

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN SISTEMAS DE GESTION DE LA CALIDAD
E INOCUIDAD DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA



**Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Sistemas de gestión
de la calidad e inocuidad de la industria alimentaria**

**Influencia del envase y temperatura de almacenaje en el tiempo de vida
útil del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071
DIGESA/MINSA; 2008.**

Autor: Bach. Cuentas Barrios, Carlos Ivan

Asesora: Mg. Cancino Chávez, Keidy

LIMA - PERÚ

2021

PÁGINA DEL JURADO

Miembros del Jurado Examinador para la evaluación de la sustentación de la tesis, integrado por:

- | | |
|------------------------------|------------|
| 1. Dr. Enzo Foy Valencia | Presidente |
| 2. Dr. Pedro Ramón Cajavilca | Miembro |
| 3. Dr. Guillermo Leguía | Miembro |

DEDICATORIA

A ti amada madre, que eres mi luz celestial,
te amo y te extraño.

AGRADECIMIENTO

A Dios por su infinita misericordia. A mi papá por ser mi fuente de inspiración y ejemplo de vida, a mis hermanos y en especial a mi tía madre Maria Barrios por su apoyo y el amor que me brindo, a mis profesores de la Escuela de Posgrado por los conocimientos impartidos; en especial a mi recordado maestro Dr. Américo Guevara Pérez por su asesoramiento, constante aliento y valoración del trabajo; así como al Mg. Miguel Gómez por compartirme su experiencia y apoyo incondicional y a mis amigos que de uno u otro modo colaboraron en la finalización de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
INDICE DE FIGURAS	8
INDICE DE TABLAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Descripción del Problema	13
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problema específico	15
1.3. Importancia y justificación del estudio	15
1.4. Delimitación del estudio	16
1.5. Objetivos	17
1.5.1. Objetivo General	17
1.5.2. Objetivos Específicos	17
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1. Marco histórico	18
2.1.1. Historia de la vida útil	18
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema	18
2.2.1. Antecedentes Internacionales	19
2.2.2. Antecedentes Nacionales	23
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	25
2.3.1. Vida útil	25
a. Diseño de ensayos de la vida útil en alimentos.....	26
b. Esquemas adaptables a los aspectos sensoriales de la vida útil.	26
c. Pruebas que se deben realizar para estimar la vida útil.....	27
2.3.2. Vida en anaquel de los alimentos empacados	27
2.3.3. Empaque de alimentos	28
2.4. Definición de términos básicos	32
2.4.1. Productos cárnicos procesados	32

2.4.2.	<i>Envase</i>	32
2.4.3.	<i>Bolsas</i>	32
2.4.4.	<i>Empacado adecuado</i>	33
2.4.5.	<i>Prueba hedónica</i>	33
2.5.	<i>Hipótesis</i>	33
2.5.1.	<i>Hipótesis general</i>	33
2.5.2.	<i>Hipótesis específica</i>	34
2.6.	<i>Relación entre variables</i>	34
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO		35
3.1.	<i>Tipo, método y diseño de la investigación</i>	35
3.1.1.	<i>Parte experimental</i>	38
3.2.	<i>Población y muestra</i>	44
3.3.	<i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</i>	45
3.3.1.	<i>Muestreo</i>	45
3.3.2.	<i>Materiales y equipos</i>	46
3.3.3.	<i>Procesamiento estadístico</i>	48
3.4.	<i>Descripción de procedimientos de análisis</i>	49
3.4.1.	<i>Análisis fisicoquímico</i>	49
3.4.2.	<i>Análisis microbiológico</i>	49
3.4.3.	<i>Análisis sensorial Afectivo</i>	49
3.4.4.	<i>Análisis del Tiempo de Vida Útil</i>	52
A.	<i>Método de Weibull</i>	52
B.	<i>Estimación del Tiempo de Vida Útil</i>	56
3.4.5.	<i>Análisis Estadístico</i>	56
CAPITULO IV: RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS		57
4.1.	<i>Resultados</i>	57
4.1.1.	<i>Análisis fisicoquímico</i>	57
4.1.2.	<i>Análisis microbiológico</i>	65
4.1.3.	<i>Análisis sensorial de aceptabilidad general</i>	69
4.1.4.	<i>Análisis de la Prueba Afectiva</i>	81
4.1.5.	<i>Análisis sensorial del Método de Weibull</i>	83

4.1.6. Análisis del Tiempo de Vida Útil	88
4.2. Análisis de Resultados o discusión	89
4.2.1. Análisis de resultados del pH y % Acidez.....	89
4.2.2. Análisis de resultados microbiológico	95
4.2.3. Análisis de resultados prueba sensorial afectiva.....	96
4.2.4. Análisis de resultados prueba sensorial weibull	98
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES.....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
ANEXOS.....	114

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de Bolsa.....	33
Figura 2. Flujo de operaciones para la elaboración de chicharrón artesanal de cerdo.....	36
Figura 3. Esquema Experimental.....	39
Figura 4. Protocolo de trabajo referencial – influencia del envase y la temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo.....	44
Figura 5. Resultados de pH de chicharrón artesanal de cerdo en diferentes empaques y temperaturas de almacenaje.....	57
Figura 6. Grafica de Efectos Principales para pH.....	60
Figura 7. Grafica de Interacción para pH.....	60
Figura 8. Resultados de acidez expresados en % ácido láctico obtenidos.....	61
Figura 9. Grafica de Efectos Principales para Acidez expresados en % ácido láctico.....	64
Figura 10. Grafica de Interacción para Acidez expresados en % ácido láctico.....	64
Figura 11. Resultados de recuento de aerobios mesófilos (UFC/g).....	65
Figura 12. Grafica de Efectos Principales para Aerobios mesófilos.....	68
Figura 13. Grafica de Interacción para Aerobios mesófilos.....	68
Figura 14. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Sabor.....	69
Figura 15. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Color.....	71
Figura 16. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Olor.....	73
Figura 17. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Textura.....	75
Figura 18. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Textura.....	77
Figura 19. Grafica de Efectos Principales para Aceptabilidad General.....	80
Figura 20. Grafica de Interacción para Aceptabilidad General.....	80
Figura 21. Grafica de resultados promedio de los atributos sensoriales evaluados en la prueba afectiva.....	83
Figura 22. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA/PE 70) a 0°C.....	84
Figura 23. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA/PE 70) a 5°C.....	85
Figura 24. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) a 0°C.....	86
Figura 25. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) a 5°C.....	87
Figura 26. Resultados del análisis de Weibull.....	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño experimental para determinar la influencia del envase y la temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo	41
Tabla 2. Criterios microbiológicos para determinar la influencia del envase y la temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo.	42
Tabla 3. Criterios microbiológicos para determinar la influencia del envase y la temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo.	42
Tabla 4. Cartilla de una prueba hedónica de escala no estructurada de 10 cm para determinar la evaluación sensorial afectiva del chicharrón artesanal de cerdo en almacenaje.....	51
Tabla 5. Escala Hedónica	52
Tabla 6. Resultados de pH durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.....	58
Tabla 7. Resultados de Análisis de Varianza para pH.....	59
Tabla 8. Resultados de Acidez % durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.....	62
Tabla 9. Resultados de Análisis de Varianza para Acidez %	63
Tabla 10. Resultados de recuento de aerobios mesófilos (UFC/g) durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.	66
Tabla 11. Resultados de Análisis de Varianza para Aerobios mesofilos (UFC/g)	67
Tabla 12. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Sabor durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C. 70	
Tabla 13. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Color durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C. 72	
Tabla 14. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Olor durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C. 74	
Tabla 15. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Textura durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.	76
Tabla 16. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Aceptabilidad durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.	78
Tabla 17. Resultados de Análisis de Varianza para Aceptabilidad general.	79
Tabla 18. Puntajes promedio de atributos sensoriales evaluados en el tiempo cero.	82
Tabla 19. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA/PE 70) a 0°C.....	83
Tabla 20. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA/PE 70) a 5°C.....	85
Tabla 21. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) a 0°C.....	86
Tabla 22. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) a 5°C.....	87
Tabla 23. Resultados del análisis de Weibull para el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.....	88
Tabla 24. Escala Hedónica	120

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar la Influencia del envase y temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil de chicharrón artesanal de cerdo por medio del método de Weibull, para lo cual se consideró análisis físico químicos, microbiológicos, texturales y sensoriales. El procesamiento del chicharrón artesanal de cerdo comprendió las etapas de recepción, acondicionamiento, cocción con adición de ajo, hierbabuena, ají panca, agua, y como condimentos sal, comino, pimienta negra, entre otros, a una temperatura de cocción de 100°C y un frito de 160 a 170°C; inmediatamente después el producto es abatido desde 90 °C a 0 - 4°C en menos de 1 hora, envasado en bolsas como: Polietileno de alta densidad (Bolsa PA/PE 70 micras) y Trilaminados (PA-PE//PE EVOH TRANS 96), con un peso de 250 gramos para cada muestra y posteriormente almacenadas a 0 y 5 °C. Al producto terminado se le determino el tiempo de vida útil mediante el método de Weibull a una temperatura de almacenamiento de 0 - 5°C durante 15 días, determinando el pH, % de acidez, un recuento de *Aerobios mesófilos*, *Coliformes totales*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, y la ausencia de *Salmonella* además de análisis sensoriales como el olor, sabor, color, textura y aceptabilidad general cada 3 días. Considerando que la variable de deterioro que más afecta la calidad del producto es el tiempo, los resultados sensoriales obtenidos fueron transformados en valores numéricos para la construcción de las curvas de riesgo acumulados de Weibull y calcular los parámetros de la ecuación que permitan determinar el riesgo de rechazo de los consumidores en un 50% hacia el producto. Se determinó como vida útil sensorial del chicharrón artesanal de cerdo 12 días, para ambos empaques con un 95% de nivel de confianza.

Palabras clave: chicharrón de cerdo, vida útil, weibull, sensorial.

ABSTRACT

The objective of the work was to determine the influence of the container and storage temperature on the shelf life of artisan pork greaves using the Weibull method, for which physical, chemical, microbiological, textural and sensory analyzes were considered. The processing of the artisan pork greaves included the stages of reception, conditioning, cooking with the addition of garlic, peppermint, bell pepper, water, and as condiments salt, cumin, black pepper, among others, at a cooking temperature of 100 ° C and a frying of 120 ° C; immediately afterwards the product is knocked down from 90 ° C to 0 - 4 ° C in less than 1 hour, packed in bags such as: High-density polyethylene (70 micron PA / PE bag) and Trilaminates (PA-PE // PE EVOH TRANS 96), with a weight of 250 grams for each sample and subsequently stored at 0 and 5 °C. The shelf life of the finished product was determined by the Weibull method at a storage temperature of 0 - 5 ° C for 15 days, determining the pH,% acidity, a count of Mesophilic Aerobes, Total Coliforms, Escherichia coli , Staphylococcus aureus, and the absence of Salmonella in addition to sensory analyzes such as smell, taste, color, texture, and general acceptability every 3 days. Considering that the deterioration variable that most affects the quality of the product is time, the sensory results obtained were transformed into numerical values for the construction of the accumulated Weibull risk curves and calculate the parameters of the equation that allow determining the probability in which 50% of consumers reject the product. The 12-day artisanal pork greaves sensory shelf life was determined for both packages with a 95% confidence level

Keywords: pork rinds, shelf life, weibull, sensory.

INTRODUCCIÓN

El patrimonio cultural del Perú consta de una gran gama de tradiciones y costumbres; creencias que han trascendido de una forma oral de generación en generación en cada una de las familias peruanas desde tiempos precolombinos y otras de las cuales han reaparecido en el tiempo de la colonia.

El tener un pasado rico en tradiciones es lo que nos hace tener una identidad cultural bien marcada; la cual debemos seguir transmitiendo para las próximas generaciones. Es por ello que dentro de toda la riqueza cultural se encuentra la gastronomía, que engloba a los alimentos preparados que se elaboran artesanalmente, tal es el caso del chicharrón artesanal de cerdo.

El chicharrón artesanal de cerdo es elaborado a partir de trozos de carne de cerdo con piel que se cocinan junto con ajo, hierbabuena, ají panca, agua y empiecen a rezumar en su misma grasa, para luego ser condimentadas con sal, comino, pimienta negra, entre otros.

Es un producto rico en ácidos grasos esenciales, es una buena fuente de cinc, fósforo, sodio y potasio, contiene más tiamina que el resto de las carnes y es buena fuente de vitamina B12. Dado que es sometida en su elaboración a procesos tratamientos de cocción que permitan inhibir el crecimiento microbiano, manteniendo las características de calidad y frescura de los alimentos. En este sentido, el control de la temperatura es imprescindible para alcanzar la vida útil que permita una adecuada comercialización del alimento (Simpson, Li, & Torres, 1989) (p. 9-12).

Siendo las carnes uno de los alimentos más perecederos debido a sus características de actividad de agua, composición y pH, constituyéndose como un medio muy favorable para el desarrollo de la mayor parte de las contaminaciones microbianas además de las condiciones de empaque y temperaturas de almacenamiento, provocando alteraciones en el producto como, por ejemplo, “pérdida de calidad sensorial”.

Estos cambios vienen relacionados con el empaque que afectan la calidad del

producto, ya que éste desempeña la función de protección contra contaminantes que están en el ambiente, daños físicos y frente a otros factores intrínsecos y extrínsecos. A la vez está interrelacionado con la vida útil pues de este dependerá la posibilidad de llevar un producto fabricado artesanalmente a cualquier parte del Perú y del mundo, lo que exige mayor duración de los productos (aumento de la vida útil).

Esta investigación es de gran utilidad ya que de la determinación de vida de anaquel depende que el producto llegue al consumidor en óptimas condiciones y sea consumido sin que tenga ningún tipo de afecciones en la salud de las personas, cumpliendo de esta manera con las expectativas de mercado. El estudio tiene como propósito determinar la vida de anaquel del chicharrón artesanal de cerdo elaborada artesanalmente, experimentando con dos tipos de empaque: Polietileno de alta densidad (Bolsa PA/PE 70 micras) y Trilaminados (PA-PE//PE EVOH TRANS 96) y la temperatura de almacenaje donde se controlaron dos temperaturas a 0 °C y 5°C para evaluar su tiempo de vida útil.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

La Asociación de Porcicultores del Perú (APP, 2019), evaluó que el consumo per cápita de carne de cerdo, se encuentra en 8.8 a 8.9 kilogramos, con una tendencia a incrementarse un kilo cada año y la meta de la Asociación de Porcicultores del Perú es llegar a los 10 kilos por persona al año, estimulado por el boom gastronómico, el público consumidor de hoy en día es cada vez más exigente con respecto a los bienes que adquiere, lo que obliga a la industria nacional a ser más competitiva con el mercado nacional e internacional.

