cuadro 98: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para porcentaje de humedad, referente a acidez en el proceso de almacenamiento de 50 días.

HUMEDAD	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
15	36	0.68	a
9	36	0.66	b

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro 98, la prueba de comparaciones de Duncan, indica que las muestras de charqui con 15% humedad y almacenados durante 50 días, resultaron similar en cuanto a acidez, en relación a las muestras de charqui con 9% de humedad. Con diferencia mínima entre ambas humedades.

En el análisis de varianza referente a acidez durante los 50 días de almacenamiento y a un nivel de significancia $P = 0.05$. El efecto principal de los factores tipo de secado y porcentaje de sal resultaron significativos. Sin embargo para los factores región de carcasa y porcentaje de humedad, no resulto significativo, demostrando que el factor actúa en forma independiente durante el experimento.

b) Resultados de pH para el proceso de almacenamiento de 50 días.

Observamos en los siguientes cuadros los resultados de pH, mediante la prueba de comparaciones de Duncan:

Cuadro 99: Prueba de Duncan ($P = 0.05$) para región de carcasa, referente a pH en el proceso de almacenamiento de 50 días.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	36	6.02	a
Pierna	36	5.78	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 99, se observa que las muestras de charqui de la región brazuelo resultaron con mayor pH en relación a las muestras de charqui de la región pierna. Al efectuar una comparación con los resultados de las muestras de charqui almacenadas durante 30 días (cuadro 83), se presentó un incremento mínimo en acidez, durante los 50 días de almacenamiento.

Cuadro 100: Prueba de Duncan (P 0.05) para tipo de secado, referente a pH en el proceso de almacenamiento de 50 días.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Ambiente	24	5.97	a
Solar	24	5.88	b
Cámara	24	5.85	c

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la influencia del tipo de secado del charqui. Los resultados del cuadro 100 indican que el secado de las muestras de charqui al medio ambiente y almacenadas durante 50 días resultaron con mayor pH, seguido de las muestras de charqui secados en secador solar. Mientras que las muestras de charqui secadas en cámara obtuvieron menor incremento en pH.

Cuadro 101: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a pH en el proceso de almacenamiento de 50 días.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	36	5.98	a
30	36	5.83	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 101 se observa la influencia del porcentaje de sal durante los 50 días de almacenamiento. Las muestras de charqui con 25% de sal resultaron con similar pH en relación a las muestras de charqui con 30% de sal. Queda demostrado que la sal es un medio que estabiliza los niveles de pH en el charqui de alpaca.

Cuadro 102: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para porcentaje de sal, referente a pH en el proceso de almacenamiento de 50 días.

HUMEDAD	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
15	36	6.04	a
9	36	5.77	b

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al factor porcentaje de humedad, los resultados del cuadro 102 indican que las muestras de charqui con 15% de humedad y almacenados durante 50 días resultaron con mayor pH en relación a las muestras de charqui con 9% humedad. Con los resultados obtenidos se demuestra que la humedad influye en la estabilidad del pH, en muestras de charqui almacenados durante 50 días.

En relación al análisis de varianza, el efecto principal de los factores región de carcasa, tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de humedad. Resultaron significativos a $P < 0.05$. Lo que demuestra que los factores actúan de forma dependiente y que en el experimento los factores en estudio son determinantes para la variación de pH en muestras de charqui.

c) Resultados de índice de peróxido para el proceso de almacenamiento de 50 días.

Cuadro 103: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para región de carcasa, referente a índice de peróxido en el proceso de almacenamiento de 50 días.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Brazuelo	36	7.15	a
Pierna	36	6.31	b

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el cuadro 103 las muestras de charqui de la región brazuelo resultaron con mayor índice de peróxido durante los 50 días de almacenamiento, en relación a las muestras de charqui de la región pierna. Indudablemente al final de esta evaluación se determina que durante el proceso de almacenamiento los niveles de índice de peróxido de la región brazuelo resultaron siendo mayor en relación a los niveles de índice de peróxido de la región pierna.

Cuadro 104: Prueba de Duncan (P 0.05) para tipo de secado, referente a índice de peróxido en el proceso de almacenamiento de 50 días.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Ambiente	24	7.22	a
Solar	24	6.93	b
Cámara	24	6.06	c

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro 104 se determina que las muestras de charqui secadas al medio ambiente y almacenadas durante 50 días, resultaron con mayor índice de peróxido, seguido de las muestras de charqui secadas en secador solar. Las muestras de charqui secadas en cámara de secado resultaron con menor índice de peróxido. Con los resultados obtenidos se demuestra que el factor tipo de secado es determinante en el incremento de índice de peróxido en muestras de charqui almacenadas durante 50 días.

Cuadro 105: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a índice de peróxido en el proceso de almacenamiento de 50 días.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
30	36	6.89	a
25	36	6.58	b

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados del cuadro 105 las muestras de charqui con 30% de sal, almacenadas durante 50 días, resultaron con mayor índice de peróxido que las muestras de charqui con 25% de sal. Esto indica que a concentraciones de 25% de sal se obtiene menor incremento en índice de peróxido.

Cuadro 106: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de humedad, referente a índice de peróxido en el proceso de almacenamiento de 50 días.

HUMEDAD	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
9	36	6.89	a
15	36	6.58	b

Fuente: Elaboración propia.

En la prueba de comparaciones de Duncan del cuadro 106, indica que las muestras de charqui con 9% de humedad y almacenadas durante 50 días resultaron con mayor índice de peróxido en relación a las muestras de charqui con 15% de humedad, con una diferencia mínima entre ambos niveles del factor humedad. Guerrero y Arteaga (1998), mencionando que los tejidos animales contienen agua en diferentes concentraciones, distribuidos de una manera compleja y heterogenea, sus interacciones con los diferentes componentes determinan el tipo de reacción química sobre el alimento, el agua desempeña un papel fundamental en la estabilidad del alimento.

La FAO/OMS (1998), menciona a través del Codex Alimentarios que el nivel aceptable en índice de peróxido para consumo es hasta 10 mEq/kg de muestra, para humanos y 15 mEq/kg de muestra, para animales. Los resultados de índice de peróxido, obtenidos en el presente trabajo experimental, se encuentran dentro de los niveles aceptables para consumo humano.

En cuanto al análisis de varianza de índice de peróxido para el almacenamiento en 50 días, el efecto principal de los factores región de carcasa, tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de humedad resultaron siendo significativos a $P < 0.05$, lo que demuestra que los niveles de los factores, son determinantes en el incremento de índice de peróxido.

d) Resultados de índice de yodo para el proceso de almacenamiento de 50 días.

Cuadro 107: Prueba de Duncan ($P < 0.05$) para región de carcasa, referente a índice de yodo en el proceso de almacenamiento de 50 días.

REGION	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Pierna	36	37.467	a
Brazuelo	36	35.596	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 107 se observa que el charqui de la región pierna resulto siendo mayor en índice de yodo, en relación a las muestras de charqui de la región brazuelo, almacenadas durante los 50 días. Con los resultados obtenidos, se demuestra que la región pierna presenta mayor porcentaje de grasa.

Cuadro 108: Prueba de Duncan (P 0.05) para tipo de secado, referente a índice de yodo en el proceso de almacenamiento de 50 días.

SECADO	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
Cámara	24	44.872	a
Solar	24	33.186	b
Ambiente	24	31.534	c

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 108, se observa que las muestras de charqui secadas en cámara y almacenadas durante 50 días, resultaron con mayor índice de yodo, seguido de las muestras de charqui secadas en secador solar. Y las muestras de charqui secadas al medio ambiente obtuvieron menor índice de yodo. Es un hecho comprobado que la forma de secado ejerce una influencia en el incremento en índice de yodo. Según fennema (2000), la oxidación de los lípidos insaturados ocurre a unos 32°C o menos, especialmente si el producto ha sido secado por debajo de su valor monocapa.

Cuadro 109: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de sal, referente a índice de yodo en el proceso de almacenamiento de 50 días.

SAL	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
25	36	37.761	a
30	36	35.302	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 109 se observa que las muestras de charqui con 25% porcentaje de sal, resultaron con mayor índice de yodo en relación a las muestras de charqui con 30% de sal, durante los 50 días de almacenamiento. En esta etapa la disminución de índice de yodo fue mayor.

Cuadro 110: Prueba de Duncan (P 0.05) para porcentaje de humedad, referente a índice de yodo en el proceso de almacenamiento de 50 días.

HUMEDAD	OBSERVACIONES	PROMEDIO	DUNCAN
15	36	37.313	a
9	36	35.749	b

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 110 se observa que los valores de índice de yodo en muestras de charqui con 15% de humedad, almacenados durante 50 días resultaron con mayor índice de yodo en relación a las muestras de charqui con 9% de humedad.

Con relación al análisis de varianza del índice de yodo, el efecto principal de los factores región de carcasa, tipo de secado, porcentaje de sal y porcentaje de humedad resultaron significativos a un nivel de significancia $P < 0.05$. Lo que demuestra que el índice de yodo disminuye, más rápidamente a menor humedad con que cuenta el charqui, durante los 50 días de almacenamiento.



4.3 VELOCIDAD DE OXIDACION DURANTE ALMACENAMIENTO

4.3.1 RESULTADOS DE VELOCIDAD DE OXIDACION.

Los valores de peróxido aumentaron en todas las condiciones de evaluación, los resultados se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro 111: Valores de Peróxido de muestras de charqui secadas en cámara de secado y almacenados.

Tiempo de almacenamiento (días)	Charqui con 9% de humedad				Charqui con 15% de humedad			
	BRAZUELO (B)		PIERNA (P)		BRAZUELO (B)		PIERNA (P)	
	25%	30%	25%	30%	25%	30%	25%	30%
0	4.571	4.870	4.411	4.501	4.357	4.633	4.328	4.424
10	5.128	5.384	4.680	4.876	4.928	5.186	4.431	4.655
20	5.747	5.955	4.979	5.293	5.562	5.801	4.54	4.912
30	6.428	6.584	5.309	5.752	6.259	6.477	4.670	5.194
40	6.523	6.649	5.485	5.789	6.391	6.562	4.729	5.423
50	6.618	6.715	5.662	5.827	6.523	6.677	4.789	5.652

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 112: Valores de Peróxido de muestras de charqui secadas en secador solar y almacenados.

