

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“ELABORACIÓN DE CHORIZO DE ALPACA (*Vicugna pacos*) CON
ADICIÓN DE EXTRACTO ETANÓLICO DE PROPÓLEO (*Gr.
propolis*)”**

Presentado por:

BILLY FRANCISCO GONZALES GARCIA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Lima - Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**“ELABORACIÓN DE CHORIZO DE ALPACA (*Vicugna pacos*) CON ADICIÓN
DE EXTRACTO ETANÓLICO DE PROPÓLEO (*Gr. propolis*)”**

Presentado por:

BILLY FRANCISCO GONZALES GARCIA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....

Dr. Américo Guevara Pérez

PRESIDENTE

.....

Mg. Sc. Carlos Elías Peñafiel

MIEMBRO

.....

Dr. Edwin O. Baldeón Chamorro

MIEMBRO

.....

Dra. Bettit Karim Salva Ruiz

ASESOR

Lima - Perú

2018

DEDICATORIA

A Dios y el Reverendo Sun Myung Moon, por ser siempre mi inspiración.

A mis padres, por sus esfuerzos para mi superación constante.

AGRADECIMIENTO

- A la Dra. Bettit, por su paciencia y orientación en la elaboración de la Tesis.
- A los (as) técnicos (as) de los laboratorios de Análisis Físico Químico, Biotecnología. Microbiología, Instrumentación y Planta Piloto de Alimentos de la UNALM.
- A todos los profesores de la UNALM de los que tuve la oportunidad de aprender.
- A Dominic Lavado, por su apoyo incondicional y motivación a culminar la tesis.
- A mis amigos de la UNALM, por haber compartido todos estos años juntos.
- A la empresa ALPAQUEL PERÚ S.A.C., por el apoyo financiero otorgado para el desarrollo de la presente tesis.
- A MINEDU Concurso 2016, por su apoyo financiero para el desarrollo y culminación del presente trabajo.

INDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	1
2.1. ALPACA.....	1
2.1.1.GENERALIDADES	1
2.1.2.POBLACIÓN Y PRODUCCIÓN DE ALPACA.....	4
2.2. CARNE DE ALPACA.....	5
2.2.1.PRODUCCIÓN DE CARNE DE ALPACA.....	5
2.2.2.CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA CARNE DE ALPACA.....	5
2.2.3.CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA CARNE DE ALPACA	7
2.2.4.PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LA CARNE DE ALPACA	8
2.3. PAPA CANCHAN.....	9
2.3.1.GENERALIDADES	9
2.3.2.COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	9
2.4. HARINA DE KIWICHA	10
2.4.1.GENERALIDADES	10
2.4.2.COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	10
2.5. PROPOLEO	11
2.5.1.GENERALIDADES	11
2.5.2.COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	11
2.5.3.EXTRACCION DE PROPÓLEO	11
2.5.4.PROPIEDADES DE LOS EXTRACTOS DE PROPÓLEO	12
2.6. CHORIZO.....	13
2.6.1.GENERALIDADES	13
2.6.2.CARACTERISTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS.....	13
2.6.3.PRINCIPALES INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE CHORIZOS.	14

2.6.4. INSUMOS NO CONVENCIONALES EN LA ELABORACIÓN DE EMBUTIDOS	14
2.7. DISEÑO DE MEZCLA	16
2.7.1. GENERALIDADES	16
2.7.2. TIPOS DE DISEÑOS DE MEZCLAS	18
2.7.3. RESTRICCIONES MÚLTIPLES EN COMPONENTES DE LA MEZCLA	18
2.7.4. EXPERIMENTOS DE DISEÑO DE MEZCLA D-OPTIMAL	19
2.7.5. EFECTO DE LOS COMPONENTES EN UN DISEÑO DE MEZCLA CON RESTRICCIONES	20
2.7.6. OPTIMIZACIÓN SIMULTÁNEA DE VARIAS RESPUESTAS	22
III. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	23
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS	23
3.2.1. MATERIA PRIMA	23
3.2.2. INSUMOS	23
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS	24
3.3.1. MATERIALES	24
3.3.2. EQUIPOS	25
3.4. REACTIVOS	25
3.5. <i>SOFTWARE</i>	26
3.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS	26
3.6.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	26
3.7. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	30
3.7.1. FLUJO DE OPERACIONES	30
3.7.2. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE PROPÓLEO	36

4.1.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS	36
4.1.2. CARACTERÍSTICAS ANTIMICROBIANAS	37
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	38
4.2.1. CARNE DE ALPACA	38
4.2.2. PAPA CANCHAN	40
4.2.3. HARINA TOSTADA DE KIWICHA	40
4.3. DISEÑO DE MEZCLA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS CHORIZOS	41
4.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y MODELOS DE AJUSTES MATEMÁTICOS PARA CADA VARIABLE RESPUESTA	43
4.4.1. COSTO TOTAL (S/.)	43
4.4.2. ACTIVIDAD DE AGUA	47
4.4.3. DUREZA (GF)	48
4.4.4. RENDIMIENTO DE COCCIÓN (%)	52
4.5. OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLA	55
4.6. CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS CHORIZOS CON EXTRACTO DE PROPOLEO DURANTE SU ALMACENAMIENTO.	58
4.6.1. PH	58
4.6.2. ACTIVIDAD DE AGUA	59
4.6.3. COLOR	61
4.6.4. BASES NITROGENADAS VOLÁTILES TOTALES	63
4.6.5. SUSTANCIAS REACTIVAS AL ÁCIDO TIOBARBITURICO	65
4.6.6. MICROBIOLOGIA	67
4.6.7. SENSORIAL	71
4.6.8. ANÁLISIS PROXIMAL DEL CHORIZO CON EXTRACTO ETANÓLICO DE PROPOLEO	74
V. CONCLUSIONES	76
VI. RECOMENDACIONES	77
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

VIII. ANEXOS.....	91
--------------------------	-----------

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Población de alpacas en el Perú.....	4
Cuadro 2: Producción de carne de alpaca desde el año 2004 hasta el 2013.....	5
Cuadro 3: Valor biológico, digestibilidad de nitrógeno, utilización neta de proteína, conversión y eficiencia de la carne de alpaca.....	7
Cuadro 4: Requisitos microbiológicos para la carne de alpaca fresca y congelada.	7
Cuadro 5: Propiedades tecnológicas de la carne de alpaca.	8
Cuadro 6: Composición química de las variedades de papa fresca.....	9
Cuadro 7: Formulaciones obtenidas mediante el software Design Expert® para el diseño de mezcla usando las restricciones del cuadro 8.	31
Cuadro 8: Restricciones de los componentes de la masa principal.	32
Cuadro 9: Formulación base de ingredientes secundarios a utilizar en la elaboración de chorizos de alpaca.....	33
Cuadro 10: Esquema experimental de la investigación.....	35
Cuadro 11: Características fisicoquímicas del extracto etanólico de propóleo.....	36
Cuadro 12: Efecto antimicrobiano del extracto etanólico de propóleo (Antibiograma).	38
Cuadro 13: Análisis proximal y colesterol de la carne de alpaca.....	39
Cuadro 14: Análisis proximal de la papa canchan.....	40
Cuadro 15: Análisis proximal de la harina de kiwicha tostada.....	41
Cuadro 16: Restricciones de ingredientes para el diseño de mezcla.....	41
Cuadro 17: Formulaciones obtenidas a partir del programa <i>Design Expert</i> y los resultados de las variables respuestas.....	42
Cuadro 18: Prueba de falta de ajuste.....	43
Cuadro 19: Resumen estadístico de los modelos.....	44
Cuadro 20: Análisis de varianza.....	44
Cuadro 21: Prueba de falta de ajuste para la Actividad de Agua.....	47
Cuadro 22: Resumen estadístico de los modelos propuestos para Actividad de Agua.....	47
Cuadro 23: Análisis de varianza del modelo sugerido para la Actividad de Agua.....	48
Cuadro 24: Prueba de falta de ajuste de los modelos estadísticos para la Dureza.....	48
Cuadro 25: Resumen de los modelos estadísticos para la Dureza.....	49
Cuadro 26: Análisis de varianza del modelo cubico para la dureza.....	50
Cuadro 27: Prueba de falta de ajuste para el rendimiento de cocción.....	52

Cuadro 28: Resumen estadístico de los modelos para el Rendimiento de cocción.....	53
Cuadro 29: Análisis de varianza para el modelo sugerido para el rendimiento de cocción.....	53
Cuadro 30: Restricciones de optimización	56
Cuadro 31: Formulaciones optimizadas obtenidas en función a la Deseabilidad.	56
Cuadro 32: pH de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento.....	58
Cuadro 33: Aw de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento.....	60
Cuadro 34: Parámetros de Color instrumental de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento.	61
Cuadro 35: Nitrógeno Volátil Total de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento.	64
Cuadro 36: Sustancias Reactivas al Acido Tiobarbitúrico de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento.	66
Cuadro 37: Recuento y detección de la microbiota común de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento.	69
Cuadro 38: Resultados del test sensorial de aceptación por ordenamiento para chorizos con Nitritos, Extracto etanólico de propóleo y Etanol.	72
Cuadro 39: Prueba de Friedman para los tratamientos respecto al sabor, color, olor y textura luego de una semana de almacenamiento.....	73
Cuadro 40: Análisis proximal del chorizo con Extracto Etanólico de Propóleo.	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo de gráfico de trazas	21
Figura 2: Flujo de operaciones para la elaboración de chorizos de alpaca (adaptado de Mateo <i>et al.</i> , 2011).....	30
Figura 3: Gráfico de contornos del Costo.....	45
Figura 4: Gráfico de superficie de respuesta de la variable Costo total (S/.)	45
Figura 5: Grafica de trazas o trazo de Cox de la variable Costo.	46
Figura 6: Gráficos de contorno del modelo cubico de la dureza.	50
Figura 7: Superficie de respuesta del modelo cubico con respecto a la dureza.....	51
Figura 8: Trazos de cox de la dureza.....	52
Figura 9: Gráficos de superficie de respuesta del modelo cubico del Rendimiento de cocción.	54
Figura 10: Gráficos de contorno del modelo cubico del Rendimiento de cocción.....	54
Figura 11: Gráficos de trazos de Cox del modelo cubico del Rendimiento de cocción.....	55
Figura 12: Gráficos de contorno de la función Deseabilidad para el Diseño de mezclas usando optimización por método numérico	57
Figura 13: Gráficos de superficie de respuesta de la función Deseabilidad para el Diseño de mezclas usando optimización por método numérico.....	57
Figura 14: Gráficos superficie de respuesta de la función Deseabilidad para el Diseño de mezclas usando la optimización por método gráfico.....	57
Figura 15: Influencia del tiempo de almacenamiento en el pH de los chorizos tratamientos.	59
Figura 16: Influencia del tiempo de almacenamiento en la Aw de los chorizos según tratamientos.	61
Figura 17: Influencia del tiempo de almacenamiento en el componente L del color de los chorizos según tratamientos.	62
Figura 18: Influencia del tiempo de almacenamiento en el componente b* del color de los chorizos según tratamientos.	63
Figura 19: Influencia del tiempo de almacenamiento en el componente a* del color de los chorizos según tratamientos.	63
Figura 20: Influencia del tiempo de almacenamiento en el nitrógeno volátil total de los chorizos según tratamientos.	65

Figura 21: Influencia del tiempo de almacenamiento en las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico de los chorizos según tratamientos.	67
Figura 22: Influencia del tiempo de almacenamiento en el recuento de aerobios mesófilos de los chorizos según tratamientos.....	68
Figura 23: Influencia del tiempo de almacenamiento en el recuento de coliformes totales de los chorizos según tratamientos.....	70
Figura 24: Influencia del tiempo de almacenamiento en el recuento de Clostridium perfringes de los chorizos según tratamientos.	71

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: DETERMINACIÓN DE LOS POLIFENOLES TOTALES.....	91
ANEXO 2: DETERMINACIÓN DE LAS SUSTANCIAS REACTIVAS CON EL ÁCIDO 2- TIOBARBITURICO (TBARS).	93
ANEXO 3: ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN <i>ESCHERICHIA COLI</i> Y <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> - ANTIBIOGRAMA.	95
ANEXO 4: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ANTIBIOGRAMA EN <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>	96
ANEXO 5: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ANTIBIOGRAMA EN <i>ESCHERICHIA COLI</i>	97
ANEXO 6: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ACTIVIDAD DE AGUA DE LOS TRATAMIENTOS EN EL ALMACENAMIENTO.....	98
ANEXO 7: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL COLOR INSTRUMENTAL DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	100
ANEXO 8: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NITRÓGENO VOLÁTIL DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO.....	104
ANEXO 9: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PH DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO.....	106
ANEXO 10: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS SUSTANCIAS REACTIVAS AL ÁCIDO TIO BARBITURICO DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO.....	108
ANEXO 11: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RECUENTOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO.....	110
ANEXO 12: CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	115

RESUMEN

Se determinó la formulación óptima para la elaboración de chorizo crudo con carne de alpaca y sustitución parcial de la grasa de cerdo por papa cocida y harina de kiwicha, aplicando el diseño de mezclas de tipo *Optimal- D* con tres componentes (grasa de cerdo, harina de kiwicha y papa) obteniéndose dieciséis formulaciones, que tuvieron como respuestas a la actividad de agua ($r^2=0,15$), dureza ($r^2=0,95$), rendimiento de cocción ($r^2=0,92$) y costos ($r^2=0,99$). Después al usar la optimización simultánea se encontró que la formulación optimizada fue de 23,71 por ciento de grasa; 5,67 por ciento de papa y 0,62 por ciento de harina de kiwicha. Posteriormente se aplicó extracto etanólico de propóleo (EEP) al chorizo de formulación óptima y se evaluó su capacidad biopreservante comparada con el nitrito de sodio. Se prepararon tres lotes de chorizos con la formulación optimizada con los siguientes tratamientos: con 8 mg/ml de EEP, con 0,2 g de nitrito de sodio/kg de embutido y 0,5g eritorbato de sodio /kg de embutido, y con etanol 76,73°. Los lotes fueron almacenados a una temperatura de 5 °C durante 28 días, realizando análisis fisicoquímicos y microbiológicos cada siete días. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los valores de pH, actividad de agua, color instrumental, bases volátiles nitrogenadas y sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico, siendo el mejor tratamiento el chorizo con EEP. En cuanto a los análisis microbiológicos, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en aerobios mesófilos viables, coliformes totales y *Clostridium perfringes*. Sin embargo, no se encontró presencia de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella sp.* A los 7 días de almacenamiento se analizaron sensorialmente los tres tratamientos, se aplicó un test de ordenamiento por preferencia donde se hallaron diferencias significativas ($p < 0,05$) usando el Test de Friedman, siendo el tratamiento con 0,2 g/kg de nitrito de sodio el de mayor preferencia.

Palabras clave: alpaca, carne, diseño de mezcla, propóleo, chorizos, almacenamiento.

ABSTRACT

The optimum formulation for the production of raw sausage with alpaca meat and the partial substitution of pork fat for cooked potatoes and kiwifruit flour were determined, applying the optimum-D type blends with the components of three ($r^2 = 0,95$), cooking performance ($r^2 = 0,92$) and costs ($r^2 = 0,95$), cooking performance ($r^2 = 0,99$). The simultaneous optimization was that the formulation optimized was 23,71 percent fat, 5,67 percent potato and 0,62 percent kiwifruit flour. Then the ethanolic propolis extract (EEP) was applied to the chorizo of optimal formulation and their biopreserving capacity compared to sodium nitrite was evaluated. Three batches of sausages were prepared with the optimized formulation with the following treatments: with 8 mg / ml EEP, with 0,2 g of sodium nitrite / kg of funnel and 0,5 g of sodium / kg of funnel, and with ethanol 76,73°. The lots were stored at 5 °C for 28 days, performing physicochemical and microbiological analyzes every seven days. There were significant differences ($p < 0,05$) in pH, water activity, instrumental color, nitrogenous volatile bases and thiobarbituric acid reactive substances, the best treatment being chorizo with EEP. As for the microbiological analyzes, significant differences ($p < 0,05$) were found in viable mesophilic aerobes, total coliforms and *Clostridium perfringes*. However, no presence of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella sp.* At 7 days of storage, the three treatments were sensory analyzed, a preference-ordering test was applied where significant differences were found ($p < 0,05$) using the Friedman test, with treatment with 0,2 g / kg of nitrite of sodium the most preferred.

Keywords: Alpaca, meat, mixture design, propolis, sausages, storage.

I. INTRODUCCIÓN

Al mencionar alimentos reconocidos mundialmente como sanos, nutritivos y beneficiosos para la salud, se debe enlistar, sin duda, a muchos productos pecuarios del Perú, tales como cuy, llama o alpaca. De este último, por ejemplo, se conoce que tiene un bajo nivel de grasa intramuscular, así como también un alto contenido de proteína y lo más importante, posee un ratio de ácidos grasos omega 6/omega 3 que es entendido como mucho más nutritivo y saludable que el de otros ganados (Salvá *et al.*, 2009).

Además de las cualidades nutritivas que se conoce de la carne de este camélido peruano, se sabe que es sensorialmente y tecnológicamente muy similar a la del ovino mientras que molida es muy comparable e indiferenciable a la del vacuno (Vilca, citado por Mateo *et al.*, 2010). Además, Mateo *et al.* (2011), muestran las bondades y los usos de esta carne, como por ejemplo en embutidos secos, longanizas, kabanosy con quinua, entre otros.

Los esfuerzos de estos investigadores contribuyen a que las industrias tengan mayor disposición por procesar la carne de alpaca y darle un valor agregado, convirtiéndolas en productos alimenticios más saludables y nutritivos, como los mencionados anteriormente. Sin embargo, los productos con tales características no lo son solamente por la materia cárnica saludable, sino también por los aditivos y otros ingredientes que son usados para su elaboración, como grasa de cerdo, conservantes, antioxidantes, etc. Lo cual implica que se busque alternativas a la grasa de cerdo, cuya incidencia en la salud es negativa.

Además, se espera que se reemplacen los aditivos sintéticos por otros de origen orgánico y natural como el extracto de propóleo que según Nagai *et al.* (2003) contiene diversos compuestos entre ellos terpenoides, ácidos fenólicos, aminoácidos que confieren a este alimento sus capacidades antimicrobianas, antifúngicas, antiinflamatorias, antioxidantes y otras más (Lacalle, 2008; Papotti *et al.*, 2012). El uso del propóleo en la industria cárnica no

ha sido estudiado con detalle y de las pocas investigaciones encontradas en la literatura se tiene los antecedentes de Gutiérrez y Suarez (2014), donde evaluaron chorizos que han sido preparados con el conservante al 0,8 por ciento, demostrando buena aceptabilidad, propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Sin embargo, no se han realizado investigaciones específicas acerca del uso del extracto etanólico de propóleo en chorizos de alpaca utilizando papa y kiwicha como sustitutos de grasa en la manufactura del embutido.

Por lo tanto, esta investigación tuvo como objetivos:

- Evaluar extracto etanólico de propóleo en sus características principales como rendimiento, compuestos fenólicos, densidad y grado alcohólico.
- Desarrollar la formulación más adecuada para elaborar un chorizo a partir de carne de alpaca, harina de kiwicha y papa considerando la actividad de agua, dureza, costos y rendimiento de cocción empleando la metodología del diseño de mezcla (D-optimal).
- Evaluar la influencia de la adición del extracto etanólico de propóleo en el chorizo previamente formulado con respecto al nivel de agrado, también en las características fisicoquímicas y microbiológicas del chorizo elaborado con la formulación óptima de carne de alpaca, harina de kiwicha y papa durante 28 días de almacenamiento a temperatura de refrigeración.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. ALPACA

2.1.1. GENERALIDADES

Las alpacas son camélidos que se crían de forma extensiva en las zonas altiplánicas de Perú, Bolivia, Argentina y Chile. Son amínales muy bien adaptados a estas zonas de gran altitud y pueden incluso alimentarse con forrajes de calidad escasa (Quispe, 2011). Según Quispe *et al.* (2009), estos animales son producidos fundamentalmente para proveer de fibra, carne y energía para el transporte. Las condiciones de su hábitat natural son zonas con altitud superior a los 3800 m sobre el nivel del mar que componen geografías difíciles, clima variable, carencia de comunicación y servicios básicos. Su alimentación es básicamente de los pastizales nativos de condición pobre (Neely *et al.*, 2001)

La alpaca es un camélido de figura alta, alargada y bien proporcionada que presenta almohadillas en las plantas que evitan cuando al pisar ocasionen erosión de modo que no dañan el pasto, por lo que es considerado un animal ecológico. En el Perú se conoce que tienen un 45 por ciento de natalidad, 30 por ciento de mortalidad en crías mientras que en adultos es el 10 por ciento, también solo es el 12 por ciento de la población la que se destina al matadero. Los adultos llegan a pesar entre 50-70 kg y los rendimientos de la canal es en promedio 54 por ciento (Consejo Nacional de Camélidos Sudamericanos de Perú, citado por Mateo *et al.*, 2010).

Existen dos razas, bien diferenciadas por sus características fenotípicas, la Huacaya y la Suri. Ambas, en general suelen tener el mismo peso promedio cuando son crías y adultas. La diferencia radica en sus fibras, la raza Huacaya presenta vello de apariencia esponjosa, con fibras de menor longitud. Sin embargo, la raza Suri cuenta con fibras mucho más largas que se organizan en rizos, dándole al animal apariencia angulosa. Cabe resaltar que el 90 por

ciento de las alpacas de los rebaños peruanos son de raza Huacaya, debido a que son más resistentes a las condiciones de alturas (Mateo *et al.*, 2010).

2.1.2. POBLACIÓN Y PRODUCCIÓN DE ALPACA

La población de alpacas en el año 2013, según INEI (2014) eran en las regiones Puno, Cusco y Arequipa de 1 880 395, 552 mil y 466 mil cabezas respectivamente. En total se calcula unos 3 978 mil cabezas. Mateo *et al.* (2010) indicó que el Perú alberga el 90 por ciento de la población de alpacas en el mundo que se estima en cuatro millones de cabezas. Sin duda la alpaca es un recurso importante puesto que se ocupa el primer lugar en crianza y producción y se ha presentado tendencias a lo largo de los años a incrementarse estas cifras. Así mismo, se conoce que países como Australia, Suiza y partes de Norteamérica han realizado estudios importantes para la crianza y adaptación del camélido en sus geografías, de modo que hay cierta población existente en estos países.

Cuadro 1: Población de alpacas en el Perú

AÑO	POBLACIÓN DE ALPACAS EN PERÚ (MILES DE UNIDADES)
2003	3423
2004	3429
2005	3595
2006	3626
2007	3687
2008	3781
2009	4106
2010	4177
2011	4322
2012	3924
2013	3978

FUENTE: INEI (2014).

2.2. CARNE DE ALPACA

2.2.1. PRODUCCION DE CARNE DE ALPACA

Mateo *et al.* (2010) indicó que anualmente en el Perú se sacrifican medio millón de alpacas. La producción de esta carne sigue una tendencia a incrementarse. Esto puede constatarse en el cuadro 2 donde se distingue la producción referida a los años 2004 al 2013.

Cuadro 2: Producción de carne de alpaca desde el año 2004 hasta el 2013

AÑO	ALPACAS (t - m*)
2004	9 358
2005	8 867
2006	8 916
2007	9 366
2008	9 517
2009	10 189
2010	10 761
2011	11 318
2012	11 999
2013	12 169

FUENTE: INEI (2014).

*m: métrica

Se sabe además que el sacrificio de alpacas tiene un carácter estacional, cuando se inicia el periodo lluvioso en la zona alta que es durante los meses de abril y mayo (Borda *et al.*, citados por Mateo *et al.*, 2010).

2.2.2. CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA CARNE DE ALPACA

Mateo *et al.* (2010) sostiene que conocer la composición química de la carne de alpaca es fundamental en cuanto se espera entender su valor nutritivo, calidad sensorial y aptitud para el tratamiento industrial. Salvá *et al.* (2009) encontraron que en promedio la carne de alpaca mantiene niveles de proteína de 20,3 por ciento, humedad de 75,8 por ciento,

grasa de 1,33 por ciento y cenizas el 1,09 por ciento. También se menciona en el estudio, que no hubo diferencias importantes para el sexo, raza y edad para las características mencionadas. Mateo *et al.* (2010) mencionaron que los autores anteriores hallaron que la concentración de mioglobina en *longissimus thoracis* de alpacas de 18-24 meses criadas en su ambiente natural fue de 4,99 mg/g que se compara a los estudios realizados en vacunos y ovinos.

El contenido de colesterol en los músculos de la alpaca y llama son al menos de 10-30 mg/100g inferiores que los valores reportados en la carne de vacuno, ovino y porcino (USDA, citado por Mateo *et al.*, 2010). Se sabe además por estudios realizados por Wood *et al.*, (2003) que el perfil lipídico están implicados en la calidad de la carne, pues pueden afectar el punto de fusión de la grasa, textura, color y valor nutritivo. En el musculo de alpaca se ha encontrado muchos ácidos grasos, el de mayor proporción fue el ácido oleico con un 24,4 por ciento, seguido del palmítico con un 22,01 por ciento y el esteárico con un 19,82 por ciento.

Mateo *et al.* (2010) menciona que el porcentaje de ácido linolénico conjugado (CLA) alcanza un 1,2 por ciento en el musculo de *longissimus thoracis* y 1,0 por ciento en la grasa perirrenal, estos valores están entre los rangos encontrados para vacuno y cordero. El cociente hallado de omega 6 y omega 3 fue de 3,74 en la grasa intramuscular de la alpaca y se encuentra bajo el índice sugerido.

Bustinza *et al.*; citados por Mateo *et al.* (2010), investigaron la calidad nutritiva de la proteína de la carne de alpaca determinando índices nutricionales tales como el digestibilidad (D), el valor biológico (VB), la utilización neta de proteína (UNP) y la conversión y eficiencia alimenticia. Se analizaron mezclas por partes iguales de carne de cuello, brazuelo, costillar, lomo y pierna de seis alpacas de raza Huacaya procedentes de la región de Puno (Perú). Los resultados obtenidos en aquellos ensayos, realizados sobre carne de alpaca cruda y carne hervida en agua a 100 °C durante 45 minutos se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3: Valor biológico, digestibilidad de nitrógeno, utilización neta de proteína, conversión y eficiencia de la carne de alpaca

ANÁLISIS	CARNE DE ALPACA	
	CRUDA	COCIDA
Valor biológico (%)	84,23	85,90
Digestibilidad (%)	86,50	88,97
Utilización neta de proteína (%)	63,00	68,55
Conversión (g)	2,31	1,98
Eficiencia (g)	0,43	0,51

FUENTE: Bustinza *et al.*; citados por Mateo *et al.* (2010).

Por último, se conoce que el contenido de retinol en el musculo de alpaca fue de 0,17 µg/g lo cual se encuentra en el rango adecuado de vacunos. De otro lado, el valor de alfa-tocoferol fue 0,31 µg/g, lo cual está por debajo de lo sugerido para la estabilidad lipídica en carnes de vacuno (Salvá *et al.*, 2009).

2.2.3. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA CARNE DE ALPACA

Según la Norma técnica peruana 201.043 de INDECOPI (2005) la carne de alpaca debe ser obtenida de animales sanos, sacrificados y faenados bajo inspección veterinaria en mataderos autorizados. La carne deberá estar ausente de residuos de antibióticos, conservantes, ablandadores o sustancias que atenten contra la salud del consumidor. En dicha norma se recoge los límites microbiológicos se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 4: Requisitos microbiológicos para la carne de alpaca fresca y congelada

INDICADOR MICROBIOLÓGICO	LÍMITE
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos	Menor a 10^6 ufc/g
Detección de <i>Salmonella</i>	Ausencia en 25 g
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	Menor a 10^2 ufc/g
Numeración de bacterias psicrofílicas	Menor a 10^5 NMP/g
Recuento de coliformes totales	Menor a 10^2 ufc/g
Numeración de <i>Staphylococcus aureus</i>	Menor a 10^2 NMP/g

FUENTE: INDECOPI (2005).

2.2.4. PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LA CARNE DE ALPACA

Estas propiedades están muy relacionadas a evaluar la aptitud de la carne de alpaca en la manufactura tanto en procesos de conservación, industrialización y preparación para el consumo, estando también vinculadas a propiedades sensoriales. Dentro de las propiedades tecnológicas se puede enlistar al pH, capacidad de retención de agua (CRA), textura, color y su estabilidad (Mateo *et al.*, 2010).

Salvá *et al.* (2009) encontraron en *longissimus lumborum* las siguientes propiedades que se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 5: Propiedades tecnológicas de la carne de alpaca

PROPIEDAD	PROMEDIO ± SD (N=20)	RANGO
pH	5,63 ± 0,22	5,47 – 6,53
Capacidad de retención de agua		
Pérdidas por presión (%)	26,41 ± 4,22	17,76 – 35,95
Pérdidas por cocción (%)	23,72 ± 3,98	17,04 – 30,23
Textura (kg/cm ²)	4,67 ± 0,84	3,21 – 5,84
Color		
L*	36,17 ± 2,12	29,64 – 39,46
a*	15,05 ± 1,44	12,37 – 17,98
b*	1,16 ± 2,30	3,64 – 5,43

FUENTE: Salvá *et al.* (2009).