El envasado dentro de la cadena de procesamiento de los productos cárnicos es muy importante pues contribuye a alargar la vida útil de estos en beneficio del consumidor y la empresa.

En el caso de artículos cárnicos procesados y almacenados en cadena de frío (refrigeración), a nivel global la mayoría de las empresas manejan su duración de

vida por los cambios en los recuentos de los grupos microbianos mediante un procedimiento costoso, no solo de índole económico sino también de carácter tecnológico, por lo que en los últimos años la industria cárnica han enfocado sus esfuerzos en el desarrollo de expresiones matemáticas para describir el comportamiento microbiano en un determinado producto reduciendo costos y tiempos en la estimación de la vida útil (Beldarraín, 2007).

Actualmente se presentan problemas que comprometen la calidad de los productos cárnicos, como es el caso del abombamiento de carne y jamones de cerdo empacados a vacío. Se ha evidenciado que en etapas posteriores al tratamiento térmico, el jamón presenta riesgo de contaminación cruzada por bacterias que generan deterioro como *Lactobacillus* spp durante el contacto con el producto terminado, además los sistemas deficientes de cadena de frío promueven el abombamiento del empaque o Blown pack, el cual es un defecto provocado por la recontaminación con Bacterias Acido Lácticas (BAL) del ambiente, principalmente por los manipuladores y las superficies que tienen contacto con los alimentos (Ossa, 2010).

Así mismo, la búsqueda de envases que permitan ofertar productos higiénicamente frescos ha llevado a la diversificación de los métodos de envasado, los materiales y los tipos de tratamiento de conservación. A esto se une un interés de los consumidores por la seguridad alimentaria, lo que ha hecho que en el momento actual, este tema sea centro de atención de todos los agentes que intervienen en la industria alimentaria. Dentro de los materiales usados para envasado están los clasificados por su naturaleza (naturales y artificiales) por el tipo de uso que se les da, por la forma o dimensiones que produce. Por sus propiedades físicas tales como permeabilidad a los gases y/o vapores, su resistencia, fragilidad, permeabilidad a la luz, material (metálico, vidrio, plástico) etc.

Por lo tanto, resulta importante estimar la vida útil del chicharrón artesanal de cerdo materia de estudio de la presente investigación, ya que este ha sido un producto elaborado a nivel artesanal para consumo inmediato, modalidad bastante generalizada en el expendio minorista en bolsas de 250 g. o 500 g.; lo cual ha incidido en la búsqueda de mecanismos de conservación de las características fisicoquímicas y organolépticas del producto que prolonguen su estado inocuo en el

tiempo hasta ser consumido.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será la influencia del envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008?

1.2.2. Problema específico

¿Cuál es la influencia del envase de polietileno de alta densidad y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008?

¿Cuál es la influencia del envase de trilaminado y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008?

¿Cuál es la influencia del envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y de la temperatura de almacenaje, sobre la vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008?

1.3. Importancia y justificación del estudio

La vida útil está definida como el periodo de tiempo durante el cual los productos alimenticios son: a) inocuos b) mantienen sus características sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas c) cumplen con la declaración nutricional en las condiciones de almacenamiento recomendadas. En general, los cambios microbiológicos son de primera importancia porque acortan la vida útil de los productos (Gordon, 2009).

En el caso de productos cárnicos procesados y almacenados en refrigeración, a nivel mundial la mayoría de las empresas manejan su vida útil por los cambios en los recuentos de los grupos microbianos mediante un procedimiento costoso, no solo económica sino tecnológicamente, por lo que en los últimos años los industriales del sector cárnico han enfocado sus esfuerzos en el desarrollo de ecuaciones matemáticas que les permitan predecir el comportamiento de los recuentos microbianos reduciendo costos y tiempos en la estimación de la vida útil (Beldarraín, 2007).

De modo que, los sistemas de frío conformados por operaciones de refrigeración o congelación, necesarios para que los alimentos se mantengan inocuos, son parte de los principales cuidados de la industria cárnica en los cuales los sistemas de producción, canales de distribución y zonas de almacenamiento operan en un intervalo de temperatura -1 a 2°C, sin exceder los 5°C (Simpson R. A., 2003). A fin de evitar la reducción del tiempo de vida de los productos cárnicos cocidos refrigerados (pastel de carne, jamón inglés, chicharrón y otros) a causa de bacterias psicrotróficas (Tirado, 2005).

El estudio de vida útil se fundamentará en que el alimento debe cumplir con el límite del criterio de seguridad establecido para los diferentes agentes microbianos a lo largo de su vida útil, los cuales son establecidos por la NTS N° 071 DIGESA/MINSA;2008 (Minsa, 2008).

Por lo expuesto se hace necesario investigar a fin de prolongar el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo, para lo que se tendrá en cuenta la selección de un adecuado empaque y una adecuada tecnología de conservación y de este modo prolongar los 7 días actuales en un promedio de 12 días.

1.4. Delimitación del estudio

Para el progreso de esta investigación se evaluarán las condiciones de crecimiento de microorganismos alterantes con el objetivo de llevar a cabo expresiones matemáticas a fin de estimar modelos cinéticos de crecimiento de la población microbiana, que permita predecir el comportamiento microbiano que pueda extrapolarse para la estimación de la vida útil de diversos alimentos ya sea pre elaborado o producto

terminado en un servicio de catering y de esta manera relacionarlo con la vida útil de los cárnicos cocidos envasados, lo que representará un gran aporte para las pequeñas empresas del sector en el Perú.

Esta investigación tiene como mayor limitación, la carencia de la infraestructura y equipamiento en la universidad Ricardo Palma para realizar las investigaciones, por lo que este inconveniente se está supliendo con la participación de otras empresas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar la influencia del envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y las características sensoriales en el chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.

1.5.2. Objetivos Específicos

Determinar la influencia del envase de polietileno de alta densidad y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.

Determinar la influencia del envase de trilaminado y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.

Determinar la influencia del envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y de la temperatura de almacenaje, sobre la vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco histórico

2.1.1. Historia de la vida útil

Con la aparición de la actividad comercial se desarrollaron distintos avances para conservar los alimentos, trabajando con mayor preocupación su preservación por más tiempo sin que este perdiera del todo sus propiedades, por lo que se reconoció la necesidad de identificar el tiempo de vida útil. En esta búsqueda se encontró que eran importantes los sentidos para evaluar los cambios sufridos por el producto; se encontraron preferencias en los alimentos, las cuales fueron puntos básicos para medir la aceptación y las diferencias después del tiempo de elaboración. De modo que se empezó a reconocer la importancia del sabor y grado de aceptabilidad de un determinado producto. Los estudios en ese momento se dirigieron a identificar problemas tales como preferencias alimenticias y los puntos básicos de cómo medir la aceptación de un alimento. Los psicólogos inician su aporte al estudio de los sentidos humanos midiendo los umbrales. Al respecto (Stevens, 1946), fundador de psicofísica moderna, inicia los estudios con la clasificación de los 4 tipos de respuestas sensoriales: nominales, ordinales, de intervalos y de razones. En 1949 Arthur D. Little Inc. Desarrolló el método del perfil del gusto (Scielo, 2004).

En los últimos años se realizó la clasificación de los estímulos que actúan sobre los receptores sensoriales en: mecánicos, térmicos, luminosos, acústicos, químicos y eléctricos. Cada uno de ellos da lugar a una sensación que viene caracterizada por su calidad, intensidad, duración y por la sensación de agrado o rechazo. Los estímulos son medidos por métodos físicos químicos; pero las sensaciones solo pueden ser medidas mediante métodos psicológicos. Hay que destacar que las sensaciones experimentales al ingerir un alimento no están relacionadas con un solo sentido, sino que ellas se entremezclan distintos estímulos y vías nerviosas que actúan como respuestas a una estimulación compleja. Con todos estos estudios nacen los panelistas entrenados que se dedican a evaluar las sensaciones experimentadas por medio de sus sentidos, para emitir juicios sobre los alimentos.

2.2. Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1. Antecedentes Internacionales

Se determinó la vida de anaquel de la horchata de morro elaborada artesanalmente por la empresa “EL MORRITO” y se evaluó la influencia del empaque en la conservación del producto. Para ello se realizaron experimentos acelerados de vida de anaquel de la horchata de morro en tres tipos de empaques: Polipropileno no orientado (PP), Polietileno de baja densidad (LDPE) y Tereftalato de polietileno (PET laminado), haciendo uso de una cámara de estabilidad (modelo CINCINNATI SUB-ZERO) a condiciones controladas (Temperatura: $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), (Humedad relativa $75\% \pm 5\%$) por un periodo de 60 días. Al mismo tiempo evaluaron parámetros organolépticos (sabor, color, olor y textura) a través de un panel sensorial, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. La vida útil de la horchata se determinó por medio del modelo matemático de Arrhenius, utilizando los parámetros de humedad e índice de acidez obteniéndose los empaques Polipropileno no orientado (PP) con 139 días como indicador del parámetro de humedad y PET laminado como indicador de índice de acidez con 129 días, con una coextrusión de varias capas de polietileno, como empaques de mayor vida útil, así mismo, estos empaques fueron los mejor evaluados en el análisis sensorial (Torres & Zaldaña, 2017) (p. viii).

Se estudió la cinética de deterioro de jamón de cerdo mediante pruebas aceleradas, empleando el índice de peróxidos como indicador de deterioro. El producto se almacenó a 5, 15 y 30°C durante 36h y se le determinó índice de peróxido según ISO 3960 (Guzmán, Martínez, Martínez, Acevedo, & Montero, 2016) (p. 2).

Se demostró que en el jamón de cerdo el aumento del índice de peróxido en función del tiempo exhibe una cinética de orden cero, una energía de activación de $8,4\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ con relación a la temperatura de almacenamiento y un factor Q10 de 1,15. La vida útil media a 5°C fue de 20 días, lo cual indica que a 15°C será de un poco más de 17 días y a 30°C (aproximadamente temperatura ambiente) de 14 días, casi la mitad que a la temperatura más baja. Este tipo de estudio indica la existencia de mecanismos para obtener, en un tiempo relativamente corto, la información necesaria para determinar la vida útil de los productos (Guzmán, Martínez, Martínez, Acevedo, & Montero, 2016) (p. 5).

Se evaluó la vida útil de los panes: polvorones, picos y pan tostado de la panadería CDO tomando como punto de partida o línea base las características sensoriales, microbiológicas y físicas de los productos recién elaborados. El estudio se realizó en condiciones directas o normales ya que el producto se debía mantener en un ambiente similar al de almacenamiento, principalmente la temperatura para reproducir las condiciones a las que podía enfrentarse el alimento de manera real.

De acuerdo con los datos reportados, se estima que el tiempo aproximado de vida útil de los diferentes panes es de ocho días ya que al término de este tiempo se presentaron cambios de color y textura, así como cambio en el porcentaje de humedad con relación al tiempo, provocando pérdida de calidad al producto.

Entre los factores que influyeron en los cambios presentados en el pan se encuentran factores extrínsecos como la temperatura y el empaque ya que esta es la única barrera entre el producto y el medio que lo rodea, otros factores que influyen de manera negativa son las condiciones ambientales, mala manipulación, el almacenamiento de materia prima e insumo y falta de conocimiento del manipulador de alimento sobre Buenas prácticas de manufactura (Hernández & Jaen, 2016) (p. 37).

Enríquez (2012) evaluó la vida útil en anaquel de maíz tostado en 3 variedades nativas (Chullpi del valle del Mantaro, Carhuay Huancavelica, Chispa del valle del Mantaro) en tres tipos de envases.

En particular este estudio permitió arribar a las siguientes conclusiones:

-) El tipo de tostado que otorga el mayor tiempo de vida útil en anaquel es el tostado con pachas, siendo 366 días para el maíz Carhuay envasado en polipropileno flexible, 318 días para el maíz Chispa envasado en polipropileno flexible y 366 días para el maíz Chullpi envasado en polipropileno flexible.
-) El tipo de envase que otorga el mayor tiempo de vida útil a condiciones de 32 C y 100% de humedad relativa es el envase con menor permeabilidad al

vapor de agua; en este estudio es el envase plástico flexible de polipropileno. La tendencia intermedia de permeabilidad la tiene el envase plástico flexible de polietileno de baja densidad y la mayor tendencia de permeabilidad la obtuvo el envase plástico rígido de polipropileno, siendo este último el que permite una mayor transferencia al vapor de agua.

Ossa *et al.* (2010) analizaron durante 45 días 10 marcas diferentes de jamones de cerdo cocidos, comprados en tres supermercados, refrigerados bajo las mismas condiciones del consumidor. Se realizó los recuentos en placa de microorganismos de interés en la industria de alimentos y de inocuidad en las muestras con o sin distensión del empaque e identificación por pruebas bioquímicas y PCR para determinar la diversidad de la microbiota. Se aislaron cepas productoras de biopelículas provenientes de la superficie de una planta de alimentos de una de las marcas de los jamones investigadas, los mismos autores identificaron un total de 139 cepas aisladas del producto terminado, de las cuales un 99% (137 cepas) pertenecen al grupo de Bacterias Acido Lácticas (BAL), el 1% restante son levaduras. De las 31 cepas aisladas de las superficies en la zona de tajado, el 97% (30 cepas) presentaron formación de biopelículas, también determinaron que el deterioro causado por abombamiento del empaque fue asociado a la presencia de BAL, debido a que fueron encontradas en la zona de tajado y en el producto terminado, de este último únicamente se aislaron BAL, en mayor proporción cepas correspondientes al género de *Lactobacillus sp.* Realizando el estudio no encontraron patógenos tanto en el producto terminado como en las muestras de las superficies.