Tiempo de almacenamiento (días)	Charqui con 9% de humedad				Charqui con 15% de humedad			
	BRAZUELO (B)		PIERNA (P)		BRAZUELO (B)		PIERNA (P)	
	25%	30%	25%	30%	25%	30%	25%	30%
0	6.618	6.784	6.265	6.597	6.326	6.544	6.111	6.438
10	6.687	6.916	6.346	6.649	6.378	6.589	6.214	6.486
20	6.763	7.063	6.447	6.714	6.436	6.640	6.328	6.545
30	6.848	7.225	6.559	6.772	6.500	6.696	6.455	6.599
40	6.971	7.461	6.648	6.834	6.610	6.799	6.529	6.681
50	7.095	7.695	6.737	6.896	6.720	6.902	6.604	6.763

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 113: Valores de peróxidos de muestras de charqui secadas al medio ambiente y almacenados.

Tiempo (días)	Charqui con 9% de humedad				Charqui con 15% de humedad			
	BRAZUELO (B)		PIERNA (P)		BRAZUELO (B)		PIERNA (P)	
	25%	30%	25%	30%	25%	30%	25%	30%
0	6.428	6.868	5.383	5.715	6.188	6.568	5.105	5.464
10	6.694	7.113	5.658	6.014	6.404	6.715	5.412	5.746
20	6.991	7.385	5.963	6.346	6.644	6.878	5.754	6.059
30	7.317	7.685	6.300	6.712	6.909	7.058	6.130	6.405
40	7.581	7.985	6.342	6.806	7.071	7.301	6.433	6.612
50	7.844	8.286	6.385	6.900	7.231	7.543	6.737	6.819

Fuente: Elaboración propia.

La ecuación 2 propuesta en el ítem 3.6.4 representa una línea, cuya pendiente de la recta es **k** y su intersección con el eje (t = 0) es $-\ln\left(\frac{C_{max}}{C_0 - 1}\right)$. Los datos experimentales ajustados mediante la ecuación propuesta, se muestran en la figura 19, 20, 21.

Cuadro 114: Parámetros Cinéticos para el proceso de obtención charqui de alpaca.

Humedad de charqui	9%								15%							
	Brazuelo				Pierna				Brazuelo				Pierna			
Región de carcasa	25		30		25		30		25		30		25		30	
Porcentaje de Sal	K	R ²	K	R ²	K	R ²	K	R ²	K	R ²	K	R ²	K	R ²	K	R ²
Cámara de Secado	0.986	0.954	1.105	0.944	1.337	0.968	1.305	0.934	0.919	0.926	0.996	0.911	2.251	0.945	1.355	0.973
Secador Solar	2.635	0.908	2.025	0.912	2.591	0.946	3.095	0.945	2.779	0.889	2.908	0.881	2.523	0.960	2.988	0.916
Secado al medio Ambiente	1.56	0.956	1.619	0.945	1.715	0.944	1.615	0.962	1.808	0.962	1.929	0.919	1.237	0.962	1.454	0.966

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 114 se observa los resultados de las constantes de velocidad de reacción (k) de las muestras de charqui evaluadas bajo diferentes condiciones, y los resultados obtenidos fueron muy diferentes para cada sistema lipídico experimentado. La constante

k fue afectada por los factores región de carcasa, porcentaje de sal, tipo de secado y porcentaje de humedad. Las muestras de charqui que fueron secados en secador solar resultaron con mayores valores en k. Mientras que las muestras de charqui secados en cámara resultaron con menores valores en k. Por su parte se presentó un buen ajuste con la ecuación propuesta.

Fogar *et al.*, (2004), durante desarrollo de ecuación cinética para oxidación de emulsiones cárnicas cosidas a temperatura de 100°C, y mediante la aplicación de un modelo de primer orden la constante de reacción resultó $K = 5.0189$ y $R^2 = 0.89$ y para emulsiones cárnicas cosidas a 80°C, obtuvo una constante de reacción $K = 0.825$ y $R^2 = 0.93$. Mientras que Romeo *et al.* (2004); durante estimación de los parámetros cinéticos para la oxidación lipídica, mediante ecuación de primer orden; obtuvieron una constante de reacción para la grasa de cerdo $K = 0.62$ y $R^2 = 0.84$, y para emulsión cárnica la constante de reacción fue $K = 0.618$ y $R^2 = 0.99$.

Según Abdullah y Colakoglu (2005) durante determinación de cinética de oxidación de lípido de aceite de soya, tratado a una temperatura de 55°C y mediante la aplicación de una ecuación de primer orden obtuvo una energía de activación de 4 kcal/mol y $R^2 = 0.99$. De los resultados obtenidos, la constante de reacción (K), del presente trabajo experimental, en cada una de las condiciones evaluadas, resultó siendo diferente, esto debido a la influencia de los factores en estudio, mientras que la diferencia en cuanto a los resultados de la referencia bibliográfica, resultaron siendo similares. Con los resultados obtenidos de velocidad de reacción, se puede determinar la vida útil del charqui de alpaca.

Las figuras 19, 20 y 21 muestran el ajuste de la ecuación propuesta. Los resultados demuestran que la ecuación propuesta nos permite describir con buen grado de ajuste del proceso oxidativo del charqui de alpaca, evaluadas bajo diferentes condiciones en estudio.

Figura 19: Evaluación de los valores de peroxidación de muestras de charqui secado en cámara y almacenados durante 30 y 50 días.

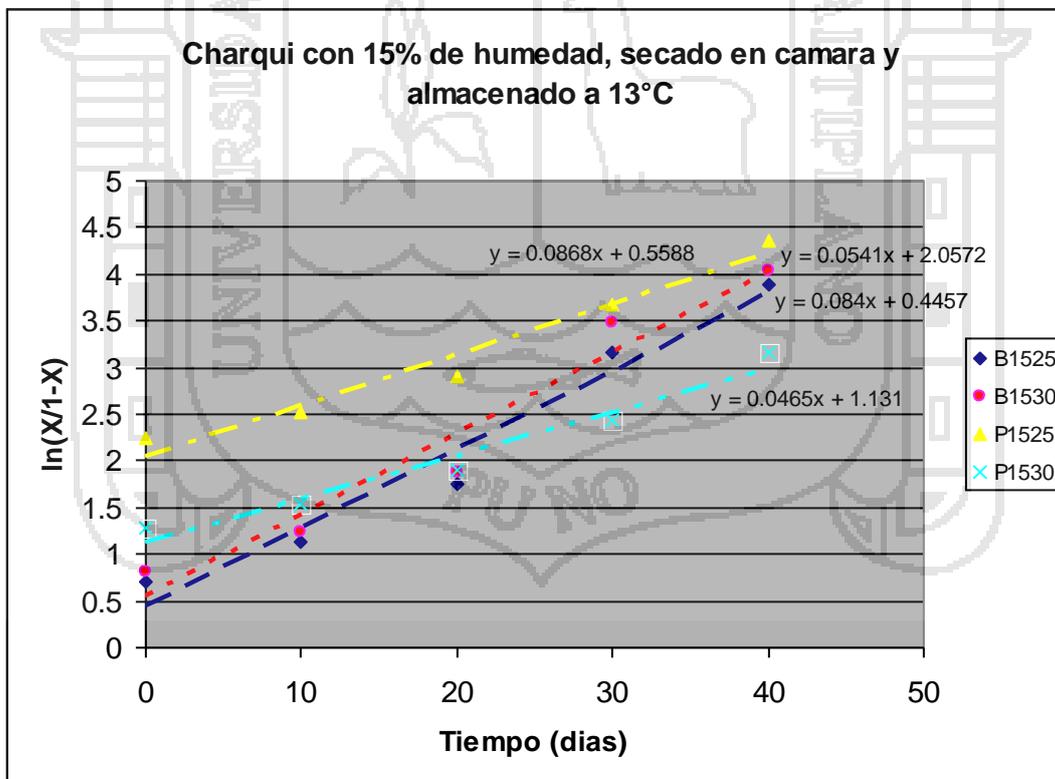
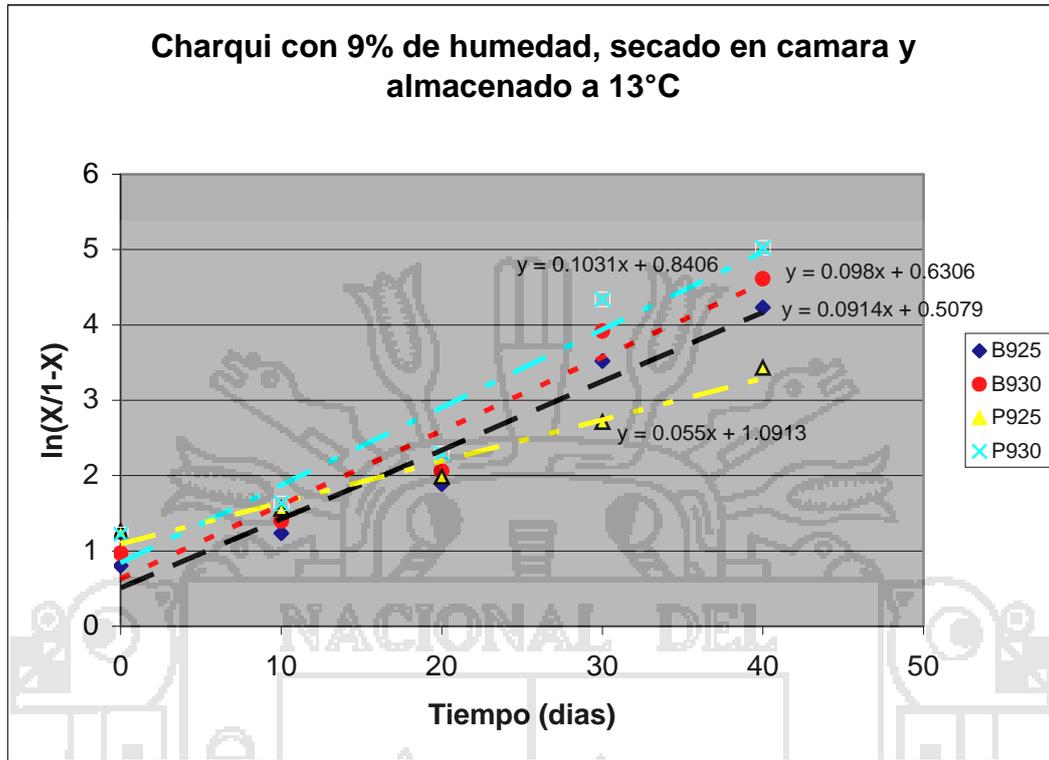


Figura 20: Evaluación de los valores de peroxidación de muestras de charqui secado en secador solar y almacenados durante 30 y 50 días.