El pH es importante pues permite decidir sobre el tipo de procesamiento al que se destinará la carne, así como también es un indicador de deterioro. Su valor está influenciado por factores como, estrés ante-mortem, genética, condiciones post-mortem, región anatómica, etc. Al mencionar la CRA se debe conocer que esta propiedad permite determinar la pérdida de peso, durante toda la cadena de transformación de la carne. También debe mencionarse sobre la textura su importancia como indicador de ternura, puesto que esta aumenta con la maduración. Finalmente al mencionar el color debe tenerse en consideración que el color normal de la carne de alpaca se caracteriza por un rojo cereza y sobre sus características sensoriales debe destacarse que ostenta sabor agradable, textura bastante suave y olor *suigeneris*, sin embargo debe tomarse en cuenta

que las características sensoriales varían con la edad, sexo, estado sanitario, manejo y alimentación (Mateo *et al.*, 2010).

2.3. PAPA CANCHAN

2.3.1. GENERALIDADES

La papa, *Solanum tuberosum L.*, constituye uno de los principales alimentos en la canasta familiar. Normalmente es consumida de forma natural sin procesos industriales (Trincheri *et al.*, 2007). En el Perú, la variedad Canchan es la que se cultiva mayormente, representando el 40 por ciento de la producción total. El Centro Internacional de la Papa es el que mejoró esta variedad, llamada también rosada por el color de su cáscara, es más económica que la papa blanca pero tiene mejor textura y sabor. Se encuentra en el mercado prácticamente todo el año, porque se cultiva tanto en la costa como en la sierra (INIA, 2012).

2.3.2. COMPOSICION QUIMICA

La papa es un alimento principalmente compuesto de agua y carbohidratos, los lípidos son escasos y no tienen relevancia cuantitativa. También es un alimento con un aporte significativo de fibra cruda (Chambilla, 2017). En el cuadro 6 se presentan algunos valores referenciales.

Cuadro 6: Composición química de las variedades de papa fresca

NUTRIEN TES	PERUANI TA	HUAYRO	AMARILA RUNTUS	HUAMANTAN GA
Sólidos totales	27,90	31,80	24,60	22,98
Humedad	72,10	68,20	75,40	77,02
Proteínas	2,94	2,94	2,33	2,30
Grasa	0,07	0,07	0,09	0,08
Cenizas	0,98	0,71	0,89	0,87
Fibra Cruda	0,47	0,74	0,44	0,34
Carbohidratos	23,44	27,95	21,52	19,39

FUENTE: Obregón y Repo (2013)

2.4. HARINA DE KIWICHA

2.4.1. GENERALIDADES

La kiwicha (*Amaranthus caudatus*) es una planta cultivada desde tiempos precolombinos e incaicos en lo que hoy es mayormente Perú. Sin embargo no fue el único lugar donde se cultivaron, en México los aztecas cultivaron otro tipo de amaranto, el *Amaranthus cruentus*. El color de las semillas varía de negro hasta rojo, siendo más común el blanco o marfil. El valor nutricional tanto de la kiwicha como de la quinua, es excepcional. Especialmente destacan sus proteínas de alto valor biológico, pero también poseen un contenido relativamente alto de aceite de buenas características nutricionales. Son también importantes fuentes de micronutrientes como calcio y hierro (Repo de Carrasco y Encina, 2008).

2.4.2. COMPOSICION QUIMICA

El amaranto (kiwicha) es un pseudocereal que ha sido identificado como un cultivo alimentario muy prometedor, debido a su excepcional valor nutritivo por su contenido de proteínas, lípidos y minerales. Una de las características más importantes del grano es que su contenido de proteínas de almacenamiento es más alto y mejor balanceado en aminoácidos esenciales que el de los cereales (Ayala, 2004).

Su contenido de proteína cruda oscila entre 13 y 17 por ciento, es relativamente rica en lisina, triptófano y metionina y pobre en leucina e isoleucina. Los granos andinos se caracterizan por contener proteínas de alto valor biológico (aminoácidos esenciales disponibles al organismo animal para satisfacer su requerimiento durante una situación biológica) y valor nutricional (aminoácidos para síntesis de proteínas totales juntamente con otros nutrientes) (Ayala, 2004).

2.5. PROPOLEO

2.5.1. GENERALIDADES

El propóleo se define como la mezcla de sustancias resinosas que son recolectadas por las abejas de las yemas de los árboles y de algunos vegetales, las cuales son combinadas con la saliva, enzimas y otras secreciones propias de las abejas (Farré *et al.*, 2004). Esta sustancia cumple funciones de desinfectante y agente microbicida de la colmena, también como material de construcción y reparación de la misma y además de para embalsamar intrusos difíciles de expulsar por su tamaño (Lacalle, 2008).

2.5.2. COMPOSICION QUIMICA

Según Nagai *et al.* (2003), el propóleo contiene muchos compuestos químicos. Entre los más de 300 identificados se tienen polifenoles, ácidos fenólicos y sus ésteres, aldehídos, alcoholes, cetonas, terpenoides, esteroides, aminoácidos y compuestos inorgánicos. Sin embargo, la composición química de este producto apícola es altamente variable y depende de la flora local del sitio de recolección, tanto en brotes como en ramas, cortezas y flores (Papotti *et al.*, 2012).

Lacalle (2008) menciona que la fracción de resinas y bálsamos es la que agrupa la mayoría de compuestos bioactivos, fundamentalmente compuestos fenólicos derivados del reino vegetal y con capacidades farmacológicas comprobadas.

2.5.3. EXTRACCION DE PROPOLEO

Diversos autores plantean diversos métodos de extracción, siendo el más popular el que Wang *et al.* (2004) reportó usando etanol al 96 por ciento, que produce la mayor concentración de flavonoides y la menor cantidad de cera de abejas. Por lo que se entiende que este método es el más común para extraer propóleo (Chen *et al.*, 2009).

La preparación del propóleo crudo comienza con la congelación del mismo con el fin de obtener un polvo fino. Este es disuelto en etanol (la proporción más usada es 1:10, p/v), y dejado por 24 horas a temperatura ambiente. Luego es filtrado, este procedimiento se

repite cuantas veces sea necesario. Alternativamente, el polvo de propóleo crudo es disuelto por agitación a 70 °C por 30 minutos (National Standard of Propolis; citado por Chen *et al.*, 2009). Otro método consistió en retirar las impurezas mecánicas, triturar y homogenizar las muestras. Las muestras fueron separadas en dos grupos en partes iguales con dos concentraciones diferentes de disolvente etanólica (70 y 96 por ciento), conservando una relación disolvente: soluto 70:30, se procedió a obtener el principio activo en la disolución, mediante agitaciones diarias por 1 minuto de los extractos de propóleo crudo con etanol, durante 30 días, a temperatura promedio de 25 °C y en la oscuridad con el fin de evitar alteraciones en los metabolitos secundarios. Posterior a los 30 días, la disolución se llevó a refrigeración a 4 °C por 12 h para separar las ceras que se precipitan. Las mezclas se filtraron al final del proceso para obtener el extracto etanólico de propóleo madre (Talero *et al.*, 2012).

Durante la extracción con etanol, la cera y los residuos orgánicos son removidos para obtener el extracto etanólico de propóleo con todos sus constituyentes bioactivos (Gutiérrez y Suárez, 2014).

2.5.4. PROPIEDADES DE LOS EXTRACTOS DE PROPOLEO

El extracto etanólico de propóleo es conocida y empleada por sus propiedades terapéuticas, principalmente por su acción estimulante sobre el sistema de defensa del organismo, destacando su acción antioxidante, antimicrobiana, estimulante, cicatrizante, analgésica, anestésica, antiinflamatoria. Debido al gran número de principios activos que presenta el extracto alcohólico (Lacalle, 2008).

En general, la actividad antimicrobiana de los propóleos es atribuida al contenido de flavonoides. Estas sustancias actúan sobre las bacterias generando complejos con proteínas extracelulares y proteínas solubles, inhibiendo la girasa del DNA, inhibiendo la función de la membrana citoplasmática e inhibiendo el metabolismo energético de las células (Stepanovic *et al.*, 2003). El efecto de los propóleos sobre una gran variedad de microorganismos (bacterias, hongos, virus y levaduras) ha sido ampliamente comprobado y se ha demostrado que el mismo es dependiente de la composición química (Kumar *et al.*, 2008).

Respecto a la actividad antioxidante del propóleo, Yang *et al.* (2011) encontraron que uno de los mecanismos mediante el cual el propóleo ejerce su potencial antioxidante es su habilidad de atrapar radicales libres. Da Silva *et al.* (2006) demostraron que los extractos etanólicos de propóleos brasileños probados *in vitro* poseen alta capacidad antioxidante, y ésta se correlacionó con su contenido total de flavonoides. También, Oh *et al.* (2002) evaluaron el efecto antioxidante del propóleos al 1, 3 y 5 por ciento para preservar salchichas de cerdo almacenadas a 20 °C, durante siete días. De igual manera, se encontraron valores bajos de TBARS en las salchichas tratadas con propóleo durante todos los días de muestreo.

2.6. CHORIZO

2.6.1. GENERALIDADES

Se entiende por chorizo a la mezcla de carnes de cerdo o de cerdo y vacuno, picadas o troceadas en pequeños granos perfectamente definidos de diámetro medio de tres milímetros, adicionada de sal, pimentón y otras especies, condimentos y aditivos autorizados, amasada y embutida en tripas naturales o artificiales que ha sufrido un proceso de maduración y/o desecación, con ahumado, en forma de vela más o menos regular con un calibre mínimo de 40 mm de diámetro en producto curado, cuyo aspecto externo será ligeramente granulado, de olor y sabor característicos (Restrepo y Montoya, 2010).

2.6.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS

La composición proximal de los chorizos investigados por Gonzales *et al.* (2013), muestran valores de humedad de 42,89 por ciento en carnicerías y 36,47 por ciento en centros comerciales. Con respecto a la proteína en materia seca se obtuvo un 29,63 por ciento en carnicerías y un 30,87 por ciento en centros comerciales. Sobre la grasa en carnicerías el porcentaje en materia seca fue 60,07 por ciento y en centros comerciales 52,18 por ciento. Con respecto al pH se observó que la masa recién embutida siempre que no se usen acidulantes mantiene niveles en promedio de 5,8, así también una actividad de agua elevada en torno a 0,96. Sin embargo el pH desciende al igual que la , permitiendo que este embutido tenga cierta capacidad de conservación a temperatura ambiente. Así se

observaron que el rango de pH varió entre 5,0 y 5,4, mientras que la aw mantenía niveles de entre 0,90 y 0,96. El ácido láctico expresado en mg/100g se encontró entre los valores de 1270 y 1645.

González *et al.* (2012) estudiaron los valores medios de recuentos (Log UFC/g) de diversos grupos de microorganismo en chorizos de diversas procedencias como, carnicerías, mercados rurales, centros comerciales y centrales de abasto. Se tiene entre las bacterias analizadas: Bacterias ácido lácticas con valores entre 7,44 y 9,01, para aerobios mesófilos viables el rango fue entre 7,17 y 8,73, sobre los psicrótrofos viables se tiene valores desde 6,12 y 7,89, las *Enterobacteriaceae* mantuvieron niveles desde 4,27 hasta 5,57 y finalmente los hongos y levaduras fueron reportados entre 3,69 y 6,74. Sabiendo que estos recuentos están influenciados por factores como manipulación, temperatura de almacenamiento, contaminación post proceso, etc.

2.6.3. PRINCIPALES INSUMOS PARA LA ELABORACION DE CHORIZOS.

Salvá *et al.* (2014) menciona que para elaborar productos cárnicos que ostente la categoría de saludable se puede usar carne de alpaca, la papa, la quinua y la maca, así como también conservantes naturales como extracto etanólico de propóleo A continuación se presenta una resumida revisión sobre estos insumos principales.

Sobre la carne se recomienda que el pH óptimo se encuentre entre 5,4 y 5,8. Como valor máximo aceptable debe tomarse un pH=5,9. El pH isoléctrico de las proteínas está en torno a 5,5; en estas condiciones la repulsión entre proteínas es mínima por lo que tienden a aproximarse entre sí y como consecuencia tienden a expulsar el agua que las rodea, que es lo que se busca. De ahí la conveniencia de trabajar con estos valores de pH (Vidal, 1997).

2.6.4. INSUMOS NO CONVENCIONALES EN LA ELABORACION DE EMBUTIDOS

La papa (*Solanum tuberosum*) es un ingrediente no convencional para elaborar embutidos que fundamentalmente es fuente de carbohidratos. Por su contenido de almidón y fibra se considera que la papa tiene cierto efecto protector contra el cáncer de colon y es un

alimento aconsejado para dietas de enfermos de diabetes y personas con riesgos de enfermedad cardiovascular. Es fuente importante de minerales como el calcio, potasio, fósforo, sodio y magnesio. Se destacan entre las vitaminas de este tubérculo la riboflavina, tiamina, niacina y vitamina C (Salvá *et al.*, 2014).

La papa se usa para reemplazar la grasa de cerdo, de modo que el uso de papa cocida permita aumentar la capacidad de retención de agua (Mateo *et al.*, 2011). Debe agregarse entre un 10 - 30 por ciento, un mayor porcentaje puede ser perjudicial pues desequilibraría la cantidad de carbohidratos fermentescibles del producto cárnico (Saavedra, 2013).

La kiwicha en forma de harina también es un insumo no habitual en la manufactura de embutidos. Este grano andino ha sido considerado un cultivo alimentario muy prometedor, debido a su excepcional valor nutritivo por su contenido de proteínas, lípidos y minerales. Tiene además mejor balance de aminoácidos que otros cereales. Su contenido de proteína oscila entre 13 y 17 por ciento, es rica en lisina, triptófano, metionina y pobre en leucina e isoleucina. Al albumina y las globulinas son las más importantes proteínas de almacenamiento y representan entre 60 y 70 por ciento del nitrógeno proteínico total en el grano, y las glutelinas que se hallan en menor porcentaje. Hay cierto interés en el estudio de estas proteínas, no solo por su reconocido valor nutricional, sino también por ciertas características que permiten su aplicación en otros campos, tal es el caso de la globulina, que es un excelente agente emulsificante, estable al calor. Por lo que su uso en los embutidos podría ser beneficiado por una mejor emulsificación del producto cárnico mencionado (Konishi *et al.*, citado por Villanueva y Amao, 2007).

En general el uso de otros insumos no convencionales para sustituir parcialmente la grasa de embutidos cárnicos tiene restricciones de aplicaciones tal y como lo menciona Mateo *et al.* (2011), se debe sustituir no más del 50 % de la grasa que lleva el embutido original, usando inulina y otra materia prima vegetal rica en fibra.

2.7. DISEÑO DE MEZCLA

2.7.1. GENERALIDADES

Durante muchos años, a lo largo de la historia científicos, académicos e ingenieros, han tenido entre sus objetivos de investigación el analizar la proporción en el que componentes de una mezcla deberían participar en ella. Este problema había sido abordado tradicionalmente por método de ensayo y error, donde arbitrariamente se establecía proporciones de materiales utilizados y se seleccionaba la que mejoraba las propiedades de interés, sin ser necesariamente la óptima. Sin embargo, este método padecía de ser inviable, costoso y de larga duración, por lo que con las necesidades de las industrias, Sheffé en 1958 desarrolló una metodología estadística para la optimización de formulaciones de alimentos, pinturas, polímeros, asfalto, entre otros, llamada diseño de mezclas (Ortega Perez *et al.* 2015).

Los experimentos de mezclas son una clase especial de experimentos de superficie de respuestas se estudia un producto que es elaborado a partir de varios componentes o ingredientes, donde las respuestas (localidad o desempeño del producto basado en algún criterio) depende de las proporciones relativas de los componentes (variables independientes o factores) (Minitab, 2000).

En un diseño de mezcla los factores controlables o independientes representan cantidades proporcionales de la mezcla medidos en volumen, peso o fracción molar. Las proporciones son siempre positivas especialmente si estos son los únicos ingredientes a ser estudiados. Si la suma de proporciones de los componentes es menor que la unidad, por ejemplo x , donde $1-x$ es la parte de la mezcla se mantiene constante y se desea trabajar solo con las proporciones de la mezcla que sumen q , entonces dichas proporciones deben ser escritas de maneras escaladas, de tal forma que sumen la unidad (Cornell, 2002).

De esta manera si el número de ingredientes o constituyentes de la mezcla es q y la proporción del i -ésimo componente en la mezcla en estudio es x_i , entonces:

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, q \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^q x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_q = 1, 0 \quad (2)$$

En la Ecuación (2), una proporción individual x_i puede ser la unidad, por ello una mezcla podría ser un solo ingrediente o constituyente, llamada *mezcla pura* o mezcla de un solo componente, las cuales son muy usadas como patrones o puntos de referencia contra el cual son contrastadas las mezclas o combinaciones de multicomponentes (Cornell, 2002).

La descripción geométrica del espacio factorial que contiene a los q componentes estará determinada por todos los puntos ubicados sobre o dentro de los límites (vértices, lados, caras, etc.) de una figura geométrica regular de q vértices, denominada *simplex*, de $q-1$ dimensiones (Cornell, 2002).

El espacio factorial en un diseño de mezcla de multicomponentes es cuando $q=3$, en este caso el espacio factorial es un triángulo equilátero, para cuando $q=4$ se tiene que el *simplex* es un tetraedro (Cornell, 2002).

Las principales consideraciones relacionadas con la exploración de la superficie de respuesta sobre la región simplex son, según Cornell (2002):

- La elección de un modelo matemático apropiado que describa aproximadamente la superficie sobre la región de interés.
- La evaluación de la superficie del modelo para representar la superficie de respuesta.
- Un diseño apropiado para recolectar las observaciones, ajustar el modelo y evaluar la suficiencia de ajuste.

Para esto, se asume que existe una relación funcional entre η , el valor de la respuesta y las proporciones de los componentes de la mezcla x_1, x_2, \dots, x_q , que en teoría describe exactamente la superficie, se puede apreciar en la Ecuación (3). El problema de asociar la forma de la superficie de respuesta con la composición de ingredientes se centra en determinar la ecuación matemática que represente adecuadamente la función. En general, para representar $\phi(x_1, x_2, \dots, x_q)$ se utilizan las funciones polinomiales (Cornell, 2002).

$$\eta = \phi(x_1, x_2, \dots, x_q) \quad (3)$$

Normalmente, un polinomio de bajo grado tal como el de primer grado:

$$\eta = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \beta_i x_i \quad (4)$$

O el de segundo grado:

$$\eta = \beta_0 + \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i=1}^q \sum_{j \leq i}^q \beta_{ij} x_i x_j \quad (5)$$

2.7.2. TIPOS DE DISEÑOS DE MEZCLAS

Los diseños de mezclas son muy útiles puesto que buscan la optimización de la composición de una mezcla, los mismos se subdividen en dos grandes grupos. El primero de estos incluyen los diseños aplicables a problemas sin restricciones, los cuales deben entenderse como aquellos donde los ingredientes en la formulación pueden aparecer en un rango que va desde no aparecer hasta ocupar la totalidad de la mezcla estudiada. Los diseños incluidos en este grupo son el simplex-lattice, simplex centroide y axiales, los últimos encuentran poca aplicabilidad en la industria ya que se emplean para tamizar variables. El segundo grupo incluye los diseños que resuelven problemas con restricciones, en estos los ingredientes están acotados entre valores de máximo y mínimo diferentes de 1 y 0 respectivamente, el diseño mayoritariamente empleado es el D-Optimal. Los diseños D-Optimal se basan en un criterio de optimalidad, el cual garantiza que los puntos experimentales minimicen la varianza de los parámetros estimados para un modelo predefinido. Estos se pueden emplear en el estudio de espacios restringidos donde son imposibles utilizar los arreglos de puntos correspondientes a diseños para áreas regulares (Fernandez, *et al.*, 2008).

2.7.3. RESTRICCIONES MULTIPLES EN COMPONENTES DE LA MEZCLA

Cuando los componentes de la mezcla están sujetos a restricciones adicionales, como a un máximo y/o mínimo valor para cada componente, se utilizan diseños diferentes a los estándar, como los diseños de mezcla restringidos o diseños de Vértices extremos (Extreme-Vertices), que son más apropiados (NIST/SEMATECH, 2012).

Es común que algunos componentes en un experimento de mezclas se restrinjan de la siguiente manera:

$$0 \leq a_i \leq x_i \leq b_i \leq 1$$

Donde a_i es la restricción inferior para el componente x_i de la mezcla, y b_i es la restricción superior.

En esencia, a_i representa la mínima proporción del i -ésimo componente que debe existir en cualquiera de las mezclas que se probarán en el experimento, y b_i representa el nivel o proporción máxima del i -ésimo componente.

En general, las restricciones delimitarán la región experimental factible a una zona o subregión del simplex. Cuando la región experimental factible no tiene la forma del simplex, resulta un polígono o hiperpolígono irregular. En esos casos los diseños del tipo simplex no pueden ser usados, por lo que es necesario recurrir a otros criterios considerados usualmente en los sistemas computacionales. También es posible utilizar los criterios D-óptimo para seleccionar los puntos. Este criterio fundamentalmente selecciona puntos de una lista de puntos candidatos, de manera tal que las varianzas de los coeficientes de regresión en el modelo con mezclas son minimizadas. La efectividad de este método depende de la lista de los puntos candidatos, de la adecuación del modelo propuesto y del número de puntos de diseño seleccionados (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

2.7.4. EXPERIMENTOS DE DISEÑO DE MEZCLA D-OPTIMAL

La metodología de superficie de respuesta tiene como función explorar la combinación de niveles de los factores que proporcionan una condición operativa óptima del proceso o producto. Sin embargo, cuando en el experimento de mezcla la respuesta depende del uso restringido de las proporciones de los ingredientes de la fórmula, los diseños factoriales y la metodología de superficie de respuesta no pueden adaptarse al problema. La solución se logra mediante una variante de los métodos de superficie de respuesta llamada teoría del diseño óptimo. Este diseño, llamado también *D-optimal*, es un algoritmo de computación que utiliza como criterio para la selección de los puntos de diseño la minimización del determinante de la inversa de la matriz de información $|(X'X)^{-1}|$ y al hacer esto, también minimiza la varianza de los coeficientes de regresión

estimados para el modelo seleccionado (Espinoza *et al.*, 2006). El diseño *D-optimal* se puede aplicar a regiones experimentales irregulares, ocasionadas por las restricciones en los niveles superior e inferior de las composiciones, además, es una alternativa económica frente a los diseños tradicionales, porque el número de ensayos requeridos es sustancialmente menor y los resultados obtenidos frecuentemente son buenas aproximaciones al óptimo (Espinoza *et al.*, 2006).

Espinoza *et al.* (2006) menciona que en los experimentos de mezcla la respuesta que se obtiene es una propiedad de la mezcla resultante y deben ser satisfechas las siguientes restricciones: Si x_1, x_2, \dots, x_p son las variables que representan las proporciones de los p componentes de la mezcla, los valores de las x_i están restringidas de forma tal que se cumple:

$$0 \leq x_i \leq 1 \quad i= 1, 2, \dots, p$$

$$\sum x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_p = 1$$

Dentro de este contexto, la estimación de los parámetros del polinomio del modelo de mezcla tanto para los componentes puros (β_i) como los del efecto de interacción (β_{ij} , β_{ijk}), se realiza mediante el análisis de regresión múltiple, aplicando el método de los Mínimos Cuadrados. Sin embargo, existen riesgos de mala estimación en la regresión si no se verifica la homogeneidad de la varianza del error experimental. Cuando se trabaja con múltiples variables respuesta independiente, la obtención del óptimo queda sujeta al espacio común de soluciones. Si se construye una función de deseabilidad para cada variable respuesta y luego se calcula la media geométrica de los valores de las funciones para cada una de las condiciones en el diseño, entonces, aquellos valores de deseabilidad próximos al uno corresponderán a las mejores soluciones factibles (Espinoza *et al.*, 2006).

2.7.5. EFECTO DE LOS COMPONENTES EN UN DISEÑO DE MEZCLA CON RESTRICCIONES.

Cuando las proporciones de los componentes de la mezcla están restringidas por límites inferiores y superiores de la forma $0 \leq L_i \leq x_i \leq U_i \leq 1$, los rangos $R_i = U_i - L_i$, $i = 1, 2, \dots, q$, rara vez son iguales, o incluso cercanos entre ellos. Rangos desiguales producen valores desiguales de los errores estándar de los coeficientes estimados. Adicionalmente,

casi siempre el centroide de la región restringida es diferente del centroide simplex; por ello, las direcciones dispuestas por los ejes de los componentes pueden no ser las mejores para medir los efectos de los componentes (Cornell, 2002).

El llamado gráfico de traza (trace) es una forma de evaluar la importancia de los distintos componentes de una mezcla. Esta gráfica inicia con una mezcla de referencia (usualmente con el centroide de la región experimental), y va mostrando la manera en que la respuesta (Y) se modifica conforme uno de los componentes aumenta o disminuye su participación de la mezcla. Cuando uno de los componentes cambia, el resto se incrementa o disminuye en forma proporcional. De esta manera, la forma del gráfico de trazas muestra la importancia relativa de los componentes (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

En la figura 1 se muestra el gráfico de trazas para un ejemplo de una mezcla de tres componentes, cada uno en proporciones iguales. Se observa que el componente con mayor efecto es el x_2 , ya que cuando éste es modificado se logran los mayores cambios en y_1 . En seguida se ubicaría al componente x_3 y con menor efecto el x_1 . Se observa que, de acuerdo a este gráfico, aun cuando el coeficiente de x_3 es menos que el coeficiente de x_1 , x_3 tiene más efecto que x_1 . También se puede ver que el valor máximo de la variable respuesta se alcanza con la mezcla pura $x_2=1$, mientras que el valor mínimo se logra con la mezcla pura $x_3=1$ (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

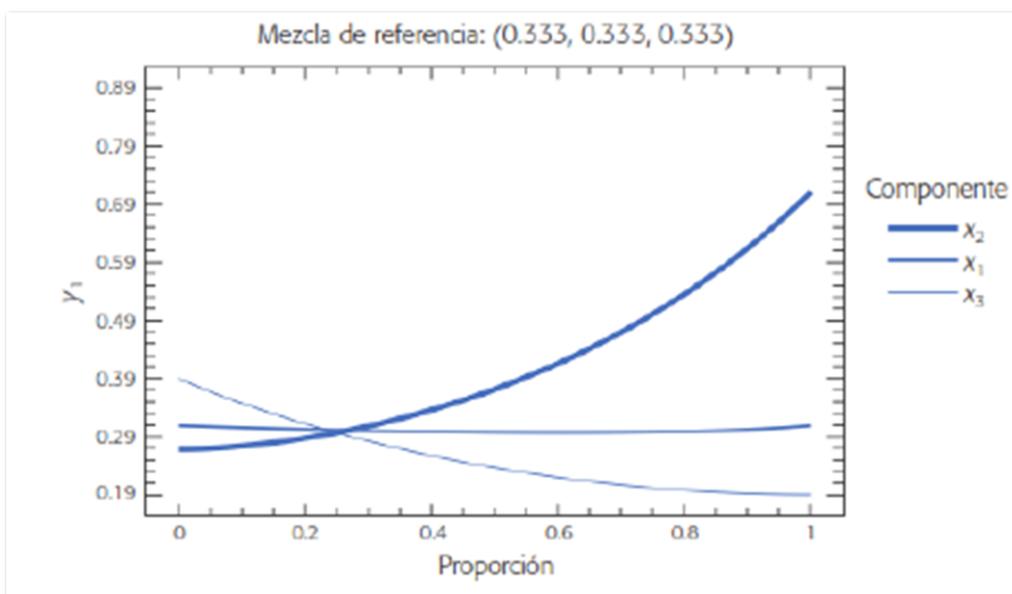


Figura 1: Ejemplo de gráfico de trazas.

FUENTE: Gutiérrez y De la Vara (2008).

2.7.6. OPTIMIZACION SIMULTÁNEA DE VARIAS RESPUESTAS.

La aproximación de la función deseabilidad o conveniencia es uno de los métodos más utilizados en la industria para la optimización de procesos de múltiples respuestas. Se basa en la idea de que la "calidad" de un producto o proceso que tiene múltiples características de calidad, con una de ellas fuera de ciertos límites "deseados", es completamente inaceptable. El método asigna una "puntuación" a un conjunto de respuestas y elige la configuración de factores que maximizan esa puntuación, por lo que proporciona los "más deseables" valores de respuesta (NIST/SEMATECH, 2012).

Hay varias formas en las cuales se pueden combinar las conveniencias individuales, una de ellas podría ser la media aritmética. Sin embargo, en la realidad existe una premisa básica: si una característica es tan pobre que no es conveniente el uso del producto, tal producto no debe ser aceptado, sin tener en cuenta el resto de las características. La reacción del consumidor a un producto está basada en gran medida en las características menos deseables de tal producto debido a que son un foco de problemas potenciales (Nuñez de Villavicencio, 2002).