Siciliano (2010) en su investigación “*Estudio de la Vida Útil de Queso Crema utilizando Microbiología Predictiva*”; evaluó el crecimiento, supervivencia y/o inactivación de diferentes microorganismos patógenos de relevancia en queso untable (*S.aureus*; *E. coli*; *S. enteritidis* y *L. monocytogenes*) bajo diferentes condiciones microambientales (pH; temperatura; presencia de sorbato de potasio; presencia de timol). Dichas respuestas fueron caracterizadas por los modelos primarios de Gompertz y Gompertz modificado para muerte obteniendo los parámetros característicos. También se utilizó para la predicción el programa terciario de modelado de patógenos PMP. Los modelos fueron validados

estadísticamente y también por los estudios de reto microbiano en queso untable. El modelo de Gompertz, utilizado para describir el crecimiento microbiano no presentó limitaciones estadísticas. No ocurrió lo mismo con el modelo de Gompertz modificado para muerte, el cuál sobreestimó la caída global al final del almacenamiento en muchas situaciones. El programa de simulación modelado de patógenos mostró debilidades al momento de predecir la conducta microbiana en el queso untable debido seguramente a las limitaciones biológicas imperantes en el queso. Este estudio resaltó la necesidad de validar los modelos matemáticos en un alimento real.

Argote *et al.* (2007) reportaron investigaciones realizadas en el mercado en la ciudad de Pasto - Colombia, con una aceptación del 86% para la presentación de carne de cuy empacada en bandeja a vacío, por la comodidad para los consumidores al momento de su preparación. Los mismos autores diseñaron el proceso de empacado al vacío. La metodología empleada fue la observación directa con cámara de filmación y el registro de los tiempos de las operaciones con cronometro, calculando los tiempos promedios de las observaciones (TR), el tiempo normal (TN) y el tiempo tipo o estándar (TP). Como resultado se diseñó nueve operaciones, en las cuales se identificaron las variables del proceso, maquinaria y equipos, así mismo se logró determinar la capacidad de producción para un operario en tiempo tipo (TP), la cual fue de 128 cuartos de carne de cuy empacada a vacío en una jornada laboral de 8 horas.

Paucar (1997) en su investigación “*Determinación del tiempo de vida útil de la carne molida de sardina congelada*”, evaluó la influencia del tiempo (180 días) y temperatura de almacenamiento (-18°C y -30°C) de dos procesos de empacado (sin vacío y al vacío) en sus características de rancidez iniciales y durante su almacenamiento de la carne molida de sardina congelada, con la finalidad de determinar el tiempo de vida útil de la misma.

La materia prima para los cuatro tratamientos: T1 (envasado al vacío y almacenada a -30°C), T2 (envasado sin vacío y almacenada a -30°C) , T3 (envasado al vacío y almacenada a -18°C) y T4 (envasado sin vacío y almacenada a -18°C) , fue

caracterizada por análisis físicos y químicos. En la elaboración de la carne molida de sardina se siguió el proceso de elaboración, y a partir de este se prepararon los cuatro tratamientos para tener un mismo punto de partida (0 días). Los mismos fueron evaluados químicamente durante las determinaciones del valor TBA e índice de acidez en grasas y sensorialmente mediante la evaluación del sabor y olor a rancio cada 15 días durante 6 meses con el fin de determinar el tiempo de vida útil.

De los cuatro tratamientos analizados. Todos presentaron diferentes niveles de rancidez oxidativa; siendo los de niveles más bajos el T1 (envasado al vacío y almacenada a -30°C) y el T3 (envasado al vacío y almacenada a -18°C).

El T2 (envasado sin vacío y almacenada a -30°C) presentó niveles de rancidez oxidativa; medios y el T4 (envasado sin vacío y almacenada a -18°C) presentó los niveles más altos de rancidez oxidativa.

Con respecto a la rancidez hidrolítica, los tratamientos T1 y T2 tuvieron los niveles más bajos de hidrólisis; y los tratamientos T3 y T4 presentaron los niveles más altos, esto debido a la influencia de la temperatura.

2.2.2. Antecedentes Nacionales

Se determinó la vida útil sensorial de la albóndiga precocida de carne de bovino envasada al vacío, estimada utilizando el diseño escalonado y el método de riesgos de Weibull fue de 28 días, con una probabilidad de supervivencia igual a 50.34% para el atributo color. El criterio de falla que imita la vida útil sensorial de la albóndiga precocida de carne de bovino envasada al vacío fue la aparición de colores atípicos. La aceptabilidad promedio de las albóndigas precocidas de carne de bovino envasadas al vacío fue de 7.48 ± 0.71 , valor que indica que a los panelistas les gustó moderadamente el producto (Chavarría, López, & Paz, 2017) (p.117).

Se determinó la degradación térmica de la vitamina C en la pulpa de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Haden y su predicción microbiológica del tiempo de vida útil utilizando el modelo Gompertz, la cual se obtuvo mediante modelos matemáticos con ayuda de pruebas aceleradas por efecto de la temperatura obteniéndose como resultado un orden de velocidad de reacción de $n=1$ (orden uno) en la pulpa de mango sin adición de conservantes. Considerando su aspecto microbiológico en la pulpa de mango sin

adición de conservantes, se predijo su periodo de vida útil el cual dio como resultado 3.5 días a 4°C, y según las pruebas aceleradas el índice de madurez del mango fresco es de 26.53 (SS/Ac) y la temperatura de concentración disminuye la vitamina C, desde 14,6 mg a 6.2 mg en el caso de T=85°C, aplicado en un sistema abierto. Se utilizó el diseño por bloques para determinar si existe efecto significativo entre los variables tiempo y temperatura en la degradación cinética de la vitamina C, en el cual se obtuvo que a mayor tiempo y temperatura la vitamina C sufre una mayor degradación. En conclusión, las variables tiempo y temperatura tienen un papel muy importante en la degradación cinética de la vitamina C (Chiroque , 2017) (p. 4).

Las marcas “cefop” (envasado al vacío) y “huacariz” (envasado a presión atmosférica) de queso mantecoso, comercializadas en Cajamarca, fueron evaluadas en su vida útil sensorial mediante pruebas aceleradas. Para este propósito, el queso “huacariz” se almacenó a 20, 28, 35 y 40 °C, mientras que el queso “cefop” se trabajó con 20, 28 y 35 °C de almacenamiento, realizándose con éstos pruebas de aceptabilidad sensorial en función al tiempo de almacenamiento con 41 consumidores constantes. Los resultados del análisis sensorial se analizaron con el software R para el análisis de estadística de supervivencia aplicada a la vida útil sensorial de los alimentos. Para ello se trabajó con la distribución de Weibull que permitió determinar los parámetros de forma β , necesario para conocer la confiabilidad de la data obtenida, y escala a. El Almacenamiento acelerado a temperaturas cercanas a 35 °C arrojó valores de $\beta < 2$, para ambos quesos, sensorialmente estas muestras tuvieron variabilidad de aceptabilidad del consumidor y rápido rechazo por la alteración de la estructura del queso que empezó a fluir. Asimismo, se evaluó la Energía de Activación (E_a) para el queso mantecoso envasado a la atmósfera (“huacariz”) y envasado al vacío (“cefop”), fueron de $14,26 \pm 3,25$ kcal/mol y $22,61 \pm 5,92$ kcal/mol, respectivamente. La vida útil sensorial del queso mantecoso “huacariz” y “cefop” a 10 °C de almacenamiento se estimó en 7,6 y 41,7 días, respectivamente (Sánchez & Pérez, 2016) (p.215).

Hamburguesas formuladas con pulpa de doncella y harina de trigo, elaboradas con porcentajes de trigo de 10, 20 y 30 %, fueron evaluadas respecto a su vida útil en congelación a -18°C. Se aplicó un análisis de varianza por atributos al análisis de los datos de su diseño experimental aleatorizado (Guerrero, 2015) (p.10). El análisis sensorial aplicado a los productos se determinó que el tratamiento con mayor

aceptabilidad según los evaluadores fue el Tratamiento 2 (20 %harina de trigo). Se acepta la hipótesis, es decir, es factible la utilización de la pulpa de la doncella con harina de trigo para elaborar hamburguesas y conservarla adecuadamente en congelación a -18°C , por un tiempo de 30 días (Guerrero, 2015) (p. 85).

Se determinó la vida en anaquel de pan libre de gluten a base de harina de quinua envasados en polietileno y polipropileno. Las muestras del pan libre de gluten se almacenaron 6 días bajo condiciones ambientales a 20°C y 89% IIR; se efectuaron controles de acidez y recuento microbiológico según RM N° 1020-2010/ MINSa. Se determinó para el deterioro microbiológico, reacción de primer orden, R2 de 0,99 para polietileno y 0,93 para polipropileno (p.68). La vida útil en función al valor referencial de 1000 ufc/g del pan libre de gluten envasado es mayor en envase de polietileno (4,13 días) estimado a un orden de reacción de tipo uno a diferencia del envase de polipropileno (3,27 días) (Toro, Vizcarra, & Ramos, 2014).

2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1. Vida útil

La vida útil es el período de tiempo en el cual un alimento es seguro para el consumo y tiene una calidad aceptable para los consumidores (Labuza T. , 1982).

La vida útil de un alimento representa también aquel período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables.

Un estudio de vida útil consiste en realizar una serie de controles preestablecidos en el tiempo, de acuerdo con una frecuencia establecida, hasta alcanzar el deterioro elegido como limitante o hasta alcanzar los límites prefijados.

Los puntos claves al diseñar un ensayo de vida útil (VU) son el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante. Generalmente se cuenta con poca información previa, por lo

que se deben programar controles simultáneos de calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial (Hough, Sensory shelf life estimation of food products, 2005).

a. Diseño de ensayos de la vida útil en alimentos.

Un estudio de vida útil consiste en realizar un estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo y controles que se llevan a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante. Generalmente se cuenta con poca información previa, por lo que se programaran controles simultáneos de calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial.

Es importante tener en cuenta la mayor información ya publicada sobre el deterioro que puede sufrir y sobre la vida útil sensorial del producto alimenticio a evaluar.

b. Esquemas adaptables a los aspectos sensoriales de la vida útil.

La estrategia para un diseño experimental de estudio de vida útil se deberá seleccionar la temperatura, iluminación y humedad que se van a emplear en el mismo, estableciendo si se van a emplear bajo condiciones normales o aceleradas. Al emplear un ensayo de evaluación acelerada del tiempo de vida útil es importante definir el objetivo experimental que se desea trabajar.

Pueden aplicarse dos tipos de estudio de vida útil en función a los atributos sensoriales (Hough, Sensory shelf life estimation of food products, 2005).

- Diseño escalonado: Implica almacenar diferentes lotes o muestras de producción o del mismo lote (siempre y cuando el producto lo admita) en las condiciones seleccionadas a diferentes tiempos, de manera que todas las muestras evidencien diferentes grados de deterioro y sean analizadas ese mismo día. Esto permite que todos los ensayos se ejecuten en un solo día; tanto el panel de evaluadores como el de consumidores se reúnen una sola vez. Sin embargo, esto puede ocasionar un riesgo de desorden durante la evaluación de las muestras, debido a la gran cantidad de muestras que se emplean y los datos recolectados al mismo tiempo.

- **Diseño básico:** Un lote de muestra se acopia en las condiciones ambientales escogidas, luego se realizan muestreos en cada intervalo de tiempo elegido. A las muestras obtenidas en cada corte de tiempo se les realizan los ensayos pertinentes. El diseño básico facilita el análisis de un único lote de producción, pese a ello, se debe contar con un panel de evaluadores y consumidores varias veces en cada corte o hito de tiempo durante el proceso de muestreo, lo que significa una mayor inversión y labor.

c. **Pruebas que se deben realizar para estimar la vida útil.**

Los ensayos empleados en la evaluación de la vida útil son, generalmente, característicos para cada tipo de producto según su naturaleza. Posiblemente se apliquen alguno o todos los mencionados, a continuación:

Análisis microbiológico: Se realiza con el propósito de determinar si el alimento cumple con las normas de producción y si es apto para el consumo.

Análisis fisicoquímico: Se realiza para determinar cuál es el momento en el que cambia el alimento sus características tanto físicas como químicas o simplemente verificar que no ha perdido sus propiedades (Hough, Sensory shelf life estimation of food products, 2005).

Evaluación sensorial: Mide, analiza e interpreta las reacciones en cuanto a los atributos como apariencia, textura, aroma, color y sabor, empleando herramientas estadísticas que analizan bases de datos a fin de establecer el nivel relevancia de los resultados estimados por los evaluadores sensoriales y consumidores objetivo.

Evaluadores sensoriales: Toda persona que posee la sensibilidad requerida para detectar cambios de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura particular, con cierto grado de aprendizaje teórico y empírico acerca de la evaluación sensorial.

2.3.2. Vida en anaquel de los alimentos empacados

La vida en anaquel de los alimentos empacados las regula las propiedades de los alimentos, así como las propiedades de barrera del envase al oxígeno, la luz, la humedad y el bióxido de carbono. Para determinar la conducta de los productos, a estos se los debería almacenar en condiciones conocidas por un periodo de tiempo para de esta manera poder medir sus propiedades. La pérdida o ganancia de humedad es uno de los factores más importantes que controla la vida en anaquel de los alimentos (Álvarez V. , 2006).

Los cambios en el contenido de humedad dependen de la velocidad de transmisión de vapor del agua del envase. Para controlar el contenido de humedad del alimento dentro de un envase, deben seleccionarse la permeabilidad al vapor del agua del material de empaque, el área superficial y el espesor de este, considerando el almacenamiento que se requiere o la vida en anaquel (Urgilés, 2006).

2.3.3. Empaque de alimentos

Los empaques, son materiales poliméricos susceptiblemente elaborados de materias orgánicas caracterizadas por su estructura macromolecular y polimérica de moldeo mediante procesos térmicos, a bajas y altas temperaturas como presiones (Vidales, 2000).

Los empaques llevan a cabo dos funciones en la industria alimentaría: primera, proteger la vida de anaquel de los alimentos hasta un grado predeterminado; y segunda, atraer la atención de los consumidores (Driscoll, 1998).

Álvarez (2006) menciona que escoger un buen empaque envuelve un gran número de consideraciones, por ejemplo para productos de bajo contenido de humedad se deben tener en cuenta algunas características importantes de los plásticos como:

- **Baja densidad:** Por el peso específico de los plásticos los empaques tienen grandes ventajas en su costo, transporte y almacenamiento.
- **Flexibilidad: P u e d e n** soportar grandes esfuerzos sin

fractura y recobrar su forma y dimensiones originales.