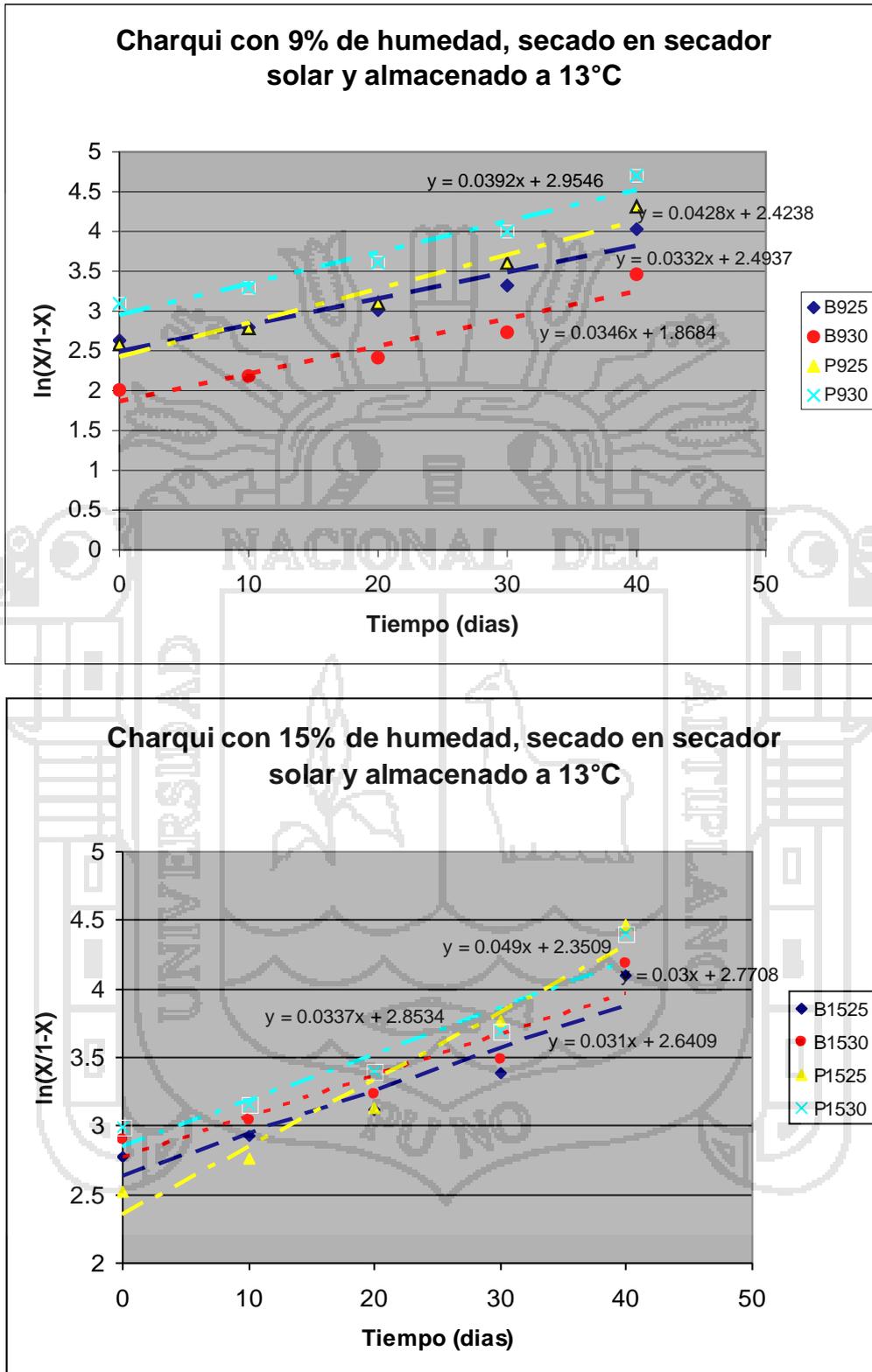
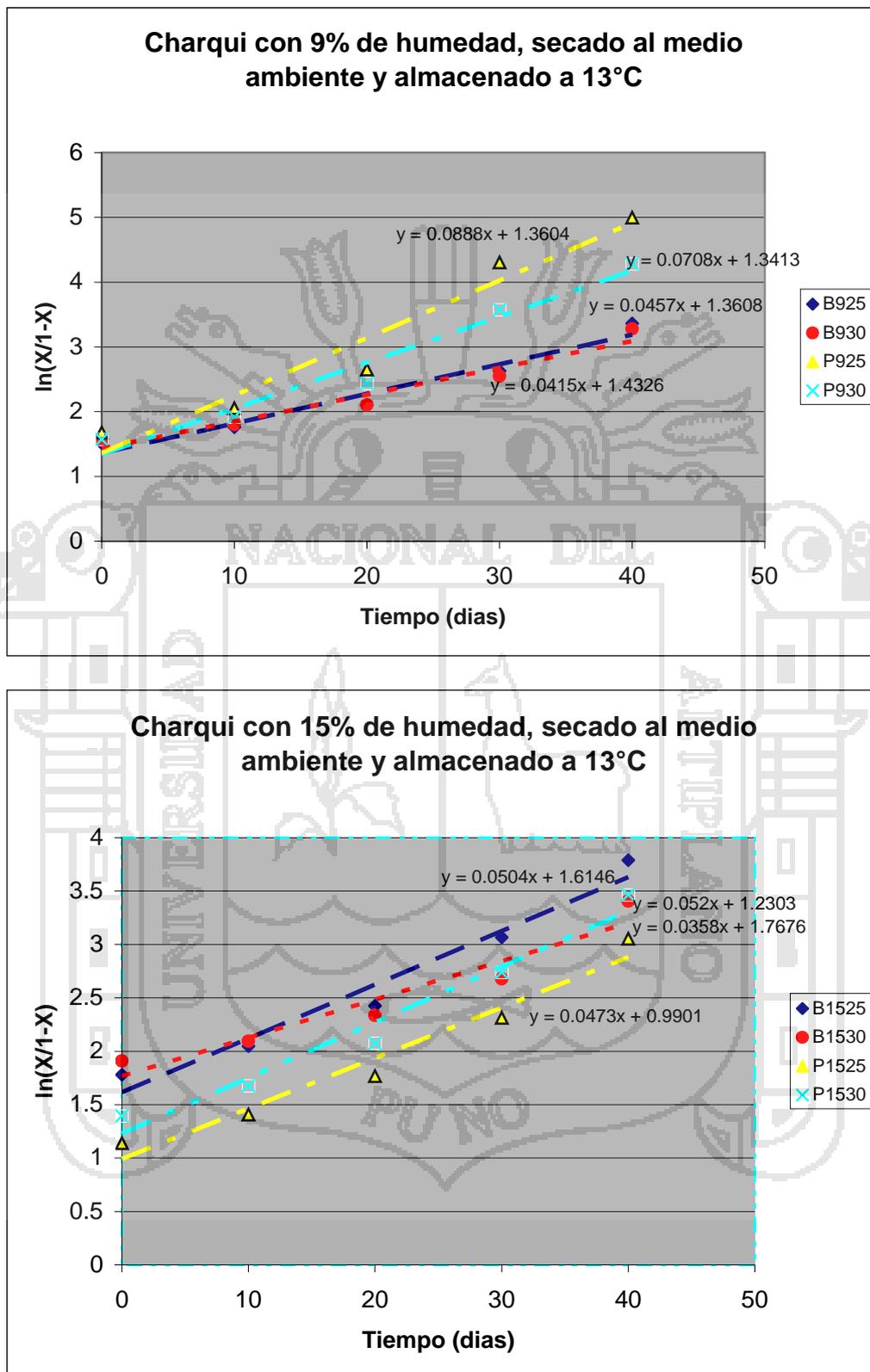


Figura 21: Evaluación de los valores de peroxidación de muestras de charqui secado al medio ambiente y almacenados durante 30 y 50 días.



V. CONCLUSIONES.

a.1 Del análisis físico químico de la carne de alpaca, la región pierna tiene mayor cantidad en humedad, proteína, grasa, ceniza, acidez y pH, en relación a la región brazuelo.

a.2 El charqui de la región pierna, con una humedad de 15% y elaborado con 25% de sal (muestra con menor formación de peróxido), tiene mayor porcentaje en humedad, proteína, grasa, ceniza, acidez y pH. En relación a las demás muestras.

b.1 En los procesos de salmuerado, lavado, prensado los filetes de carne de la región pierna, tratados con 30% de sal, obtuvieron menor valor en índice de yodo. Mientras que el índice de peróxido permaneció estable, la influencia de la acidez y pH no fue significativa.

b.2 Durante el proceso de secado, las muestras de charqui de la región brazuelo con 9% de humedad, 30% de sal y secado en secador solar tienen mayor valor en índice de peróxido. La región pierna bajo las mismas condiciones en estudio, tiene mayor valor en índice de yodo. La influencia de la acidez y pH no fue significativa.

b.3 En la etapa de almacenamiento el charqui con 9% de humedad, 30% de sal y secado al medio ambiente, presenta mayor valor en índice de peróxido en la región brazuelo y mayor valor en índice de yodo en la región pierna. La acidez influye durante esta etapa, mientras la influencia del pH no es significativa.

c.1 Para la velocidad de oxidación, la ecuación propuesta permite calcular el proceso oxidativo en muestras de charqui de alpaca, la energía de activación nos sirve para determinar la vida útil del producto. De la evaluación el secado en cámara resultó ser la más eficiente, donde las condiciones de evaluación causaron menor efecto en peroxidación, en relación a las demás formas de secado.