El modelo matemático análogo a esta reacción psicológica es la media geométrica de los valores de conveniencia individuales (Harrington, Derriger y Suich, citados por Nuñez de Villavicencio, 2002). Como se muestra:

$$D = \left(\prod_{i=1}^n d_i \right)^{1/n}$$

Las deseabilidades individuales son luego combinadas usando el promedio geométrico, el cual da la deseabilidad general D (NIST/SEMATECH, 2012), cuya ecuación es:

$$D = (d_1(Y_1)d_2(Y_2) \dots d_k(Y_k))^{1/k}$$

Con k designando el número de respuestas. El procedimiento descrito proporciona una vía para transformar los valores predichos para múltiples variables en un valor simple de conveniencia global. El problema de optimización simultánea de varias variables respuestas será entonces el de seleccionar las proporciones de los componentes de mezcla que maximicen la conveniencia global (Nuñez de Villavicencio, 2002).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCION

La investigación se desarrolló en las siguientes instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM): Laboratorio de Análisis Físicoquímico de Alimentos, Laboratorio de Investigación e Instrumentación, Laboratorio de Microbiología de Alimentos y la Panta Piloto de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias.

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. MATERIA PRIMA

Se utilizaron mermas congeladas por dos meses de los cortes de 30 carcasas de Alpaca machos de raza Huacaya de entre 18 y 24 meses de edad, criadas de forma semi-intensiva, con procedencia del departamento de Cerro de Pasco que fueron proporcionadas por la Empresa Alpaquel del Perú SAC. Los extractos de propóleos fueron obtenidos de la Empresa Productora de Jarabes de Propóleos, TEOMA LABS SAC. La Harina de Kiwicha y papa Canchan se obtuvieron del mercado local del Centro de Ventas de la UNALM.

3.2.2. INSUMOS

- Sal común de mesa EMSAL[®]
- Sales de Cursa FRUTARON[®]
- Eritorbato de Sodio FRUTARON[®]
- Orégano molido, SIBARITA[®]
- Pimienta negra molido, SIBARITA[®]
- Paprika molido, SIBARITA[®]
- Comino molido, SIBARITA[®]

- Ajo en polvo, SIBARITA®
- Nuez moscada rallada, SIBARITA®
- Vinagre, VIRREY®
- Grasa dorsal de cerdo
- Tripas de cerdo

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. MATERIALES

- Cuchillos.
- Papel aluminio.
- Tablas de picar.
- Recipientes de plástico y/o acero inoxidable.
- Ollas de acero inoxidable.
- Pipetas graduadas de 10 ml, 5 ml y 1 ml KYMAX®
- Matraz kitasato de 500 ml PYREX®
- Tubos de Ensayo de 16x150 mm KYMAX®
- Papel filtro Whatman® #40
- Tubos de centrifuga de 10 ml, SUNWANH®
- Vasos de precipitado de 25 ml, 50 ml, 100ml y 250 ml PYREX®
- Probetas de 25 ml y 50 ml PYREX®
- Vaso de Licuadora OSTER®
- Embudo de vidrio.
- Placas Petri descartables de 100 x 15 mm, ISOLAB®
- Matraces de 150 ml y 300 ml KYMAX®
- Aguja de Khole.
- Bolsas de Stomacher, KOSSODO®
- Mechero bunsen.
- Fiolas de 25 ml, 50 ml y 100 ml, KYMAX®
- Guantes descartables, R&G®
- Toca de tira, R&G®
- Mascarilla, R&G®
- Placas petrifilm de Aeróbio mesofilos, 3M®

- Placas petrifilm de *E. coli* y coliformes totales 3M[®]
- Micropipeta de 1000 μ L, BRAND[®]

3.3.2. EQUIPOS

- Colorímetro Konica Minolta, modelo CR400[®]
- Balanza de precisión marca H.W Kessel AS modelo GR-200[®]
- Balanza analítica (0-500 +/- 0,0001g) Ohaus, modelo Adventure TM[®]
- Texturómetro Instron[®]
- Medidor de Actividad de Agua marca AquaLab, modelo 3TE[®]
- Potenciómetro digital HANNA[®]
- Moledora de carne
- Empacadora al vacío.
- Embutidora
- Cámara de refrigeración.
- Campa de flujo laminar.
- Autoclave.
- Estufa incubadora a 30 °C
- Espectrofotómetro MILTON TOY, modelo Thermo Spectronic Genesys 6[®]
- Equipo de baño maria GFL, modelo 1083[®]
- Agitador Vortex[®]
- Agitador Magenitco CAT modelo MG1[®]
- Centrifuga Hettich, MIKRO 220R[®]
- Licuadora OSTER[®]
- Refrigerador MIRAY. Modelo M1-30NF[®]
- Lector multipozos

3.4. REACTIVOS

- Etanol al 96%
- Ácido Tricloroacético (TCA), MERCK[®]
- Ácido Tiobarbiturico (TBA), SIGMA-ALDRICH[®]
- Butilato hidroxitolueno, SIGMA –ALDRICH[®]
- Soluciones buffer de PH= 4, 7 y 10, MERCK[®]

- Agua peptonada tamponada, MERCK®
- Acido gálico, MERCK®
- Folin-Ciocalteu, MERCK®
- Na₂CO₃, MERCK®

3.5. SOFTWARE

- Desing Expert® 7.0 Software for Desing of Experiments (DOE).
- Statgraphics Centurion® XVI.

3.6. METODOS DE ANÁLISIS

3.6.1. ANALISIS FISICOQUIMICOS

a. Humedad :

NTP 205.037 (INDECOPI, 2016). Harinas. Determinación del contenido de humedad.

AOAC 930.04 (1930, Review 2005). *Loss on drying (Moisture) in plants.*

NTP ISO 1442.2006 (INDECOPI, 2015). Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de humedad.

b. Grasa:

AOAC 922.06 (1922- Review 2005). *Fat in flour. Acid hydrolysis method.*

AOAC 930.09 (1930, Review 2005). *Ether extract of plants. Gravimetric method*

NTP 201.016 (INDECOPI, 2012). Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de grasa total.

c. Proteína:

AOAC 920.87 (1920, Review 2015). *Protein (total) in flour.*

AOAC 978.04 (1978, Review 2015). *Nitrogen (Total) (Crude protein) in plants. Kj*

NTP 201.021 (INDECOPI, 2015). Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de proteínas.

d. Ceniza:

AOAC 923.03 (1923, Review 2015). *Ash of flour. Direct method.*

AOAC 930.05 (1965, Review 2015). *Ash of plants*.

NTP 201.022 (INDECOPI, 2015). Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de cenizas.

e. Carbohidratos:

Por diferencia MS-INN Collazos (1993)

f. Colesterol:

AOAC 994.10 (1994, Review 2010). *Cholesterol in foods. Direct saponificat.*

g. Sólidos totales:

Según el método descrito por Talero *et al.* (2012), se pesó 1 ml del extracto etanólico de propóleo en un recipiente previamente aforado y se sometió a $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 60 minutos en estufa. El conjunto se colocó en desecador hasta llegar a temperatura ambiente y se registró el peso. El procedimiento se repitió con intervalos de 15 min hasta obtener peso constante.

h. Grado Alcohólico:

AOAC 920.57 (1920, Review 2015). *Alcohol in wines. By volume from specific grav.*

i. Densidad:

NMX-V-032-S-1980. Bebidas alcohólicas. Determinación de densidad relativa.

j. Compuestos fenólicos:

Se siguió la metodología descrita por Glorio (2010), que se encuentra detallada en el anexo 1.

k. Actividad de agua:

La medida de la actividad de agua se realizará mediante el equipo Aqua Lab Water Activity Meter-Decagon Devices Inc® con una solución Standard de a_w de $0,760 \pm 0,003$ (NaCl 6,0 M en H₂O). Dos gramos de la muestra de chorizo de alpaca previamente molida serán depositados en la cubeta de plástico del equipo, inmediatamente se realizarán dos mediciones calculando luego el promedio de ambas medidas. Las medidas se efectuarán a temperatura ambiente ($\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) (Rebatta, 2014).

l. Dureza:

El análisis de Dureza se realizará tomando muestras de chorizos crudos, a los que se les recubrirá completamente con papel aluminio y se les cocerá en baño maría a 100 °C por 15 minutos, luego se cortaran rodajas de chorizos cocidos, tomando 8 cilindros de 1 cm de alto y 2,5 cm de diámetro por cada formulación. La prueba consistirá en colocar cada muestra en las placas paralelas circulares de acero inoxidable de 75 mm de diámetro (una placa fija otra móvil) realizando una compresión hasta el 50 por ciento de la altura inicial (se utilizará una celda de 50 Kg cuyo rango fue de 20 Kg), con una velocidad de la sonda de 5 mm/s. Se cuantificarán los siguientes parámetros (Bourne, 2002): dureza (gf).

m. pH:

Se empleó la metodología de Guerrero y Arteaga (1990).

n. Sustancias reactivas al ácido Tiobarbiturico:

La determinación de las sustancias reactivas con el ácido 2-tiobarbitúrico se realizó siguiendo la metodología descrita por Nam y Ahn (2003). La recta patrón se preparó del mismo modo como lo describe Lawlor *et al.* (2000). Los resultados fueron expresados en mg de malonaldehído (MDA) por kg de carne. La descripción detallada del método se muestra en el anexo 2.

o. Bases Nitrogenadas total volátil:

NTP 201.032 (1982, Revisión 2015). Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitrógeno amoniacal.

p. Color L*, a* y b*:

Se realizó la medida directa sobre el músculo por medio del Colorímetro Minolta modelo CR-400, siguiendo las recomendaciones propuestas por la AMSA y Honikel, ambos citados por Saavedra (2013). El resultado reportado fue el promedio de cinco mediciones aleatorias en distintos puntos de la superficie y las coordenadas utilizadas fueron: L*, a* y b*, del sistema CIELAB. La metodología utilizada es descrita en el anexo 4.

3.6.2. ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

a. Actividad antimicrobiana:

Se aplicó la metodología sugerida por Gutiérrez (2012), que es detallada en el anexo 3.

b. Recuento de aerobios mesófilos:

Método rápido Placas Petrifilm™

c. Recuento de coliformes totales:

Método rápido Placas Petrifilm™

d. NMP de *Staphylococcus aureus*:

ICMSF (2000), Vol I. Parte II. Ed II. Pág. 235-238

e. Recuento de *Clostridium perfringens*:

ICMSF (2000), Vol. I. Parte II Ed II. Pág. 281-283.

f. Detección de *Salmonella*:

ICMSF (2000), Vol. I. Parte II Ed II. Pág. 171-175.

3.6.3. ANALISIS SENSORIAL

a. Prueba de ordenamiento:

Se empleó la metodología descrita por Watts *et al.* (1992), donde se les pide a los panelistas que ordenen las muestras codificadas; en base a su preferencia sobre el sabor, color, olor y textura; desde la menos aceptada hasta la más aceptada. Se prepararon las muestras correspondientes a cada formulación y se acompañó por agua. El formato de evaluación fue el que se presenta en el anexo 10. Para el análisis estadístico se utilizó la prueba paramétrica de Friedman.

3.6.4. OTRAS DETERMINACIONES

a. Costo Variable:

Se aplicó la regla aritmética de, $\text{Costo} = \sum \text{Precio unitario} \times \text{valor unitario}$

b. Rendimiento de cocción:

Los rendimientos de cocción en los chorizos, se determinó mediante el cálculo de la diferencia de peso de las muestras antes y después de la cocción. Para ello el peso del chorizo antes de la cocción se le restó el peso después de la cocción; a continuación, este valor resultante, pérdidas por cocción, se restó a un 100 por ciento y de esta manera se obtuvo el rendimiento del producto (Pacheco *et al.*, 2011).

3.7. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.7.1. FLUJO DE OPERACIONES

Con respecto a la elaboración de los chorizos de alpaca, se muestra a continuación el flujo de operaciones que se usó para elaborar las formulaciones del diseño de mezcla.

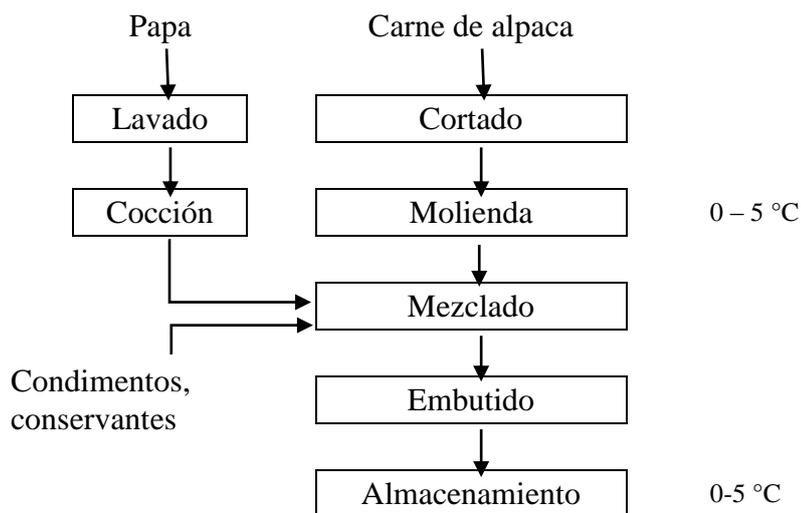


Figura 2: Flujo de operaciones para la elaboración de las formulaciones de chorizos de alpaca.

FUENTE: (adaptado de Mateo *et al.*, 2011).

- a. **Cortado:** se cortó la carne en trozos de aproximadamente 2,5 cm para luego pasar a la molienda de la misma.
- b. **Molienda:** la molienda tuvo como objetivo disminuir el tamaño de partícula de la carne y así aumentar la superficie de contacto. Esta operación se llevó a cabo

con la materia prima refrigerada a temperaturas entre 5 – 7 °C y vigilando que las cuchillas tengan un filo adecuado.

- c. **Mezclado:** Se realizaron 16 mezclas, las cuales se diferenciaban en las proporciones de papa cocida, grasa dorsal y harina de kiwicha de acuerdo al cuadro 7. El resto de ingredientes y sus cantidades se mantuvieron constantes para todas las mezclas y se puede observar al detalle en el cuadro 9.
- d. **Embutido:** luego del mezclado se procedió a moldear o embutir manualmente la masa cárnica para darle forma de chorizo, de modo que todas tengan un peso similar.
- e. **Almacenamiento:** se almacenaron los chorizos a refrigeración (0 - 5 °C) siendo empacados al vacío para los análisis respectivos.

3.7.2. ETAPAS DE LA INVESTIGACION

Primera Etapa (I): Se caracterizó el Extracto Etanólico de Propóleo en sólidos totales, grado alcohólico y densidad por métodos gravimétricos, también se analizaron compuestos fenólicos por método espectrofotométrico y actividad antimicrobiana por antibiograma. En adición, se realizó el análisis proximal de la carne de alpaca, de la harina de kiwicha y papa usando métodos gravimétricos para humedad, grasa ceniza y método Kjeldahl para proteína. Además, se cuantificó el nivel de colesterol en la carne de alpaca por método directo de saponificación- cromatografía de gases. Se evaluaron los resultados comparándolos con la revisión literaria.

Segunda Etapa (II): Se plantearon 16 fórmulas de acuerdo a un diseño de mezclas del tipo *D-optimal* establecidas mediante el software estadístico *Design Expert* (cuadro 7) con los tres ingredientes principales: grasa dorsal de cerdo, harina de kiwicha y papa cocida teniendo en cuenta las restricciones máximas y mínimas del cuadro 8, para la obtención de las mezclas en donde el criterio es tener la menor cantidad de grasa de cerdo en la formulación óptima.

En el cuadro 7 se muestran las proporciones de grasa dorsal, papa cocida y harina de kiwicha empleadas en las diferentes mezclas.

Cuadro 7: Formulaciones obtenidas mediante el software *Design Expert®* para el diseño de mezcla

CORRIDA	GRASA DORSAL	PAPA COCIDA	HARINA DE KIWICHA
1	85,92	14,08	0,00
2	85,92	14,08	0,00
3	100,00	0,00	0,00
4	73,80	20,00	6,21
5	100,00	0,00	0,00
6	80,00	0,00	20,00
7	90,10	3,72	6,19
8	79,99	14,51	5,50
9	60,01	19,99	20,00
10	73,90	6,27	19,83
11	80,00	0,00	20,00
12	91,50	8,50	0,00
13	60,01	19,99	20,00
14	79,93	8,72	11,35
15	73,80	20,00	6,21
16	69,82	13,38	16,81

En el cuadro 8 se muestran las restricciones que se consideraron en el software para obtener las proporciones de papa cocida, harina de kiwicha y grasa dorsal.

Cuadro 8: Restricciones de los componentes de la masa principal

COMPONENTE	MÍNIMO	MÁXIMO
Harina de kiwicha	0,00	20,00
Papa cocida	0,00	20,00
Grasa dorsal	60,00	100,00

En el cuadro 9 se observan los porcentajes de todos los ingredientes empleados en la elaboración de chorizos de alpaca.

Cuadro 9: Formulación base de ingredientes secundarios a utilizar en la elaboración de chorizos de alpaca

INGREDIENTES	PORCENTAJE (%)
Carne de alpaca	70,00
Grasa + harina de kiwicha + papa cocida	30,00
Ajos seco	0,20
Sal común	2,00
Orégano molido	0,20
Comino molida	0,30
Pimiento molido paprika	0,40
Nuez moscada rallada	0,10
vinagre	0,70
Colorante carmín (E-120)	0,10 masa principal

Tercera Etapa (III): Se elaboraron chorizos con las diferentes formulaciones de acuerdo al flujograma descrito en el apartado 3.7.1 y se analizaron sus parámetros de actividad de agua y dureza mediante métodos fisicoquímicos y costo y rendimiento de cocción por cálculos aritméticos.

Cuarta Etapa (IV): Los resultados se evaluaron estadísticamente con el método de superficie respuesta con un arreglo de diseño de mezclas a través del software *Design Expert*®. Se eligió la formulación óptima considerando que los parámetros evaluados en la etapa anterior tengan la mayor Deseabilidad con el software ya mencionado.

Quinta Etapa (V): Se elaboraron chorizos de alpaca con la formulación óptima de harina de kiwicha, papa cocida y grasa de acuerdo al flujograma descrito en el apartado 3.7.1. A un grupo de chorizos se les adicionó extracto etanólico de propóleo (15 ml/kg), cuya concentración de sólidos totales fue 8 mg/ml. Al segundo grupo, se adicionó nitrito de sodio (0,2 g/kg) y eritorbato de sodio a (0,5 g/kg). Al último grupo, se agregó etanol de igual concentración alcohólica que el Extracto de propóleo. De modo que se tuvieron 3 tratamientos (T1, T2 y T3 respectivamente) los cuales fueron almacenados durante cuatro semanas a temperaturas de refrigeración (4 - 8 °C) y analizados en pH, aw, TBARS, Bases nitrogenadas volátiles totales, color instrumental y recuento microbiológico cada 7 días

por 28 días. Se evaluó que tratamiento obtuvo los mejores resultados durante el almacenamiento. También a los 7 días de almacenamiento se realizaron pruebas sensoriales de aceptación por ordenamiento en sabor color, olor y textura y se evaluó la influencia del propóleo en la aceptabilidad de consumidores habituales.

Sexta Etapa (VI): Al chorizo con extracto de propóleo de la etapa anterior se le hizo un análisis proximal después de 7 días de almacenamiento en refrigeración. Adicionalmente, se cuantificó el nivel de colesterol en el chorizo de alpaca con sustitución parcial de grasa por papa y harina de kiwicha con adición de extracto etanólico de propóleo. Se evaluó el chorizo final con datos típicos de literatura.

Cuadro 10: Esquema experimental de la investigación

	Etapa I	Etapa II	Etapa III	Etapa IV	Etapa V	Etapa VI
Tratamientos	<ul style="list-style-type: none"> -Carne de alpaca. -Harina de kiwicha -Propóleo -Papa 		<p style="text-align: center;">F₀</p>	<p style="text-align: center;">T₁ T₂ T₃</p>	<p style="text-align: center;">T₁</p>	
Ensayo experimental	<ul style="list-style-type: none"> -Caracterizar las materias primas. -Evaluar la actividad antimicrobiana del propóleo 	<p>Utilizar software Desing Expert ® para obtener las 16 formulaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Elaborar cada formulación obtenida por el software y evaluar según lo descrito en la metodología 	<ul style="list-style-type: none"> -Elegir la formulación óptima mediante color, actividad de agua, dureza, rendimiento de cocción y costo mínimo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Comparar los 3 tratamientos durante su almacenamiento a temperaturas de refrigeración (4-8°C) cada 7 días. 	<p>Caracterizar al producto final</p>
Análisis	<ul style="list-style-type: none"> -Análisis proximal de la carne de alpaca, harina de kiwicha, papa. -Antibiograma del extracto de propóleo. 	<p>-Obtención de las 16 formulaciones mediante el software Desing Expert ®</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Dureza -Actividad de agua. -Costo -Rendimiento de cocción. 	<ul style="list-style-type: none"> -Optimización mediante el software Desing Expert ® 	<ul style="list-style-type: none"> -pH, actividad de agua, color, TBARS, Nitrógeno amoniacal total. -Numeración de E. coli, S. aureus, aeróbios mesófilos, C. perfringes y Salmonella sp. -Prueba sensorial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis proximal del chorizo final.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACION DEL EXTRACTO ETANOLICO DE PROPOLEO

4.1.1. CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS

Las principales características investigadas en el propóleo y sus extractos etanólicos y acuosos se enlistan en el cuadro 11. La concentración de propóleo en el extracto medido como sólidos totales del extracto fue de 33,70 mg/ml, lo que concuerda con las mayoría de investigaciones donde usan propóleo crudo y luego de ciertas operaciones unitarias obtienen extractos etanólicos de entre 8 y 300 mg /ml (Eguizabal, 2007) y 0,8 hasta 1,2 mg/ml. Para Gutiérrez (2012), el amplio rango de concentraciones en que se obtienen extractos de propóleos corresponden en gran medida a que el producto bruto no tiene una composición definida y por lo tanto, sus propiedades difieren y comparar muestras de diferente origen puede llegar a ser una actividad bastante tediosa (Viloria *et al.*, 2002).

Cuadro 11: Características fisicoquímicas del extracto etanólico de propóleo

CARACTERÍSTICA FISICOQUÍMICA	CONTENIDO
Concentración (sólidos totales) (mg/ml) *	33,700 ±0,870
Densidad (g/ml) *	0,848 ±0,002
Grado alcohólico (°GL) *	76,730 ±1,010
Polifenoles Totales (mg EAG/ ml) **	1,213 ±0,020

*Promedio de tres repeticiones ± DS **Promedio de ocho repeticiones ± DS

Para el extracto obtenido la densidad resultó en 0,8479 g/ml. Este parámetro no ha sido muy estudiado en investigaciones y normas donde tratan de estandarizar al producto. Sin embargo, una característica fisicoquímica para caracterizar líquidos, es la densidad. El grado

alcohólico hallado para el extracto fue de 76,73° por lo general los extractos son elaborados a partir de maceración con etanol al 96° ó 70° (Mayta y Sacsquispe, 2010). Esto es así, puesto que esas concentraciones de etanol son las más usuales de adquirir en el mercado.

La concentración de polifenoles totales y flavonoides es el parámetro más estudiado en cuanto a propóleo respecta. El Código Alimentario Argentino en la Resolución Conjunta 94/2008 y 357/2008 estipula que un extracto de propóleo con una concentración mínima de 10 por ciento o 100 mg/ml, debe mantener como mínimo 0,25 por ciento de polifenoles totales expresados en ácido gálico.

El extracto correspondiente a esta investigación tiene una concentración de 33,7 mg/ml y de polifenoles totales 0,121 por ciento expresados en ácido gálico. Sin embargo, la norma ecuatoriana. NTE INEN 2794 (INEN, 2015) menciona que los polifenoles totales como mínimo debe ser 5 por ciento en el propóleo crudo.

En esta investigación se calculó que el propóleo crudo obtuvo un 4 por ciento de polifenoles. Chaillou *et al.* (2004) Indicaron que estas diferencias se deben posiblemente al que el contenido de ceras e impurezas son mayores en algunas muestras y esto hace que el resultante de polifenoles sea menor, también mencionaron que probablemente sea una consecuencia de las diferentes especies botánicas que las abejas de una y otra región utilizan como fuente de resinas la que marca la diferencia en cuanto polifenoles.

4.1.2. CARACTERISTICAS ANTIMICROBIANAS

En el cuadro 12 se aprecia los resultados del test de antibiograma realizado al extracto etanólico de propóleo de tres concentraciones y el tratamiento control de etanol al 76,73° en dos cepas distintas, *E. coli* y *S. aureus*. Se observa diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, sobre todo con respecto al tratamiento control (CT).

Con respecto a los halos de inhibición se reportaron para *E.coli* diámetros entre 5,6 y 6,4 mm mientras que para *S. aureus* se encontró halos entre 7,1 y 7,5 mm, estos valores difieren en casi la mitad de lo investigado por Gutiérrez (2012) donde utilizó extractos de propóleo cuyas concentraciones fueron de 0,8; 1,2 y 1,6 mg /ml para el test de antibiograma dando resultados en *E. coli* resultaron entre 11 a 19 mm y *S.aureus*, entre 13 a 18 mm. También,

en el estudio de Alves *et al.* (2011), encontraron halos de inhibición comprendidos entre 8 y 12 mm para *E. coli* y entre 8,3 y 23,5 mm para *S. aureus* en propóleos de entre 2,72 a 9,17 por ciento. Sin embargo, Galarza (2013) reportó no haber encontrado actividad antimicrobiana de extractos de propóleos al 10 y 30 por ciento en *E. Coli* y manifestó que la razón principal fue la composición de la materia prima. No obstante, se puede apreciar en todas estas investigaciones que *S.aureus* es generalmente más sensible a los propóleos.

Luego de analizar los resultados estadísticos, se trabajó con el extracto de propóleo con concentración de 8 mg/ml, puesto que es la concentración con mayor efecto en *S. aureus* y debido a que los resultados para *E. coli* resultaron no significativos para los tres concentraciones, solo se tomó en cuenta el mayor efecto en la otra bacteria.

Cuadro 12: Efecto antimicrobiano del extracto etanólico de propóleo (antibiograma)

TRATAMIENTO	HALO DE INHIBICIÓN (MM)	
	<i>E.COLLI</i>	<i>S.AUREUS</i>
C1: 6 (mg/ml)	5,600 ± 0,500 ^a	7,100 ± 0,120 ^c
C2: 8 (mg/ml)	6,300 ± 0,500 ^a	7,500 ± 0,120 ^d
C3: 10 (mg/ml)	6,400 ± 1,400 ^a	7,100± 0,140 ^c
CT: Etanol (76,73°)	0,200 ± 0,300 ^b	1,200 ± 0,290 ^e

*Promedio de tres repeticiones ± DS. Los valores medios que presentan letras diferentes muestran diferencias significativas cuando se someten a la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

4.2. CARACTERIZACION DE LAS MATERIAS PRIMAS

4.2.1. CARNE DE ALPACA

En el cuadro 13 se presentan los resultados del análisis proximal de los retazos de carne de alpaca. Básicamente la composición de los retazos de distintos cortes de alpaca es mayoritaria en proteína y agua con 20,2 y 73,8 por ciento, respectivamente. Estos resultados son coherentes con los reportados por Salvá *et al.* (2009) en músculos *Longissimus thoracis* y *lumborum* (LTL) de alpaca, sin embargo, el promedio de grasa que ellos presentan es mucho más bajo al 5 por ciento encontrado en esta investigación. Esto puede explicarse al

mencionar que la muestra analizada era un mezcla de los retazos de los distintos cortes de la carcasa de alpaca y no solo un musculo específico, motivo por el cual en promedio el análisis dio valores muchos más altos.

Con respecto a la humedad, en el cuadro 13 se muestra un promedio alrededor de 73,8 por ciento, esto es similar a lo indicado por Zorogastúa (2004) donde reportan una humedad de 73,12 por ciento, lo cual también es similar a lo mencionado por Salva *et al.* (2009) con 74,07 por ciento. El contenido de cenizas hallado es en promedio 1,0 por ciento lo cual es concordante con los autores mencionados anteriormente donde el primero indica 1,02 por ciento y el segundo 1,43 por ciento. Los carbohidratos de los retazos de alpaca analizados resultaron insignificantes, motivo por el cual muchos investigadores (Saavedra, 2013) no lo reportan en muestras de carne de alpaca.

Cuadro 13: Análisis proximal y colesterol de la carne de alpaca

CARACTERÍSTICA	CONTENIDO*
Grasa cruda (g/100 g de muestra)	5,000 ± 0,010
Humedad (g/100 g de muestra)	73,800 ± 0,120
Proteína cruda (g/100 g de muestra) (factor 6,5)	20,200 ± 0,230
Cenizas (g/100 g de muestra)	1,000 ± 0,010
Carbohidratos (g/100 g de muestra)	0,000± 0,000
Colesterol (mg/100g)	36,720 ± 0,080

*Promedio de tres repeticiones ± DS

El contenido de colesterol de los retazos de carne de alpaca fue en promedio 36,72 mg/100 g. Al respecto, Cristofanelli *et al.* (2004) mencionan que estas carnes reportan valores entre 39,0 a 56,3 mg/100g. Por otro lado, Salva *et al.* (2009) mencionan que el contenido de colesterol de la carne de alpaca es menor en 10 a 30 mg/100g a la carne de vacuno u ovino y porcino.