- **Resistencia a la corrosión:** Son altamente resistentes a la humedad, oxígeno, ácidos débiles y soluciones salinas.
- **Resistencia al impacto:** Favorece las afectaciones o presiones de fuerza que pueda sufrir el empaque-producto.
- **Economía:** Tomando en cuenta su densidad, la materia prima del plástico es relativamente económica.

a. Permeabilidad en empaques

Las películas plásticas ofrecen un variado rango de propiedades mecánicas y permeabilidades al vapor de agua, gases y otros remanentes (Tood, 2003).

El coeficiente de permeabilidad determina cuán rápido o lento el vapor de agua puede penetrar a través de las películas plásticas, correspondientemente esto afecta la vida en anaquel de los productos (Díaz, 1986).

El vapor de agua o los gases como oxígeno, nitrógeno o dióxido de carbono, son capaces de atravesar los materiales de empaque pasando por poros microscópicos o por medio de difusión activa originada por gradientes de concentración. La permeabilidad de los gases o el vapor para una difusión unidimensional se puede calcular utilizando la ley de difusión de Fick.

$$J = -D_g \cdot A \cdot \frac{dc}{dx} \quad \dots (4)$$

Donde:

- J = velocidad de difusión (mol/s)
 - D_g = difusividad del gas (m^2/s)
 - c = concentración del gas (mol/m^3)
 - A = área superficial (m^2)
 - x = distancia en dirección de la difusión (m)
- (Driscoll y Paterson, 1998)

- Según la ley de Henry, $c = S \cdot P$

Donde:

- S = solubilidad del gas ($mol/Pa \cdot m^3$)
- P = presión parcial del gas (Pa).

- **Por lo tanto:**

$$J = -D_g \cdot S \cdot A \cdot \frac{dP}{dx} \quad \dots (5)$$

El coeficiente de permeabilidad se define como el producto del coeficiente de difusividad por la solubilidad:

$$R = D_g \cdot S \quad [\text{mol} \cdot \text{mm de espesor} / \text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa} \text{ o } (\text{mol/s} \cdot \text{Pa} \cdot \text{m})] \quad \dots (6)$$

Esto puede definirse como la cantidad de gas que atraviesa una unidad de grosor

de película por unidad de tiempo por unidad de área superficial de empaque y por unidad de diferencia de presión entre el ambiente y el material envasado (Driscoll, 1998).

Uno de los factores que se debe observar dentro del empaque es el microclima propio, regulado por la presión de vapor de la humedad del alimento a temperatura de almacenamiento. Los cambios de humedad dependen de la velocidad de transmisión del vapor de agua del envase. Es importante, controlar el intercambio de humedad, para evitar la condensación en el interior dentro del empaque, que podría resultar en el crecimiento de hongos, ácaros.

Es necesario, seleccionar la permeabilidad del vapor de agua en el material de empaque, así como el área superficial y el espesor del material, tomando en cuenta el almacenamiento y el tiempo de vida útil (Shelf life) que se desea (Driscoll, 1998).

b. Modelos de empaques empleados en la elaboración de chicharrón artesanal de cerdo

La industria alimentaría usa diversas gamas de empaques elaborados de diversos materiales poliméricos o mezclas de algunos de ellos.

El polietileno es un envase flexible y transparente que tiene como funciones: proteger al producto del oxígeno y humedad, preservar el aroma del mismo, darle estabilidad, resistencia a los agentes, resistencia a los agentes químicos y atmosféricos y a la radiación, resistencia a la tracción, estiramiento y desgarramiento, facilidad para abrirse y cerrarse, susceptible de reciclarse; bajo costo del envase en su transportación y almacenamiento higiénico (Vidales, 2000).

El material de envase debe elegirse a fin de que cumpla con mantener durante el tiempo de vida útil la composición de la atmosfera aplicada. Es fundamental también que la soldadura de los envases sea resistente, impermeable y de fácil apertura (Parzanase, 2015).

Otros empaques son, polipropileno orientado, blanco y opaco. Es útil para los mercados de galletas, alimentos y confitería, debido a su naturaleza impermeable al aire cuando se le cierra en forma hermética y Polipropileno Biorientado, tiene la densidad más baja de todas las películas comerciales, tiene una buena barrera contra grasas, no cambia las características de protección en climas extremos. Existe otro tipo de empaque como laminados, los cuales son una mezcla de dos o más películas con adhesivos, por lo que requiere de una mayor tecnología y su costo es más alto (Vidales, 2000). Por ejemplo: Laminaciones con aluminio con diferentes materiales como poliéster, PP y poliamida, BOPP, poliamida, alcohol polivinilo y polietileno modificado.

Los empaques a utilizar en este estudio son:

) **Polietileno de alta densidad (HDPE)**

El polietileno de alta densidad a baja presión difiere del anterior en que se obtiene a bajas presiones y a temperatura más baja, en presencia de un catalizador órgano-metálico. Posee en sus características, más dureza y rigidez. Su densidad es mayor (0,94). En estado natural, el film, si bien es translúcido, no es totalmente transparente, tomando un aspecto céreo, igualmente que el anterior, su aspecto irá variando según el grado y el grosor (galga) (Rigaplast, 2010).

) **Bolsa PA/PE (70 micras)**

Bolsa de vacío de barrera de gas medio, producido a partir de película coextruida hecha de poliamida y polietileno de capa de sellado.

Aplicación:

Para el envasado de alimentos frescos o procesados como frescos o cocidos de carne, quesos, carne curada seca, pescado, verduras procesadas etc. Envasado en atmosfera modificada es posible la función de productos contenidos, mezcla de gases utilizados y vida útil requerida (Niederwieser, 2016).

) **Materiales laminados**

Son mayoritariamente films flexibles de dos capas: un film base o substrato y un film termosoldante, unidos con una cola o adhesivo (nada, excepto su laboriosidad, impide hacer films laminados de más componentes) (Del Valle, 2011).

) **Bolsa Combiflex MLX**

Bolsa de vacío de Película coextruida a 11 capas de poliamida, EVOH y polietileno (capa de sellado).

Aplicación:

Envasado en atmosfera modificada es posible la función de productos contenidos, Thermoconformado, Atmósfera modificada (Niederwieser, 2016).

2.4. Definición de términos básicos

2.4.1. Productos cárnicos procesados

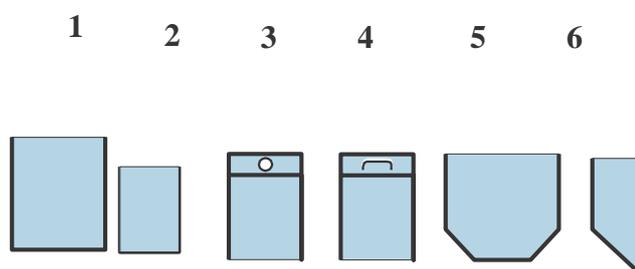
Se definen como aquellos en los que se han modificado, las propiedades de la carne fresca mediante el empleo de una o más técnicas tales como picado, adición de condimentos, modificación del color o tratamiento térmico, para prolongar su vida útil y tener una diversidad de productos (Forres, 1975).

2.4.2. Envase

Es todo material rígido o flexible que contiene directamente al alimento, protegiéndolo del ambiente que lo rodea (Vargas, 2008).

2.4.3. Bolsas

Los fabricantes de bolsas pueden suministrarlas de diferentes materiales, en variados tamaños, con una amplia gama de diseños y con una impresión atractiva – según las demandas de la aplicación. Por ejemplo: Bolsas para madurar la carne, bolsas de baño maría, bolsas esterilizables, etc. El material estándar en el que se fabrican es PA/PE (poliamida/polietileno), se puede observar en la Figura 1.



- 1, 2 Bolsas estándares; 3 Con agujero de colgar;
- 4 Con ranura de colgar; 5 Con esquinas truncadas;
- 6 Bolsas especiales para productos con un extremo biselado

Figura 1. Tipos de Bolsa

Fuente: (Co, 2000)

2.4.4. Empacado adecuado

El principal objetivo del empaque de alimentos es proteger los productos del daño mecánico y de la contaminación química y microbiana y del oxígeno, el vapor de agua y la luz, en algunos casos. El tipo de empaque utilizado para este fin juega un papel muy importante en la vida del producto, brindando una barrera simple a la influencia de factores, tanto internos como externos.

Por lo tanto, es muy riesgoso usar empaques no estandarizados. La tecnología del empaque, su aceptabilidad en el mercado y los aspectos regulatorios cambian constantemente, por lo que deben consultarse con frecuencia los mercados tanto interno como externo y las leyes que se expiden para este fin (Vivas & Mosquera, 2010).

2.4.5. Prueba hedónica

Es aquella en la que los catadores o degustadores expresa su reacción subjetiva ante el producto indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si lo prefiere a otro o no. Son pruebas difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales, con la variabilidad de aquello supone.

Los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en qué medida un producto puede resultar agradable al consumidor. Por lo que pueden aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de aun alimento nuevo o profundizar más y obtener información sobre su grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor (L.G.Elias, 1995).

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

-) El envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y la temperatura de almacenaje, prolongan significativamente el tiempo de vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.

2.5.2. Hipótesis específica

-) El envase de polietileno de alta densidad y la temperatura de almacenaje, prolongan significativamente el tiempo de vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.
-) El envase de trilaminado y la temperatura de almacenaje, prolongan significativamente el tiempo de vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.
-) El envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y la temperatura de almacenaje, mantienen significativamente el tiempo de vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.

2.6. Relación entre variables

Variable independiente

-) Envase:
- Polietileno de alta densidad (Bolsa PA/PE)
 - Trilaminado (Bolsa de Combiflex MLX)
-) Temperatura de almacenaje
- 0 °C
 - 5 °C

Variable dependiente:

-) Análisis microbiológicos: *Aerobios mesófilos*, *Coliformes totales*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*

-) Análisis fisicoquímicos: pH, Acidez.
-) Análisis sensorial: Apariencia, general, sabor, color, olor, textura.
-) $y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3$

Dónde:

y = tiempo de vida útil y las características sensoriales

x1 = polietileno de alta densidad

x2 = trilaminado

x3 = tiempos de evaluación

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo, método y diseño de la investigación

El tipo de investigación fue experimental con enfoque cuantitativo, el alcance es explicativo; causa – efecto.

El flujo de operaciones a seguir en la elaboración y determinación del tiempo de la vida útil de chicharrón artesanal de cerdo se muestra en la Figura 2. Las principales operaciones son.

a. Recepción de materias primas

Recepción de vegetales frescos: Las verduras fueron recepcionados en recipientes plásticos tipo jabas, para el caso de ajos y ají panca. Luego, se realizó una inspección visual de los productos recepcionados, se determinó el peso, y se trasvaso a jabas de plástico para su almacenamiento.

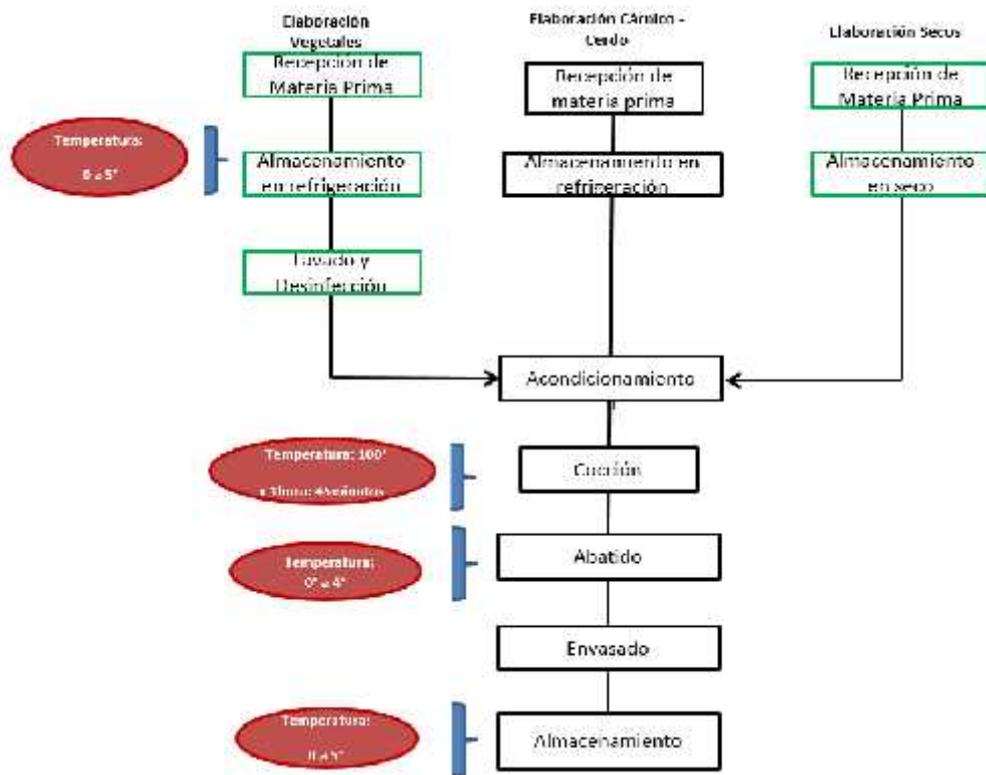


Figura 2. Flujo de operaciones para la elaboración de chicharrón artesanal de cerdo.

Recepción de cárnicos: Se verifico el peso y se realizó una inspección visual para verificar el estado de los productos, integridad e higiene, el producto fue almacenado en Refrigeración (0 °C a 5 °C).

Recepción de Alimentos No Perecibles: Se contabilizo que la cantidad y calidad de los productos recepcionados coincidan con lo solicitado. Se inspeccionó la integridad de los empaques y envases, fechas de vencimiento, entre otros.

b. Almacenamiento

Almacenamiento refrigerado: la carne y las verduras fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura promedio de 0 a 5°C

Almacenamiento en seco: las especias se almacenaron a temperatura ambiente.

c. **Lavado y Desinfectado**

) **Lavado:** Se realizó con agua potable, a fin de eliminar el polvo, o cualquier otro tipo de suciedad en los productos, Cabe mencionar que esta etapa también permite, en cierta medida, reducir los niveles de posibles microorganismos existentes en la superficie.