VI. RECOMENDACION.

1. Elaborar charqui mediante técnica de salmuerado con 25% de sal.
2. Realizar estudios de efecto del proceso de salmuerado, mediante la utilización de diferentes tipos de sales.



VII. BIBLIOGRAFIA.

- ALCAZAR, J. 2002. Manipulación y conservación de alimentos. Alcázar Jorge (editor). Cusco (Perú).
- ABDULLAH, S. y COLAKOGLU. 2005. Oxidation kinetics of soybean oil in the presence of monoolein, stearic acid and iron. Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department of Food Engineering, Kahramanmaras 46060.
- AMPURO, E. y ALARCÓN, V. 1990. Procesamiento y Comercialización de Charqui de Camélidos sudamericanos Domésticos. Seminario PAL y CONCYTEC. Puno.
- APAZA, D. 2003. Determinación de principales parámetros Técnicos y costos de elaboración de charqui de alpaca en Pymes de Azangaro. Tesis Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- BARBOZA, G. y VEGA, H. 2000. Deshidratación de alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. 27p
- BAUDI, S. 1999. Química de los alimentos. Editorial Alhambra Mexicana S.A. de c.v. 250p
- BUSTINZA, V. 2001. La Alpaca Crianza, Manejo y Mejoramiento. Instituto de Investigación y Promoción de Camélidos Sudamericanos. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica Puno. Tomo 1, entre p. 102 y 124.
- CHEFTEL, J. y CHEFTEL, H. 1999. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. Tomo 1, 265p.
- CNCT (Consejo nacional de ciencia y tecnología), 1995. Producción de charqui de camélidos. Editor CNCT Lima. s.p.
- CONACS (Consejo nacional de Camélidos sudamericanos), 2006. La alpaca potencial del país, revista anual. Editor CONACS Lima. s.p.
- CONDORI, O. 2005. Rendimiento de carne de alpaca en la elaboración de charqui libre de huesos y grasa” Tesis Universidad Nacional del Altiplano Puno. s.p.
- CRUZ, G. y CAYRO, P. 2005. Determinación de los parámetros para la elaboración de charqui a partir de carne de llama (*lama glama*) y alpaca (*lama pacos*). Tesis Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. s.p.

- DAUDIN, J. 1991. Tecnología de la carne y de los productos cárnicos. Editorial Acibia, S.A. Zaragoza. 199p.
- Dolan, K. 2003. Estimation of kinetic parameters for nonisothermal food proceses. Journal of Food Science. 68 (3): 728-74.
- EARLE, R. 1998. Ingeniería de los Alimentos. 2 ed. Editorial Acibia, S.A. Zaragoza. 83p.
- FAO/OMS. 1998. programa conjunto sobre normas alimentarias. Comisión del Codex Alimentarios. s.p.
- FENNEMA, O. 2000. Química de los Alimentos. 2 ed. Editorial Acibia, S.A. Zaragoza. entre p 309 y 328.
- FERRO, F. 1991. “Técnicas Andinas en la Elaboración de Charqui de alpaca” Tesis Universidad Nacional del Altiplano Puno. s.p.
- FOGAR R; ANDREO A y JUDIS A. 2002. Desarrollo de ecuaciones cinéticas para la oxidación lipídica de emulsiones cárnicas cocidas a diferentes temperaturas. Facultad de Agroindustrias. UNNE. Chaco – Argentina.
- GEANKOPLIS, C. 1998. Proceso de transporte y operaciones unitarias. 3 ed. Editorial CECSA. México D. F. entre p 596 y 865
- GUERRERO, I. y ARTEAGA, M. 1998. Tecnología de Carnes. Editorial Trillas México. entre p 89 y 90.
- GUTIERREZ, H y DE LA VARA, R. 2004. Análisis y Diseño de Experimentos. McGrawHill. México. Entre p 150 y 263
- IBÁÑEZ, V. 2003. Diseños Estadísticos. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ingeniería Estadística e Informática. Puno. s.p.
- IBNORCA. 1995. Norma Técnica Boliviana del Charqui Chalona. N° 851. Sobre especificaciones técnicas del charqui de alpaca. s.p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2002. Normas Oficiales para la Redacción de Referencias Bibliográficas. 4ed. Editado por GTZ. s.p.
- JAY J. 2002. Microbiología Moderna de los Alimentos. Editorial Acibia, S.A. Zaragoza. 64p.
- JERI A. 1988. La Carne de Alpaca y su Transformación. Curso sobre tecnología de alimentos alto andinos UNACH. Ayacucho. s.p.
- LOMAS, M. 2002. Introducción al Cálculo de los Procesos Tecnológicos de los Alimentos. Editorial Acibia, S.A. Zaragoza. 143p

- LONGO, F. 1974. Química General. Editorial McGRAW-HILL. Madrid. 261p.
- LORIENT, D. 1996. Bioquímica agroindustrial. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. entre p 197 y 199.
- MAFART, P. y BELIARD, E. 1994. Ingeniería Industrial Alimentaria. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. 149p.
- MONTGOMERY, D. 2002. Diseño y Análisis de Experimentos. Editorial iberoamericana. S.A. México. Entre p 60 y 179.
- NTP. 2002. Norma Técnica Peruana N° 201.043. Carne y productos carnicol. s.p.
- OIA – INEI. 2006 Oficina de Información Agraria del ministerio de Agricultura Puno. s.p.
- OZILGEN, S. y OZILGEN, M. 1990. Kinetics model of lipid oxidation in foods. Journal Food Science.(55) : 498 –536
- PACHAO, N. 2004. Análisis del sistema de comercialización del charqui, Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Economía y Planificación, Lima. s.p.
- PEARSON, D. 1998. Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. 46p.
- RANKEN, D. 1993. Manual de Industrias de los alimentos. 2 ed. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza. 11p.
- REINHARD, F. y SCHNEPEL, S. 1998. Análisis de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. entre p 44 y 60.
- ROMERO, M; DOVAL, M; STURLA, M; FOGAR, R; JUDIS, M. 2004. Estimación de parámetro cinético para oxidación lipídica con brotes de soja. Facultad de Agroindustrias. UNNE. Chaco – Argentina.
- SANCA, E. 2004. Implementación de un programa de higiene, saneamiento y control de puntos críticos en el procesamiento de charqui de alpaca en la micro empresa COLOZAN – Azangaro. Tesis Universidad Nacional del Altiplano Puno. s.p.
- SANCHEZ, C. 1982. Procesamiento de charki. Seminario taller PAL-CONCYTEC. Puno. s.p.
- SENAMHI. 2005. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica. Puno. s.p.
- SINGH, P. y HELDMAN, D. 1998. Introducción a la Ingeniería de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. 459p.

- TAFUR, R. 1995. La Tesis Universitaria. Editorial Mantaro. Lima. s.p.
- TÉLLEZ, J. 1992 .Tecnología e Industrias Carnicas. Impreso en Artes Graficas Espino Lima. Tomo 1. entre p 142 y 144.
- TITI, T. 1999. La organización del trabajo en la transformación de las carnes rojas en chalona y charqui en la provincia de Azangaro. Tesis Universidad Nacional del Altiplano Puno. s.p.
- UMIÑA, G. 2003. Estudio de Pre-factibilidad de proyecto para la instalación de una planta procesadora de charqui y chalona. Tesis Universidad Nacional del Altiplano Puno. s.p.
- VALLE, P. y LUCAS, B. 2000. Toxicología de Alimentos. Instituto Nacional de salud Publica Centro de Salud ambiental, México, D. F. 82p.
- WILEY, J y SONS, I. 1981. Ingeniería de las Reacciones Químicas. Editorial Reverte, S.A. España. entre p 1 y 95.
- WISEMAN, A. 1991. Manual de biotecnología de las enzimas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. entre p 56 y 59.
- WONG, D. 1995. Química de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. entre p 16 y 64.
- YÉPEZ, CH. 1988. Procesamiento y Comercialización de Charqui de Camélidos sudamericanos Domésticos. Seminario PAL y CONCYTEC. Puno. s.p.
- ZEA, W. y IBÁÑEZ, V. 2003. Tablas Estadísticas. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias y Facultad de Ingeniería Estadística. Editorial universitaria Puno. entre p 8 y 11.

ANEXO N° 1

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE PERÓXIDO.

a.- Reactivos.

- Mezcla de ácido acético y cloroformo: mezclar 600 ml de ácido acético glacial libre de sustancias reductoras, con 400ml de cloroformo y dejar en reposo 24 horas.
- Solución acuosa saturada de yoduro de potasio recientemente preparada, libre de yodo y yodato.
- Solución valorada de tiosulfato de sodio 0.1N, preparar con agua destilada recientemente hervida y fría.
- Solución acuosa de almidón soluble al 1% p/v mezclar 1 g de almidón soluble con agua hasta formar una pasta que se agrega lentamente a 100ml de agua en ebullición. Continuar hirviendo 1 minuto. Enfriar a temperatura ambiente. Guardar no más de una semana en heladera.

b.- Procedimiento.

- En un erlenmeyer Pesar 10g de muestra.
- Agregar 30 ml de mezcla de ácido acético glacial y cloroformo.
- Agitar y observar si la disolución es total. En caso contrario entibiar a baño de agua. Agitar, enfriar a $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Añadir 1.0 ml de la solución saturada de yoduro de potasio. Colocar el tapón al erlenmeyer, agitar éste 10 segundos para homogeneizar la solución. Mantener en oscuridad exactamente 1 minuto. Inmediatamente agregar 100 ml de agua destilada y 2 ml de la solución de almidón.
- Titular con la solución de tiosulfato de sodio 0.1N. Hacia el final de la valoración agitar vigorosamente para liberar todo el yodo retenido en la capa de cloroformo. El punto final se alcanza cuando la decoloración de la capa acuosa es total.