4.2.2. PAPA CANCHAN

En el cuadro 14, se muestra la data que se obtuvo luego de analizar la composición de la papa canchan proveniente del centro de ventas de la UNALM. La humedad de la papa canchan fue de 80,02 por ciento (cuadro 14) lo cual es muy parecido a lo mencionado por Chambilla (2017) que es 78,5 por ciento. No obstante, Ugarte (2006) indicó un valor de 77,18 por ciento, lo cual es un poco menor. Por otro lado, Guzmán *et al.* (2012) reportaron un contenido de humedad más cercano que es 80,09 por ciento.

En cuanto al contenido de carbohidratos, este es según Quilca (2007) 14,70 por ciento, que es semejante al 16,6 por ciento obtenido en esta investigación. Sin embargo, otras variedades de papa tienen valores más altos de carbohidratos, por ejemplo la variedad peruanita reportada por la autora citada anteriormente es 23,44 por ciento. En cuanto a la proteína, cenizas y grasas, estos valores son por lo general muy bajos y sin menor importancia cuantitativa, siendo la grasa la que puede dar valores cercanos a cero por ciento.

Cuadro 14: Análisis proximal de la papa canchan

CARACTERÍSTICA	CONTENIDO
Grasa cruda (g/100 g de muestra)	0,000 ± 0,000
Humedad (g/100 g de muestra)	80,020 ± 0,250
Proteína cruda (g/100 g de muestra) (factor 6,5)	1,900 ± 0,080
Cenizas (g/100 g de muestra)	1,300 ± 0,010
Carbohidratos (g/100 g de muestra)	16,600 ± 0,120

*Promedio de tres repeticiones ± DS

4.2.3. HARINA TOSTADA DE KIWICHA

En el cuadro 15, se muestra la data que se obtuvo luego de analizar la composición de la harina de kiwicha proveniente del centro de ventas de la UNALM.

Cuadro 15: Análisis proximal de la harina de kiwicha tostada

CARACTERÍSTICA	CONTENIDO
Grasa cruda (g/100 g de muestra)	7,500 ± 0,090
Humedad (g/100 g de muestra)	5,500 ± 0,140
Proteína cruda (g/100 g de muestra) (factor 6,5)	14,300 ± 0,120
Cenizas (g/100 g de muestra)	2,700 ± 0,020
Carbohidratos (g/100 g de muestra)	70,000 ± 0,340

*Promedio de tres repeticiones ± DS

Se aprecia que la harina de kiwicha es una materia con predominante contenido de carbohidratos y proteína, con un 70,0 por ciento y 14,3 por ciento respectivamente. En concordancia con una ligera diferencia, Pascual y Zapata (2010) mencionaron que estos macronutrientes eran en promedio 66,3 por ciento y 13,6 por ciento. También, Contreras *et al.* (2010) reportaron un contenido proteico de entre 13 a 16 por ciento para la harina de este grano andino. En referencia a la grasa, humedad y cenizas, estos son cercanos a los reportados por Reyes *et al.* (2009) los cuales mencionaron 6,6 por ciento de grasa, 9,2 por ciento de humedad y 2,3 por ciento de cenizas.

4.3. DISEÑO DE MEZCLA.

En el cuadro 16, se muestra las restricciones del diseño de mezcla donde se establecieron en total 16 corridas para la optimización de las proporciones de ingredientes: Harina de kiwicha, grasa de cerdo y papa canchan.

Cuadro 16: Restricciones de ingredientes para el diseño de mezcla

COMPONENTE	CRITERIO FIJO	CRITERIO VARIABLE
Carne de Alpaca	70%	Fijo en 70 %
Grasa de Cerdo	30%	60 %-100 %
Harina de kiwicha		0 % - 20 %
Papa canchan cocida		0 % - 20 %

El cuadro 17 muestra las condiciones experimentales y los resultados para las respuestas: dureza, costo total, rendimiento después de cocción y actividad de agua, siendo importante mencionar que se establecieron replicas en el diseño experimental en las formulaciones 1 y 2; 3 y 5; 4 y 15; 6 y 11; 9 y 13; también se dio aleatoriedad al orden de las corridas para disminuir el sesgo. El análisis estadístico en todo el diseño de mezcla y su optimización se realizó al 30 por ciento de la masa cárnica compuesta de grasa dorsal de cerdo, papa y harina de kiwicha.

Cuadro 17: Formulaciones obtenidas a partir del programa *Design Expert* y los resultados de las variables respuestas

GRASA DE CERDO (%)	PAPA CANCHAN (%)	HARINA DE KIWICHA (%)	COSTO (S/.)	AW	DUREZA (GF)	RENDIMIENTO DE COCCIÓN (%)
85,920	14,080	0,000	10,850	0,969	2923,437	67,180
85,920	14,080	0,000	10,850	0,973	2257,613	65,060
100,000	0,000	0,000	10,870	0,972	2598,183	69,980
73,800	20,000	6,210	10,980	0,976	4142,780	72,220
100,000	0,000	0,000	10,870	0,976	2846,467	73,750
80,000	0,000	20,000	11,300	0,969	3109,737	71,920
90,090	3,720	6,190	11,000	0,974	2132,887	69,740
79,990	14,510	5,500	10,970	0,972	2149,810	64,720
60,010	19,990	20,000	11,280	0,974	4172,857	81,940
73,900	6,270	19,830	11,290	0,976	3630,840	65,080
80,000	0,000	20,000	11,300	0,971	3896,460	75,200
91,500	8,500	0,000	10,860	0,974	3256,427	65,460
60,01	19,99	20,00	11,28	0,9645	4113,313	80,44
79,93	8,72	11,35	11,11	0,9690	4325,453	69,95
73,80	20,00	6,21	10,98	0,9720	4373,063	70,17
69,82	13,38	16,81	11,22	0,9690	4667960	67.64

4.4. ANALISIS ESTADISTICO Y MODELOS DE AJUSTES MATEMATICOS PARA CADA VARIABLE RESPUESTA.

Se procedió a verificar la falta de ajuste, el análisis de varianza y el coeficiente de determinación de la regresión para determinar el modelo matemático más adecuado que represente mejor al diseño de mezcla.

4.4.1. COSTO TOTAL (S/.)

En el cuadro 18 se presenta los resultados de la prueba de falta de ajuste, según el software *Desing Expert 7.1* se debería seleccionar a los modelos que presentan no significancia o cuyo *P*- valor sea mayor a 0,05. De acuerdo a este criterio se tendría que escoger a todos los modelos evaluados.

Cuadro 18: Prueba de falta de ajuste

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA DE CUADRADOS
lineal	3,089E-08	8	3,861E-09
Cuadrático	2,058E-08	5	4,115E-09
Cúbica especial	2,058E-08	4	5,144E-09
Cúbica	2,058E-08	1	2,058E-08
Error	0	5	0

p valor >0,1 no hay significancia de la falta de ajuste.

En el cuadro 19, se presentan tres importantes estadísticos: la desviación estándar, que debería ser la más pequeña posible; el coeficiente de determinación ajustado y predicho, tendrían que ser los más altos posibles y ser cercanas a lo más en 0,2 unidades; y, por último, el PRESS o la suma de cuadrados de error residual predicha debería ser lo más pequeño posible. Al analizar estos criterios, la regresión lineal es quien se ajusta mejor ya que cumple con tener el menor PRESS, los más altos R^2 ajustados y R^2 predichos.

Cuadro 19: Resumen estadístico de los modelos

FUENTE	DESV. ESTÁNDAR	R- CUADRA DO	R- CUADRA DO AJUSTADO	R- CUADRA DO PREDICHO	SUMA DE CUADRADOS EL ERROR RESIDUAL PREDICHA PRESS
<u>Lineal*</u>	<u>4,874E-05</u>	<u>0,999</u>	<u>0,999</u>	<u>0,999</u>	<u>4,290E-08</u>
Cuadrático	4,536E-05	0,999	0,999	0,999	4,352E-08
Cúbico especial	4,782E-05	0,999	0,999	0,999	5,893E-08
Cúbico	5,856E-05	0,999	0,999	0,999	2,328E-06

*Modelo sugerido

En relación al análisis de varianza, éste se muestra en el cuadro 20, donde el *p*-valor fue menor a 0,0001. De acuerdo a Sheng *et al* (2012), un *p*-valor menor a 0,05 si se trabaja con una significancia del 95 por ciento indicaría la existencia significativa de una relación entre las variables independientes y dependientes. Por lo tanto, el modelo lineal es adecuado para explicar la relación entre las cantidades de grasa de cerdo, harina de kiwicha y papa con respecto al costo total. Se muestra la ecuación polinómica que la explica:

$$\text{Costo (S/.)} = A*0,1087 + B*0,1075 + C*0,1302$$

Donde A, B y C son los porcentajes de grasa de cerdo, papa y harina de kiwicha, respectivamente.

Cuadro 20: Análisis de varianza

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA DE CUADRADOS	F-VALOR	P-VALOR
<u>Modelo</u>	<u>0,513</u>	<u>2</u>	<u>0,256</u>	$\frac{10785793}{2}$	<u>< 0,000*</u>
<u>Mezcla lineal</u>	<u>0,513</u>	<u>2</u>	<u>0,256</u>	$\frac{10785793}{2}$	<u>< 0,000*</u>
Residual	3,089E-08	13	2,376E-09		
Falta de ajuste	3,089E-08	8	3,861E-09		
Error Total	0,000	5	0		
<i>Cor Total</i>	0,513	15			

*Indica significancia estadística

Con el modelo matemático seleccionado se obtuvieron los gráficos de contorno y de superficie de respuesta (figura 3 y 4), los cuales sirven para analizar la influencia de los componentes de la mezcla en la variable respuesta. Se muestra entonces una zona coloreada de azul que indicaría la zona de valores más bajos de la variable Costo total (S/.) con un mínimo de S/. 10,85 y en contraposición, la zona roja exhibe los puntos ploteados con valores altos de la misma respuesta, exponiéndose así la naturaleza económica alta del componente harina de kiwicha, la zona de optimización en lo preferible predeciría mayores proporciones de papa y grasa. Esto es así, porque la variable respuesta Costo debe ser minimizada.

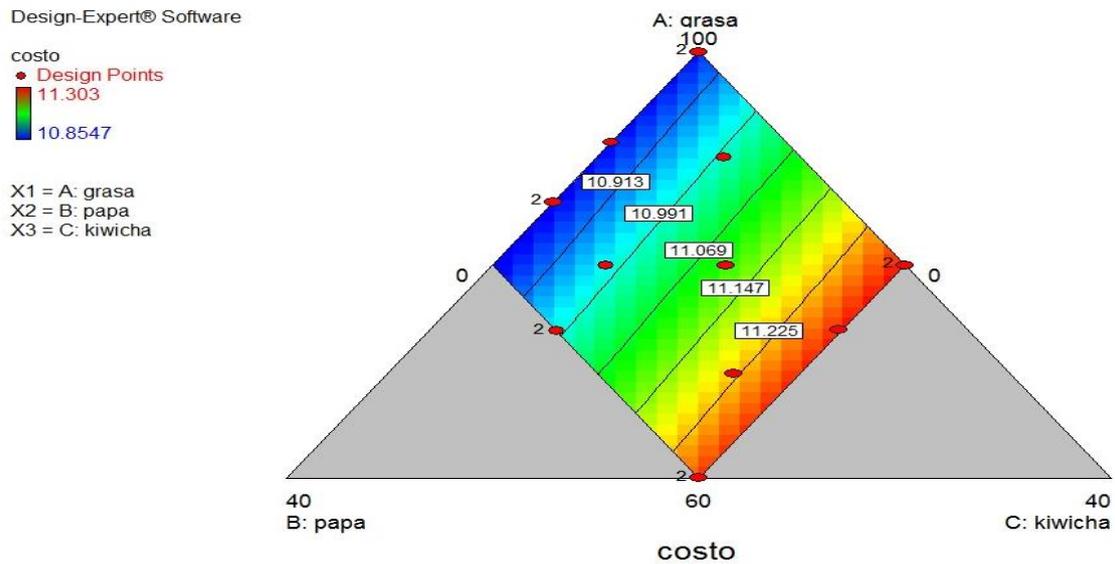


Figura 3: Gráfico de contornos del Costo.

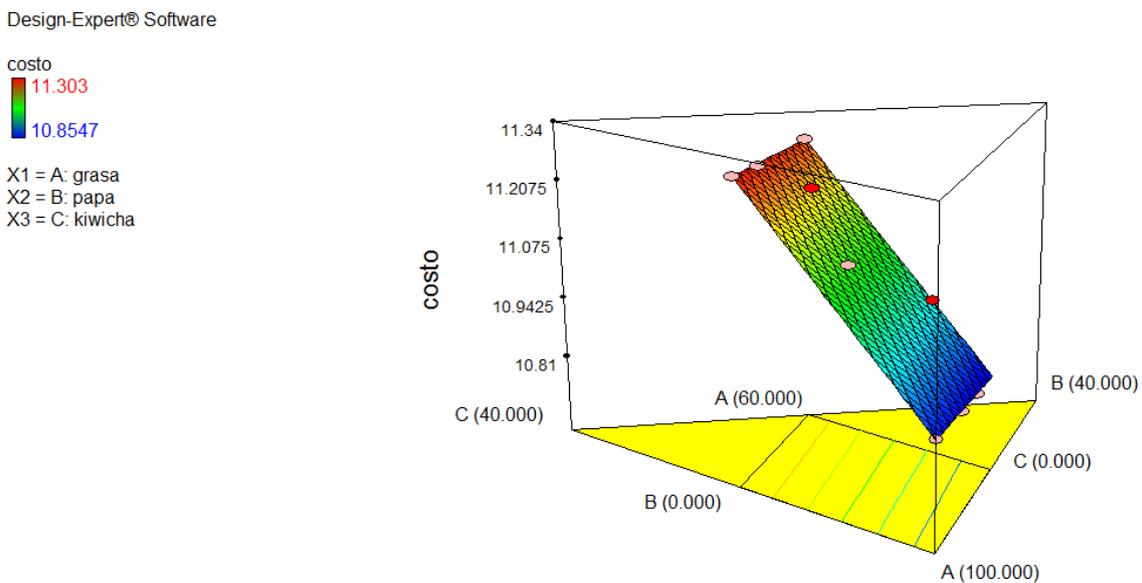


Figura 4: Gráfico de superficie de respuesta de la variable Costo total (S/.).

Se analizó el llamado Trazas de Cox o gráficas de trazas que se presenta en la figura 5. Según Cornell (2002), estos trazos representan el efecto de cambiar cada componente de la mezcla mientras que sostienen todos los otros en una proporción constante. La respuesta se representa mientras se mueve a lo largo de una línea imaginaria desde una mezcla de referencia hasta el vértice del componente que se está incrementando. La mezcla de referencia predeterminada es el centroide del diseño. Por este motivo a medida que se aumenta la proporción de la grasa de cerdo (A) el precio de la mezcla disminuye lo cual es similar para el caso de la papa (B) que proporciona cambios más pequeños que (A) en el costo al incrementar su proporción en la mezcla. Por el contrario, la kiwicha (C) muestra la tendencia de dar costos más grandes en cuanto se aumenta su proporción.

Para minimizar los costos se debe tener en cuenta la inclusión mínima de la kiwicha (C) y una mayor cantidad de grasa de cerdo (A). Esto es corroborado por los precios promedio de cada variable, la grasa tiene un valor de S/. 3,90 aproximadamente en el Camal de yerbateros (Fuente propia), mientras que la papa canchan bordea un precio de 0,70 céntimos por kg (Agrolalibertad, 2017), por otro lado la harina de kiwicha es vendida a un precio al por menor de S/. 7,50 por 250g (Vacas Felices SAC, 2017).

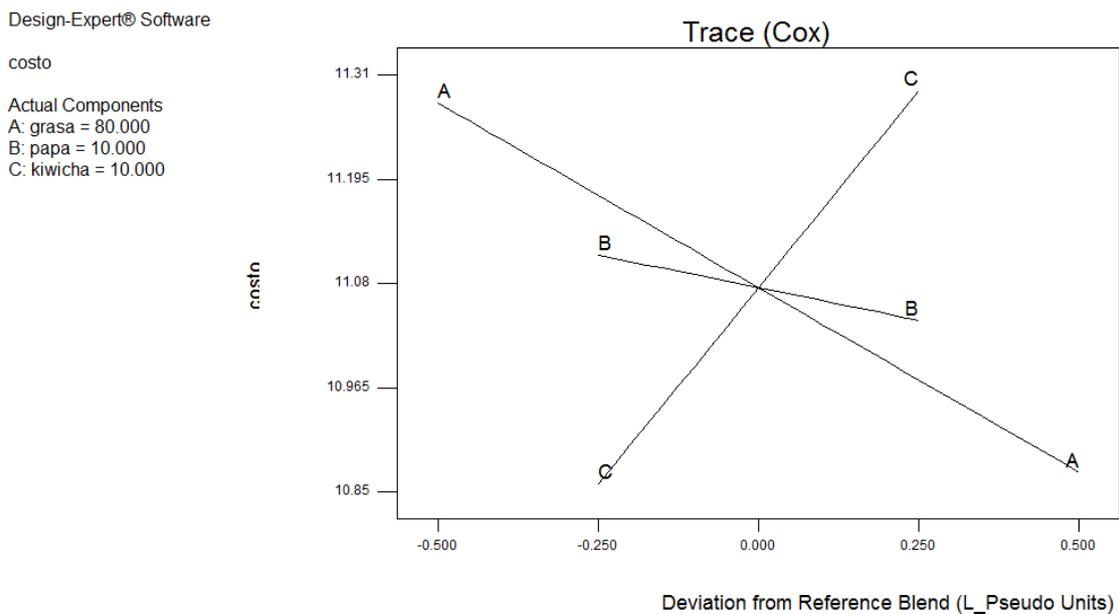


Figura 5: Grafica de trazas o trazo de Cox de la variable Costo.

4.4.2. ACTIVIDAD DE AGUA

En el cuadro 21 se aprecia que, de todos los modelos, el que tienen mayor *p*-valor es el lineal, por lo que el mismo software lo sugiere como candidato para explicar la relación entre las variables y la respuesta, en este caso actividad de agua. Sin embargo, el modelo cubico tiene un *p*-valor aceptable, por lo que otros estadísticos son necesarios de analizar.

Cuadro 21: Prueba de falta de ajuste para la Actividad de Agua

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA DE CUADRADOS	F VALOR	P-VALOR
<u>Lineal</u>	<u>5,486E-05</u>	<u>8</u>	<u>6,85717E-06</u>	<u>0,509</u>	<u>0,811*</u>
Cuadrático	5,367E-05	5	1,07322E-05	0,796	0,596
Cúbico especial	4,007E-05	4	1,001E-05	0,743	0,602
Cúbico	1,400E-06	1	1,401E-06	0,104	0,761
Error puro	0,000067375	5	0,000		

*Modelo sugerido por el software.

Cuadro 22: Resumen estadístico de los modelos propuestos para Actividad de Agua

FUENTE	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	R CUADRADO	R CUADRADO AJUSTADO	R CUADRADO PREDICHO	PRESS
<u>Lineal*</u>	<u>0,003</u>	<u>0,154</u>	<u>0,023</u>	<u>-0,364</u>	<u>0,000</u>
Cuadrático	0,003	0,162	-0,256	-1,350	0,000
Cúbico especial	0,003	0,256	-0,239	-1,870	0,000
Cúbico	0,003	0,523	-0,190	-2,206	0,000

*Modelo sugerido

De acuerdo a lo observado en el cuadro 22 los R cuadrados, se evidencia que el mayor de todos es el cubico, sin embargo, los R cuadrados ajustados de todos menos del lineal son negativos, por lo que se descartan y se escoge el modelo lineal, que además posee el menor valor de PRESS. No obstante, al tener un R cuadrado tan cercano a cero para el modelo escogido, se mantiene la opción de que el modelo no explique significativamente las variables en la prueba ANOVA.

La prueba ANOVA que se detalla en el cuadro 23, el p valor es mayor a 0,05 por lo que se acepta la hipótesis nula y el modelo es no significativo. Por lo tanto, para la optimización no se tomará en cuenta a las respuestas de actividad de agua.

Cuadro 23: Análisis de varianza del modelo sugerido para la Actividad de Agua

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA DE CUADRADOS	F VALOR	P-VALOR
Modelo*	<u>2,225E-05</u>	<u>2</u>	<u>1,113E-05</u>	<u>1,183</u>	<u>0,337*</u>
Lineal	2,225E-05	2	1,113E-05	1,183	0,337
Residual	0,000	13	9,402E-06		
Falta de ajuste*	<u>5,486E-05</u>	<u>8</u>	<u>6,857E-06</u>	<u>0,509</u>	<u>0,811</u>
error puro	0,000	5	0,000		
Cor. Total	0,000	15			

*Indican no significancia estadística.

Se ha encontrado en investigaciones que el uso de harinas no influencia en la actividad de agua, como en la salchicha con sustitución parcial de grasa por harina de frijol canario (Akwetey *et al.*, 2012). Así también Cáceres *et al* (2004) indican que compuestos ricos en fibra no influyen en la actividad de agua, debido a que se forma una gel compacto en toda estructura de la masa de embutido lo cual podría explicar estos resultados. Sin embargo, se reportan algunas investigaciones donde los almidones generan estabilidad a la masa, controlando el agua libre y reduciéndola (Pacheco *et al*, 2011).

4.4.3. DUREZA (gf)

Con respecto al cuadro 24, se observa que solo el modelo cubico tienen un p - valor mayor a 0,05, se sugiere este modelo.

Cuadro 24: Prueba de falta de ajuste de los modelos estadísticos para la Dureza

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA DE CUADRADOS	F VALOR	P-VALOR
lineal	5 143 871,540	8	642 983,942	5,447	0,039
cuadrático	4 828 455,670	5	965 691,135	8,181	0,019
cúbico especial	3 764 957,200	4	941 239,300	7,974	0,021
Cúbico*	<u>4 490,234</u>	<u>1</u>	<u>4 490,234</u>	<u>0,038</u>	<u>0,853</u>
error puro	590 237,375	5	118 047,475		

*Denota no significancia estadística.

El resumen estadístico de los modelos que se presenta en el cuadro 25, muestra que la menor desviación estándar la tiene el modelo cúbico, además de que el R cuadrado, R cuadrado ajustado son los más altos y cercanos a 1, además el PRESS es el menor, entonces bajo estos criterios se sugiere nuevamente el modelo cúbico.

Cuadro 25: Resumen de los modelos estadísticos para la dureza

FUENTE	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	R-CUADRADO	R-CUADRADO AJUSTADO	R-CUADRADO PREDICHO	PRESS
lineal	664,143	0,484	0,405	0,294	7849561,48
Cuadrático	736,118	0,513	0,269	-0,065	11841337,10
Cúbico especial	695,637	0,608	0,347	-0,060	11792749,10
<u>Cúbico*</u>	<u>314,835</u>	<u>0,947</u>	<u>0,866</u>	<u>0,732</u>	<u>2981637,76</u>

*Modelo sugerido por el software.

El modelo cúbico fue probado mediante un análisis de varianza como se detalla en el cuadro 26. En este caso el p -valor es menor a 0,05; por lo que el modelo es estadísticamente significativo y explica en un 95 por ciento la relación cúbica entre los coeficientes de las variables y la dureza como respuesta. Además la prueba de falta de ajuste resulta no significativa puesto que su p -valor es mayor a 0,05; por lo que el modelo es adecuado para explicar la relación entre harina de kiwicha, papa y grasa de cerdo con respecto a la dureza. Se muestra la ecuación que explica al modelo:

$$\text{Dureza} = 27,17*A + 14325,42*B - 30036,11*C - 237,12*A*B + 503,73*A*C + 237,52*B*C - 1,81*A*B*C + 0,98*A*B*(A-B) - 2,12*A*C*(A-C) - 2,20*B*C*(B-C).$$

Donde A, B y C son los porcentajes de grasa de cerdo, papa y harina de kiwicha, respectivamente.

Cuadro 26: Análisis de varianza del modelo cubico para la dureza

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIAS DE CUADRADOS	F-VALOR	P-VALOR
Modelo*	10 526 369,900	9	1 169 596,66	11,799	0,004*
Lineal	5 386 988,610	2	2 693 494,31	27,173	0,001
AB	1 410 045,970	1	1 410 045,97	14,225	0,009
AC	2 364 032,510	1	2 364 032,51	23,849	0,003
BC	731 920,810	1	731 920,81	7,384	0,035
ABC	521 181,970	1	521 181,97	5,258	0,062
AB(A-B)	1 467 391,830	1	1 467 391,83	14,804	0,009
AC(A-C)	3 276 104,560	1	3 276 104,56	33,051	0,001
BC(B-C)	1 117 746,190	1	1 117 746,19	11,276	0,015
residual	594 727,609	6	99 121,268		
falta de ajuste**	4 490,234	1	4 490,234	0,0380	0,853**
error puro	590 237,375	5	118 047,475		
Cor Total	11 121 097,500	15			

Para poder analizar como influyen las variables experimentales en la dureza, se analizó el gráfico de contorno y de superficie de respuesta, figura 6 y 7, donde el máximo valor de dureza fue 4667,96 gf y el mínimo 2132,89 gf, la zona azul representa los valores mínimos y la roja los máximos. En este gráfico, la zona con mayor dureza fue la que mantenía mayores proporciones de kiwicha y menores cantidades de grasa de cerdo. Para durezas intermedias, la figura predice proporciones intermedias de grasa, kiwicha y papa.

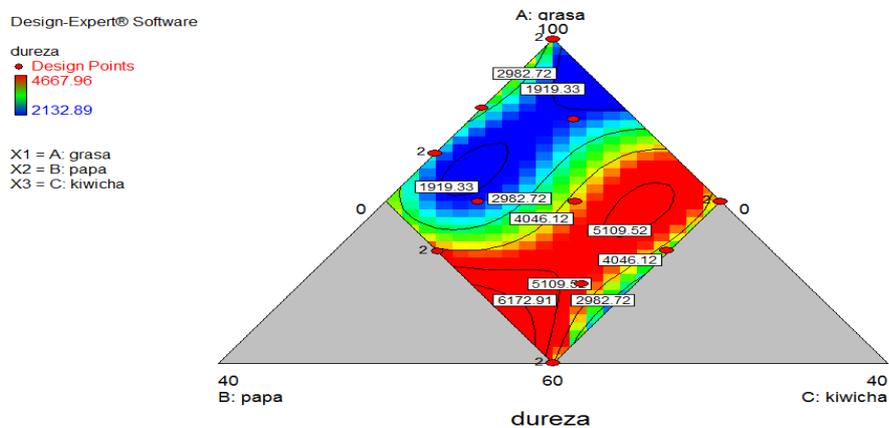


Figura 6: Gráficos de contorno del modelo cúbico de la dureza.

Design-Expert® Software

dureza

4667.96

2132.89

X1 = A: grasa

X2 = B: papa

X3 = C: kiwicha

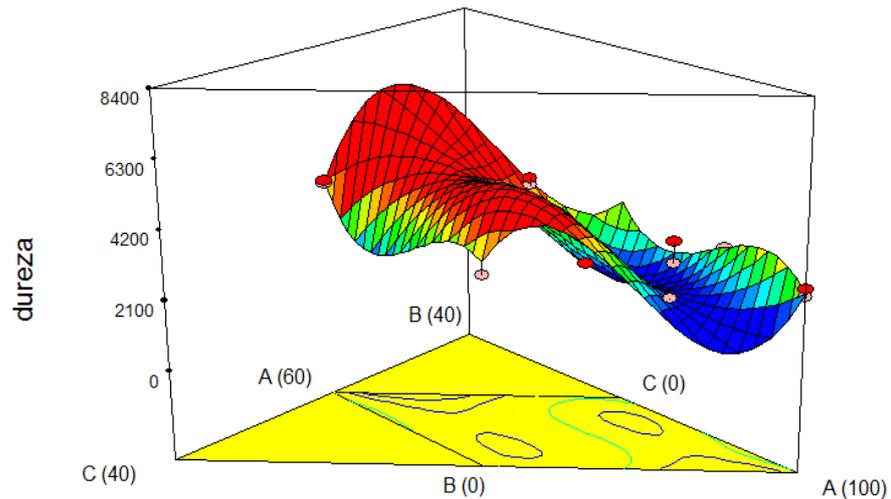


Figura 7: Superficie de respuesta del modelo cúbico con respecto a la dureza.