) **Desinfectado:** Se realizó con el objetivo establecer un grado de inocuidad al reducir la carga microbiana presentes en la superficie, los ajos y el ají panca se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio en concentraciones entre 150 ppm, por 10 minutos.

d. **Acondicionamiento**

El ajo se pelo, corto y molió. La hierbabuena se lavó entera con tallo, para luego ser llevada a proceso. El ají panca se cocinó y lavo en 02 ocasiones para que pierda el picor, luego se licuo. La carne de cerdo (pierna sin hueso), se picó en trozos enteros de acuerdo al tamaño del recipiente (olla).

e. **Cocción**

El objetivo fue lograr que los componentes obtengan las condiciones sápidas aromáticas característica del producto. El proceso se inició cargando en una olla grande y gruesa (o perol) 27 litros de agua y se vertieron 100 kilos de carne de cerdo, además se agregó ajo, hierbabuena, ají panca.

Las carnes se cocieron en agua a 100 °C hasta que se consuma y las carnes empiecen a rezumar con su propia grasa. Se retira los vegetales exudados.

Luego se sazona sólo con sal, comino y pimienta negra entera, se removió constantemente para que las presas se frían y doren con regularidad a una temperatura de 160 a 170 °C (Chavez & Moreno, 2018). El producto terminado de chicharrón artesanal de cerdo fueron porcionadas en unidades de 250 gr aprox.

En todos los casos la temperatura de cocción debe llegar como mínimo a los 80°C medido en el punto más frío, el cual indica la temperatura del alimento en el punto de calentamiento más lento (Reynaga, 2015), asegurando la eliminación de los peligros de contaminación biológica y a su vez, asegura la obtención de las características organolépticas de las preparaciones.

f. Abatimiento

Se redujo la temperatura del alimento que sale con aproximadamente 90 °C a 0 - 4°C en menos de 1 hora, con el fin de evitar el crecimiento de microorganismos patógenos.

g. Envasado

Se envaso el producto en bolsas especiales, de material autorizado para estar en contacto con alimentos.

h. Almacenamiento de producto terminado

El producto obtenido fue almacenado a 0 y 5 °C.

3.1.1. Parte experimental

El esquema experimental que se ejecutó se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Las operaciones donde se aplicaron las variables fueron.

Envasado. El chicharrón artesanal de cerdo preparado fue envasado en dos tipos de envases: a. bolsas de polietileno de alta densidad y b. Envases trilaminado, en ambos casos en muestras de 250 gr.

Almacenamiento. Las muestras fueron acondicionadas en cámaras de refrigeración donde se controlaron dos temperaturas. a. 0 °C y b. 5°C para evaluar su tiempo de vida útil. Los controles realizados fueron:

) Análisis microbiológicos: Aerobios mesófilos, Coliformes totales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp*, Análisis fisicoquímicos (índice de

acidez y PH) y las evaluaciones sensoriales (Apariencia general, sabor, color, olor, textura), cada 3 días hasta determinar su tiempo de vida útil.

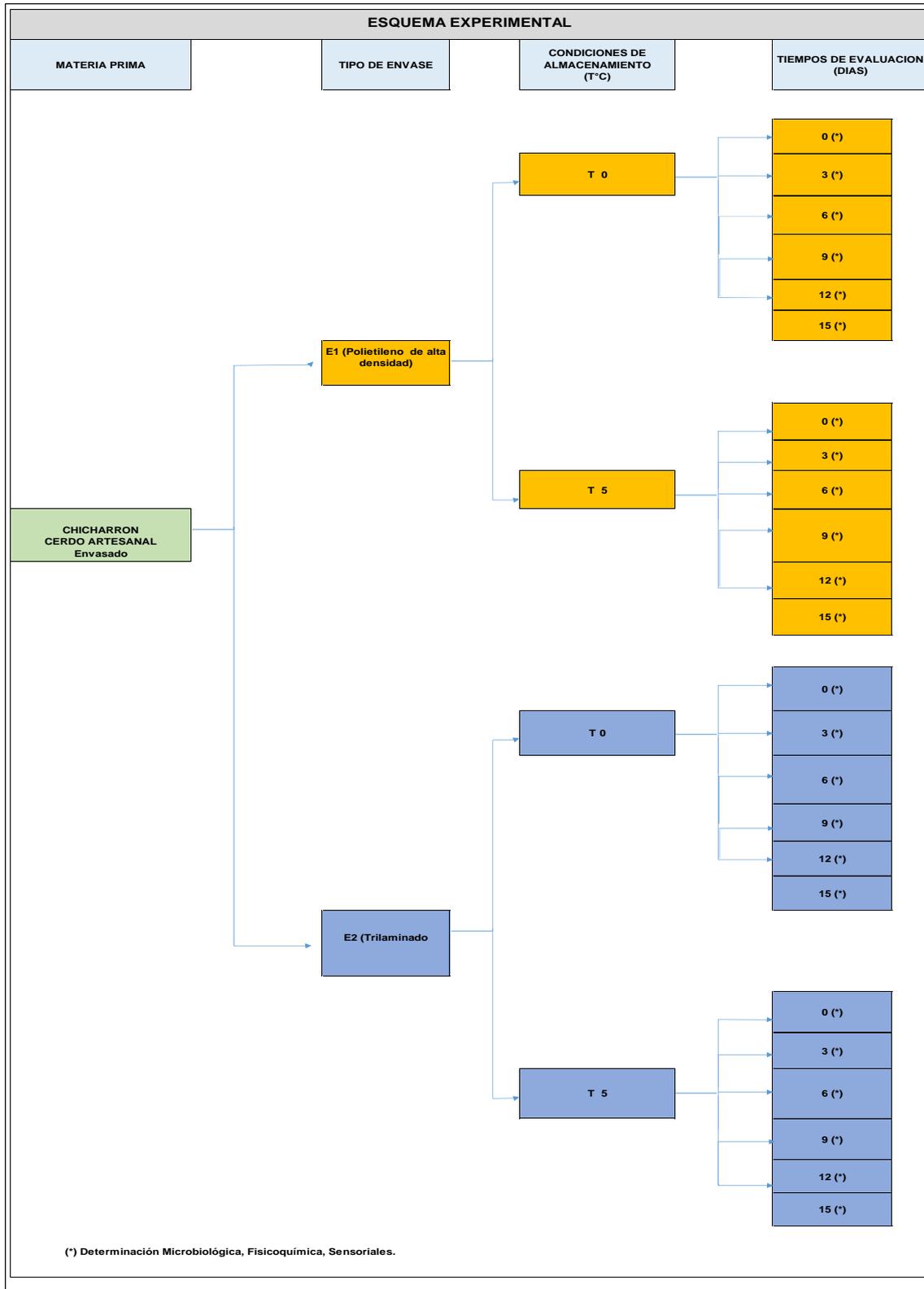


Figura 3. Esquema Experimental

Se muestra los tratamientos a obtener. Al combinar los factores A, B y C se tienen $2 \times 2 \times 6 = 24$ tratamientos para ser evaluados. Se realizaron 3 repeticiones en cada tratamiento.

El diseño experimental empleado fue un arreglo factorial de 3 factores sin replica, el primer factor fue el envase con dos niveles bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96), el segundo factor fue la temperatura, con dos niveles (0 y 5 °C) y el tercer nivel el tiempo de almacenaje con 6 niveles (0, 3, 6, 9,12 y 15 días). Como variable respuesta se evaluaron las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales, definidas en el Tabla 2.

Dónde:

T 1: temperatura de almacenaje 0 C

T 2: temperatura de almacenaje 5 C

E1: Envase de polietileno alta densidad

E2: Envase de trilaminado.

El modelo estadístico para este diseño es:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Con $i = 1, 2$; $j = 1, 2$., Donde:

y_{ij} : Representa la observación correspondiente al nivel (i) del factor A el nivel (j) del factor B.

μ : Efecto constante denominado media global. Mide el nivel medio de todos los resultados

τ_i : Efecto producido por el nivel i -ésimo del factor A, ($\sum_i \tau_i = 0$).

β_j : Efecto producido por el nivel j -ésimo del factor A, ($\sum_j \beta_j = 0$).

$(\tau\beta)_{ij}$: Efecto producido por la interacción entre AxB, ($\sum_i (\tau\beta)_{ij} = \sum_j (\tau\beta)_{ij} = 0$).

ε_{ij} : son vv aa. Independientes con distribución $N, (0, \sigma^2)$.

Fuente: (Montgomery, 2004)

Por lo tanto:

α es el factor tipo de empaque. Tenemos dos niveles α : α_1 = Envase de polietileno alta densidad, y α_2 = Envase de trilaminado.

β_j es el factor temperatura de almacenaje. Tenemos dos niveles β_j : β_{j1} = temperatura de almacenaje 0 C, y β_{j2} = temperatura de almacenaje 5 C.

Los resultados de los ensayos realizados se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Diseño experimental para determinar la influencia del envase y la temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo

N ^a ensayo	Día	Tipo de empaque	Temperatura de almacenaje	Resultado
1	0	1	1	Y11-0
2	3	1	1	Y11-3
3	6	1	1	Y11-6
4	9	1	1	Y11-9
5	12	1	1	Y11-12
6	15	1	1	Y11-15
7	0	1	2	Y12-0
8	3	1	2	Y12-3
9	6	1	2	Y12-6
10	9	1	2	Y12-9
11	12	1	2	Y12-12
12	15	1	2	Y12-15
13	0	2	1	Y21-0
14	3	2	1	Y21-3
15	6	2	1	Y21-6
16	9	2	1	Y21-9
17	12	2	1	Y21-12
18	15	2	1	Y21-15
19	0	2	2	Y22-0
20	3	2	2	Y22-3
21	6	2	2	Y22-6
22	9	2	2	Y22-9
23	12	2	2	Y22-12
24	15	2	2	Y22-15

En este modelo se aplicó los criterios microbiológicos para cada una de las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales, mostradas en el Tabla 2.

Tabla 2. Criterios microbiológicos para determinar la influencia del envase y la temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo.

MICROBIOLOGICAS	FISICOQUIMICAS	FISICO SENSORIALES ** (jueces entrenados)
Aerobios mesófilos	pH	Apariencia general
Coliformes totales		Sabor
<i>Escherichia coli</i>	Acidez	Color
<i>Staphylococcus aureus</i>		Olor
<i>Salmonella</i>		Textura

** : Involucraría un panel sensorial con jueces entrenados (calidad del producto).

Según RM-591/2008-MINSA los criterios microbiológicos para cada una de las características son los indicados en la Tabla 3:

Tabla 3. Criterios microbiológicos para determinar la influencia del envase y la temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo.

XV.2 Alimentos preparados con tratamiento térmico (ensaladas cocidas, guisos, arroces, postres cocidos, arroz con leche , mazamorra entre otros)							
Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g o mL		
					m	M	
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵	
Coliformes	5	3	5	2	10	10 ²	
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²	
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	<3	----	
<i>Salmonella spp</i>	10	2	5	0	Ausencia /25	----	
					g		

Los símbolos usados en los planes de muestreo según RM-591/2008-Minsa, se definen a continuación:

Categoría: grado de riesgo que representan los microorganismos en relación a las condiciones previsibles de manipulación y consumo del alimento.

"n" (minúscula): Número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote, que se analizan para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo.

"c": Número máximo permitido de unidades de muestra rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o número máximo de unidades de muestra que puede contener un

número de microorganismos comprendidos entre "m" y "M" en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor se rechaza el lote.

"m" (minúscula): Limite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general un valor igual o menor a "m", representa un producto aceptable y los valores superiores a "m" indican lotes aceptables o inaceptables.

"M" (mayúscula): Los valores de recuentos microbianos superiores a "M" son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

El protocolo de trabajo propuesto se muestra en la

Figura 4:

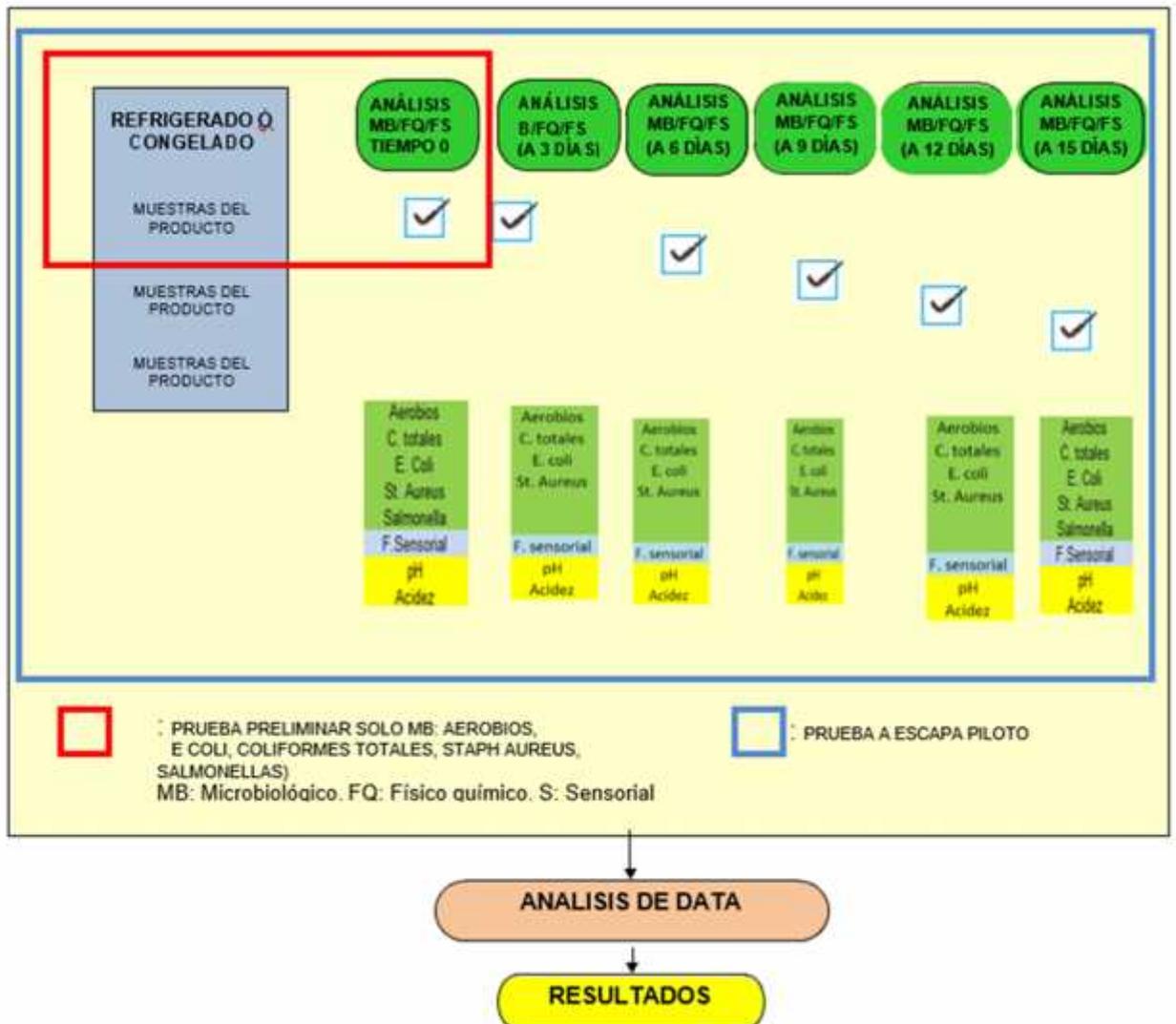


Figura 4. Protocolo de trabajo referencial – influencia del envase y la temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo.