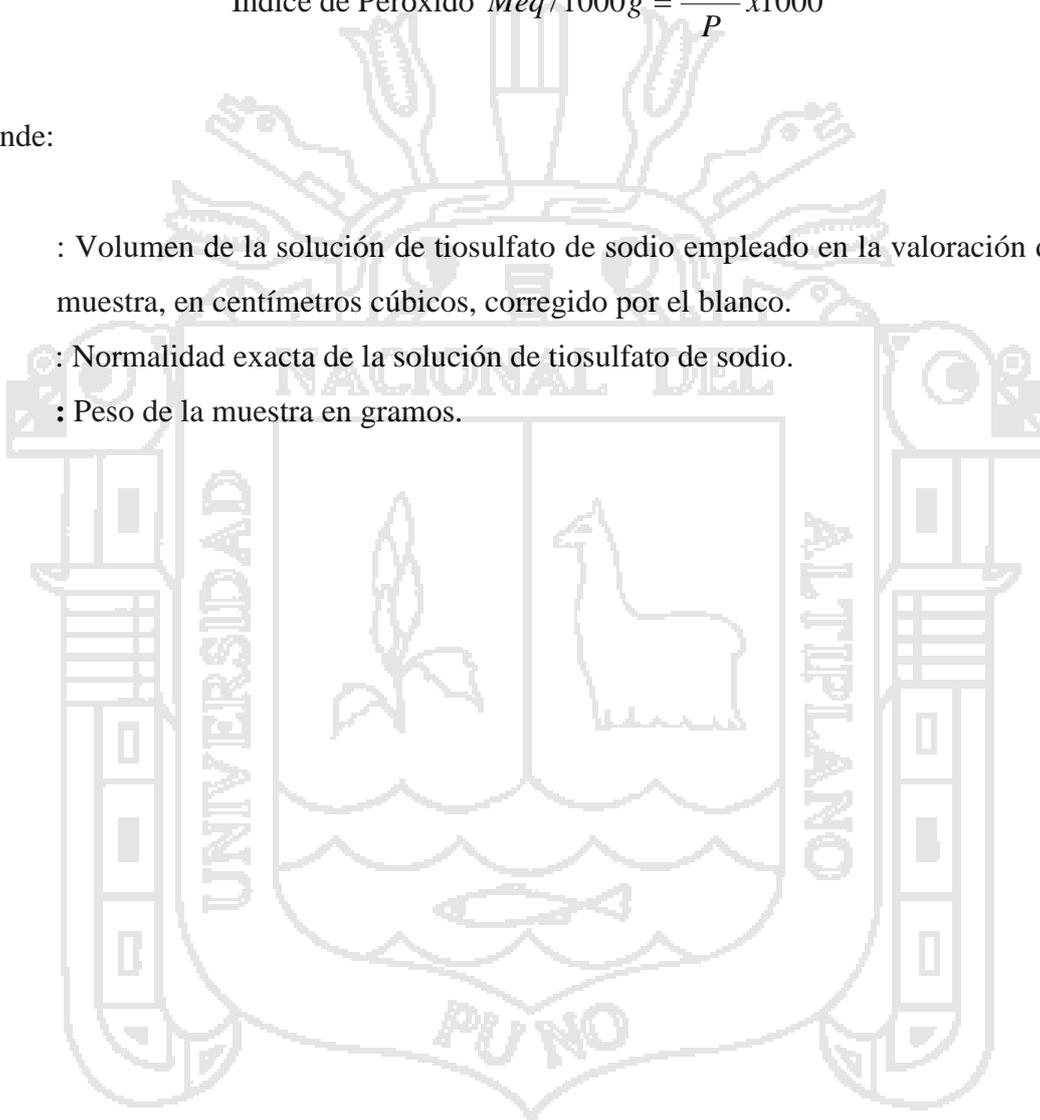
- Paralelamente realizar un ensayo en blanco. Su valoración no debe exceder un gasto de 0.05ml de la solución de tiosulfato 0.1N. En caso contrario reemplazar los reactivos impuros.

c. Expresión de resultados.

$$\text{Índice de Peróxido } Meq/1000g = \frac{VxN}{P} \times 1000$$

Donde:

- V : Volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la valoración de la muestra, en centímetros cúbicos, corregido por el blanco.
- N : Normalidad exacta de la solución de tiosulfato de sodio.
- p : Peso de la muestra en gramos.



DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

a.- Materiales.

- Estufa
- Balanza electrónica.
- Placas petri.

b.- Procedimiento.

- Limpiar la placa petri con alcohol, secar en estufa y enfriar en el desecador.
- Pesar la cantidad de muestra a evaluar.
- Extender la muestra en la base de la cápsula.
- Secar en un horno desecador a 65°C durante 24 horas.
- Después de este tiempo se coloca durante 30 minutos en un desecador
- Luego se procede a pesar para tener el reporte de la cantidad de agua.

c.- Expresión de resultados.

$$H = \left(\frac{m - m_1}{m} \right) \times 100$$

Donde:

H : Contenido de humedad en %

m : Peso inicial de la muestra en gramos

m₁ : Peso de muestra seca en gramos.

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA

(Método de Micro-Kjeldahl, A.O.A.C. Oficial Meted 960.52)

a.- Reactivos:

- H_2SO_4 concentrado
- K_2SO_4 - $CuSO_4$ (cada 10 g de K_2SO_4 agregar 0,3 g de $CuSO_4$)
- NaOH 60 % ó alternativamente NaOH – $Na_2S_2O_3$ (disolver 60 g. de NaOH y 5 g. de $Na_2S_2O_3$ y diluir a 100 ml).
- HCl 0,02 N (Solución valorada con NaOH según el método 936.16 de la A.O.A.C).
- H_3BO_3 4 % con 1 % v/v de solución indicadora.
- Solución indicadora: mezclar 2 partes de solución alcohólica de Rojo de Metilo: 0,2 % y una parte de solución alcohólica de Azul de Metileno: 0,2 %.

b.- Procedimiento:

- Pesar una cantidad de muestra (100 mg de materia orgánica seca), que requiera aproximadamente 3 a 10 ml de HCl 0,02 N para su titulación.
- Transferirla cuantitativamente al balón de digestión, agregar 2 g de la mezcla K_2SO_4 – $CuSO_4$ y 2 ml de H_2SO_4 concentrado. Si la muestra pesada es mayor a 15 mg, adicionar 0,1 ml de H_2SO_4 por cada 10 mg de materia orgánica adicional. Agregar platos porosos, colocar el frasco en posición inclinada sobre la unidad digestora y calentar intensamente durante 1 hora o hasta obtener una solución límpida, color celeste sin manchas negras.
- Enfriar el balón a temperatura ambiente, diluir con 25 ml de H_2O destilada y mezclar; agregar aproximadamente 10 ml de solución NaOH 60% hasta hacer la mezcla fuertemente alcalina. Debe agregarse por las paredes del balón sin mezclar la solución ya que la reacción es Exotérmica.
- Conectar el balón al refrigerante, mezclar y recoger en un erlenmeyer que contenga 5 ml de H_3BO_3 (asegurarse que la manguera este bien sumergida en el ácido); calentar hasta destilar aproximadamente 20 ml (esto es

suficiente para que todo el NH_3 haya sido arrastrado). Retirar el erlenmeyer y titular con HCl 0,02 N hasta punto final (color violeta inicial).

c.- Expresión de resultados.

- En base al volumen de HCl 0,02 N gastado en la titulación y en relación a la masa pesada del material en estudio, se calculan los % de Nitrógeno (g de Nitrógeno en 100 g de muestra).

$$\% N = \frac{VxNx 14 x100}{1000 xn}$$

Donde:

%N : Porcentaje de Nitrógeno

V : Volumen de HCl gastado.

N : Normalidad del HCl.

14 : Peso molecular del átomo de Nitrógeno.

n : Peso de la muestra en gramos.

- Para calcular la concentración de proteínas, sabemos que 100 g de proteínas contienen 16 g de Nitrógeno se calculan los g % de proteínas (g de proteínas en 100 g de muestra) a partir del valor anterior (factor de corrección = 6,25). Para proteínas de distinto origen hay que usar distintos factores de corrección.

$$\% \text{Proteína en muestra} = \% N \times \text{Factor}$$

- Factor usado:

Proteínas Animales (16% N) F = 6,25

DETERMINACIÓN DE GRASA

a.- Reactivos

- Éter de petróleo.

b.- Procedimiento.

- Se pesa 5 g de muestra en balanza analítica y se envuelve en el cartucho de extracción, luego se coloca en la parte media del equipo Soxhlet.
- Se pesa el matraz y se llena este con éter de petróleo en una cantidad que permita el sifoneo, la extracción dura aproximadamente de 5-6 horas.
- Al finalizar la extracción se sigue destilando, el solvente que se condensa debe recogerse en el recinto de extracción de tal manera que la superficie del líquido no rebose el nivel del conducto ascendente.
- Una vez destilado todo el solvente, se coloca en matraz en una estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ durante una hora, con el fin de eliminar del residuo los restos del solvente.
- El matraz se pesa tras enfriado en un desecador.

c.- Expresión de resultados.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{P_2 - P_1}{P} \times 100$$

Donde:

- P : Peso total de la muestra (g)
P₁ : Peso del Matraz Vacío (g)
P₂ : Peso del matraz con residuos (g)

DETERMINACIÓN DE CENIZA (Método gravimetrico)

a.- Materiales.

- Crisol.
- Balanza electrónica.
- Horno mufla.

b. Procedimiento.

Pesar 2 gramos de muestra colocar en un crisol y llevarlo a mufla donde se llevará a cabo una incineración directa de 500 °C hasta obtener cenizas blancas o grises.

c.- Expresión de resultados.

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{P_2}{P_1} \times 100$$

Donde:

P₂ : Peso del crisol mas la muestra (g)

P₁ : Peso del crisol más la muestra calcinada (g)

DETERMINACIÓN DE pH

a) Materiales.

- Potenciómetro.
- Embudo.
- Papel filtro.
- Vaso precipitado.

b) Procedimiento.

- Pesar 10g. de muestra
- Añadir 100ml de agua destilada y moler en licuadora durante un minuto.
- Estandarizar el pH en el potenciómetro con Buffer de fosfatos con pH = 6.0.
- Filtrar la mezcla de carne papel filtro número 40 con diámetro 125mm. Con el fin de eliminar tejido conectivo.
- Luego lecturas la solución.

DETERMINACIÓN DE ACIDEZ.

1.- Reactivos.