En la figura 8, donde se evidenció la importancia de la grasa en la dureza de la mezcla, puesto que valores mayores a 80 por ciento de este componente conllevan a durezas más altas, sin embargo, valores menores al mencionado hacen que la dureza sea mayor hasta aproximadamente 70 por ciento para luego descender ligeramente. El caso de la kiwicha fue representado con una curva cubica bastante pronuncia con amplitud muy reducida, indicando que a cantidades mayores al 10 por ciento expresa durezas altas hasta un 15 por ciento, proporciones mayores hacen que la dureza disminuya. Pacheco *et al.* (2011) explican que los carbohidratos en general modifican la textura de los productos. Sin embargo, el uso de cereales y harinas reducen la dureza para algunos casos, como en las investigaciones de Yang *et al.* (2007) con harina de avena en salchichas bajas en grasa y explicaron que esta reducción de dureza pudo deberse a la mayor capacidad de retener agua del embutido. Alimentos ricos en fibra y harinas son usados para mejorar la capacidad de retención de agua y por tanto bajar la dureza y/o mejorar la textura, Rogers (2001).

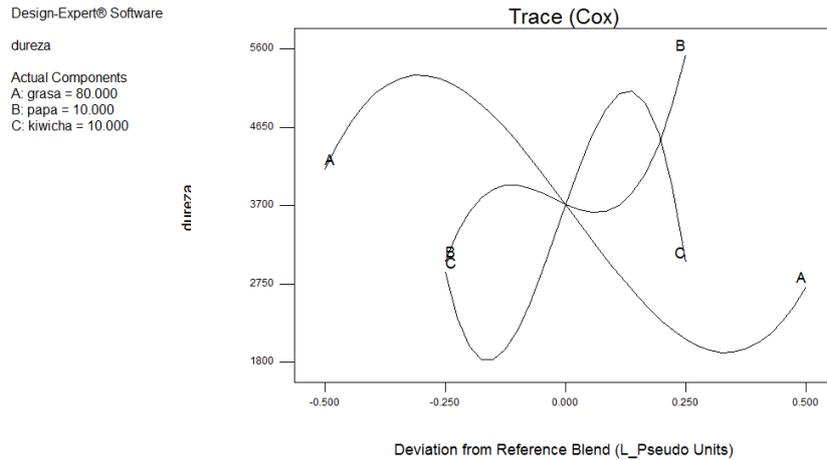


Figura 8: Trazos de cox de la dureza.

4.4.4. RENDIMIENTO DE COCCIÓN (%)

La prueba de falta de ajuste para el rendimiento de cocción mostró, en el cuadro 27, un p -valor mayor a 0,05 para los modelos cuadráticos, cúbico especial y cúbico. Sin embargo, es el modelo cubico especial el que mostró el p -valor más alto y para determinar la veracidad se analizaron otros estadísticos que se muestran en el cuadro 28. En este último cuadro, la menor desviación estándar es del modelo cubico, al comparar los R- cuadrados ajustados es el mismo modelo el que obtuvo el mayor valor. Por otro lado se analizó la Suma de cuadrados de error residual predicha (PRESS), el modelo más apropiado por contar con el menor valor numérico de PRESS fue el cubico nuevamente.

Cuadro 27: Prueba de falta de ajuste para el rendimiento de cocción

FUENTE	SUMA DE CUADRADOS	GL	CUADRADO S MEDIOS	F VALOR	P-VALOR
Lineal	276,452	8	34,556	9,624	0,012
Cuadrático	51,260	5	10,252	2,855	0,137
cúbico especial*	14,594	4	3,648	1,016	0,479
Cúbico	4,435	1	4,435	1,235	0,317
Error puro	17,953	5	3,590		

*Indica no significancia estadística.

Cuadro 28: Resumen estadístico de los modelos para el Rendimiento de cocción

FUENTE	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	R-CUADRADO	R-CUADRADO AJUSTADO	R-CUADRADO PREDICHO	PRESS
Lineal	4,75	0,273	0,162	-0,160	470,350
Cuadrático	2,630	0,829	0,743	0,556	179,827
<u>Cúbico especial*</u>	1,901	<u>0,919</u>	<u>0,866</u>	<u>0,741</u>	<u>105,132</u>
Cúbico	1,931	0,944	0,861	-0,728	700,338

*Modelo sugerido por el software.

El modelo cubico fue entonces analizado y se muestra en el cuadro 29. El *p*- valor para este caso resultó 0,0002 lo cual es menor a 0,05; por consiguiente el modelo resulta significativo, lo que quiere decir que el modelo cubico especial explica la relación entre las variables, constantes y la respuesta, rendimiento de cocción, en un 95 por ciento. La falta de ajuste como ya se había comprobada es no significativa. Por lo tanto el modelo explicativo resultó ser el cubico especial y se muestra a continuación.

$$\text{Rendimiento de cocción} = 0,71675*A + 4,55360*B - 3,10044*C - 0,049631*A*B + 0,048842*A*C + 0,23210*B*C - 3,44872*10^{-3}*A*B*C$$

Cuadro 29: Análisis de varianza para el modelo sugerido para el rendimiento de cocción

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Media de cuadrados	F-valor	P-valor
<u>Modelo*</u>	<u>372,794</u>	<u>6</u>	<u>62,132</u>	<u>17,180</u>	<u>0,000</u>
Mezcla lineal	110,935	2	55,467	15,337	0,001
AB	50,799	1	50,799	14,046	0,005
AC	18,239	1	18,239	5,043	0,051
BC	2,4129	1	2,412	0,667	0,435
ABC	36,666	1	36,666	10,138	0,011
Residual	32,548	9	3,616		
<u>Falta de ajuste**</u>	<u>14,594</u>	<u>4</u>	<u>3,648</u>	<u>1,016</u>	<u>0,479</u>
Error puro	17,953	5	3,590		
Cor Total	405,342	15			

*Indica significancia estadística.

** Indica no significancia estadística.

Para estudiar el efecto de los componentes de la mezcla en el rendimiento de cocción se analizaron los gráficos superficie de respuesta, de contorno y trazos de cox, que se presentan en las figura 9, 10 y 11 respectivamente. Los rendimientos de cocción oscilan entre 64,717 y 81,944; donde la zona azul y roja es para los valores de mínimos y máximos valores, respectivamente. La zona de mayor rendimiento se presentó para las menores proporciones de grasa de cerdo cercano a 60 por ciento y porcentajes intermedios de papa y kiwicha como se puede apreciar en la figura 9 y 10. Entonces, existe congruencia entre la Dureza y los rendimientos de cocción, puesto que para aumentar ambos se debe disminuir la proporción de grasa y aumentar las cantidades de kiwicha y papa, en ciertos valores.

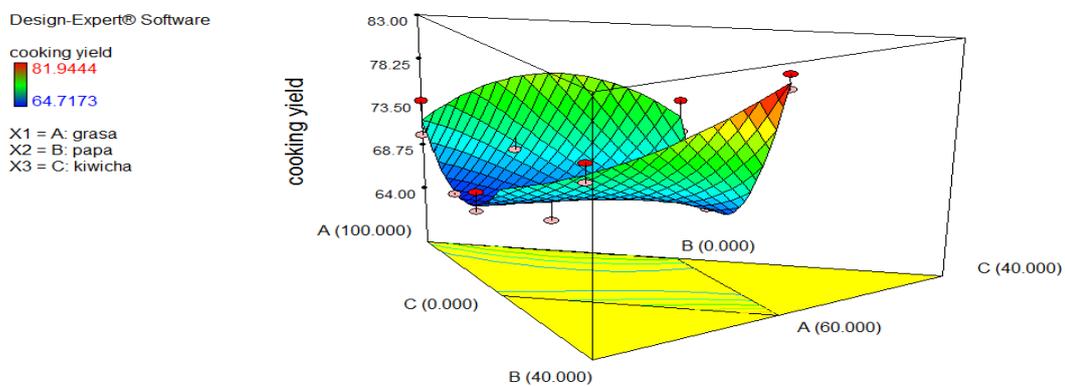


Figura 9: Gráficos de superficie de respuesta del modelo cúbico del Rendimiento de cocción.

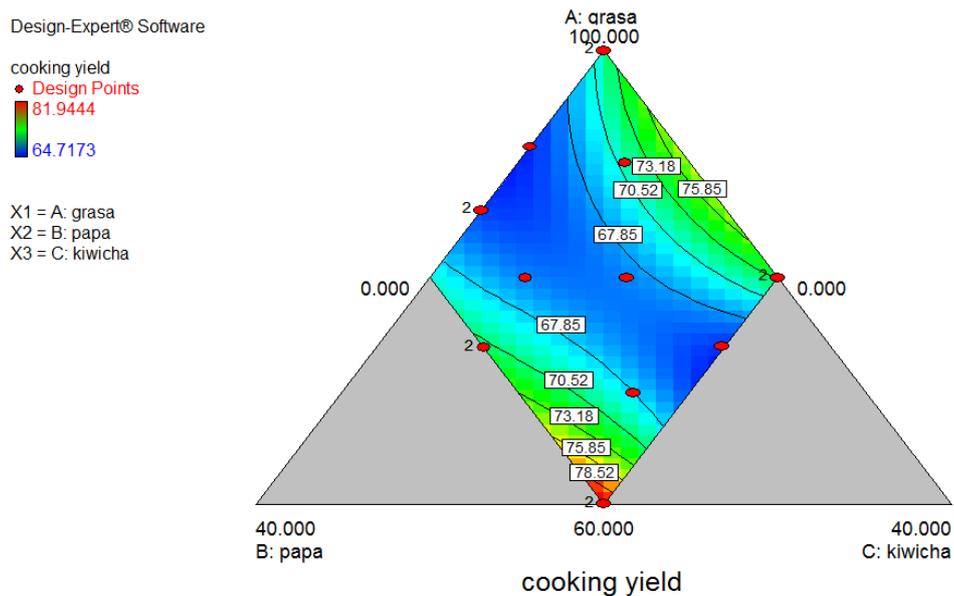


Figura 10: Gráficos de contorno del modelo cúbico del Rendimiento de cocción.

En la figura 11, se muestra los trazos de cox del modelo cubico especial. La grasa de cerdo tiende a mayores rendimientos cuando la proporción es la menor posible, en cuanto a la papa un nivel de 5 por ciento en la mezcla proporcionaría altos rendimientos, el efecto de la kiwicha es mínimo, y una cantidad lo más cercano al centroide, es decir 10 por ciento, sería lo ideal para mantener rendimientos grandes. Varios autores como Candogan y Kolsarici (2003), mencionaron que los carbohidratos y en especial hidrocoloides como sustitutos parciales de grasa aumentan los rendimientos de cocción, CRA y textura. Garcia y Totosaus (2008) mencionaron que el uso de almidones en embutidos mejora los rendimientos de cocción, y la CRA.

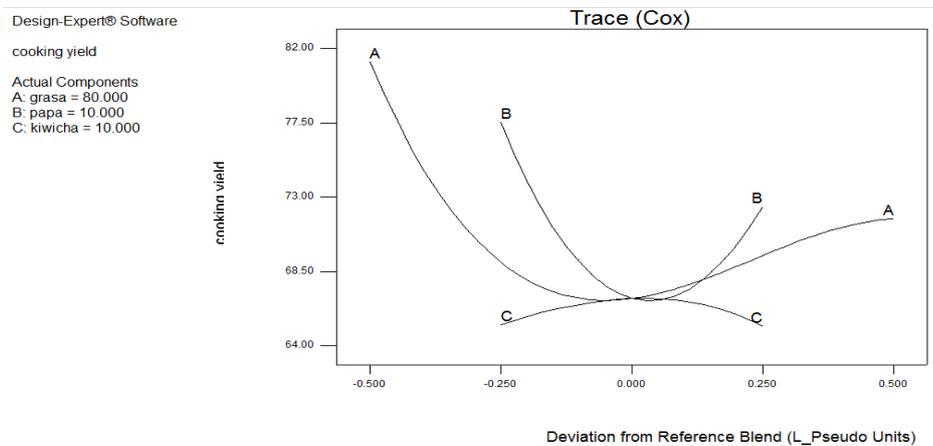


Figura 11: Gráficos de trazos de Cox del modelo cúbico del Rendimiento de cocción.

4.5. OPTIMIZACION DEL DISEÑO DE MEZCLA

En el cuadro 30 se muestran los criterios de optimización o restricciones. La dureza se estableció que debería ser cercana a la del chorizo elaborado con 100 por ciento de grasa de cerdo, el rendimiento de cocción debía ser el máximo, mientras que el costo y la grasa debían ser mínimas. Además, la harina de kiwicha y la papa cocida debían estar presentes en el rango establecido de 0 a 20 por ciento en ambos casos, con lo que se obtuvo 5 formulaciones optimizadas en función a la deseabilidad donde el valor más cercano a 1,00 fue el óptimo, como se observa en el cuadro 31.

Cuadro 30: Restricciones de optimización

COMPONENTE	CRITERIO
Dureza (gf)	Objetivo= 2773,22 (Patrón)
Rendimiento de cocción (%)	Máximo
Aw	Ninguna
Costo (S/. / kg)	Mínimo
Grasa	Mínimo
Harina de kiwicha	En rango
Papa cocida	En rango

Cuadro 31: Formulaciones optimizadas obtenidas en función a la Deseabilidad

N°	GRASA	PAP A	KIWI CHA	COS TO	DURE ZA	RENDIMIEN TO DE COCCIÓN	DESEABI LIDAD
1*	79,03	18,90	2,07	10,89	2722,33	68,56	0,78
2	83,04	16,96	0,00	10,85	2722,33	66,85	0,75
3	87,62	12,38	0,00	10,86	2722,32	65,34	0,68
4	65,61	15,02	19,36	11,27	3170,75	70,23	0,36
5	81,15	0,00	18,85	11,28	4144,66	74,44	0,19

*Formulación optimizada de acuerdo a las restricciones.

En las figuras 12 y 13 se muestran la función Deseabilidad, optimizada por el método numérico, en gráficos de contorno y superficie de respuesta, respectivamente. Se distingue que el punto óptimo fue encontrado en la zona intermedia, de color amarillo, cercano a la zona de color rojo. En la optimización la grasa resultó ser cercana al 80 por ciento, y la papa adquirió mayor relevancia en la formulación, puesto que fue 18,9 por ciento. Sin embargo, la kiwicha obtuvo en el óptimo un valor de 2,0 por ciento. Por otro lado, en la figura 14, haciendo uso de la optimización gráfica se logró obtener una superficie de respuesta en donde en su óptimo la grasa es el 79,01 por ciento, la papa es el 18,89 por ciento y la kiwicha es el 2,05 por ciento, lo cual es concordante con lo obtenido por la optimización numérica.

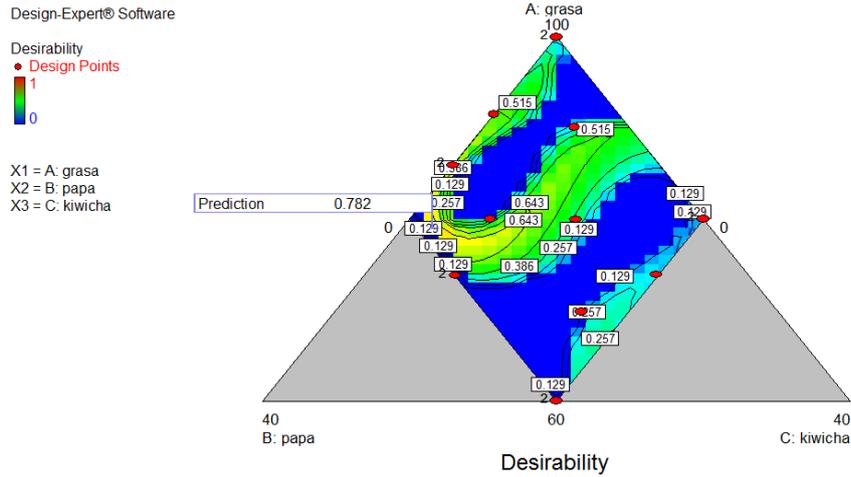


Figura 12: Gráficos de contorno de la función Deseabilidad para el Diseño de mezclas usando optimización por método numérico.

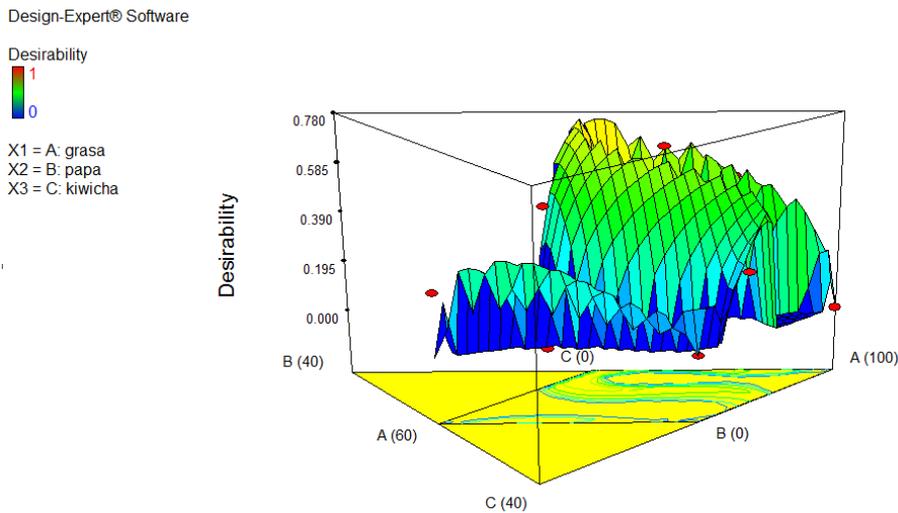


Figura 13: Gráficos de superficie de respuesta de la función Deseabilidad para el Diseño de mezclas usando optimización por método numérico.

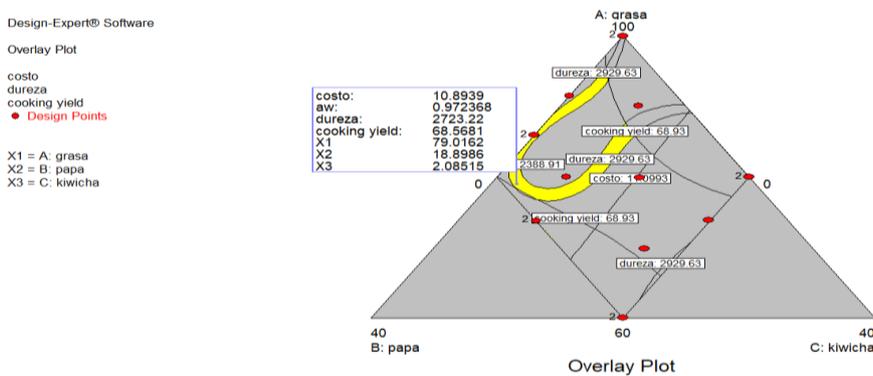


Figura 14: Gráficos superficie de respuesta de la función Deseabilidad para el Diseño de mezclas usando la optimización por método gráfico.

Se seleccionó la formulación N° 1, puesto que muestra los resultados más deseables de acuerdo a las restricciones del Cuadro 08, es decir, con 79,03 por ciento de grasa de cerdo; 18,90 por ciento de papa canchan cocida; 2,07 por ciento de harina de kiwicha se obtendría el menor costo, la dureza más cercana al chorizo de formulación convencional, el mayor rendimiento después de cocción y el menor contenido de grasa de cerdo.

4.6. CALIDAD FISICOQUIMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS CHORIZOS CON EXTRACTO DE PROPOLEO DURANTE SU ALMACENAMIENTO.

4.6.1. pH

En el cuadro 32 se muestran los valores de pH de los chorizos preparados con extracto etanólico de propóleo, nitritos y alcohol durante un tiempo de almacenamiento de 28 días.

Cuadro 32: pH de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento

TRATA- MIENTO	DÍAS				
	0	7	14	21	28
Propóleo	5,710±0,030 ^a	5,310±0,040 ^c	4,510±0,020 ^d	4,280±0,030 ^g	4,190±0,030 ^j
Nitrito	5,880±0,030 ^b	5,410±0,080 ^c	4,710±0,050 ^e	4,420±0,030 ^h	4,270±0,040 ⁱ
Etanol	5,840±0,020 ^b	5,48± 0,050 ^c	5,36±0,030 ^f	4,76±0,010 ⁱ	4,64±0,030 ^k

*promedio de tres repeticiones ± DS. Los valores medios que presentan letras diferentes muestran diferencias significativas cuando se someten a la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y entre los días de almacenamiento, también se verificó que existen diferencias significativas entre las interacciones de tiempo y tratamiento. Por lo general se distingue un comportamiento descendiente respecto a los tres tratamientos. El pH en el caso del tratamiento con etanol fue mayor que los otros dos restantes durante las dos últimas semanas de almacenamiento y en resumen todos los chorizos comenzaron con pH cercanos a 5,88 hasta descender a 4,19 aproximadamente. Estos resultados son concordantes a los obtenidos por Gutiérrez (2012), quién reportó en chorizos de cerdo con propóleo, nitritos y etanol valores cercanos en el día cero a 5,91 y para el día 24 solo el tratamiento con propóleo, el pH había descendido hasta 4,73. Celdrán (2007), también reportó pH cercanos a los anteriores vistos para chorizos

curados, donde en el día cero empezó cercano a 5,8 y descendió hasta ser cercano a 4,6 a los 30 días. Según Nychas *et al* (2008), el pH desciende debido a las actividades enzimáticas generadas por la glucólisis y la actividad microbianas propias de la carne. Los chorizos se conservaron en condiciones anaeróbicas empacadas al vacío, esta condición no es inhibidora de la actividad de bacterias ácido lácticas que son responsables del descenso del pH tal como lo explica Gutiérrez (2012).

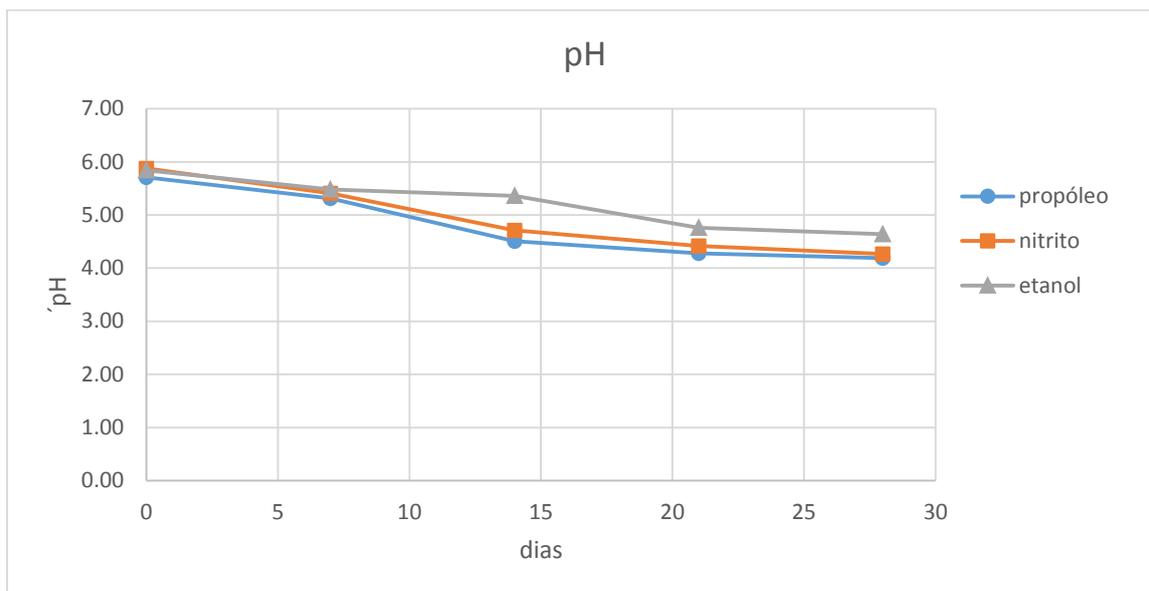


Figura 15: Influencia del tiempo de almacenamiento en el pH de los chorizos según tratamientos.

4.6.2. ACTIVIDAD DE AGUA

En el cuadro 33 se muestran los valores de actividad de agua de los chorizos preparados con extracto etanólico de propóleo, nitritos y alcohol durante un tiempo de almacenamiento de 28 días.

Cuadro 33: Actividad de agua de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento

TRATAMIENTO	DÍAS				
	0	7	14	21	28
Propóleo	0,980±0,004 ^a	0,979±0,001 ^b	0,977±0,001 ^c	0,974±0,000 ^d	0,974±0,005 ^e
Nitrito	0,982±0,005 ^a	0,979±0,003 ^b	0,978±0,009 ^c	0,978±0,004 ^d	0,975±0,003 ^e
Etanol	0,980±0,002 ^a	0,979±0,006 ^b	0,977±0,001 ^c	0,976±0,002 ^d	0,976±0,004 ^e

*promedio de tres repeticiones ± DS. Los valores medios que presentan letras diferentes muestran diferencias significativas cuando se someten a la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Se encontraron diferencias significativas entre los tiempos de almacenamiento para la matriz alimentaria. Sin embargo, entre tratamientos no se halló diferencias estadísticas significativas, tampoco las interacciones resultaron tenerlas. Esto se puede apreciar en la figura 16, donde los valores son muy cercanos entre tratamientos. Además, la mayor diferencia se evidencia entre los días de almacenamiento con una tendencia a descender desde 0,982 hasta 0,974. La actividad de agua según Gonzales *et al.* (2013) para chorizos de distintas precedencias como Carnicerías, mercados rurales, centros comerciales y centro de abastos son en promedio 0,957; 0,938; 0,889 y 0,948 que difieren de los datos de la figura 16. Se sabe que la actividad de agua descende hasta un valor de 0,94 a 0,97 cuando se deja orear al chorizo por unas horas a temperatura ambiente antes de ser empacadas como lo explica Austria (2007). En este caso se elaboraron chorizos crudos frescos y no se aplicó la metodología para reducir la humedad y actividad de agua, motivo por el cual la data expuesta es alta, respecto a especificaciones por otros autores.

Prieto y Carballo (1997), mencionaron que la actividad de agua de embutidos crudo curado es dependiente de los valores de humedad inicial de sus ingredientes y que exista pérdidas de peso debido al almacenamiento que tiene como consecuencias descensos de la actividad de agua hasta cifras de 0,90 o incluso 0,70 en el embutido madurado. Además, la velocidad de deshidratación de un embutido es afectada por el grado de picado de la grasa, un picado muy intenso puede retrasar el proceso; por el diámetro del embutido, ya que a menor grosor mayor velocidad de deshidratación, entre otras.

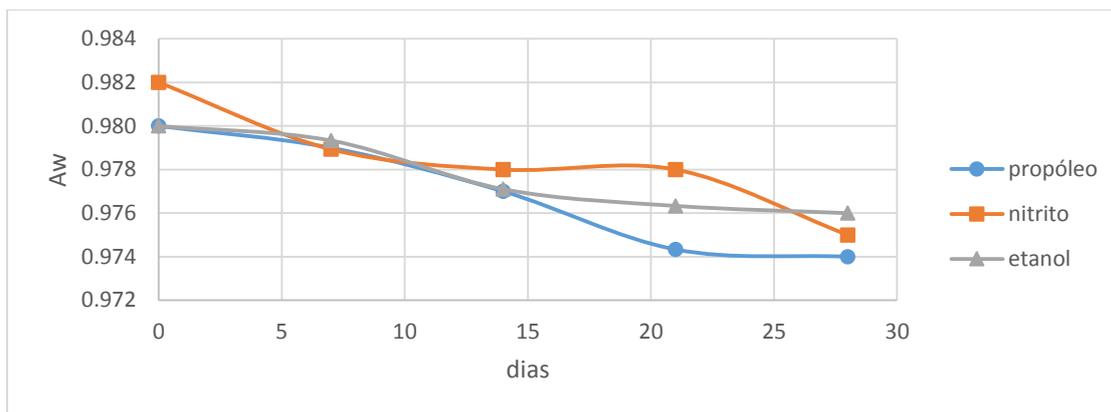


Figura 16: Influencia del tiempo de almacenamiento en la Aw de los chorizos según tratamientos.

4.6.3. COLOR

En el cuadro 34 se muestran los valores de color en sus componentes L, a* y b* de los chorizos preparados con extracto etanólico de propóleo, nitritos y alcohol durante un tiempo de almacenamiento de 28 días

Cuadro 34: Parámetros de Color instrumental de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento

COLOR		DÍAS				
		0	7	14	21	28
Propóleo	a*	11,230 ^a	11,980 ^a	14,120 ^a	15,130 ^a	16,040 ^a
	b*	21,360 ^d	20,270 ^d	16,080 ^e	13,670 ^f	12,040 ^f
	L	51,230 ^g	52,280 ^g	54,890 ^h	53,010	52,980
Nitritos	a*	16,340 ^b	17,990 ^b	21,530 ^b	20,460 ^b	21,690 ^b
	b*	20,120 ^d	19,510 ^d	15,080 ^e	14,900 ^e	13,540 ^f
	L	47,200 ^g	47,360 ^g	48,910 ^h	51,400	50,950
Etanol	a*	11,140 ^a	11,610 ^a	13,390 ^a	15,120 ^a	16,260 ^a
	b*	22,670 ^d	21,460 ^d	16,860 ^e	14,960 ^e	12,890 ^f
	L	49,340 ^g	49,580 ^g	50,790	50,260	50,860

*promedio de tres repeticiones \pm DS. Los valores medios que presentan letras diferentes muestran diferencias significativas cuando se someten a la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

En todos los casos del cuadro 34 se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos y entre días de almacenamiento, siendo el parámetro b^* el componente más uniforme entre todos, en cuanto al parámetro a^* , se evidenció una mayor diferencias significativa entre el tratamiento con nitritos y los otros dos que mantuvieron en promedio los mismos resultados. Esto pudo deberse a que el parámetro a^* con valores positivos tiene tonalidades rojas y el a^* con valores negativos tiene tonalidades verdes. Por esto, Yoo *et al.* (2007) mencionó que la adición de nitritos asegura y mantiene una rango estable en el parámetro a^* puesto que se generan coloraciones rojizas significativas, motivo por el cual se observa en la figura 19, que el tratamiento con nitritos presentó valores numéricos más altos en este parámetro de color. También el mismo autor señala que el valor de b^* , cuando se reemplaza grasa por sustituyente proteico, tiene un comportamiento ascendente lo que no es concordante con lo obtenido en la data. En cuanto a L^* , valores positivos corresponden a la claridad y negativos a la oscuridad. Todas las muestras describieron un comportamiento a aclararse o aumentar el valor de L^* durante el almacenamiento. Pérez – Álvarez *et al.* (1999) en sus estudios revelaron que L^* disminuye en cuanto el embutido pierde humedad y se relaciona de forma negativa con la cantidad de pigmento. De esta manera en la figura 17 se encontró que el tratamiento con nitritos, con tonalidad significativa rojiza, mostró valores de L^* menores que los tratamientos menos coloreados.