Involucró pruebas sensoriales con escala hedónica para determinar la aceptabilidad del producto; una vez obtenido los resultados del diseño experimental.

NOTA: Con el propósito de minimizar los costos, algunos ensayos como Salmonella pueden evaluarse por ejemplo sólo en el tiempo inicial y final.

3.2. Población y muestra

Un lote de 100 kg de pierna de cerdo fueron obtenidos en el frigorífico del camal La Colonial ubicado en el distrito del Callao, de la Provincia Constitucional del Callao – Perú.

La investigación se realizó mediante la toma de muestras representativas de forma aleatoria.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Se efectuaron $2 \times 2 \times 6 = 24$ tratamientos para ser evaluados las repeticiones por cada combinación de niveles. Se realizaron 3 repeticiones en cada tratamiento (Montgomery, 2004).

En la investigación se tuvieron en cuenta los siguientes puntos:

-) Planteamiento del Problema
-) Objetivos
-) Investigaciones relacionadas con el tema
-) Antecedentes
-) Información teórica
-) Estudio analítico de la información
-) Parte experimental
-) Resultados y formulación de conclusiones.

3.3.1. Muestreo

Procedimientos para recolección de datos

La data se obtendrá bajo el siguiente procedimiento:

-) Búsqueda de información o investigaciones relacionadas
-) Redacción de la data obtenida de las muestras
-) Toma de muestras
-) Resultado de los análisis realizados en laboratorio
-) Redacción de la data obtenida de los resultados de laboratorio

-) Evaluación, análisis y redacción de los resultados
-) Retroalimentación y formulación de conclusiones

Muestreo. - La población de estudio corresponde a un lote de 100 kg cárnicos de pierna de cerdo de los cuales aleatoriamente se seleccionó 26 Kg, mediante un muestreo probabilístico por lo tanto se utilizó la siguiente fórmula a fin de obtener el tamaño de la muestra:

Dónde:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2}$$

(n): es el tamaño de la muestra.

(N): es el tamaño de la población.

(p): es el valor poblacional de la proporción del éxito (*).

(q): es el valor poblacional de la proporción del fracaso.

(E): es el error que está dispuesto a aceptar.

(Z²): es el valor de una distribución normal con un nivel de confianza (1-).

(*) Cuando no nos dan el valor de p se considera que p y q son iguales (p=q=0.5).

Fuente: (Zamora, 2003).

Por lo tanto, se recolectarán 80 muestras diferentes de chicharrón de cerdo cocidos de 250 gr cada muestra, preparados en el establecimiento los que se mantendrán a temperatura de refrigeración que oscila entre 0 - 5°C, bajo las mismas condiciones de refrigeración del consumidor, durante 15 días.

3.3.2. Materiales y equipos

Insumos:

-) Bolsas PA /PE calibre 70 micras.
-) Bolsas de Combiflex MLX calibre 96 micras (trilaminado).
-) Jabón.
-) Hipoclorito.
-) Bolsas de polietileno para basura.
-) Cinta adhesiva de color.
-) Vasos desechables.

) Papel absorbente.

Materiales

) Medio de cultivos.

) Material de laboratorio.

) Frascos de vidrio.

) Placas Petri.

) Tubos de ensayo.

Maquinaria y equipos

Las maquinarias y equipos utilizados (Anexo 4), fueron:

) Uniformes blancos y delantales.

) Guantes y botas.

) Mascarillas.

) Cocina industrial.

) Mesones.

) Cuchillos de Corte.

) Recipientes de Plástico.

) Bandejas.

) Balanza Digital Electrónica.

) Cronómetro.

) Autoclave Vertical.

) Baño Termostático.

) Estufa.

) Incubadora.

) Termo hidrómetro.

) Conservadora.

) Congeladora.

) Tablas de Registro de Datos.

Recurso humano:

) 2 operarios.

) 1 persona encargada del cronómetro.

3.3.3. Procesamiento estadístico

Se llevó a cabo los siguientes puntos:

-) Registro de datos (durante todo el proceso).
-) Análisis estadísticos: Se empleará el programa estadístico ANOVA
-) Elaboración de Tablas, tablas y gráficos

Los datos fueron analizados en el programa STATGRAPHICS plus versión Centurión XVI ("Statgraphics Centurion XVI," 2009) y Excel Office 365 para lo cual tomaremos los muestreos según el esquema experimental a seguir tal como se muestra en la Figura. 3, de acuerdo a las variables de estudio indicadas líneas arriba.

Análisis estadísticos:

- Análisis microbiológicos: *Aerobios mesófilos*, *Coliformes totales*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*
- Análisis fisicoquímicos: pH, Acidez.
- Análisis sensorial: Apariencia general, sabor, color, olor, textura.

Se realizó mediante una regresión múltiple de acuerdo con lo descrito por (Montgomery, 2004). Un valor de p bilateral de <0,08 fue considerado estadísticamente significativo en el análisis de varianza (ANOVA), se realizarán utilizando el procedimiento modelo lineal general para evaluar las diferencias en el efecto del chicharrón artesanal de cerdo y el placebo en las medidas de resultado. Los modelos incluyen los principales efectos de tratamiento, el tiempo y la interacción en tiempo de tratamiento. Ajuste de Bonferroni se utilizará para dar cuenta de las múltiples pruebas. Los cambios en los resultados de los análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensorial se modelan como variables dependientes, en donde se ajustarán como predictores, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$y_{ii} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ii} + \varepsilon_{ii}$$

- ✓ Análisis fisicoquímicos: Se evaluará el pH y Acidez, según fichas técnicas establecidas por compendio de normas peruanas.

- ✓ Análisis microbiológicos: Según las normas ICMSF (2000), FDA /BAM (2016), ISO 6579-1 (2017).
- ✓ Elaboración de Tablas, tablas y gráficos.
- ✓ Análisis Sensorial: Se evaluará el Chicharrón de cerdo artesanal.

3.4. Descripción de procedimientos de análisis

3.4.1. Análisis fisicoquímico

-) Determinación de acidez (Normex, 2010).
-) Determinación del pH (Covenin, 1979).

3.4.2. Análisis microbiológico

-) Recuento de aerobios mesófilos, (ICMSF, 1983).
-) Recuento de coliformes totales, (ICMSF, 1983).
-) Numeración de Escherichia coli, (ICMSF, 1983).
-) Numeración de Staphylococcus aureus, (FDA, 1998).
-) Detección de Salmonella (ISO, 2017).

3.4.3. Análisis sensorial Afectivo

Las pruebas sensoriales fueron realizadas con un panel de 30 consumidores no entrenados, de género masculino y femenino, de diferentes ocupaciones y fueron compuestas por consumidores habituales o posibles usuarios del chicharrón artesanal de cerdo, procedentes de diferentes lugares del distrito de san miguel de la ciudad de Lima, en donde se les facilito 4 muestras de chicharrón artesanal de cerdo en el día cero de su elaboración.

Se preparó una ficha de evaluación en donde se analizó la aceptabilidad del panelista no entrenado sobre las muestras del chicharrón artesanal de cerdo, cada una con un diferente tratamiento y almacenadas a 0°C y 5°C. Se empleó una escala no estructurada de 10 cm (VAS) para evaluar la aceptabilidad general del panelista indicando cuanto les agrada o desagrada el producto. Cada panelista recibió una muestra codificada del producto junto con la boleta de prueba hedónica, se le solicito a los panelistas que luego de su primera impresión indicara cuanto les agradaba cada muestra, asignando el

número correspondiente en la línea a cada atributo de sabor, color, olor, textura y aceptabilidad, según la categoría reportada en la prueba de puntuación representado en una línea de 10 cm con declaraciones de anclaje a la izquierda (no me gusta) y a la derecha (me gusta)

Presentación de la Muestra: La degustación de las cuatro muestras, correctamente codificadas con 3 dígitos numéricos y una letra consonante en formas aleatorias (107R, 894 J, 461 L y 359 H), se presentó en una bandeja de poliestireno a temperatura ambiente, cuatro platos plásticos conteniendo cada uno una muestra de 30 g de producto de cada tratamiento. La hoja de evaluación que se les facilitó a los panelistas para la degustación es el que se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4. Cartilla de una prueba hedónica de escala no estructurada de 10 cm para determinar la evaluación sensorial afectiva del chicharrón artesanal de cerdo en almacenaje.

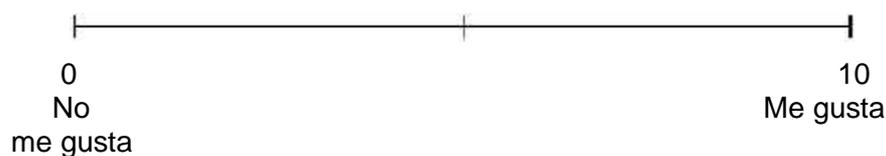
TEST DE ACEPTABILIDAD

Edad: _____ Sexo: Hombre Mujer Muestra: Chicharrón artesanal de cerdo

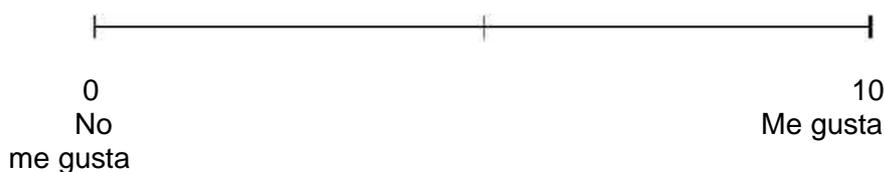
INDICACIONES:

Estimado(a) colaborador(a), pruebe el producto y marque con una línea vertical la calificación que le daría respecto al sabor, color, olor, textura y aceptabilidad general. Gracias por su colaboración.

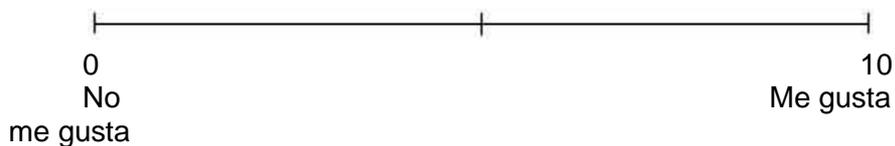
1. Sabor



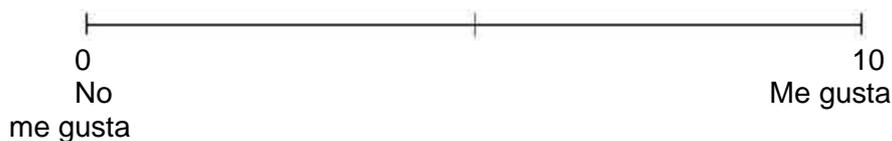
2. Color



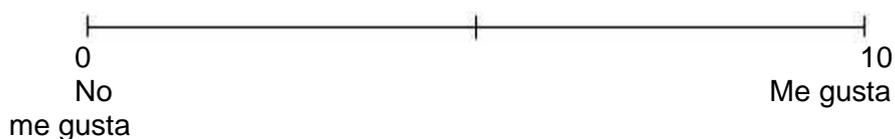
3. Olor



4. Textura



5. Aceptabilidad general



Comentarios:

¡Gracias!

3.4.4. Análisis del Tiempo de Vida Útil

A. Método de Weibull

Se determinó la vida útil a partir de los análisis microbiológicos exigidos por la R.M N° 591-2008/MINSA. XV.2. Alimentos preparados con tratamiento térmico (ensaladas cocidas, guisos, arroces, postres cocidos, arroz con leche, mazamorra entre otros).

Posteriormente se utilizó la prueba sensorial teniendo en cuenta los parámetros mencionados en la referencia bibliográfica: Apariencia, aroma, textura y sabor (Álvarez G. A., 2016). Se aplicó la distribución de Weibull para determinar la probabilidad en la que el 50% de los consumidores rechaza el producto.

Número de consumidores

Se emplearon 15 panelistas entrenados para determinar el número de muestras aceptadas o rechazadas durante el tiempo de almacenamiento

Aceptabilidad y Validez del instrumento

Para evaluar la aceptación de la unidad de análisis se empleó la Escala Hedónica de 9 puntos desarrollada por (Peryam & Girardot, 1952) que se detalla a continuación en la Tabla 5:

Tabla 5. Escala Hedónica

ESCALA HEDÓNICA	
NÚMERO	CATEGORÍA
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta poco
5	No disgusta Ni disgusta
6	Me gusta poco
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

Método de Análisis

Se tomó en cuenta la conformidad de descriptores críticos planteados como es el caso de los análisis microbiológicos. En función a estos ensayos se tomó como parámetro de evaluación hasta que el producto alcance el valor crítico “m” de UFC/g que define la Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos o alimentos preparados mostrado en la Tabla 5 de Escala Hedónica.