- a) Mezcla de Éter de petróleo, en proporción de volumen 1:1 debe neutralizarse exactamente en el momento de su utilización con la disolución (b) en presencia de 0.3 ml. de la disolución de fenoftaleina(c) por cada 100 ml de mezcla
- b) Disolución etanólica valorada de hidróxido de potasio al 0.1M
- c) Disolución de 10 g/l de fenolftaleina en etanol de 95 a 96%

2.- Procedimiento.

- a) Peso 10g de carne seca previamente molido, para luego disolver la muestra en 100 ml de la mezcla de éter de petróleo más etanol de 95%, previamente neutralizada.
- b) Luego se Valora agitando, con la disolución de hidróxido de potasio de 0.1M (si la disolución se enturbia durante la valoración, añadimos una cantidad suficiente de la mezcla de disolvente, para que la disolución se aclare) hasta el viraje del indicador (la coloración rosa de la fenolftaleina debe permanecer al menos durante 10 segundos). La expresión de la acidez se determina mediante la siguiente expresión:

3.- Expresión de resultados.

$$A = \frac{V \times M}{10 \cdot P}$$

Donde:

- A : Acidez
 V : Volumen en ml de la disolución valorada de hidróxido de potasio gastado.
 M : Peso molecular del ácido en que se expresa el resultado.
 P : Peso en gramos de la muestra utilizada.

DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE YODO (Método 993.20 AOAC)

a.- Reactivos.

- Yoduro de potasio, solución de 100g/l, exento de yodatos o de yodo libre.
- Engrudo de almidón (mezcla de 5 g de almidón soluble con 30ml de agua, añadir la mezcla a 1000ml de agua en ebullición, hervir durante 3 minutos y dejar enfriar).
- Solución volumétrica patrón de tiosulfato sodico (0.1mol/l de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, valorada como máximo 7 días antes de su uso).
- Disolvente, mezcla de volúmenes iguales de ciclohexano y ácido acético.
- Reactivo Wijs,

b.- Procedimiento.

- Pesar exactamente 0.025gr. de muestra con la ayuda de un tubo de vidrio de 100ml de longitud por 2mm. De diámetro.
- Poner la muestra en un frasco yodómetro de 300 ml. De capacidad.
- Disolver la grasa con 2ml. De Cl_4C .
- Agregar 5ml. Exacto mediante una pipeta de la solución wijs. Dejando drenar un tiempo definido.
- Humedecer las tapas de los frascos yodo métricos con IK al 10%
- Mover circularmente y dejar reposar en un lugar oscuro por dos horas, agitar debecan cuando.
- Agregar 3ml de IK al 10%.
- Añadir lentamente 40ml de agua destilada.
- Titular inmediatamente con $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ al 0.1N estandarizado, utilizando una microbureta, agitando fuertemente.
- Cerca del punto final (amarillo – pajizo) agregar 1 ml de indicador, almidón al 1%, la solución se tornara de color azul.
- Seguir agregando $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ al 0.1N estandarizado, hasta el color azul vire a incoloro.

- Llevar acabo una prueba en blanco.
- Anotar el gasto total de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ al 0.1N estandarizado,

c.- Expresión de resultados.

$$II = \frac{12.692 \times F(A - B)}{W} \times 100$$

Donde:

- II : Índice de yodo.
- F : Factor de tiosulfato de sodio 0.1 N
- A : Gasto de prueba en blanco (ml.)
- B : Gasto de la prueba (ml.)
- 12.692 : mg. de iodo que son neutralizados por 1cm^3 de la solución 0.1N de tiosulfato de sodio ($f = 1$).
- W : Peso de la muestra (mg.)

ANEXO N° 2

1. Análisis de varianza aplicado a humedad en el proceso de salmuerado

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F_{0.05}	F_{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	3.8874	3.8874	16.30	5.32	11.30	**
- Porcentaje de sal	1	27.5003	27.5003	115.33	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	0.1413	0.1413	0.59	5.32	11.30	n.s
- Error experimental	8	1.9075	0.2384				
Total	11	33.4365					

R² **CV** **S** **Promedio**
 0.9429 0.6993 0.4883 69.8202

2. Análisis de varianza aplicado a acidez en el proceso de salmuerado

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F_{0.05}	F_{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.000341	0.000341	4.79	5.32	11.30	n.s
- Porcentaje de sal	1	0.004880	0.004880	68.42	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	0.000456	0.000456	6.40	5.32	11.30	*
- Error experimental	8	0.000571	0.000071				
Total	11	0.006248					

R² **CV** **S** **Promedio**
 0.9086 1.5282 0.0084 0.5526

3. Análisis de varianza aplicado a pH en el proceso de salmuerado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F_{0.05}	F_{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.0027	0.0027	1.12	5.32	11.30	n.s
- Porcentaje de sal	1	0.0161	0.0156	6.49	5.32	11.30	n.s
- Region*sal	1	0.0005	0.0005	0.22	5.32	11.30	n.s
- Error experimental	8	0.0193	0.0024				
Total	11						

R² **CV** **S** **Promedio**
 0.4946 0.8620 0.0491 5.7038

4. Análisis de varianza aplicado a índice de peroxido en el proceso de salmuerado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.000918	0.000918	0.24	5.32	11.30	n.s
- Porcentaje de sal	1	0.008586	0.008586	2.24	5.32	11.30	n.s
- Region*sal	1	0.005764	0.005764	1.50	5.32	11.30	n.s
- Error experimental	8	0.030706	0.003838				
Total	11	0.045976					

R²
0.3321

CV
1.4635

S
0.0619

Promedio
4.2332

5. Análisis de varianza aplicado a índice de yodo en el proceso de salmuerado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	61.2234	61.2234	327.77	5.32	11.30	**
- Porcentaje de sal	1	8.2917	8.2917	44.39	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	6.1590	6.1590	32.97	5.32	11.30	**
- Error experimental	8	1.4943	0.1867				
Total	11	77.1684					

R²
0.9806

CV
0.8171

S
0.4322

Promedio
52.8914



ANEXO N° 3

1. Análisis de varianza aplicado a humedad en el proceso de lavado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	8.0671	8.0672	22.00	5.32	11.30	**
- Porcentaje de sal	1	10.5337	10.5337	28.73	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	1.3608	1.3608	3.71	5.32	11.30	n.s
- Error experimental	8	2.9336	0.3667				
Total	11	22.8953					

R² **CV** **S** **Promedio**
 0.8718 0.8461 0.6055 71.5714

2. Análisis de varianza aplicado a acidez en el proceso de lavado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.0069	0.0069	18.56	5.32	11.30	**
- Porcentaje de sal	1	0.0808	0.0808	215.61	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	0.0106	0.0106	28.32	5.32	11.30	**
- Error experimental	8	0.0030					
Total	11	0.1014					

R² **CV** **S** **Promedio**
 0.9704 3.6671 0.0194 0.5281

3. Análisis de varianza aplicado a pH en el proceso de lavado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.002552	0.002552	0.96	5.32	11.30	n.s
- Porcentaje de sal	1	0.040950	0.040950	15.46	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	0.000168	0.000168	0.06	5.32	11.30	n.s
- Error experimental	8	0.021184	0.002648				
Total	11	0.064854					

R² **CV** **S** **Promedio**
 0.6733 0.8855 0.0514 5.8109

4. Análisis de varianza aplicado a índice de peroxido en el proceso de lavado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.0399	0.0399	19.48	5.32	11.30	**
- Porcentaje de sal	1	0.0555	0.0555	27.09	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	0.0122	0.0122	5.94	5.32	11.30	n.s
- Error experimental	8	0.0164	0.0021				
Total	11	0.1239					

R²
0.8677

CV
1.2397

S
0.0452

Promedio
3.6508

5. Análisis de varianza aplicado a índice de yodo en el proceso de lavado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	59.4075	59.4075	156.05	5.32	11.30	**
- Porcentaje de sal	1	18.6202	18.6202	48.91	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	0.9531	0.9531	2.50	5.32	11.30	n.s
- Error experimental	8	3.0456	0.3807				
Total	11	82.0265					

R²
0.9628

CV
1.2175

S
0.6170

Promedio
50.6775

ANEXO N° 4

1. Análisis de varianza aplicado a humedad en el proceso de prensado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F_{0.05}	F_{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	2.2681	2.2681	12.20	5.32	11.30	*
- Porcentaje de sal	1	32.2129	32.2129	173.26	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	1.5172	1.5172	8.16	5.32	11.30	*
- Error experimental	8	1.4873	0.1859				
Total	11	37.4856					

R² **CV** **S** **Promedio**
 0.9603 0.6453 0.4312 66.8219

2. Análisis de varianza aplicado a acidez en el proceso de prensado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F_{0.05}	F_{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.001875	0.001875	12.30	5.32	11.30	*
- Porcentaje de sal	1	0.063656	0.063656	417.42	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	0.000208	0.000208	1.37	5.32	11.30	*
- Error experimental	8	0.001220	0.000152				
Total	11	0.066959					

R² **CV** **SX** **Promedio**
 0.9817 2.0576 0.0123 0.6002

3. Análisis de varianza aplicado a pH en el proceso de prensado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F_{0.05}	F_{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.011224	0.011224	26.23	5.32	11.30	**
- Porcentaje de sal	1	0.047502	0.047502	111.01	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	0.010620	0.010620	24.82	5.32	11.30	**
- Error experimental	8	0.003423	0.000427				
Total	11	0.072770					

R² **CV** **S** **Promedio**
 0.95295 0.3512 0.0207 5.8902

4. Análisis de varianza aplicado a índice de peróxido en el proceso de prensado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.004921	0.004920	5.28	5.32	11.30	*
- Porcentaje de sal	1	0.011970	0.011970	12.84	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	0.000080	0.000080	0.09	5.32	11.30	n.s
- Error experimental	8	0.007458	0.000932				
Total	11	0.024428					

R²
0.6947

CV
0.7852

S
0.0305

Promedio
3.8880

5. Análisis de varianza aplicado a índice de yodo en el proceso de prensado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	57.4481	57.4481	251.51	5.32	11.30	**
- Porcentaje de sal	1	22.5228	22.5228	98.61	5.32	11.30	**
- Region*sal	1	2.9860	2.9860	13.07	5.32	11.30	n.s
- Error experimental	8	1.8272	0.2284				
Total	11	84.7842					