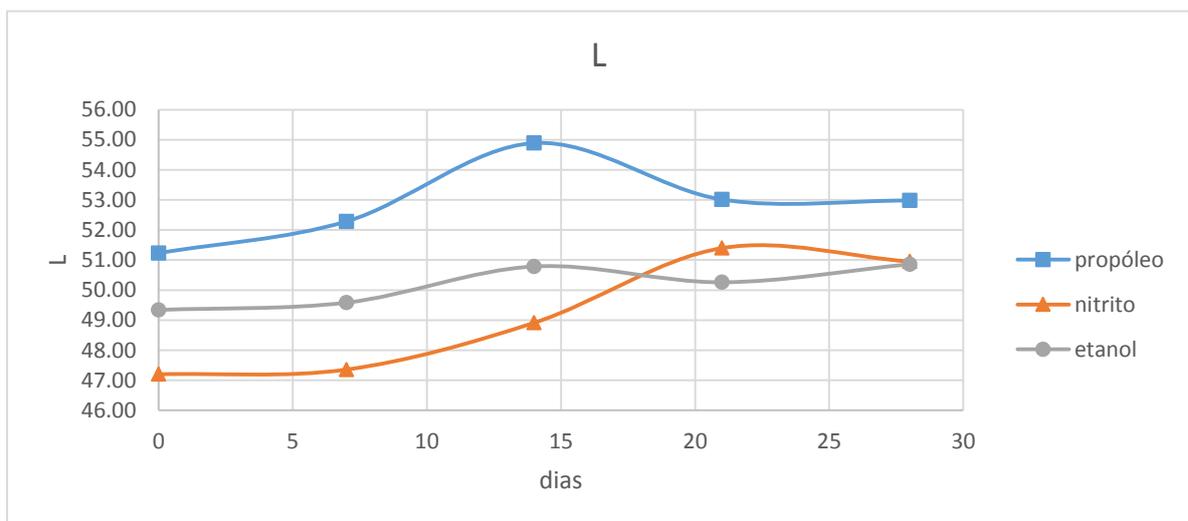


Figura 17: Influencia del tiempo de almacenamiento en el componente L del color de los chorizos según tratamientos.

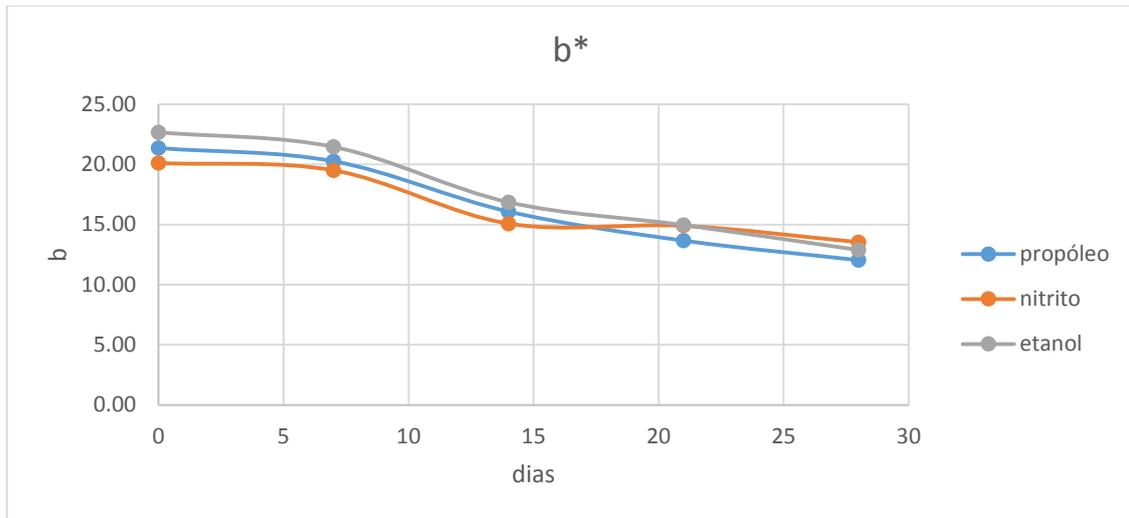


Figura 18: Influencia del tiempo de almacenamiento en el componente b* del color de los chorizos según tratamientos.

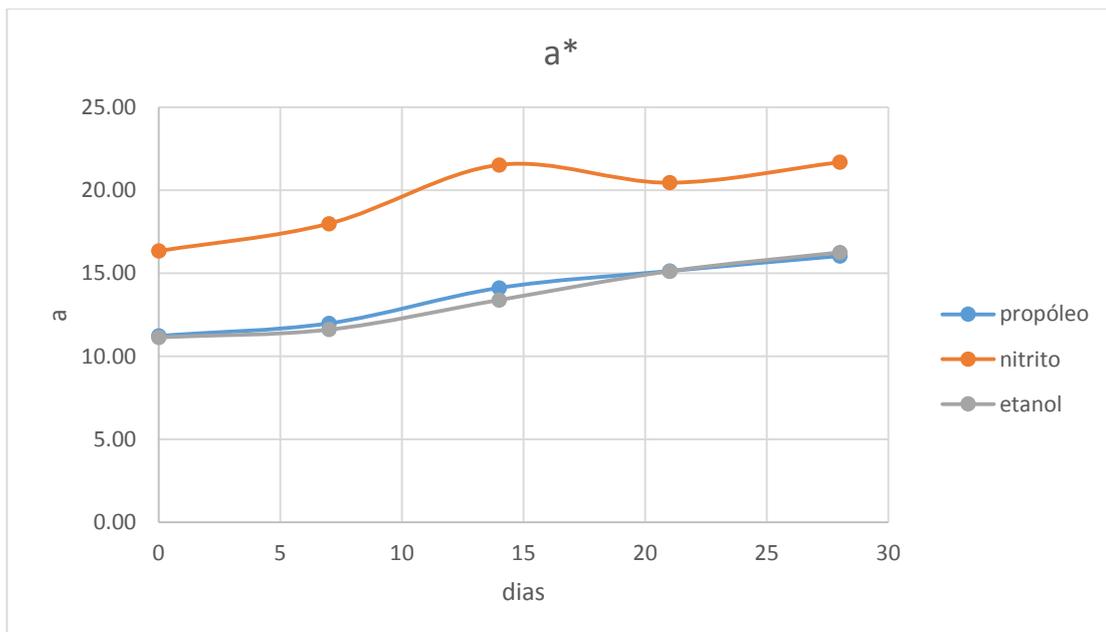


Figura 19: Influencia del tiempo de almacenamiento en el componente a* del color de los chorizos según tratamientos.

4.6.4. BASES NITROGENADAS VOLATILES TOTALES

En el cuadro 35 se muestran los valores de las bases nitrogenadas volátiles totales de los chorizos preparados con extracto etanólico de propóleo, nitritos y alcohol durante un tiempo de almacenamiento de 28 días.

Cuadro 35: Nitrógeno Volátil Total de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento

TRATA- MIENTO	DÍAS				
	0	7	14	21	28
Propóleo	6,530± 0,180 ^a	9,340± 0,230 ^b	15,840 ± 0,130 ^f	20,710 ± 0,270 ^g	26,440 ± 0,210 ^m
Nitritos	7,920 ± 0,210 ^a	9,340 ± 0,330 ^b	16,430 ± 0,280 ^f	21,440 ± 0,270 ^g	25,830 ± 0,230 ^m
Etanol	7,120 ± 0,090 ^a	8,620± 0,140 ^b	15,170 ± 0,140 ^f	20,230 ± 0,170 ^g	25,160 ± 0,050 ^m

*promedio de tres repeticiones ± DS. Los valores medios que presentan letras diferentes muestran diferencias significativas cuando se someten a la prueba de Tukey ($p<0,05$).

Se encontraron diferencias significativas entre los días de almacenamiento, el comportamiento fue ascendente entre los tres tratamientos. Además entre tratamientos se observaron que no hubo diferencias significativas durante los 28 días, tal como se muestra en la figura 20 los valores de TBVN son desde 6,53 mg/100g para el tratamiento con extracto etanólico de propóleo hasta 26,44 mg/100g para el mismo tratamiento, en general se nota un menor valor en el tratamiento con propóleo que con nitritos y alcohol.

Gutiérrez (2012) mencionó que estas bases nitrogenadas son el producto de la descarboxilación de las proteínas por la acción de las enzimas descarboxilasas de los microorganismos. La misma autora en chorizos crudos curados encontró que a los 24 días su valor de TBVN fue de 35 mg/100 g, mientras que el chorizo con propóleo al 0,8 por ciento resultó con 37,8 m/100g y el chorizo con alcohol; 38,8 mg/100g. Estos valores son mayores a los reportados en el cuadro 35. Sin embargo, Ali *et al.* (2010) encontraron después de 21 días de almacenamiento, chorizos con 19,3 mg/100g, lo que es más congruente con los tres tratamientos.

Díaz (1994) indicó que el amoniaco producto de la descomposición bacteriana y enzimática de las proteínas se disipa en medio alcalino, mientras que en medio ácido se retiene, de esta forma se podría explicar por qué fue debido a un pH casi básico en el chorizo que propicio en los primeros días de almacenamiento que se obtuvieran menores cantidades de bases

nitrogenadas volátiles, sin embargo en los posteriores días mientras el pH descendía y los chorizos se volvían más ácidos se reportaron mayores bases nitrogenadas.

En lo que respecta a las bases nitrogenadas volátiles totales como indicador de calidad, Pérez y Ponce (2013) advierten que un producto fresco es considerado cuando presenta un valor menor a 20mg/100g de BNVT y valores superiores son indicativos de alteración e inadecuados para su consumo cuando se alcanzan valores superiores a 35mg N/100g. Según lo inmediato anterior mencionado, para el día 21 los chorizos ya presentaron valores cercanos al límite de frescura, lo cual es crítico para un producto cuya principal característica en el mercado está definida por la frescura con que se encuentra para su consumo.

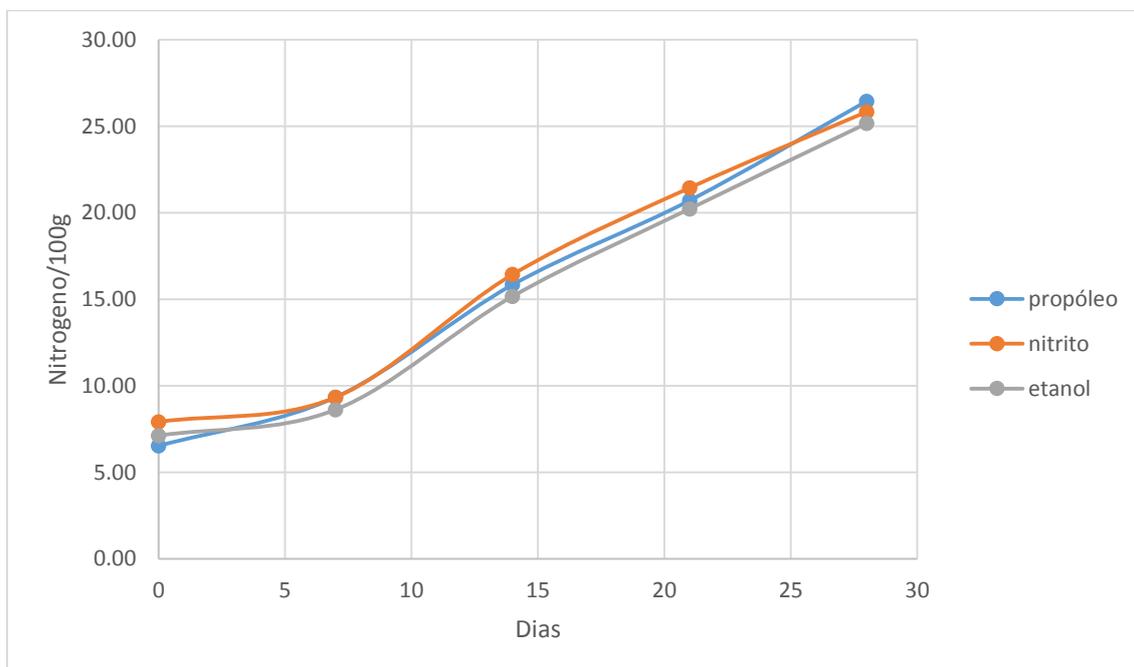


Figura 20: Influencia del tiempo de almacenamiento en el nitrógeno volátil total de los chorizos según tratamientos.

4.6.5. SUSTANCIAS REACTIVAS AL ACIDO TIOBARBITURICO.

En el cuadro 36 se muestran los valores de los mg de MDA por kg de los chorizos preparados con extracto etanólico de propóleo, nitritos y alcohol durante un tiempo de almacenamiento de 28 días.

Cuadro 36: Sustancias Reactivas al Acido Tiobarbitúrico de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento

TRATA MIENTO	DÍAS				
	0	7	14	21	28
Propóleo	0,210±0,020 ^a	0,290±0,030 ^c	0,440±0,030 ^d	0,650±0,060 ^f	0,890±0,020 ⁱ
Nitritos	0,230±0,050 ^a	0,360±0,030 ^b	0,380±0,060 ^b	0,590±0,040 ^g	0,920±0,050 ^j
Etanol	0,240±0,020 ^a	0,350±0,010 ^b	0,480±0,030 ^e	0,580±0,030 ^h	1,160±0,150 ^k

*promedio de tres repeticiones ± DS. Los valores medios que presentan letras diferentes muestran diferencias significativas cuando se someten a la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Con respecto a las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y entre los días de almacenamiento. El comportamiento en general de todos los tratamientos fue el de aumentar conforme al tiempo, quien mostró una mayor tendencia fue el tercer tratamiento que es con alcohol, mientras que los otros dos, Extractos etanólicos de propóleos y nitritos, resultaron ser muy parecidos en su curvas tal y como se explica gráficamente en la figura 21, donde se observa que en todos los tratamientos para el día cero comenzaron con valores entre 0,21 a 0,24 mg MDA/kgcarne, no obstante para el día 21 los valores se acercaron a 0,60 mg MDA/kgcarne lo cual ya significaría una alerta de oxidación al ser muy cercano a 0,70 mgMDA/kgCarne que es tomado como punto referencia para productos en buen estado según Pérez y Ponce (2013).

Por otro lado al comparar los resultados de estos tratamientos con lo obtenido por Gutiérrez (2012), se puede observar diferencias ya que en el día cero para sus tres tratamientos la autora reportó valores entre 0,098 a 0,138, siendo el más bajo correspondiente al que tiene propóleo y el más alto, al que tiene nitritos. Además, para el día 24 señaló sus tratamientos oscilaron entre 0,346 y 0,468. Estas diferencias pudieron deberse a que para este estudio la carne usada fue conservada en congelación dos meses antes de su uso, y por diversos autores como Soyer *et al* (2010), se conoce que la congelación no impide la oxidación de los lípidos de las matrices cárnicas, en donde el mayor incremento se da en los dos primeros meses de almacenamiento de congelación desde 0,3 hasta 0,6 de MDA/kg de carne lo cual es cercano a lo reportado en el cuadro 36.

Ali *et al.* (2010) reportó para salchichas luego de 21 días de almacenamiento 0,89 mg MDA/kg de carne. En consecuencia, fue hasta el día 21 que los chorizos de este estudio

mantuvieron su frescura y calidad aceptable lipídica, se puede observar que el tratamiento con propóleo (T1) permitió menores resultados, en algunos días, de oxidación lipídica medidos como mg MDA/kg de carne, esto pudo deberse a que los propóleos según Kalogeropoulos *et al.* (2009) tienen ácidos fenólicos, antraquinonas y flavonoides que son antioxidantes y le conferirían esa protección a los chorizos contra la oxidación.

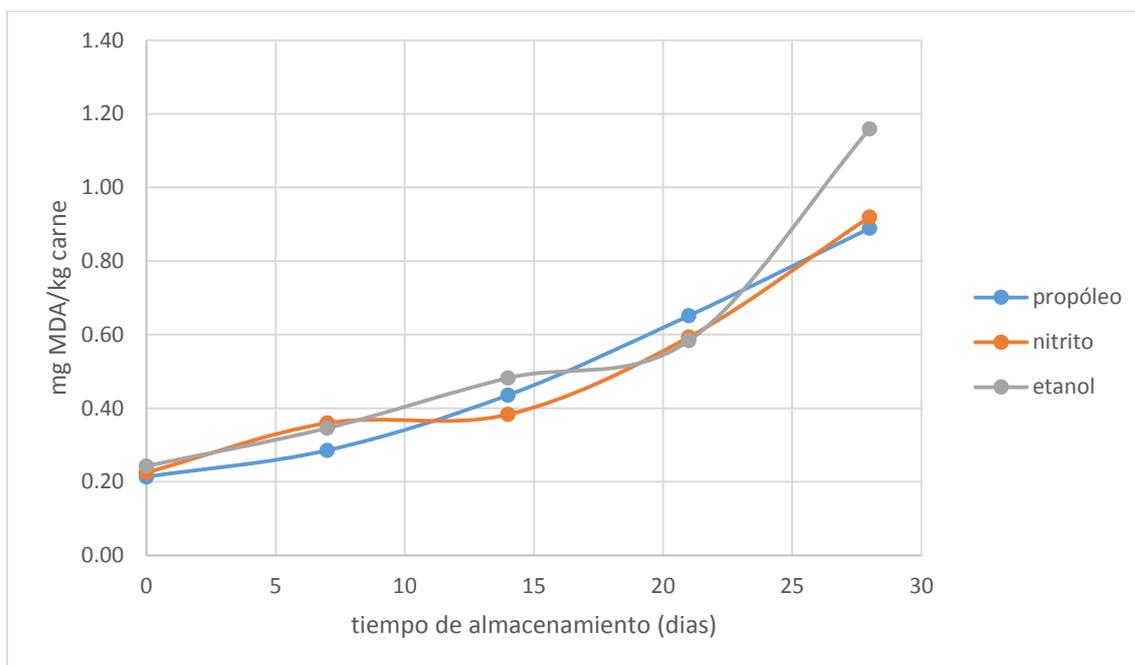


Figura 21: Influencia del tiempo de almacenamiento en las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico de los chorizos según tratamientos.

4.6.6. MICROBIOLOGIA

En el cuadro 37 se muestran los valores de los recuentos y detecciones de los principales microorganismo en los chorizos preparados con extracto etanólico de propóleo, nitritos y alcohol durante un tiempo de almacenamiento de 28 días.

De acuerdo a los análisis de varianza para los aerobios mesófilos, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y entre los días de almacenamiento, sin embargo los tratamientos con propóleo y nitrito mostraron ser similares u homogéneos entre sí, con valores que van para el día cero de $2,40 \times 10^5$ hasta $3,67 \times 10^6$. El tratamiento con alcohol fue el que presentó los mayores recuentos, siendo para el día cero $4,93 \times 10^5$ y para el ultimo día; $6,00 \times 10^6$.

Según Tylkowski (2010), el efecto antimicrobiano de los propóleos se debe en gran medida a su alta composición en flavonoides y compuestos fenólicos. Por esta razón, el tratamiento con extracto de propóleo presentó menores recuentos de aerobios mesófilos.

Gutiérrez (2012) reportó en chorizos con EEP al 0,8 por ciento $1,15 \times 10^5$ UFC/g en el día cero mientras que para el día 24 reportó $4,79 \times 10^3$. Dalmaus y Rivera (2012) encontraron en chorizos crudos curados un recuento de aerobios mesófilos para el día cero de 10^5 UFC/g y $1,5 \times 10^5$ UFC/g en el día 15. Como se observa en la figura 22, la tendencia de los tratamientos es por lo general a reducir los aerobios mesófilos hasta el día 7 y mantenerlo en promedio estable hasta el día 14.

Los tratamientos con propóleos y nitritos (T1 y T2) se mantienen por debajo del límite microbiológico de 10^6 UFC/g, establecido en la NTS N°071 MINSA/DIGESA 2008, hasta el día 21. En contraste, el tratamiento con etanol para el día 14 se encontraba por encima del límite mencionado, cabe mencionar que este tratamiento podría haber resultado menos efectivo por lo mencionado por Sánchez y Sáenz (2005) donde indicaron que la concentración de mayor efectividad en etanol es 70° , lo cual es menor al 76° usado en el tercer tratamiento (T3).

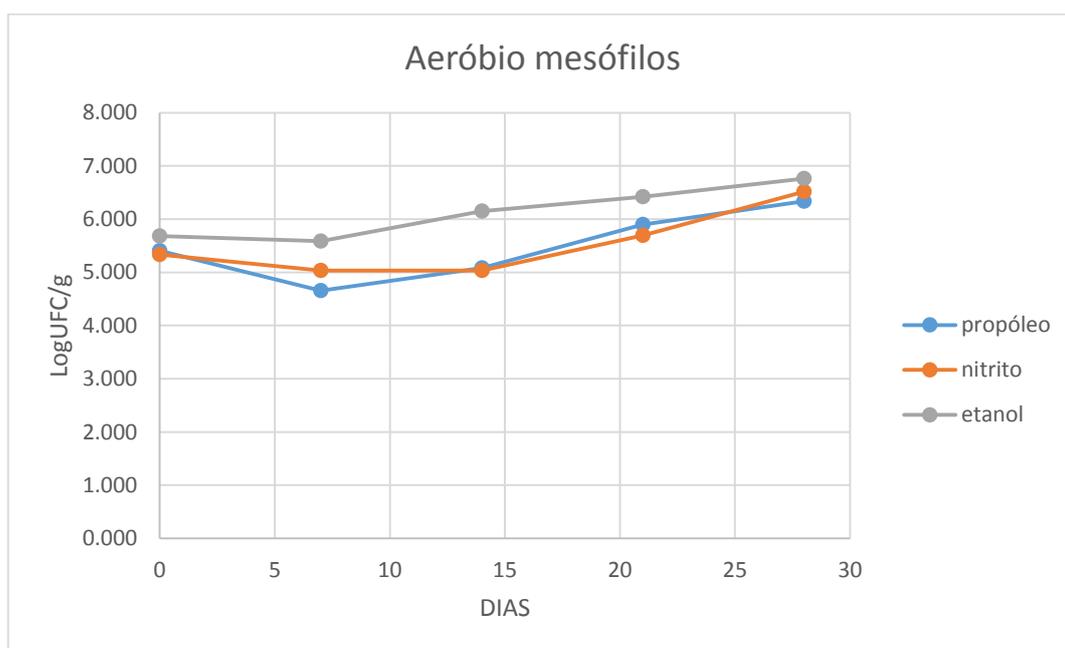


Figura 22: Influencia del tiempo de almacenamiento en el recuento de aerobios mesófilos de los chorizos según tratamientos.

Cuadro 37: Recuento y detección de la microbiota común de los chorizos según tratamientos durante su almacenamiento

MICROORGANISMO (LogUFC/g)	TRATAMIENTOS	0	7	14	21	28
Aerobios mesófilos	Propóleo	5,405 ^a	4,653 ^b	5,081 ^b	5,901 ^d	6,333 ^e
	nitritos	5,336 ^a	5,033 ^b	5,033 ^b	5,693 ^d	6,519 ^e
	etanol	5,681 ^a	5,584 ^c	6,149 ^c	6,420 ^d	6,761 ^e
Coliformes totales	Propóleo	3,199 ^f	3,093 ^h	2,551 ⁱ	2,661 ^j	3,075 ^l
	nitritos	3,671 ^f	3,746 ^g	2,519 ⁱ	2,820 ^j	3,108 ^l
	Etanol	3,353 ^f	3,534 ^h	2,634 ⁱ	2,952 ^j	3,695 ^k
<i>Clostridium perfringens</i>	Propóleo	1,930 ^m	1,916 ⁿ	1,782 ^p	1,806 ^r	1,799 ^u
	Nitritos	2,107 ^m	1,924 ⁿ	1,810 ^p	2,038 ^s	2,083 ^v
	etanol	2,280 ^m	2,239 ^o	2,217 ^q	2,269 ^t	2,260 ^w
<i>S. aureus</i> ***	Propóleo	<3	<3	<3	<3	<3
	nitritos	<3	<3	<3	<3	<3
	etanol	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella</i> **	Propóleo	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	nitritos	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	etanol	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>E. coli</i>	Propóleo	0	0	0	0	0
	Etanol	0	0	0	0	0
	Nitritos	0	0	0	0	0

*promedio de tres repeticiones \pm DS. Los valores medios que presentan letras diferentes muestran diferencias significativas cuando se someten a la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

**Microorganismo reportado como Ausencia o Presencia/25g de muestra..

***Microorganismo reportado como NMP/g.

Con respecto a los coliformes totales, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y entre días de almacenamiento. Los chorizos en los tres tratamientos mostraron tendencia descendiente hasta el día 14, para luego aumentar progresivamente. Los chorizos con propóleo, nitritos y etanol presentaron para el día cero recuentos en coliformes de $1,60 \times 10^3$; $4,77 \times 10^3$ y $2,40 \times 10^3$. Los tratamientos con nitrito y propóleo presentaron mejor carácter conservador de acuerdo a la figura 23.

Los coliformes totales no son los microorganismos de referencia usado para la matriz en mención, en la NTS N°071 MINSA/DIGESA 2008 se presenta a *E. coli* como el microorganismo indicador y debido a que no se detectó durante el almacenamiento de los tratamientos, se analizaron los coliformes Totales. Sin embargo, en algunas investigaciones se analizaron este grupo de bacterias, como es el caso de Dalmaus y Rivera (2012), donde en chorizos de búfalo encontraron 23 NMP/g para el día cero. Frank *et al.* (2008) reportaron en chorizos crudos de llama alrededor de $3,7 \times 10^3$ UFC/g, además los mismos autores mencionaron que el límite permitido es $1,0 \times 10^3$ UFC/g, el cual es un valor menor a lo expuesto en la figura 23, cabe destacar que se trata de chorizos crudos que son expuestos a altas temperaturas para su consumo, en donde la mayor parte de la flora bacteriana quedaría destruida.

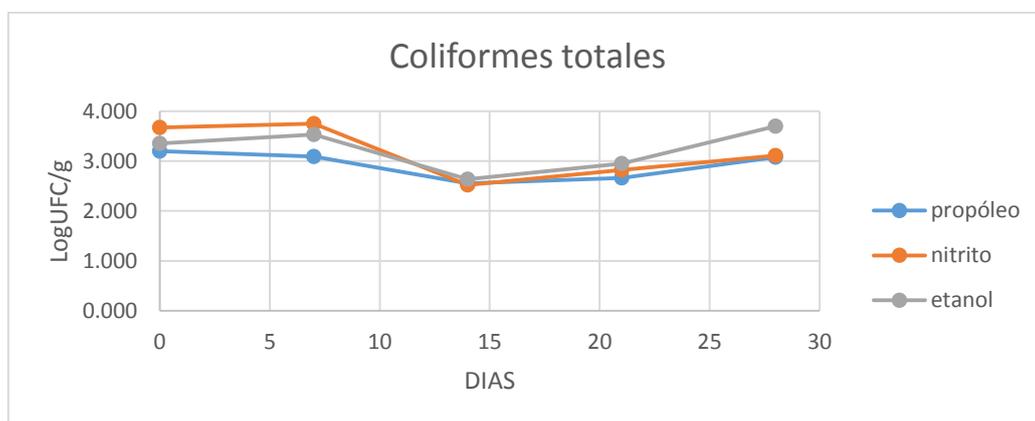


Figura 23: Influencia del tiempo de almacenamiento en el recuento de coliformes totales de los chorizos según tratamientos.