Según Muñoz et al. (1992) los valores de 6 a 9 en la Escala Hedónica son considerados como aceptados, mientras que los valores menores de 6 se consideran como rechazados. Es a partir de esta referencia que se tomaron dichos valores para determinar si el panelista rechazó o aceptó el producto mediante una prueba de confiabilidad de escala.

Una vez estimado el porcentaje (percentil) de aceptación y rechazo o tiempo de fallo, se procesaron los datos para poder determinar el tiempo de vida útil mediante el modelo de distribución de probabilidad de tiempo de vida (método de riesgos de Weibull).

Muestras

Durante las actividades de muestreo se tomó una muestra en un día aleatorio a partir de un lote de producción y se almacenó en condiciones de refrigeración ($5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ / $0^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) durante 15 días seguidos, siendo empleados para la evaluación sensorial, fisicoquímicas y Microbiológicas a partir del día “0” (cada 03 días) desde su fabricación. Las muestras evaluadas por panelistas entrenados se encontraban en condiciones adecuadas para su uso, las mismas que fueron servidas en pequeñas piezas de tamaño uniforme (250 gramos). En la evaluación se empleó una encuesta de manera independiente, la cual duró aproximadamente 15 minutos, luego se procesaron los datos obtenidos.

Se examinó una cantidad definida de muestras, en donde cada unidad de muestra deja de ser aceptable en un corte o hito de tiempo. Los análisis de datos se llevan a un gráfico de tiempo empleando funciones de distribución de Weibull correspondientes

al tiempo en el cual el 50% de los consumidores rechaza el producto (Labuza T. , 2000).

Se diseñó una Curva de Riesgo de la Distribución Weibull, con la fórmula (1) para garantizar el mejor ajuste de una distribución de Weibull y estimar parámetros:

$$\ln H(t) = -\beta \ln \alpha + \beta \ln t \dots \dots \dots (1)$$

Dicha fórmula permitió estimar el tiempo de vida útil a través de una rectificación lineal, mediante la fórmula (2).

$$\ln t = \ln \alpha + \frac{1}{\beta} \ln H(t) \dots \dots \dots (2)$$

Mediante el método Gacula, se realizó la siguiente deducción:

$$S(t) = 1 - F(t)$$

$$S(t) = e^{-H(t)}$$

Siendo así la función de distribución acumulativa o función de fallo, mediante la fórmula (3):

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \dots \dots \dots (3)$$

Dónde:

= Parámetro de Escala. Mide que tan dispersos son los datos entre sí.

= Parámetro de Forma. Mide la forma de variación de la variable Y con respecto a X.

Si el parámetro β adquiere un valor numérico < 1 , la función de riesgo o tasa de fallo disminuirá al incrementarse el tiempo.

Si el parámetro β adquiere un valor numérico $= 1$, se genera un modelo exponencial en el cual la función de riesgo es constante a partir de fallos ocasionales presentes.

Esto significa que, el número de fallos y el momento en que se suscitan no dependen del tiempo en que se realiza la prueba (Alvarez, 2016).

Si el parámetro β adquiere un valor numérico > 1 , se incrementa el factor “riesgo” en la función. Indicando que, los fallos se deben al envejecimiento o desgaste. Es decir, si el valor numérico de β se encuentra entre 1 y 2, la función de riesgo se incrementa de manera rápida al inicio, decreciendo al final. Por otro lado, si el valor numérico de β es igual que 2, la función de riesgo se eleva linealmente a medida que se incrementa el tiempo. Finalmente, si el valor numérico de β es mayor que 2, la función se incrementa lentamente al inicio y rápido posteriormente, siendo así que el intervalo de tiempo en el cual se produce un fallo es cada vez menor (Alvarez, 2016).

Se tomaron en cuenta las fórmulas (4), (5) y (6):

Función de densidad probabilística fdp:

$$f(t) = \left(\frac{\beta}{\alpha}\right) \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta} \dots\dots\dots(4)$$

La función media definida por (4):

$$E(t) = \alpha \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots\dots\dots(5)$$

Donde Γ es la función gamma definida de la siguiente forma:

$$\Gamma(t) = \int_0^{\infty} t^{(p-1)} e^{-t} dt \dots\dots\dots(6)$$

Para $t > 0$.

Se determinó el intervalo de confianza al 95% para regresión simple, con la formula (7) según (Gutiérrez & De la Vara, 2008).

$$E_{(Y_0/X_0)} = Y_0 \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} \sqrt{C_e + \left[\frac{1}{n} + \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{S_x}\right]} \dots\dots\dots(7)$$

Dónde:

Y_c	:	Representando el estimador puntual de la recta de regresión.
$= a + bX_c$		
$t_{(\frac{\alpha}{2}, n-2)}$:	Es el valor que se obtiene por la distribución T de Student y “ ” corresponde al complemento porcentual del nivel de confianza. Por otro lado, “n-2” corresponde al grado de libertad.
CME	:	es el estimador de la varianza
\bar{X}	:	es la media

B. Estimación del Tiempo de Vida Útil

Se calculó la vida útil del Chicharrón artesanal de cerdo a las condiciones de almacenamiento a partir de los parámetros cinéticos obtenidos. Para ello fue necesario conocer el valor en el cual la variable crítica no fue sensorialmente aceptada. Se estimó el tiempo de vida útil integrando la ecuación cinética que relaciona la variable crítica con el tiempo de vida útil.

3.4.5. Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos y las comparaciones múltiples entre los tratamientos fueron analizados estadísticamente mediante un diseño factorial completamente al azar por triplicado, los datos fueron analizados con el programa MINITAB 17 y STATGRAPHICS CENTURION 16.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis fisicoquímico

En la Figura 5 se muestran los resultados físico - químicos correspondientes al pH, obtenidos en las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad y Trilaminadas.

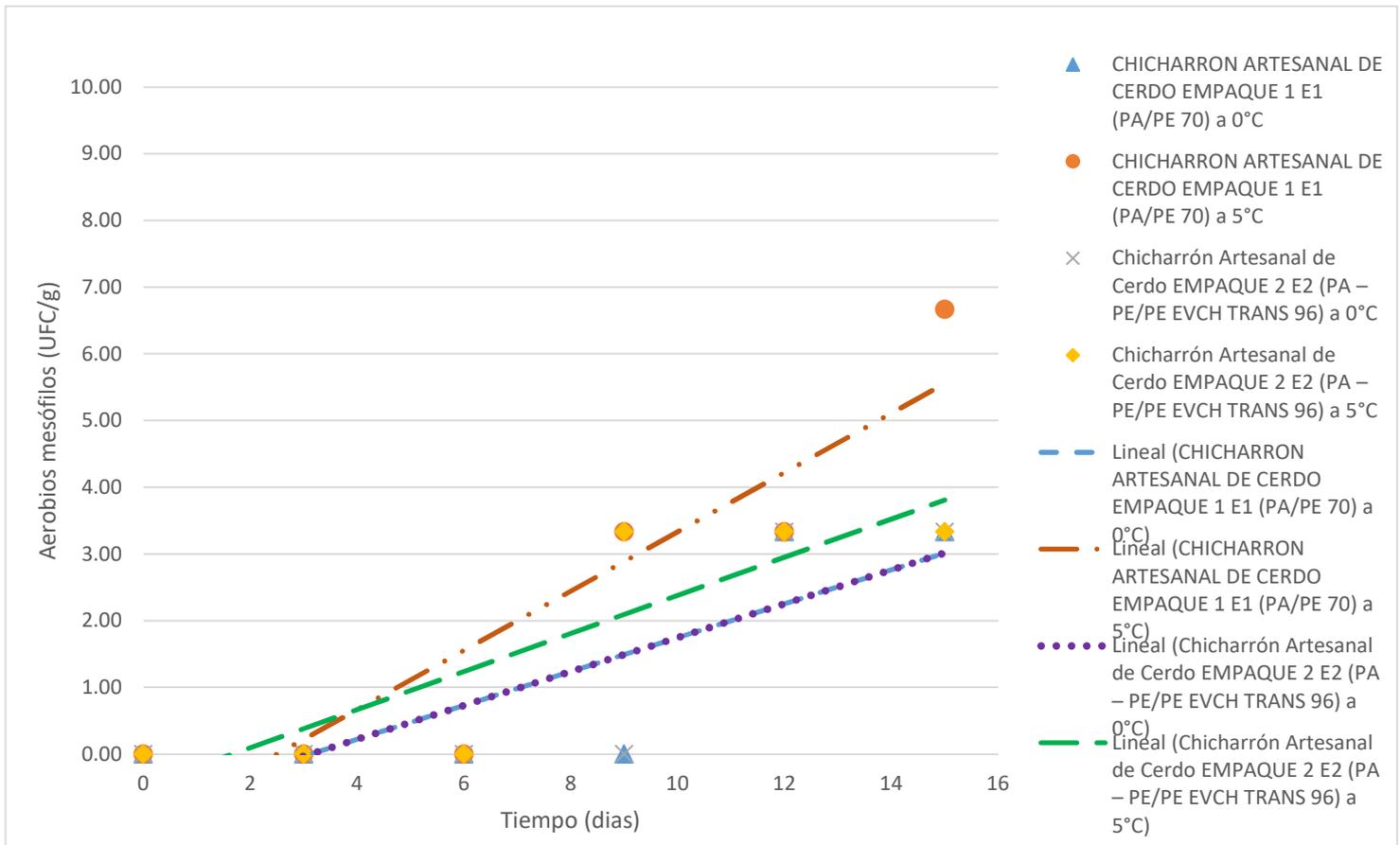


Figura 5. Resultados de pH de chicharrón artesanal de cerdo en diferentes empaques y temperaturas de almacenaje.

Tabla 6. Resultados de pH durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.

TRATAMIENTO		pH					
		DÍA 0 (15-08-19)	DÍA 3 (18-08-19)	DÍA 6 (21-08-19)	DÍA 9 (24-08-19)	DÍA 12 (27-08-19)	DÍA 15 (30-08-19)
CHICHARRON ARTESANAL DE CERDO EMPAQUE 1 E1 (PA/PE 70) a 0°C	R1	5.40	5.40	4.50	6.00	6.30	6.40
	R2	5.40	5.00	4.80	6.10	6.20	6.60
	R3	5.40	5.10	4.70	5.90	6.40	6.50
	\bar{x}	5.40	5.17	4.67	6.00	6.30	6.50
	s	0.00	0.21	0.15	0.10	0.10	0.10
CHICHARRON ARTESANAL DE CERDO EMPAQUE 1 E1 (PA/PE 70) a 5°C	R1	5.3	5.1	4.9	5.9	6.1	6.3
	R2	5.3	5	4.7	5.7	6	6.2
	R3	5.3	5.2	5	5.8	5.9	6.5
	\bar{x}	5.30	5.10	4.87	5.80	6.00	6.33
	s	0.00	0.10	0.15	0.10	0.10	0.15
Chicharrón Artesanal de Cerdo EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C	R1	5.3	5.6	3.5	6.1	6.4	6.6
	R2	5.3	5.5	3.8	6	6.2	6.4
	R3	5.3	5.7	3.6	5.9	6.3	6.5
	\bar{x}	5.30	5.60	3.63	6.00	6.30	6.50
	s	0.00	0.10	0.15	0.10	0.10	0.10
Chicharrón Artesanal de Cerdo EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 5°C	R1	5.2	5.2	4.6	6	6	6.3
	R2	5.2	5.3	4.7	5.9	5.8	5.9
	R3	5.2	5.1	4.5	6.1	5.9	6.2
	\bar{x}	5.20	5.20	4.60	6.00	5.90	6.13
	s	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.21

En la Figura 5 se aprecia que el pH se incrementa en el tiempo, en el día 0 inicia con un valor de pH de 5.4, 5.3, 5.3 y 5.2 en los chicharrones empacados en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) almacenados a 0 ° y 5° C, y bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 0 ° y 5° C, respectivamente. En el día 3 se observa una leve disminución del pH en los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y (PA/PE 70) a 5°C, sin embargo, un leve incremento en el tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C. En el día 6 todos los tratamientos evidenciaron una disminución del pH, siendo este cambio significativo para el tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 5°C. En el día 9, los 04 tratamientos incrementaron el pH a valores dentro del rango de 5.8 a 6.0 (Tabla 6), este incremento continuó en el día 12 en los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C, (PA/PE 70) a 5°C y (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C, pero el tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 5°C mostró una leve disminución. En el día 15, los 04 tratamientos mostraron valores de pH dentro del rango

de 6.1 a 6.5, estos resultados indicarían, que el chicharrón artesanal de cerdo almacenado a 0° y 5° C en empaques (PA/PE 70) y (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) se alcaliniza durante los 15 días de almacenamiento. En los días 3 y 6 se evidencia una disminución del pH siendo brusca en el día 6 esto podría deberse a la actividad microbiana de bacteria ácidos lácticas (BAL) injuriadas que sobrevivieron a la operación de abatido.

Tabla 7. Resultados de Análisis de Varianza para pH

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tiempo	5.00092	1	5.00092	16.43	0.0009
B: Empaque	0.0522667	1	0.0522667	0.17	0.6841
C: Temperatura	0.0400167	1	0.0400167	0.13	0.7217
AA	1.39501	1	1.39501	4.58	0.0480
AB	0.000115714	1	0.000115714	0.00	0.9847
AC	0.0452629	1	0.0452629	0.15	0.7049
BC	0.00601667	1	0.00601667	0.02	0.8899
Error total	4.87033	16	0.304396		
Total (corr.)	11.4099	23			

R-cuadrada = 57.315 por ciento.