R²
0.9784

CV
0.9554

S
0.4779

Promedio
50.0238

ANEXO N° 5

1. Análisis de varianza aplicado a humedad en el proceso de secado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.3067	0.3066	3.39	4.08	7.31	n.s
- Tipo de secado	2	6.9932	3.4966	38.62	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	14.5179	14.5179	160.36	4.08	7.31	**
- Porcentaje de peso	1	732.4686	732.4687	8090.64	4.08	7.31	**
- Region*secado	2	2.2807	1.1404	12.60	3.23	5.18	*
- Region*sal	1	0.0420	0.0420	0.46	4.08	7.31	n.s
- Region*peso	1	4.9449	4.9449	54.62	4.08	7.31	**
- Secado*sal	2	0.6499	0.3249	3.59	3.23	5.18	*
- Secado*peso	2	3.61533	1.8076	19.97	3.23	5.18	**
- Sal*Peso	1	0.0025	0.0025	0.03	4.08	7.31	n.s
- Region*Secado*sal*peso	9	10.2052	1.1339	12.52	2.12	2.99	*
- Error experimental	48	4.3456	0.0905				
Total	71	780.3729					

R² 0.9944 **CV** 2.4097 **S** 0.3009 **Promedio** 10.4861

2. Análisis de varianza aplicado a acidez en el proceso de secado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.0233	0.0233	11.94	4.08	7.31	**
- Tipo de secado	2	0.1947	0.0973	49.83	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	0.0273	0.0273	13.97	4.08	7.31	**
- Porcentaje de peso	1	0.0543	0.0543	27.80	4.08	7.31	**
- Region*secado	2	0.0838	0.0419	21.46	3.23	5.18	**
- Region*sal	1	0.0025	0.0025	1.30	4.08	7.31	n.s
- Region*peso	1	0.0051	0.0051	2.59	4.08	7.31	n.s
- Secado*sal	2	0.0086	0.0043	2.21	3.23	5.18	n.s
- Secado*peso	2	0.0009	0.0004	0.24	3.23	5.18	n.s
- Sal*Peso	1	0.0002	0.0002	0.09	4.08	7.31	n.s
- Region*Secado*sal*peso	9	0.0815	0.0091	4.63	2.12	2.99	*
- Error experimental	48	0.0938	0.0019				
Total	71	0.5762					

R² 0.8372 **CV** 7.6651 **S** 0.0442 **Promedio** 0.5767

3. Análisis de varianza aplicado a pH en el proceso de secado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sign.
- Región de carcasa	1	0.0334	0.0334	17.87	4.08	7.31	**
- Tipo de secado	2	0.0593	0.02969	15.86	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	0.1092	0.1092	58.32	4.08	7.31	**
- Porcentaje de peso	1	0.0512	0.0512	27.35	4.08	7.31	**
- Region*secado	2	0.1052	0.0526	28.10	3.23	5.18	**
- Region*sal	1	0.0117	0.0117	6.22	4.08	7.31	*
- Region*peso	1	0.0013	0.0013	0.69	4.08	7.31	n.s
- Secado*sal	2	0.0697	0.0348	18.61	3.23	5.18	**
- Secado*peso	2	0.3292	0.1646	87.91	3.23	5.18	**
- Sal*Peso	1	0.0017	0.0017	0.90	4.08	7.31	n.s
- Region*Secado*sal*peso	9	0.4065	0.0452	24.12	2.12	2.99	**
- Error experimental	48	0.0899	0.0019				
Total	71	1.2683					

R² **CV** **S** **Promedio**
 0.9291 0.7503 0.0433 5.7665

4. Análisis de varianza aplicado a índice de peróxido en el proceso de secado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sign.
- Región de carcasa	1	4.5225	4.5225	667.85	4.08	7.31	**
- Tipo de secado	2	49.2179	24.6089	3634.05	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	1.3742	1.3742	202.93	4.08	7.31	**
- Porcentaje de peso	1	0.7969	0.7969	117.69	4.08	7.31	**
- Region*secado	2	3.1897	1.5948	235.51	3.23	5.18	**
- Region*sal	1	0.0073	0.0073	1.07	4.08	7.31	n.s
- Region*peso	1	0.0339	0.0339	5.01	4.08	7.31	*
- Secado*sal	2	0.1081	0.0541	7.98	3.23	5.18	*
- Secado*peso	2	0.0396	0.0198	2.93	3.23	5.18	n.s
- Sal*Peso	1	0.000002	0.000002	0.00	4.08	7.31	n.s
- Region*Secado*sal*peso	9	0.1054	0.0117	1.73	2.12	2.99	n.s
- Error experimental	48	0.3250	0.0068				
Total	71	59.7206					

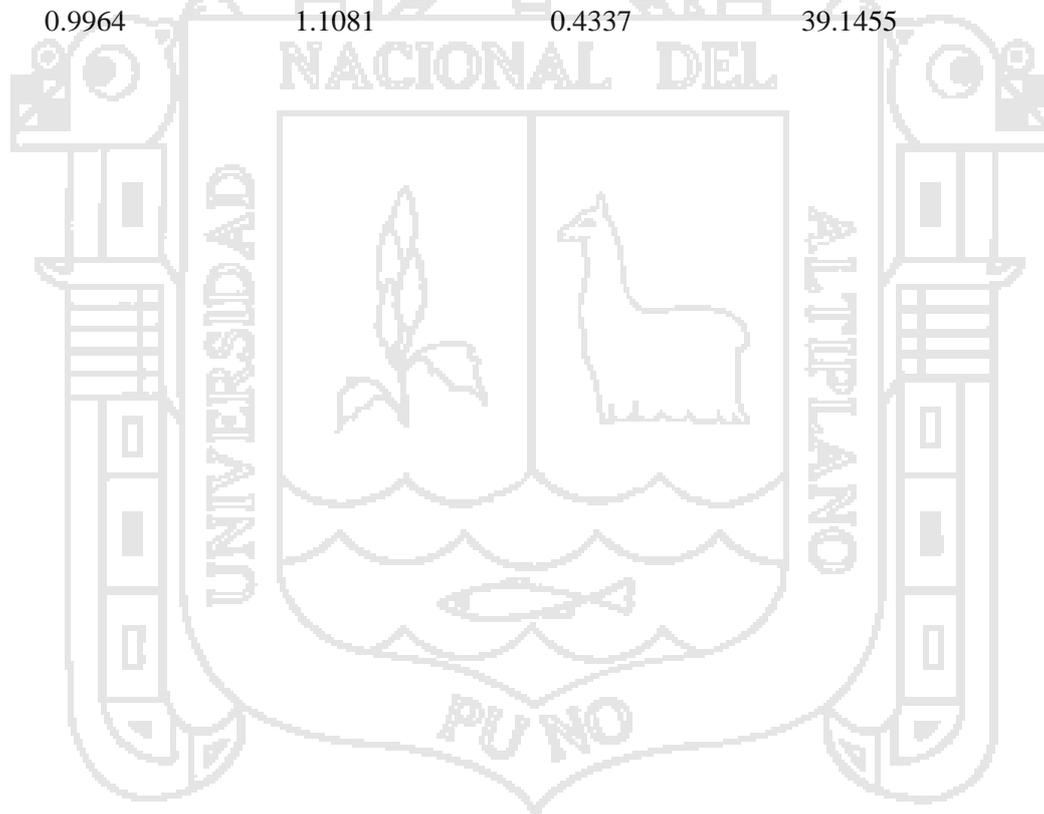
R² **CV** **S** **Promedio**
 0.9945 1.4575 0.0821 5.6456

5. Análisis de varianza aplicado a índice de yodo en el proceso de secado.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sign.
- Región de carcasa	1	521.8603	521.8604	2773.98	4.08	7.31	**
- Tipo de secado	2	1704.9854	852.4927	4531.48	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	91.7289	91.7289	487.59	4.08	7.31	**
- Porcentaje de peso	1	36.7310	36.7310	195.25	4.08	7.31	**
- Region*secado	2	171.8901	85.9451	456.85	3.23	5.18	**
- Region*sal	1	5.1178	27.20	27.20	4.08	7.31	**
- Region*peso	1	4.3522	4.3522	23.13	4.08	7.31	**
- Secado*sal	2	1.4272	0.7136	3.79	3.23	5.18	n.s
- Secado*peso	2	4.0939	2.0469	10.88	3.23	5.18	*
- Sal*Peso	1	0.2101	0.2102	1.12	4.08	7.31	n.s
- Region*Secado*sal*peso	9	3.3020	0.3668	1.95	2.12	2.99	n.s
- Error experimental	48	9.0301					
Total	71	2554.7296					

R² 0.9964 **CV** 1.1081 **S** 0.4337 **Promedio** 39.1455



ANEXO N° 6

1. Análisis de varianza aplicado a acidez en el proceso de almacenamiento de 30 días.

a.- Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.000014	0.000014	0.01	4.08	7.31	n.s
- Tipo de secado	2	0.2961	0.1480	108.51	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	0.0205	0.0205	15.00	4.08	7.31	*
- Porcentaje de humedad	1	0.0125	0.0125	9.19	4.08	7.31	*
- Region*secado	2	0.0354	0.0177	12.96	3.23	5.18	*
- Region*sal	1	0.0122	0.0122	8.96	4.08	7.31	*
- Region*humedad	1	0.0004	0.0004	0.32	4.08	7.31	n.s
- Secado*sal	2	0.0125	0.0063	4.61	3.23	5.18	n.s
- Secado*humedad	2	0.0036	0.0018	1.31	3.23	5.18	n.s
- Sal*humedad	1	0.0061	0.0061	4.49	4.08	7.31	n.s
- Region*secado*sal*humedad	9	0.0148	0.0016	1.20	2.12	2.99	n.s
- Error experimental	48	0.0655	0.0014				
Total	71	0.4796					