Los recuentos de *Clostridium perfringens* se presentan en el cuadro 37, donde no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ni entre los días de almacenamiento. Se observó también la tendencia a disminuir ligeramente el recuento hasta el día 14 y mantenerlo casi estable. Los recuentos en los chorizos con propóleo, nitritos y etanol fueron 85, 130 y 191 UFC/g para el día cero y en cuanto al día 21 fueron 64, 109 y 186 UFC/g respectivamente. Según la NTS N°071 MINSA/DIGESA 2008, el límite microbiológico es de 100 UFC/g, esto se logró durante las dos primeras semanas y parte de los primeros días de la tercera semana en los tratamientos con nitritos y propóleos, sin embargo, durante todo el almacenamiento, el chorizo con etanol mantuvo recuentos por encima de la especificación de lo demandado por la autoridad sanitaria.

No se reportó la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella sp.* Además *Staphylococcus aureus* tuvo recuentos menores a los del límite de cuantificación el cual es < 3 NMP/g. Lo cual puede deberse a que las buenas prácticas de manufactura para la elaboración de las muestras fueron efectivas, al minimizar la contaminación. Los recuentos elevados de aerobios mesófilos, pudieron deberse a que la carne también en su microbiota endógena integra al grupo de las bacterias ácido lácticas que actúan también en la disminución del pH tal y como lo indicó Gutiérrez (2012).

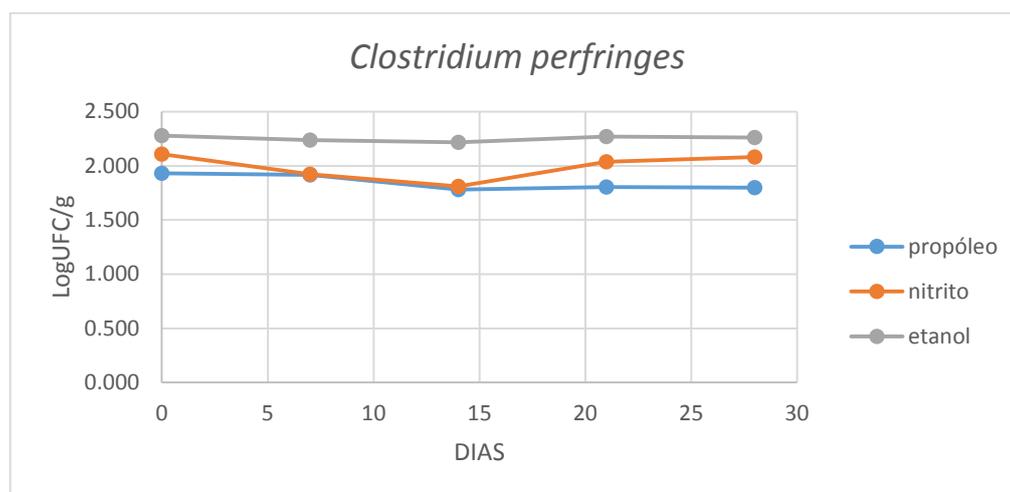


Figura 24: Influencia del tiempo de almacenamiento en el recuento de *Clostridium perfringens* de los chorizos según tratamientos.

4.6.7. ANÁLISIS SENSORIAL

Se evaluaron los tres tratamientos de chorizos mediante una prueba de aceptabilidad por ordenamiento que se presentan en el cuadro 38, donde se le asignó un número aleatorio a cada tratamiento: T1, T2 y T3 son 345, 639 y 106 respectivamente. En el cuadro 39, se aprecian los resultados de los tratamientos analizados según sabor, color, olor y textura mediante la prueba de Friedman.

Cuadro 38: Resultados del test sensorial de aceptación por ordenamiento para chorizos con Nitritos, Extracto etanólico de propóleo y Etanol

Panelista	sabor			color			olor			textura			Panelista	sabor			color			olor			textura		
	106	345	639	106	345	639	106	345	639	106	345	639		106	345	639	106	345	639	106	345	639	106	345	639
1	3	1	2	1	3	2	3	2	1	3	2	1	39	2	3	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1
2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	40	3	2	1	2	3	1	3	1	2	3	2	1
3	3	2	1	1	2	3	2	3	1	1	3	2	41	2	1	3	2	3	1	1	2	3	3	2	1
4	3	2	1	3	2	1	1	3	2	3	1	2	42	3	2	1	3	1	2	3	2	1	3	2	1
5	3	2	1	3	2	1	2	3	1	2	3	1	43	3	2	1	3	1	2	3	1	2	2	3	1
6	3	1	2	3	1	2	3	2	1	3	1	2	44	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
7	3	2	1	2	3	1	2	3	1	3	2	1	45	3	1	2	2	3	1	3	1	2	1	3	2
8	3	2	1	2	1	3	3	2	1	3	2	1	46	3	2	1	3	1	2	2	3	1	1	3	2
9	3	1	2	2	1	3	3	2	1	2	3	1	47	3	2	1	2	2	1	1	3	2	3	2	1
10	2	3	1	2	3	1	3	2	1	3	1	2	48	3	1	2	3	2	1	2	3	1	3	2	1
11	3	2	1	2	3	1	2	1	3	3	2	1	49	3	2	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1
12	2	3	1	3	2	1	2	1	3	2	3	1	50	2	1	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1
13	3	1	2	1	3	2	3	2	1	3	2	1	51	3	1	2	2	3	1	3	2	1	3	1	2
14	3	1	2	1	3	2	2	3	1	3	1	2	52	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	2	1
15	1	3	2	3	1	2	1	2	3	3	2	1	53	3	2	1	2	3	1	3	1	2	3	2	1
16	2	3	1	2	3	1	3	1	2	3	2	1	54	3	2	1	2	1	3	3	2	1	3	1	2
17	3	2	1	3	2	1	2	3	1	3	2	1	55	3	2	1	2	3	1	2	1	3	3	2	1
18	3	1	2	2	3	1	3	2	1	3	2	1	56	3	1	2	2	3	1	2	3	1	3	2	1
19	2	3	1	2	3	1	3	2	1	3	2	1	57	3	2	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1
20	3	1	2	2	3	1	2	3	1	2	3	1	58	2	3	1	1	3	2	3	1	2	2	3	1
21	1	3	2	3	1	2	2	3	1	3	2	1	59	2	3	1	2	3	1	2	3	1	1	3	2
22	2	3	1	2	3	1	3	2	1	2	3	1	60	3	2	1	3	1	2	1	3	2	3	2	1
23	3	2	1	3	2	1	3	1	2	2	1	3	61	3	2	1	3	1	2	2	3	1	2	3	1
24	3	1	2	3	2	1	2	3	1	2	1	3	62	3	2	1	2	1	3	3	2	1	3	2	1
25	2	3	1	3	2	1	1	3	2	3	2	1	63	1	3	2	3	2	1	2	3	1	2	3	1
26	3	2	1	2	3	1	2	3	1	3	2	1	64	3	2	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1
27	2	1	3	2	3	1	3	2	1	3	2	1	65	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	3	2
28	3	2	1	2	3	1	2	3	1	3	2	1	66	2	3	1	2	1	3	2	3	1	3	2	1
29	2	3	1	2	3	1	3	2	1	2	3	1	67	3	1	2	2	3	1	3	1	2	2	1	3
30	3	1	2	2	3	1	3	2	1	2	3	1	68	3	2	1	2	3	1	3	1	2	2	3	1
31	1	2	3	3	2	1	2	3	1	2	3	1	69	3	1	2	3	2	1	2	1	3	2	3	1
32	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	1	2	70	3	2	1	2	3	1	3	2	1	3	2	1
33	3	2	1	1	2	3	3	1	2	2	3	1	71	2	3	1	2	3	1	3	2	1	3	2	1
34	3	2	1	1	3	2	2	3	1	3	2	1	72	1	2	3	2	3	1	3	1	2	1	3	2
35	2	1	3	1	3	2	1	3	2	2	3	1	73	3	1	2	2	3	1	2	1	3	3	2	1
36	3	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	74	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1
37	2	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	75	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
38	3	2	1	2	2	3	2	3	1	2	3	1	76	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1

Cuadro 39: Prueba de Friedman para los tratamientos respecto al sabor, color, olor y textura luego de una semana de almacenamiento

ATRIBUTO	TRATAMIENTO	TAMAÑO DE MUESTRA	RANGO PROMEDIO	
Sabor	Propóleo	76	1,961	Estadístico = 52,289 Valor-P = 4,421E-12
	Nitritos	76	1,434	
	Etanol	76	2,605	
Color	Propóleo	76	2,303	Estadístico = 38,490 Valor-P = 4,385E-9
	Nitrito	76	1,421	
	Etanol	76	2,276	
Olor	Propóleo	76	2,132	Estadístico = 39,973 Valor-P = 2,088E-9
	Nitrito	76	1,434	
	Etanol	76	2,434	
Textura	Propóleo	76	2,289	Estadístico = 65,237 Valor-P = 0,0
	Nitritos	76	1,250	
	Etanol	76	2,461	

Respecto a los cuatro atributos analizados, todos los tratamientos mostraron diferencias significativas una de otros por lo menos en uno. Según las valoraciones de orden, respecto al sabor, los jueces indicaron su preferencia por el tratamiento con nitrito, seguidamente el de propóleo y por último el tratamiento con alcohol. El color del chorizo con nitrito fue el más apreciado mientras que los tratamientos con propóleo y alcohol mostraron una similar preferencia, prefiriéndose este último. El olor preferido fue el producido por el chorizo con nitritos, seguidamente por el que tenía propóleo y por último chorizo con alcohol. Esto también se repite con la textura, donde el tratamiento más apreciado fue el de que tenía nitrito y menos apreciado fue el chorizo con alcohol. En resumen sensorialmente los jueces mostraron más aceptación por un chorizo con nitritos que podría explicarse debido a que los colores desarrollados en los embutidos por los nitritos como lo explica Prieto y Carballo (1997), son más reconocidos por los consumidores habituales, de este modo al evaluar chorizos sin nitritos no percibieron color típico de embutidos. Con respecto a la textura, es bien sabido que las grasas se solubilizan en alcohol, por este motivo podría ser que en los chorizos con Extracto etanólico de propóleo y Etanol, las grasas se hayan solubilizado, dándole consistencia más blanda a la masa del

embutido, lo que podría haber conllevado la percepción menos agradable por los jueces. Adicionalmente, se prefirió en cuanto a sabor y aroma a los chorizos con nitritos, sin embargo en el estudio de Lores *et al.* (2012), donde comparaban el efecto de los nitritos en jamones y no encontraron diferencias significativas en cuanto al sabor y aroma para jamones curados y no curados.

4.6.8. ANALISIS PROXIMAL DEL CHORIZO CON EXTRACTO ETANOLICO DE PROPOLEO

En el cuadro 40, se muestran los resultados del análisis proximal en chorizos, donde la humedad, grasa, proteína, carbohidratos, cenizas fueron 57,61; 14,10; 14,33; 11,42 y 2,62 por ciento. En comparación con la composición habitual de chorizos que publicó Bejarano *et al.* (2002), donde la humedad fue de 41,9 hasta 52,5 por ciento que es un poco menos a lo reportado en el cuadro 40. Sin embargo, para grasa se presentaron contenidos muy por encima a este estudio, con valores oscilantes entre 27,2 hasta 34,5 por ciento. La cantidad de proteína estimada por el mismo autor se reportó entre 14,8 y 16,1 por ciento, lo cual es muy cercano a lo proteína de los chorizos con Extracto Etanólico de Propóleo. No obstante, la cantidad de carbohidratos en chorizos no es reportada por Bejarano *et al.* (2002).

Cuadro 40: Análisis proximal del chorizo con Extracto Etanólico de Propóleo

CARACTERÍSTICA	CONTENIDO*
Grasa cruda (g/100g de muestra)	14,100 ±0,100
Humedad (g/100 g de muestra)	57,610 ±0,210
Proteína cruda (g/100 g de muestra)	14,330 ±0,110
Cenizas (g/100 g de muestra)	2,620 ±0,300
Carbohidratos (g/100 g de muestra)	11,420 ±0,230
Colesterol (mg/100g)	32,710 ±0,320

*promedio de tres repeticiones ± DS.

Otros autores como Gonzales *et al.* (2013), que investigaron las características fisicoquímicas en chorizos de distintas procedencias como carnicerías, mercado rural, supermercados, mostraron que la grasa constituye el 30 por ciento de la composición de estos productos, mientras que las proteínas son el 15 por ciento en promedio, los carbohidratos no son reportados por este autor. Se podría mencionar que se mejoró la

formulación del chorizo, dándole un mejor perfil fisicoquímico con mejor distribución de la grasa, proteína y un aporte considerable de carbohidratos, haciéndolo un producto más completo en macronutrientes.

En lo que respecta a contenido de colesterol en el chorizo con extracto etanólico de propóleo fue de 32,71 mg/100g de muestra y al compararlo con la carne de alpaca, cuyo contenido de colesterol de 36,72 mg/100g de muestra, se evidencia una ligera disminución entre la materia prima y el producto terminado. Además es un producto bajo en colesterol, puesto que por lo normal tal como lo explicó Vásquez et al. (2005) los chorizos en promedio tienen 100 mg de colesterol /100 g de muestra, lo que los hacen productos altos en colesterol.

V. CONCLUSIONES

- El extracto etanólico de propóleo presentó actividad antimicrobiana en *E. coli* y *S.aureus* al ser sometidos a un antibiograma. Además, el extracto presentó nivel de Polifenoles totales de 1,213 mgEAG/ml.
- La formulación óptima del chorizo de alpaca fue de 23,71 por ciento de grasa dorsal de cerdo; 5,67 por ciento de papa y 0,62 por ciento de harina de kiwicha, donde las variables respuestas costo (S/.), rendimiento de cocción (%) y dureza (gf) se ajustaron a los modelos lineal ($R^2=0,9999$), cúbico especial ($R^2=0,9197$) y cúbico ($R^2=0,9462$). La actividad de agua no se ajustó a ningún modelo estadístico.
- El extracto etanólico de propóleo demostró tener efecto similar que los nitritos durante el almacenamiento de los chorizos de formulación óptima al evaluar el pH, actividad de agua, sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico, bases nitrogenadas. EL efecto antimicrobiano del extracto etanólico de propóleo y nitritos en chorizos de formulación optima en coliformes totales, aerobios mesófilos, *S. aureus*, *C. perfringes* y *Salmonella* no mostraron diferencias significativas. Así también, los chorizos de formulación óptima con nitritos demostraron ser más aceptables que los chorizos con Extracto etanólico de propóleo respecto al color, sabor, olor y textura.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar la concentración mínima inhibitoria en extractos etanólicos de propóleos para una medida más exacta de efectos antimicrobianos.
- Realizar análisis de capacidad antioxidante y flavonoides totales en los extractos etanólicos de propóleos.
- Evaluar otras concentraciones de propóleos para obtener extractos con mayor actividad antioxidante y antimicrobiana.
- Usar un chorizo comercial como patrón para buscar la optimización en el diseño de mezcla.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrolalibertad. 2017. Precio mayorista de papa variedad y calidad (en línea). Lima, Perú. Consultado 04 mar 2017. Disponible en <http://www.agrolalibertad.gob.pe/?q=node/149>.

Akwetey, W; Ellis, W; Oduro, L. 2012. Using whole Cowpea Flour (WCPF) in Frankfurter-Type Sausages. *Journal Of Animal Production Advances* 2(10):450-455.

Ali, FH; Kassem GM; Atta-Alla, OA. 2010. Propolis as a natural decontaminant and antioxidant in fresh oriental sausage. *Veterinaria Italiana* 46(2):167-172.

Alves, EM; Guzmán, D; Figueroa, J; Tello J; Oliveira, D. 2011. Caracterización antimicrobiana y fisicoquímica de propóleos de *Apis mellifera* L. (hymenoptera: apidae) de la región andina colombiana. *Acta Biológica Colombiana* 16(1):175-183.

AMSA (American Meat Science Association). 2012. Meat Color Measurement Guidelines. American Meat Science Association (En línea). United States of America. Consultado 05 dic 2016. Disponible en http://www.meatscience.org/uploadedFiles/Publications_Resources/AMSA%20Meat%20Color%20Guidelines%20Second%20Edition.pdf.

AOAC. 2007. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18 ed. 2005. Current Through Revision 2. Editors Horwitz, W; Latimer Junior, G, W. Gaithersburg, Maryland. United States of America.

Ayala, G. 2004. Aportes de los cultivos andinos a la nutrición humana (en línea). Perú, Centro Internacional de la Papa. Consultado 03 mar. 2017. Disponible en

http://cipotato.org/wpcontent/uploads/2014/09/07_Aporte_cultivos_andinos_nutric_human.pdf.

- Austria, V. 2007. Tipificación de Chorizos Producidos en la Región Huasteca del Estado de Hidalgo. Tesis lic. Tulancingo de Bravo, Hidalgo, España. Instituto de Ciencias Agropecuarias. 87 p.
- Bejarano, E; Bravo, M; Huaman, M; Huapaya, C; Roca, A; Rojas, E. 2002. Tabla de composición de alimentos industrializados. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima, Perú. INS MINSA. 56 p.
- Bourne, M. 2002. Food Texture and Viscosity. Concept and Measurement. A volume in Food Science and Technology, New York, Academic Press. 416 p.
- Cáceres, E.; García, M; Toro, J; Selgas, M. 2004. The effect of fructooligosacharides on the sensory characteristics of cooked of cooked sausages. *Meat Science* 68:87-96.
- Candogan, K; Kolsarici, N. 2003. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Meat Science* 64(2):199-206.
- Celdrán, A. 2007. Caracterización de los Compuestos Aromáticos en embutidos crudos curados y estudio de los factores que afectan a su generación. Tesis PhD. Valencia, España, Universitat de Valencia. 207 p.
- Chaillou, L; Herrera, H; Maidana, J. 2004. Estudio del propóleos de Santiago del Estero, Argentina. *Food Science and Technology* 24(1):11-15.
- Chambilla, P. 2017. Efecto de la osmodeshidratación como pre-tratamiento en el proceso de fritado de papa (*Solanum tuberosum L.*) Variedad canchán. Tesis Ing. Puno, Perú, UNAP. 91 p.

- Chen, L; Romanee, S; Zhang, F; Sureerat, D; Ratna T; Siriwat, W. 2009. Advances in propolis research and propolis industry in China. The Journal of the Royal Institute of Thailand 1:136–151.
- Cristofanelli, S; Antonini, A; Torres, D; Polidori, P; Renieri, C. 2004. Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). Meat Science 66(3):589-593.
- CODIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. 2008. Resolución Conjunta 94/2008 y 357/2008 Modificación. Bs. As., 5/5/2008 VISTO el Expediente N° 1-2002-7014-96-3 del ex Ministerio de Salud y Acción Social. Secretaría de Políticas, Regulación e Institutos y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Resolución Conjunta 94/2008 y 357/2008 Modificación. Bs. As., 5/5/2008 VISTO el Expediente N° 1-2002-7014-96-3 del ex Ministerio de Salud y Acción Social. Consultado 3 mar 2017. Disponible en <https://www.ecolex.org/details/legislation/resolucion-conjunta-no-942008-y-3572008-modificacion-del-codigo-alimentario-argentino-lex-faoc079196/>.
- Contreras, E; Jaimez, J; Porras, G; Juárez, L; Añorve, J; Villanueva, S. 2010. Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de harinas para preparar atole de amaranto. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 60(2):184-191.
- Cornell, J. 2002. Experiments with Mixtures: Designs Models and the Analysis of Mixture Data. 3 ed. New York, United States of America. John Willey & Sons, Inc. 649 p.
- Dalmaus, M; Rivera, D. 2012. Elaboración de un embutido crudo fermentado tipo chorizo a base de carne de búfalo con adición de cultivos *starters*. Tesis Ing. Cartagena, Colombia, Universidad de Cartagena. 85 p.
- Diaz, O. 1994. Efecto de la adición de proteasas en el proceso madurativo de los embutidos crudos curados. Tesis PhD. Madrid, España, Universidad Complutense de Madrid. 280 p.

- Domínguez, J. 2006. Optimización simultanea para la mejora continua y reducción de costos en procesos. *Ingeniería y Ciencias* 2(4):145-162.
- Eguizabal, M. 2007. Actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de propóleo peruano sobre *Streptococcus mutans* y *Lactobacillus casei*. *Odontología. Sanmarquina* 10(2):18-20.
- Espinoza, J; García, T; Acosta, M. 2006. Evaluación de los factores que inciden en el comportamiento reológico de una suspensión de esmalte para baldosas. *Revista Ingeniería UC* 13(1):26-35.
- Farré, R; Frasquet, I.; Sánchez, A. 2004. El propolis y la salud. *Ars Pharm* 45:23-43.
- Fernández, E; Fernández, M; Pérez, I; Morón, Y; García, V; Perdomo, I; Pérez, N. 2008. Diseños de experimentos en tecnología y control de los medicamentos. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* 39(2):28-40.
- Frank, E. Antonini, M. Toro, O. 2008. South american camelids research. Volumen 2. Wageningen, The Netherlands, Wageningen Academic Publishers. 400 p.
- Galarza, L. 2013. Determinación del poder antibiótico in vitro del extracto etanólico de propóleo sobre *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* presentes en metritis puerperal bovina. Tesis Mg Sc. Cuenca, Ecuador, Universidad de Cuenca. 101 p.
- García, E; Totosaus, A. 2008. Low-fat sodium-reduced sausages: Effects of the interaction between locust bean gum, potato starch and k-carrageenan by a mixture design approach. *Meat Science* 78(4):406-413.
- Glorio, P. 2010. Técnicas modernas de investigación en ciencia de alimentos: aplicaciones de biología molecular y uso de lector de micropozos. Lima, Perú, UNALM. 254 p.

- Gonzalez, R; Caro, I; Soto, S; Rodríguez, B; Mateo, J. 2012. Características Microbiológicas de Cuatro Tipos de chorizos comercializados en el estado de Hidalgo, México. *Nacameh* 6(2):25-32.
- Gonzales, R; Totosaus, A; Caro, I, Mateo, J. 2013. Caracterización de propiedades Químicas y Físicoquímicas de Chorizos Comercializados en la Zona Centro de México. *Información Tecnológica* 42(2):3-14.
- Guerrero, I; Arteaga, M. 1990. *Tecnología de Carnes: Elaboración y preservación de productos cárnicos*. México D.F, Trillas. 94 p.
- Gutiérrez, H; De la Vara, R. 2008. *Análisis y diseño de experimentos*. 2 ed. México D.F, México, McGraw-Hill/Interamericana Editores. 564 p.
- Gutiérrez, C. 2012. Evaluación del efecto de propóleos como biopreservante en chorizos. Tesis Mg Sc. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 134 p.
- Gutiérrez, C; Suárez, H. 2014. Antimicrobial activity of propolis and its effect on the physicochemical and sensory characteristics in sausages. *Vitae* 21(2):90–96
- Guzmán, L; Acevedo, D; Granados, C. 2012. Efecto del escaldado, deshidratación osmótica y recubrimiento en la pérdida de humedad y ganancia de aceite en trozos de papa criolla fritas. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 10(2):170–176.
- Honikel, K. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 49(4):447–457.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 2000. Su significado y métodos de enumeración. Vol. 1 Parte 2. Zaragoza, España, Acribia. 454 p.
- INDECOPI (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual). 2005. *Carne y productos cárnicos. Definiciones*,

requisitos y clasificación de las carcasas y carne de alpacas y llamas. Norma Técnica Peruana, NTP 201.043:2005. Lima, Perú. 13 p.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú). 2014. Compendio estadístico Perú 2014 (En línea). Lima, Perú. Consultado 4 feb 2016. Disponible en

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1173/cap12/cap12.pdf

INIA. 2012. Papa INIA 303- Canchan. Centro internacional de la papa (en línea). Lima, Perú. Consultado 14 abr 2017. Disponible en

[http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS_PDF_2012/02%20PAPA%20INIA%20303%20-%20CANCHAN%20\(REEDIC\).pdf](http://www.inia.gob.pe/images/ProductosServicios/publicacion/Tripticos/TRIPTICOS_PDF_2012/02%20PAPA%20INIA%20303%20-%20CANCHAN%20(REEDIC).pdf).

Oh, IS; Oh, DH; Cho, YS; Kang, KS; Shon, MY; Seo, KI. 2002. Effects of ethanol extract of propolis (EEP) on the storage of sausage. Korean journal of Food Industry and Nutrition 7(2):35–39.

Kalogeropoulos, N; Konteles, SJ; Troullidou, E; Mourtzinou, I; Karathanos, VT. 2009. Chemical composition, antioxidant activity and antimicrobial properties of propolis extracts from Greece and Cyprus. Food Chemistry 116(2):452-461.

Kumar, N; Mueen-Ahmad, KK; Dang, R; Husain, A. 2008. Antioxidant and antimicrobial activity of propolis from Tamil Nadu zone. Journal of Medicinal Plants Research 2(12):361–364.

Lacalle, A. 2008. Propóleo, el “antibiótico” natural de la colmena. Evaluación del protocolo de extracción y de la calidad de los propóleos producidos en la CAPV. Sustrai 85:56–61.

Lawlor, J; Sheeny, P; Kerry, J; Buckey, D; Morrissey, P. 2000. Measuring oxidative stability of beef muscles obtained from animals supplemented with vitamin E

- using conventional and derivative spectrophotometry. *Journal of Food Science* 65(6):1138-1141.
- Lorés, A; Pérez, T; Roncalés, P. 2012. Desarrollo del color y el flavor en jamones curados con y sin nitrificantes. Implicaciones en la seguridad alimentaria. *Eurocarne* 206:44–49.
- Mateo, J; Salvá, B; Ramos, D; Caro, I; Prieto, B; González, A. 2010. Características de la carne de alpaca y procesamiento de charqui en los departamentos de Puno y Cusco (Perú). 1 ed. Lima, Perú. 64 p.
- Mateo, J; Salvá, B; Ramos, D; Arenas, R; Caro, I; Díez, A; Castro, A; Fernández, D; Moreno, C; Romero, M; Encina, C. 2011. Manual de elaboración de diversos productos cárnicos de alpaca apropiados para la zona andina (Perú). 1 ed. Lima, Perú. 47 p.
- Mayta, F; Sacsquispe, S. 2010. Evaluación in vitro del efecto antibacteriano del extracto etanólico de propóleo de Oxapampa - Perú sobre cultivos de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) y *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923). *Revista Estomatol Herediana* 20(1):19-24.
- Da Silva, JFM; De Souza, MC; Ramalho, S; De Andrade, MR; Nova, F. 2006. Correlation analysis between phenolic levels of Brazilian propolis extracts and their antimicrobial and antioxidant activities. *Food Chemistry* 99(3):431–435.
- Minitab user's guide 2. 2000 Inc. Consultado el 04 de marzo de 2017. Disponible en https://shamsulsarip.files.wordpress.com/2015/07/minitab_book.pdf.
- Nagai, T; Inoue, R; Inoue, H; Suzuki, N. 2003. Preparation and antioxidant properties of water extract of propolis. *Food Chemistry* 80(1):29–33.
- Nam, K; Ahn, D. 2003. Use of antioxidants to reduce lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiated pork homogenates and patties. *Meat Science* 63(1):1–8.

- Neely, K; Taylor, C; Prosser, O; Hamlyn, P. 2001. Assessment of cooked alpaca and llama meats from the statistical analysis of data collected using an "electronic nose". *Meat Science* 58(1):53-58.
- NIST (National Institute of Standards and Technology)/SEMATECH (Semiconductor Manufacturing Technology). 2012. e-Handbook of Statistical Methods (en línea). Estados Unidos. Consultado 10 dic. 2016. Disponible en <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>.
- NTS (Norma Técnica de Salud). 2018. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. N° 071-MINSA/DIGESA V. 01. Lima, Perú. 27 oct.
- INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). 2015. Productos de apicultura. Propóleos. Requisitos. NTE INEN 2794-2015. Quito, Ecuador.
- Núñez de Villavicencio, M. 2002. Optimización de múltiples respuestas por el método de la función de conveniencia para un diseño de mezclas. *Revista Investigación Operacional* 23(1):83-89.
- Nychas, GJ; Skandamis, PN; Tassou, CC; Koutsoumanis, KP. 2008. Meat spoilage during distribution. *Meat Science* 78(1):77-89.
- Obregon, A; Repo, R. 2013. Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*Solanum SPP.*). *Ciencia e Investigación* 16(1):38-40.
- Ortega, D; Bustamante-Rua, M; Gutiérrez-Rôa, D; Correa, A. 2015. Mixture experiments in industrial formulations. *DYNA* 82(189):149-156.
- Pacheco, W; Restrepo, D; Sepúlveda, J. 2011. Revisión: Uso de Ingredientes no Cárnicos como Reemplazantes de Grasa en Derivados Cárnicos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 64(2):6257-6264.

- Papotti, G; Bertelli, D; Bortolotti, L; Plessi, M. 2012. Chemical and functional characterization of Italian propolis obtained by different harvesting methods. *Journal Agriculture Food and Chemistry* 60(11):2852–2862.
- Pascual, G; Zapata, J. 2010. Sustitución parcial de harina de trigo *Triticum aestivum L.* por harina de kiwicha *Amaranthus caudatus L.*, usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. *Revista de la Sociedad Química del Perú* 76(4):377-388.
- Pérez, J; Sayas, M; Fernández, J; Aranda, V. 1999. Physicochemical characteristics of Spanish-type dry cured sausage. *Food Research International* 32(9): 599-607.
- Perez, ML; Ponce, E. 2013. Manual de prácticas de laboratorio tecnología de carnes. México DC, México, Universidad Autónoma Metropolitana.
- Prieto, B; Carballo, J. 1997. El control analítico de la calidad en los productos cárnicos crudos-curados. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 1(5):112-120.
- Quilca, N. 2007. Caracterización físicas morfológica, organoléptica, química y funcional de papas nativas para orientar sus usos futuros. Tesis Ing. Quito, Ecuador, Escuela Politécnica Nacional. 154 p.
- Quispe, E. 2011. Adaptaciones hematológicas de los camélidos sudamericanos que viven en zonas de elevadas altitudes. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias* 5(1):1-26
- Quispe, E; Rodríguez, T; Iñiguez L; Mueller, J. 2009, Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Information* 45:1-14.
- Rebatta, M. 2014. Revalorización de la carne de ovino adulto mediante la elaboración de un cabanossi con inclusión de quinua y máchica. Tesis Med Vet. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 107 p.

- Repo, R; Encina, C. 2008. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Revista de la Sociedad Química del Perú 74(2):85-99.
- Restrepo, A; Montoya, C. 2010. Implementación y diseño de procedimientos para determinación de vida útil de quesos frescos, chorizos frescos y aguas en bolsa. Tesis Lic. Pereira, Colombia, Universidad Tecnológica de Pereira. 83 p.
- Rogers, R. 2001. Meat science and applications. New York, Uunited state of America. Rogers and O. Young eds. 710 p.
- Saavedra, S. 2013. Utilización de quinua o papa con carne de alpaca (*Vicugna pacos*) en la elaboración de cabanossi sin adición de grasa. Tesis ing. Lima, Perú. UNALM.
- Salvá, B; Mateo, J. y Ramos, D. 2014. Productos cárnicos saludables de carne de alpaca. Lima, Perú. Revista Industria Alimentaria.7 p.
- Salvá, B; Zumalacárregui, J; Figueira, A; Osorio, M; Mateo, J. 2009. Nutrient composition and technological quality of meat from alpacas reared in Peru. Meat Science 82(4):450-455.
- Sanchez L; Saenz E. 2005. Antisépticos y desinfectantes. Dermatología Peruana 15(2):82-103.
- Sheng, ZL, Li, JC, Li, YB. 2012. Optimization of ultrasonic – assisted extraction of phillyrin from Forsythia suspense using response surface methodology. Journal of Medicinal Plants Research 6(9):1633-1644.
- Soyer, A; Ozalp, B; Dalmis, U; Bilgin, V. 2010. Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. Food Chemistry 120(4):1025-1030.

- Stepanovic, S; Antic, N; Dakic, I; Svabic-Vlahovic, M. 2003. In vitro antimicrobial activity of propolis and synergism between propolis and antimicrobial drugs. *Microbiological Research* 158(4):353-357.
- Talero, C; Hernández, D; Figueroa, J. 2012. Calidad microbiológica de propóleo crudo y sólidos solubles de extractos de propóleos de *Apis mellifera* en Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* 59(2):109-118.
- Trincherro, J; Monti, M; Ceroli, P. 2007. Características sensoriales de papas fritas en bastones. *Revista Latinoamericana de la Papa* 14(1):33-40.
- Tylkowski, B; Trusheva, B; Bankova, V; Giamberini, M; Peev, G; Nikolova, A. 2010. Extraction of biologically active compounds from propolis and concentration of extract by nanofiltration. *Journal of Membrane Science* 348 (1):124–130.
- Ugarte, E. 2006. Deshidratación osmótica de papa (*solanum tuberosum L.*) variedad Chaska con soluciones de cloruro de sodio, glucosa y maltodextrina. Tesis Ing. Puno, Perú. UNAP. 105 p.
- Vasquez, C; De Cos Blanco, I; Nomdedeu, C. 2005. Alimentación y nutrición: manual teórico-práctico. Madrid, España, Díaz de Santo. 488 p.
- Vacafelices SAC. Harina orgánica de kiwicha. Consultado 12 mar 2017. Disponible en <https://www.vacafelices.com/harinas/harina-rganica-de-kiwicha-200g>
- Vidal, J. 1997. Tecnología de los embutidos curados. *Ciencia Tecnología de Alimentos* 1(5):129-133.
- Villanueva, O; Amao, I. 2007. Purificación de una proteína de 35 kDa rica en lisina, de la fracción albúmina de *Amaranthus caudatus* (kiwicha). *Anales de la Facultad de Medicina de La Universidad Nacional Mayor de San Marcos* 68(4):344-350.

- Viloria, J; Gil, H; Durango, D; García, C. 2012. Caracterización fisicoquímica del propóleo de la región del bajo cauca antioqueño (Antioquia, Colombia). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 10(1):77–86.
- Wang CL; Zhang YJ; Zheng, YX, Xiao, ZH 2004. Study on extracting technology of propolis and its anti-oxidant activity. *Food Science* 25(5):94–98.
- Watts, B; Ylimaki, G; Jeffery, L; Elias, L. 1992. *Basic Methods for Food Evaluation*. Ottawa, Canada, International Development Research Centre. 160 p.
- Wood, J; Richardson, R; Nute, G; Fisher, A; Campo, M; Asapidou, E; Shear, P; Enser, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a Review. *Meat Science* 66(1):21-32.
- Yang, H; Dong, Y; Du, H; Shi, H; Peng, Y; Li, X. 2011. Antioxidant compounds from propolis collected in Anhui, China. *Molecules* 16(4):3444–3455.
- Yang, HS; Choi, SG; Jeon, JT; Park, GB; Joo, ST. 2007. Textural and sensory properties of low fat pork sausages with added hydrated oatmeal and tofu as texture-modifying agents. *Meats Science* 75(2):283-289.
- Yoo, SS; Kook, SH; Park, SY; Shim, JH; Chin, KB. 2007. Physicochemical characteristics, textural properties and volatile compounds in comminuted sausages as affected by various fat levels and fat replacers. *International Journal of Food Science and Technology* 42(9):1114–1122.
- Zorogastúa, J. 2004. Aplicación del diseño de mezclas en la elaboración de chorizo ahumado utilizando carne de alpaca y carne de cordero. Tesis Ing. Lima, Perú, UNALM. 127 p.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: DETERMINACIÓN DE LOS POLIFENOLES TOTALES

Preparación de Soluciones de Reactivos para ensayo de polifenoles totales.

1. **Solución Folín-Dennis (solución FolínCiocalteau 0,25 N).** Tomar 1,25 mL de folín ciocalteau y enrasar a 10 mL con agua destilada
2. **Solución de Acido Gálico.** Pesar 25 mg de ácido gálico y enrasar a 100 mL con agua destilada, de esta solución tomar 2 mL y enrasar a 10 mL.
3. **Solución de Carbonato de Sodio (Na₂ CO₃) al 20%.** Tomar 2g de Na₂CO₃ y agregar agua destilada hasta enrase de 10mL, agitar y calentar a 70°C y 80°C hasta disolución y enfriar.
4. **Preparación de extracto de muestra.** Pesar 2 gr. De muestra y adicional 10 mL de agua destilada y 10 mL de etanol, agitar a 150 RPM por 15 horas y filtrar.

Determinación de polifenoles totales.

Curva Estándar.

En tubos ependorf de 1,5 mL, añadir 50, 100, 200, 300, 400, 500 y 600 uL de solución de Acido gálico. Añadir 100uL de solución de folín Denis, agitar y reposar por 5 min. Añadir 50 uL de solución de Na₂CO₃ a cada tubo ependorf, agitar y enrasar con agua destilada hasta 1250 uL y homogenizar y reposar 2 min. Leer en el espectrofotómetro a 726nm.

Cuadro 41: Esquema de soluciones estándares para determinación de Polifenoles Totales

TUBO	EXTRACTO DE MUESTRA	SOL. AC. GÁLICO (UL)	SOL. FOLIN DENIS (UL)	SOL NA2CO3 (UL)	AGUA DESTILADA (UL)	TOTAL (UL)
1	-	50	100	50	1050	1250
2	-	100	100	50	1000	1250
3	-	200	100	50	900	1250
4	-	300	100	50	800	1250
5	-	400	100	50	700	1250
6	-	500	100	50	600	1250
7	-	600	100	50	500	1250
Blanco	-	-	100	50	1100	1250
Muestra	300	-	100	50	800	1250

Polifenoles totales.

1. Extracto de la muestra. Tomar 100uL enrasar a 10 mL. Tomar 300 uL de la dilución y colocar en tubo ependorf de 1,5 ml.
2. Añadir 100uL de solución de Folín denis, agitar y reposar 5 min.
3. Añadir 50 uL de Na2CO3, agitar, enrasar con 800 uL de agua destilada, agitar y homogenizar.
4. Reposar 2 min y leer al espectrofotómetro de 726 nm

ANEXO 2: DETERMINACIÓN DE LAS SUSTANCIAS REACTIVAS CON EL ÁCIDO 2- TIOBARBITURICO (TBARS)

Fuente: Nam y Anh (2003)

Recta patrón

Se midió en un matraz aforado de 100 ml con una precisión de $\pm 0,001$ ml, 0,0081 ml de 1, 1, 3,3-Tetraetoxipropano (TEP), los cuales fueron disueltos en 70 ml de agua destilada desionizada y posteriormente se completó el volumen obteniendo así la solución stock de TEP 3×10^{-4} M. Esta solución se mantuvo en refrigeración (4 °C), y a partir de ella se preparó la solución de trabajo 3×10^{-5} M, diluyendo 10 ml de la solución stock en agua destilada desionizada hasta completar un volumen de 100 ml. Alícuotas de 0; 0,33; 0,66; 1,0; 1,33; 1,67; 2 ml de la solución de trabajo se pipetearon dentro de matraces volumétricos de 10 ml y se adicionó agua destilada desionizada hasta completar el volumen. 5 ml de cada dilución preparada se colocaron en tubos de ensayo con tapón de rosca conteniendo 5 ml del reactivo de TBA (0,02 M en 15% de ácido tricloroacético), tras su agitación los tubos se colocaron en un baño de agua a 80 °C por 20 min hasta que se desarrolló el color, y posteriormente se enfriaron por 10 min en un baño de agua fría. La absorbancia de los estándares se midió a 531 nm (longitud de onda de máxima absorción) (Lawlor *et al.*, 2000).

Preparación del blanco

El blanco se preparó colocando 1 ml de agua destilada desionizada y 2 ml de solución TBA/TCA (sin adición de butilato hidroxitolueno) y se realizó el mismo procedimiento que se describe en el párrafo siguiente para las muestras.

Preparación de las muestra

Se pesó con una precisión de $\pm 0,1$ g, 2 g de carne molida y se homogenizó a alta velocidad durante 30 segundos con 20 ml de agua destilada desionizada, posteriormente, 1 ml del homogenizado se transfirió a un tubo de ensayo de taparosca, y se adicionó 50 μ l de butilato de hidroxitolueno (7,2% en etanol, v/v) y 2 ml de la solución TBA/TCA (20 mM

TBA/15% TCA, p/v). La mezcla se homogenizó en un agitador y se incubó en baño de agua a 90 °C por 15 min hasta desarrollar el color, luego se enfriaron por 10 min en un baño de agua, tras lo cual las muestras se homogenizaron y centrifugaron a 5800 rpm por 20 min a 5 °C.

Finalmente el sobrenadante se recolectó en tubos de ensayo limpios y se midió la absorbancia a 531 nm. Al resultado obtenido se le restó el valor del blanco preparado anteriormente.

Las concentraciones se expresaron en mg de malonaldehído (MDA) por kg de carne de acuerdo a los valores obtenidos de la recta patrón.

ANEXO 3: ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN *ESCHERICHIA COLI* Y *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*- ANTIBIOGRAMA

Para el análisis de la actividad inhibitoria de los propóleos, fue realizada la prueba de difusión en agar Mueller-Hinton. Fue sembrado 1ml de cada cepa utilizando el 0,5 en la escala de MacFarland correspondiente a una concentración de $1,5 \times 10^9$ células en superficie, se impregnaron discos de 6mm de diámetro con tres diferentes concentraciones de propóleos 0,8; 1,2 y 1,6 mg/ml y un control con alcohol etanólico al 96%. Fueron incubadas durante 48 horas y medidos los halos de inhibición en cada caso.

ANEXO 4: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ANTIBIOGRAMA EN *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

ANOVA Simple - halo de inhibición por tratamiento

Variable dependiente: halo de inhibición

Factor: tratamiento

Número de observaciones: 9

Número de niveles: 3

Tabla ANOVA para halo de inhibición por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	0.00246667	2	0.00123333	6.53	0.0312
Intra grupos	0.00113333	6	0.000188889		
Total (Corr.)	0.0036	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para halo de inhibición por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Duncan

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
c	3	0.71	X
a	3	0.713333	X
b	3	0.746667	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>
a - b	*	-0.0333333
a - c		0.00333333
b - c	*	0.0366667

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 5: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL ANTIBIOGRAMA EN *ESCHERICHIA COLI*

Tabla ANOVA para halo de inhibición por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.26889	2	0.634444	0.80	0.4922
Intra grupos	4.76	6	0.793333		
Total (Corr.)	6.02889	8			

Pruebas de Múltiple Rangos para halo de inhibición por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a	3	5.56667	X
b	3	6.26667	X
c	3	6.43333	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
a - b		-0.7	1.77952
a - c		-0.866667	1.77952
b - c		-0.166667	1.77952

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 6: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ACTIVIDAD DE AGUA DE LOS TRATAMIENTOS EN EL ALMACENAMIENTO

ANOVA Multifactorial - aw

Variable dependiente: aw

Factores:

Tratamiento

Tiempo

Número de casos completos: 45

Análisis de Varianza para aw - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamiento	0.0000177333	2	0.00000886667	0.58	0.5642
B: Tiempo	0.000183556	4	0.0000458889	3.02	0.0332
INTERACCIONES					
AB	0.0000187111	8	0.00000233889	0.15	0.9953
RESIDUOS	0.000456	30	0.0000152		
TOTAL (CORREGIDO)	0.000676	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para aw por Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	15	0.976867	0.0010066 4	X
T3	15	0.977733	0.0010066 4	X
T2	15	0.9784	0.0010066 4	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		-0.00153333	0.0035104 1
T1 - T3		- 0.00086666 7	0.0035104 1
T2 - T3		0.00066666 7	0.0035104 1

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para aw por Tiempo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
d28	9	0.975	0.00129957	X
d21	9	0.976222	0.00129957	XX
d14	9	0.977333	0.00129957	XX
d7	9	0.979111	0.00129957	XX
d0	9	0.980667	0.00129957	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
d0 - d14		0.00333333	0.0053318
d0 - d21		0.00444444	0.0053318
d0 - d28	*	0.00566667	0.0053318
d0 - d7		0.00155556	0.0053318
d14 - d21		0.00111111	0.0053318
d14 - d28		0.00233333	0.0053318
d14 - d7		-0.00177778	0.0053318
d21 - d28		0.00122222	0.0053318
d21 - d7		-0.00288889	0.0053318
d28 - d7		-0.00411111	0.0053318

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 7: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL COLOR INSTRUMENTAL DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

ANOVA Multifactorial - a

Variable dependiente: a

Factores:

Tratamiento

Tiempo

Número de casos completos: 45

Análisis de Varianza para a - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamiento	360.132	2	180.066	256.41	0.0000
B: Tiempo	164.724	4	41.181	58.64	0.0000
INTERACCIONES					
AB	9.93582	8	1.24198	1.77	0.1232
RESIDUOS	21.0677	30	0.702258		
TOTAL (CORREGIDO)	555.86	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para a por Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3	15	13.504	0.216373	X
T1	15	13.7013	0.216373	X
T2	15	19.6013	0.216373	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-5.9	0.754543
T1 - T3		0.197333	0.754543
T2 - T3	*	6.09733	0.754543

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para a por Tiempo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Tiempo	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
d0	9	12.9033	0.279336	X
d7	9	13.86	0.279336	X
d14	9	16.3467	0.279336	X
d21	9	16.9044	0.279336	XX
d28	9	17.9967	0.279336	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
d0 - d14	*	-3.44333	1.14604
d0 - d21	*	-4.00111	1.14604
d0 - d28	*	-5.09333	1.14604
d0 - d7		-0.956667	1.14604
d14 - d21		-0.557778	1.14604
d14 - d28	*	-1.65	1.14604
d14 - d7	*	2.48667	1.14604
d21 - d28		-1.09222	1.14604
d21 - d7	*	3.04444	1.14604
d28 - d7	*	4.13667	1.14604

* indica una diferencia significativa.

ANOVA Multifactorial - b

Variable dependiente: b

Factores:

Tratamiento

Tiempo

Número de casos completos: 45

Análisis de Varianza para b - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamiento	12.372	2	6.18598	3.56	0.0410
B: Tiempo	499.482	4	124.871	71.84	0.0000
INTERACCIONES					
AB	14.5277	8	1.81596	1.04	0.4260
RESIDUOS	52.1419	30	1.73806		
TOTAL (CORREGIDO)	578.524	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para b por Tiempo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
d28	9	12.8233	0.439452	X
d21	9	14.5078	0.439452	XX
d14	9	16.0056	0.439452	X
d7	9	20.4122	0.439452	X
d0	9	21.3833	0.439452	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
d0 - d14	*	5.37778	1.80295
d0 - d21	*	6.87556	1.80295
d0 - d28	*	8.56	1.80295
d0 - d7		0.971111	1.80295
d14 - d21		1.49778	1.80295
d14 - d28	*	3.18222	1.80295
d14 - d7	*	-4.40667	1.80295
d21 - d28		1.68444	1.80295
d21 - d7	*	-5.90444	1.80295
d28 - d7	*	-7.58889	1.80295

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para b por Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T2	15	16.6293	0.340398	X
T1	15	16.6827	0.340398	X
T3	15	17.7673	0.340398	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		0.0533333	1.18705
T1 - T3		-1.08467	1.18705
T2 - T3		-1.138	1.18705

* indica una diferencia significativa.

ANOVA Multifactorial - L

Variable dependiente: L

Factores:

Tratamiento

Tiempo

Número de casos completos: 45

Análisis de Varianza para L - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamiento	72.4631	2	36.2315	7.35	0.0025
B:Tiempo	85.4862	4	21.3715	4.34	0.0069
INTERACCIONES					
AB	47.3823	8	5.92279	1.20	0.3313
RESIDUOS	147.876	30	4.92919		
TOTAL (CORREGIDO)	353.207	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para L por Tiempo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
d0	9	48.1456	0.740059	X
d7	9	49.7411	0.740059	XX
d14	9	51.53	0.740059	X
d21	9	51.5567	0.740059	X
d28	9	51.5967	0.740059	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
d0 - d14	*	-3.38444	3.03627
d0 - d21	*	-3.41111	3.03627
d0 - d28	*	-3.45111	3.03627
d0 - d7		-1.59556	3.03627
d14 - d21		-0.0266667	3.03627
d14 - d28		-0.0666667	3.03627
d14 - d7		1.78889	3.03627
d21 - d28		-0.04	3.03627
d21 - d7		1.81556	3.03627
d28 - d7		1.85556	3.03627

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 8: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NITRÓGENO VOLÁTIL DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

ANOVA Multifactorial - Nitrógeno amoniacal

Variable dependiente: Nitrógeno amoniacal (mg/100g)

Factores:

Tratamiento

Tiempo

Número de casos completos: 45

Análisis de Varianza para Nitrógeno amoniacal - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamiento	6.51276	2	3.25638	75.61	0.0000
B: Tiempo	2198.36	4	549.589	12760.70	0.0000
INTERACCIONES					
AB	4.58755	8	0.573444	13.31	0.0000
RESIDUOS	1.29207	30	0.0430689		
TOTAL (CORREGIDO)	2210.75	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para Nitrógeno amoniacal por Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T3	15	15.2607	0.0535841	X
T1	15	15.7767	0.0535841	X
T2	15	16.1907	0.0535841	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-0.414	0.18686
T1 - T3	*	0.516	0.18686
T2 - T3	*	0.93	0.18686

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para Nitrógeno amoniacal por Tiempo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
d0	9	7.19	0.0691768	X
d7	9	9.1	0.0691768	X
d14	9	15.8156	0.0691768	X
d21	9	20.79	0.0691768	X
d28	9	25.8178	0.0691768	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
d0 - d14	*	-8.62556	0.283814
d0 - d21	*	-13.6	0.283814
d0 - d28	*	-18.6278	0.283814
d0 - d7	*	-1.91	0.283814
d14 - d21	*	-4.97444	0.283814
d14 - d28	*	-10.0022	0.283814
d14 - d7	*	6.71556	0.283814
d21 - d28	*	-5.02778	0.283814
d21 - d7	*	11.69	0.283814
d28 - d7	*	16.7178	0.283814

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 9: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PH DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO

ANOVA Multifactorial - pH

Variable dependiente: pH

Factores:

tratamiento

Tiempo

Número de casos completos: 45

Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:tratamiento	1.34692	2	0.67346	502.58	0.0000
B:Tiempo	13.4923	4	3.37308	2517.22	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.64068	8	0.080085	59.76	0.0000
RESIDUOS	0.0402	30	0.00134		
TOTAL (CORREGIDO)	15.5201	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Tiempo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
d28	9	4.36667	0.012202	X
d21	9	4.48667	0.012202	X
d14	9	4.86	0.012202	X
d7	9	5.4	0.012202	X
d0	9	5.81	0.012202	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
d0 - d14	*	0.95	0.0500616
d0 - d21	*	1.32333	0.0500616
d0 - d28	*	1.44333	0.0500616

d0 - d7	*	0.41	0.050061 6
d14 - d21	*	0.373333	0.050061 6
d14 - d28	*	0.493333	0.050061 6
d14 - d7	*	-0.54	0.050061 6
d21 - d28	*	0.12	0.050061 6
d21 - d7	*	-0.913333	0.050061 6
d28 - d7	*	-1.03333	0.050061 6

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para pH por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	15	4.8	0.0094516 3	X
T2	15	4.938	0.0094516 3	X
T3	15	5.216	0.0094516 3	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-0.138	0.032960 1
T1 - T3	*	-0.416	0.032960 1
T2 - T3	*	-0.278	0.032960 1

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 10: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS SUSTANCIAS REACTIVAS AL ÁCIDO TIO BARBITURICO DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO

ANOVA Multifactorial - SRTBA

Variable dependiente: SRTBA (mgMDA/kg carne)

Factores:

Tratamiento
TIEMPO

Número de casos completos: 45

Análisis de Varianza para SRTBA - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamiento	0.0458178	2	0.0229089	8.57	0.0011
B: TIEMPO	3.21079	4	0.802698	300.26	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.122649	8	0.0153311	5.73	0.0002
RESIDUOS	0.0802	30	0.00267333		
TOTAL (CORREGIDO)	3.45946	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para SRTBA por Tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	15	0.494667	0.01335	X
T2	15	0.496667	0.01335	X
T3	15	0.563333	0.01335	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		-0.002	0.046554 6
T1 - T3	*	-0.0686667	0.046554 6
T2 - T3	*	-0.0666667	0.046554 6

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para SRTBA por TIEMPO

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
d0	9	0.227778	0.0172348	X
d7	9	0.33	0.0172348	X
d14	9	0.434444	0.0172348	X
d21	9	0.61	0.0172348	X
d28	9	0.988889	0.0172348	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
d0 - d14	*	-0.206667	0.0707096
d0 - d21	*	-0.382222	0.0707096
d0 - d28	*	-0.761111	0.0707096
d0 - d7	*	-0.102222	0.0707096
d14 - d21	*	-0.175556	0.0707096
d14 - d28	*	-0.554444	0.0707096
d14 - d7	*	0.104444	0.0707096
d21 - d28	*	-0.378889	0.0707096
d21 - d7	*	0.28	0.0707096
d28 - d7	*	0.658889	0.0707096

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 11: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RECuentOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS TRATAMIENTOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO

ANOVA Multifactorial - aerobios mesofilos

Variable dependiente: aerobios mesofilos (ufc/g)

Factores:

tratamiento

tiempo

Número de casos completos: 45

Análisis de Varianza para aerobios mesofilos - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:tratamiento	1.82192E13	2	9.10958E12	10.18	0.0004
B:tiempo	9.52365E13	4	2.38091E13	26.61	0.0000
INTERACCIONES					
AB	1.15326E13	8	1.44158E12	1.61	0.1633
RESIDUOS	2.68383E13	30	8.94609E11		
TOTAL (CORREGIDO)	1.51827E14	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para aerobios mesofilos por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	15	793533.	244214.	X
T2	15	926000.	244214.	X
T3	15	2.20467E6	244214.	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2		-132467.	851633.
T1 - T3	*	-1.41113E6	851633.
T2 - T3	*	-1.27867E6	851633.

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para aerobios mesofilos por tiempo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
d7	9	215889.	315279.	X
d0	9	330000.	315279.	X
d14	9	550000.	315279.	X
d21	9	1.33333E6	315279.	X
d28	9	4.11111E6	315279.	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
d0 - d14		-220000.	1.29351E6
d0 - d21		-1.00333E6	1.29351E6
d0 - d28	*	-3.78111E6	1.29351E6
d0 - d7		114111.	1.29351E6
d14 - d21		-783333.	1.29351E6
d14 - d28	*	-3.56111E6	1.29351E6
d14 - d7		334111.	1.29351E6
d21 - d28	*	-2.77778E6	1.29351E6
d21 - d7		1.11744E6	1.29351E6
d28 - d7	*	3.89522E6	1.29351E6

* indica una diferencia significativa.

ANOVA Multifactorial - coliformes totales

Variable dependiente: coliformes totales (ufc/g)

Factores:

tratamiento

tiempo

Número de casos completos: 45

Análisis de Varianza para coliformes totales - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:tratamiento	2.6368E7	2	1.3184E7	12.57	0.0001
B:tiempo	7.58564E7	4	1.89641E7	18.08	0.0000
INTERACCIONES					
AB	5.39809E7	8	6.74761E6	6.43	0.0001
RESIDUOS	3.14667E7	30	1.04889E6		
TOTAL (CORREGIDO)	1.87672E8	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para coliformes totales por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	15	986.667	264.435	X
T3	15	2426.67	264.435	X
T2	15	2746.67	264.435	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-1760.0	922.147
T1 - T3	*	-1440.0	922.147
T2 - T3		320.0	922.147

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para coliformes totales por tiempo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
d14	9	377.778	341.384	X
d21	9	677.778	341.384	X
d28	9	2600.0	341.384	X
d0	9	2922.22	341.384	X
d7	9	3688.89	341.384	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
d0 - d14	*	2544.44	1400.61
d0 - d21	*	2244.44	1400.61
d0 - d28		322.222	1400.61
d0 - d7		-766.667	1400.61
d14 - d21		-300.0	1400.61
d14 - d28	*	-2222.22	1400.61
d14 - d7	*	-3311.11	1400.61
d21 - d28	*	-1922.22	1400.61
d21 - d7	*	-3011.11	1400.61
d28 - d7		-1088.89	1400.61

* indica una diferencia significativa.

ANOVA Multifactorial - clostridium perfringes

Variable dependiente: clostridium perfringes (Ufc/g)

Factores:

tratamiento

tiempo

Número de casos completos: 45

Análisis de Varianza para clostridium perfringes - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:tratamiento	93295.5	2	46647.8	702.76	0.0000
B:tiempo	7153.42	4	1788.36	26.94	0.0000
INTERACCIONES					
AB	4572.71	8	571.589	8.61	0.0000
RESIDUOS	1991.33	30	66.3778		
TOTAL (CORREGIDO)	107013.	44			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Pruebas de Múltiple Rangos para clostridium perfringes por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T1	15	71.1333	2.10361	X
T2	15	101.8	2.10361	X
T3	15	179.333	2.10361	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
T1 - T2	*	-30.6667	7.33579
T1 - T3	*	-108.2	7.33579
T2 - T3	*	-77.5333	7.33579

* indica una diferencia significativa.

Pruebas de Múltiple Rangos para clostridium perfringes por tiempo

Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

<i>tiempo</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
d14	9	96.6667	2.71575	X
d7	9	113.333	2.71575	X
d21	9	119.778	2.71575	X
d28	9	122.0	2.71575	X
d0	9	135.333	2.71575	X

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
d0 - d14	*	38.6667	11.142
d0 - d21	*	15.5556	11.142
d0 - d28	*	13.3333	11.142
d0 - d7	*	22.0	11.142
d14 - d21	*	-23.1111	11.142
d14 - d28	*	-25.3333	11.142
d14 - d7	*	-16.6667	11.142
d21 - d28		-2.22222	11.142
d21 - d7		6.44444	11.142
d28 - d7		8.66667	11.142

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 12: CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

PRUEBA AFECTIVA DE ORDENAMIENTO POR PREFERENCIA

Nombre:

Fecha:../.../...

Hora:_____

Indicaciones:

Evalué las muestras, en el orden indicado, y ordénelas de acuerdo a su preferencia en cuanto al sabor, olor, textura y color colocando en el primer (1) lugar la que prefiera más hasta llegar al último lugar (3), donde colocará la que prefiere menos.

Producto:.....

CODIGO	SABOR	OLOR	TEXTURA	COLOR

Observaciones:

.....
.....
.....

MUCHAS GRACIAS!!!