R²
0.8634

CV
6.0128

S
0.0369

Promedio
0.6143

2. Análisis de varianza aplicado a pH en el proceso de almacenamiento de 30 días.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.0284	0.0284	1.40	4.08	7.31	n.s
- Tipo de secado	2	0.6242	0.3121	5.37	3.23	5.18	*
- Porcentaje de sal	1	0.1336	0.1336	6.58	4.08	7.31	*
- Porcentaje de humedad	1	0.2640	0.2640	13.00	4.08	7.31	*
- Region*secado	2	0.0386	0.0193	0.95	3.23	5.18	n.s
- Region*sal	1	0.0517	0.0517	2.55	4.08	7.31	n.s
- Region*humedad	1	0.0243	0.0243	1.20	4.08	7.31	n.s
- Secado*sal	2	0.0328	0.0164	0.81	3.23	5.18	n.s
- Secado*humedad	2	0.0168	0.0084	0.42	3.23	5.18	n.s
- Sal*humedad	1	0.0033	0.0033	0.16	4.08	7.31	n.s
- Region*secado*sal*humedad	9	0.3878	0.0431	2.12	2.12	2.99	n.s
- Error experimental	48	0.9748	0.0203				
Total	71	2.5805					

R²
0.6222

CV
2.4473

S
0.1425

Promedio
5.8228

3. Análisis de varianza aplicado a índice de peróxido en el proceso de almacenamiento de 30 días.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	10.4188	10.4188	1833.91	4.08	7.31	**
- Tipo de secado	2	13.8737	6.9368	1221.02	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	1.5094	1.5094	265.69	4.08	7.31	**
- Porcentaje de humedad	1	2.1421	2.1421	377.05	4.08	7.31	**
- Region*secado	2	2.9889	1.4945	263.05	3.23	5.18	**
- Region*sal	1	0.0376	0.0376	6.62	4.08	7.31	*
- Region*humedad	1	0.0069	0.0069	1.23	4.08	7.31	n.s
- Secado*sal	2	0.0326	0.0163	2.87	3.23	5.18	n.s
- Secado*humedad	2	0.0288	0.0144	2.54	3.23	5.18	n.s
- Sal*humedad	1	0.0269	0.0269	4.74	4.08	7.31	*
- Region*secado*sal*humedad	9	0.7458	0.0828	14.59	2.12	2.99	*
- Error experimental	48	0.2727	0.0057				
Total	71	32.0846					

R² 0.9915 **CV** 1.1682 **S** 0.0754 **Promedio** 6.4518

4. Análisis de varianza aplicado a índice de yodo en el proceso de almacenamiento de 30 días.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	12.681	12.681	71.87	4.08	7.31	**
- Tipo de secado	2	1998.943	999.471	5664.44	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	140.384	140.384	795.62	4.08	7.31	**
- Porcentaje de humedad	1	43.978	43.978	249.24	4.08	7.31	**
- Region*secado	2	0.449	0.224	1.27	3.23	5.18	n.s
- Region*sal	1	0.070	0.070	0.40	4.08	7.31	n.s
- Region*humedad	1	0.175	0.175	0.99	4.08	7.31	n.s
- Secado*sal	2	22.402	11.201	63.48	3.23	5.18	**
- Secado*humedad	2	1.279	0.639	3.62	3.23	5.18	*
- Sal*humedad	1	2.562	2.562	14.52	4.08	7.31	*
- Region*secado*sal*humedad	9	5.159	0.573	3.25	2.12	2.99	*
- Error experimental	48	8.469	0.176				
Total	71	2236.556					

R² 0.9961 **CV** 1.0864 **S** 0.4201 **Promedio** 38.6635



ANEXO N° 7

1. Análisis de varianza aplicado a acidez en el proceso de almacenamiento de 50 días.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	0.0027	0.0027	2.69	4.08	7.31	n.s
- Tipo de secado	2	0.1694	0.0847	83.73	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	0.0155	0.0155	15.27	4.08	7.31	**
- Porcentaje de humedad	1	0.0025	0.0025	2.46	4.08	7.31	n.s
- Region*secado	2	0.0985	0.0492	48.66	3.23	5.18	**
- Region*sal	1	0.0165	0.0165	16.27	4.08	7.31	*
- Region*humedad	1	0.00011	0.00011	0.11	4.08	7.31	n.s
- Secado*sal	2	0.00075	0.00037	0.37	3.23	5.18	n.s
- Secado*humedad	2	0.00426	0.00213	2.11	3.23	5.18	n.s
- Sal*humedad	1	0.00734	0.00734	7.25	4.08	7.31	**
- Region*secado*sal*humedad	9	0.02261	0.00251	2.48	2.12	2.99	*
- Error experimental	48	0.04858	0.00101				
Total	71	0.38879					

R²
0.8750

CV
4.7731

S
0.0318

Promedio
0.6665

2. Análisis de varianza aplicado a pH en el proceso de almacenamiento de 50 días.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	1.0039	1.0039	341.95	4.08	7.31	**
- Tipo de secado	2	0.1857	0.0928	31.64	3.23	5.18	*
- Porcentaje de sal	1	0.4268	0.4268	145.40	4.08	7.31	**
- Porcentaje de humedad	1	1.2603	1.2603	429.28	4.08	7.31	**
- Region*secado	2	0.7726	0.3863	131.59	3.23	5.18	**
- Region*sal	1	0.0886	0.0886	30.18	4.08	7.31	*
- Region*humedad	1	0.1324	0.1324	45.11	4.08	7.31	**
- Secado*sal	2	0.0368	0.0184	6.28	3.23	5.18	*
- Secado*humedad	2	0.3224	0.1612	54.91	3.23	5.18	**
- Sal*humedad	1	0.0187	0.0187	6.39	4.08	7.31	*
- Region*secado*sal*humedad	9	0.9816	0.1091	37.15	2.12	2.99	**
- Error experimental	48	0.1409	0.0029				
Total	71	5.3712					

R²
0.9737

CV
0.9176

S
0.0542

Promedio
5.9048

3. Análisis de varianza aplicado a índice de peróxido en el proceso de almacenamiento de 50 días.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	12.6907	12.6907	1162.66	4.08	7.31	**
- Tipo de secado	2	17.4870	8.7435	801.04	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	1.7366	1.7366	159.10	4.08	7.31	**
- Porcentaje de humedad	1	1.7106	1.7106	156.72	4.08	7.31	**
- Region*secado	2	2.1877	1.0938	100.21	3.23	5.18	**
- Region*sal	1	0.0030	0.0030	0.28	4.08	7.31	n.s
- Region*humedad	1	0.3262	0.3262	29.88	4.08	7.31	*
- Secado*sal	2	0.0124	0.0062	0.57	3.23	5.18	n.s
- Secado*humedad	2	0.0243	0.0122	1.11	3.23	5.18	n.s
- Sal*humedad	1	0.0063	0.0063	0.58	4.08	7.31	n.s
- Region*secado*sal*humedad	9	2.2452	0.2495	22.86	2.12	2.99	*
- Error experimental	48	0.5239	0.0109				
Total	71	38.9542					

R²
0.9865

CV
1.5514

S
0.1044

Promedio
6.7342

4. Análisis de varianza aplicado a índice de yodo en el proceso de almacenamiento de 50 días.

Cuadro análisis de Varianza.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _{0.05}	F _{0.01}	Sing.
- Región de carcasa	1	63.025	63.025	331.9	4.08	7.31	**
- Tipo de secado	2	2537.147	1268.574	6681.11	3.23	5.18	**
- Porcentaje de sal	1	108.808	108.808	573.05	4.08	7.31	**
- Porcentaje de humedad	1	43.996	43.996	231.72	4.08	7.31	**
- Region*secado	2	7.477	3.738	19.69	3.23	5.18	**
- Region*sal	1	0.165	0.165	0.87	4.08	7.31	n.s
- Region*humedad	1	3.340	3.340	17.59	4.08	7.31	**
- Secado*sal	2	2.149	1.074	5.66	3.23	5.18	n.s
- Secado*humedad	2	0.221	0.110	0.58	3.23	5.18	n.s
- Sal*humedad	1	0.318	0.318	1.68	4.08	7.31	n.s
- Region*secado*sal*humedad	9	3.819	0.424	2.24	2.12	2.99	n.s
- Error experimental	48	9.113	0.189				
Total	71	2779.583					

R²
0.996

CV
1.192

S
0.435

Promedio
36.531

ANEXO N° 8

TIEMPO DE SECADO PARA CHARQUI DE ALPACA

Tipo de secado	Temperatura (promedio)	Velocidad de viento (promedio)	Región pierna (Peso 50%)		Región pierna (Peso 40%)		Región brazuelo (Peso 50%)		Región brazuelo (Peso 40%)	
			25% de sal	30% de sal	25% de sal	30% de sal	25% de sal	30% de sal	25% de sal	30% de sal
Cámara de secado	52 °C	2.08m/s	6.36 h	8.12 h	8.21 h	10.45 h	7.36 h	6.52 h	10.18 h	9.14 h
Secador solar	23°C	0.6m/s	25.12 h	28.45 h	29.18 h	33.27 h	25.41 h	27.58 h	29.06 h	34.47 h
Secado al ambiente	15°C	1.7m/s	23.07 h	26.31 h	27.59 h	31.22 h	21.46 h	24.13 h	26.38 h	29.03 h

Fuente: Elaboracion propia.

ANEXO N° 9

CARACTERISTICAS DE EQUIPO DE SECADO.

a) Cámara de secado.

DETALLE	MEDIDA
Largo	0.7m
Ancho	0.7m
Altura	1.18m
Área de la ventana	1.26m ²
Distancia entre rieles	0.15m
Temperatura	55°C
Flujo de aire	2.08 m/s
Marca	Estergon – Hungary
Tipo	LP – 308, 220V, 60Hz, 2.2kw

b) Secador solar con aire forzado.

DETALLE	MEDIDA
- Largo	1.16m
- Ancho	0.34m
- Altura	0.29m
- Área de la ventana	0.004m ²
- Distancia entre rieles	0.05m
- Capacidad de cámara	6.6kg b.h./bach
- Temperatura	23°C
- Flujo de aire	0.6 m/s

c) Plataforma de secado

DETALLE	MEDIDA
- Largo	1.20cm
- Ancho	60cm
- Angulo de inclinación entre superficie y plataforma de secado	30°
- Temperatura promedio (medio ambiente)	15°C
- Velocidad de viento promedio (medio ambiente)	1.7m/s