Los valores P menores a 0,05 permiten rechazar la hipótesis nula, de esta manera se puede concluir que existe una diferencia significativa en los tratamientos indicando cuáles son los términos más representativos del modelo (Zapata & Pineda, 2012). Así mismo, la tabla ANOVA particiona la variabilidad de pH en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. Por lo tanto, se puede afirmar que el tiempo tiene un efecto significativo sobre los valores correspondientes a la prueba de pH. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 57.315% de la variabilidad en pH. Además, se observa que el tiempo presenta un efecto cuadrático significativo lo cual indica que tiene un comportamiento no lineal durante el tiempo de almacenamiento.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{pH} = 5.5864 - 0.0607786 \cdot \text{Tiempo} - 0.00456044 \cdot \text{Empaque} - 0.0313407 \cdot \text{Temperatura} + 0.0107391 \cdot \text{Tiempo}^2 - 0.000032967 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{Empaque} - 0.00339048 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{Temperatura} + 0.000487179 \cdot \text{Empaque} \cdot \text{Temperatura}$$

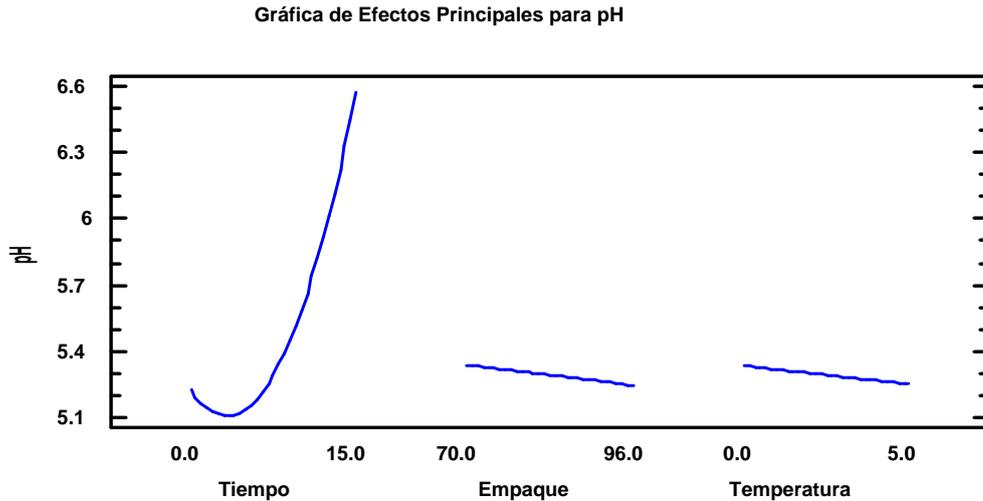


Figura 6. Grafica de Efectos Principales para pH

Se observa en la figura 6 que el tiempo presenta un efecto principal de tipo cuadrático con un valor-P menor que 0.05 (Tabla 7), a diferencia del empaque y la temperatura ya que ambos factores presentan un efecto principal de tipo lineal donde ambos generan una disminución de los niveles del pH. Así mismo se observa que el empaque trilaminado de 96 micras genera valores de pH menores que el empaque de polietileno de 70 micras este mismo efecto se observa cuando la temperatura de almacenamiento es de 0° y 5°C respectivamente. Sin embargo, los valores de pH tienden a incrementarse durante el tiempo de almacenamiento de 0 a 15 días expresando un comportamiento cuadrático en los primeros días de almacenamiento.

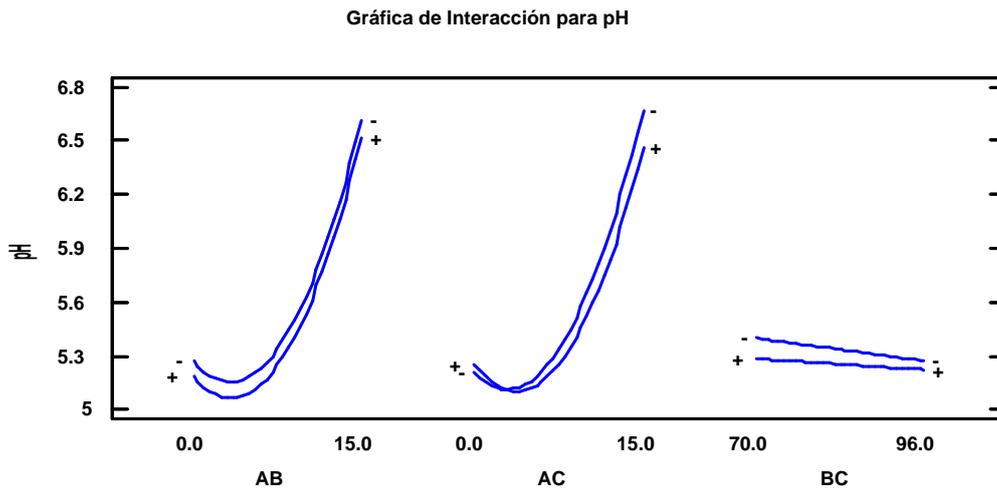


Figura 7. Grafica de Interacción para pH.

Se observa en la figura 7, que las variables son independientes entre sí y no existe efecto en la interacción entre el factor tiempo con el empaque, tiempo con temperatura, y del

empaque con la temperatura (valor-P mayor que 0.05), mientras que existe efecto de la interacción en el efecto cuadrático del tiempo. Gráficas como éstas son de gran ayuda para interpretar las interacciones significativas, sin embargo, no deberán utilizarse como la única técnica para el análisis de datos, ya que su interpretación es subjetiva y su apariencia con frecuencia es engañosa (Montgomery D. , 2004). Es por ello que la información que nos brinda la gráfica de interacción debe ser corroborada con la información del ANVA (Tabla 7), el cual indica que si existe efecto de la interacción cuadrática del tiempo, mientras que no existe efecto entre el tiempo y el empaque, tiempo y la temperatura, y el empaque con la temperatura (valor-P mayor que 0.05).

En la Figura 8 se muestran los resultados físico - químicos correspondientes a la % acidez expresados en ácido láctico, los cuales fueron obtenidos en las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad y Trilaminadas.

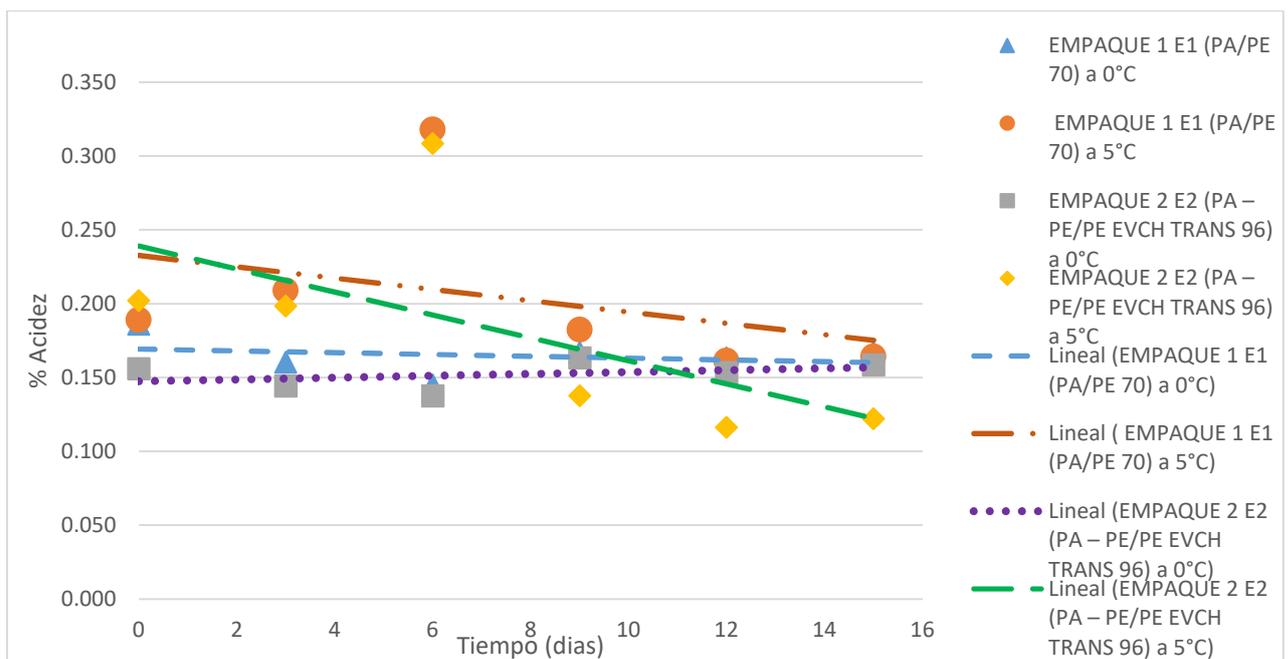


Figura 8. Resultados de acidez expresados en % ácido láctico obtenidos.

Tabla 8. Resultados de Acidez % durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.

		Acidez (expresado en ácido láctico)					
TRATAMIENTO		DÍA 0 (15-08-19)	DÍA 3 (18-08-19)	DÍA 6 (21-08-19)	DÍA 9 (24-08-19)	DÍA 12 (27-08-19)	DÍA 15 (30-08-19)
CHICHARRON ARTESANAL DE CERDO EMPAQUE 1 E1 (PA/PE 70) a 0°C	R1	0.186	0.162	0.144	0.171	0.162	0.169
	R2	0.186	0.158	0.143	0.162	0.165	0.165
	R3	0.186	0.161	0.148	0.168	0.163	0.167
	\bar{x}	0.19	0.16	0.15	0.17	0.16	0.17
	s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CHICHARRON ARTESANAL DE CERDO EMPAQUE 1 E1 (PA/PE 70) a 5°C	R1	0.189	0.216	0.324	0.18	0.162	0.165
	R2	0.189	0.201	0.311	0.185	0.159	0.162
	R3	0.189	0.21	0.319	0.182	0.163	0.166
	\bar{x}	0.19	0.21	0.32	0.18	0.16	0.16
	s	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Chicharrón Artesanal de Cerdo EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C	R1	0.156	0.144	0.135	0.162	0.153	0.158
	R2	0.156	0.142	0.137	0.165	0.155	0.157
	R3	0.156	0.147	0.141	0.163	0.152	0.161
	\bar{x}	0.16	0.14	0.14	0.16	0.15	0.16
	s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chicharrón Artesanal de Cerdo EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 5°C	R1	0.202	0.198	0.306	0.135	0.117	0.124
	R2	0.202	0.201	0.311	0.141	0.119	0.123
	R3	0.202	0.196	0.308	0.137	0.113	0.119
	\bar{x}	0.20	0.20	0.31	0.14	0.12	0.12
	s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

En la Figura 8, se aprecia que el porcentaje de Acidez expresado en ácido láctico se mantiene estable durante los 15 días de evaluación en los tratamientos empacados en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y en bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 0°C. Sin embargo, los tratamientos empacados con los dos tipos de bolsas almacenados a 5°C evidenciaron una disminución del porcentaje de acidez, el chicharrón empacado en Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) mostró una leve disminución mientras que el empacado en bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) evidencio una disminución significativa durante los 15 días. En el día 6, el porcentaje de acidez evidencia un incremento significativo en los tratamientos almacenados a 5°C (

Tabla 8), el cual disminuye en los días posteriores de la evaluación.

Tabla 9. Resultados de Análisis de Varianza para Acidez %

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tiempo	0.00603571	1	0.00603571	3.02	0.1016
B:Empaque	0.00166667	1	0.00166667	0.83	0.3750
C:Temperatura	0.00601667	1	0.00601667	3.01	0.1021
AA	0.00246458	1	0.00246458	1.23	0.2835
AB	0.000241429	1	0.000241429	0.12	0.7329
AC	0.00514286	1	0.00514286	2.57	0.1284
BC	0.00015	1	0.00015	0.07	0.7877
Error total	0.0320154	16	0.00200096		
Total (corr.)	0.0537333	23			

R-cuadrada = 40.418 por ciento

La Tabla ANOVA particiona la variabilidad de Acidez expresados en % de ácido láctico en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, ningún efecto tiene un valor-P menor que 0.05, indicando que existe suficiente evidencia estadística para mencionar que son significativamente similares con un nivel de confianza del 95.0%. Por lo tanto, se puede afirmar que el tiempo, el empaque y la temperatura no tienen un efecto significativo sobre los niveles de acidez expresados en % de ácido láctico. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 40.418% de la variabilidad en Acidez. La combinación del tiempo y del empaque, del tiempo y temperatura, y del empaque y la temperatura no tienen un efecto significativo sobre los valores de Acidez expresados en % de ácido láctico de la muestra (valor-P mayor que 0.05). Los fenómenos que potencialmente causan variación, y que son controlados por el experimentador, se denominan factores o tratamientos (Montgomery D. , 2004). Los factores estudiados no generan variación para el caso de la acidez ya que los promedios de las respuestas son estadísticamente iguales (valor-P mayor que 0.05).

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Acidez} = 0.156678 + 0.0104851 * \text{Tiempo} - 0.0000915751 * \text{Empaque} + 0.0212894 * \text{Temperatura} - 0.000451389 * \text{Tiempo}^2 - 0.000047619 * \text{Tiempo} * \text{Empaque} - 0.00114286 * \text{Tiempo} * \text{Temperatura} - 0.0000769231 * \text{Empaque} * \text{Temperatura}.$$

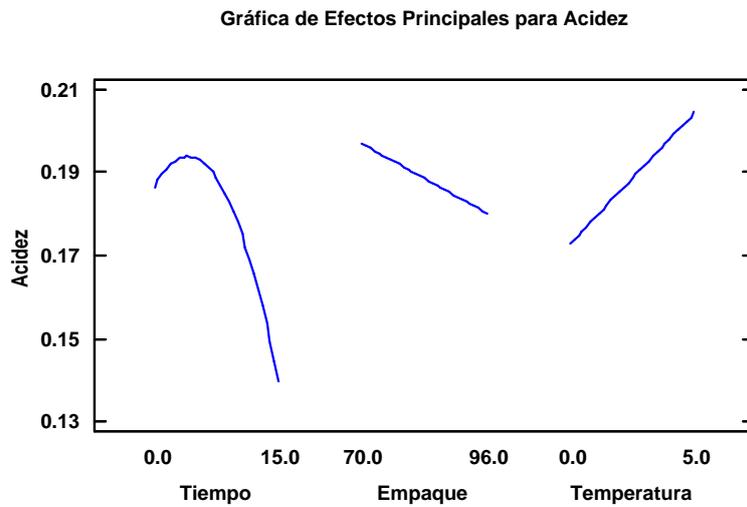


Figura 9. Gráfica de Efectos Principales para Acidez expresados en % ácido láctico.

Se observa en la figura 9 que el tiempo presenta un efecto principal de tipo cuadrático con un valor-P mayor que 0.05 (Tabla 9), a diferencia del empaque y la temperatura ya que ambos factores presentan un efecto principal de tipo lineal donde el empaque genera una disminución en el valor de acidez en el tiempo mientras que la temperatura genera una elevación del mismo.

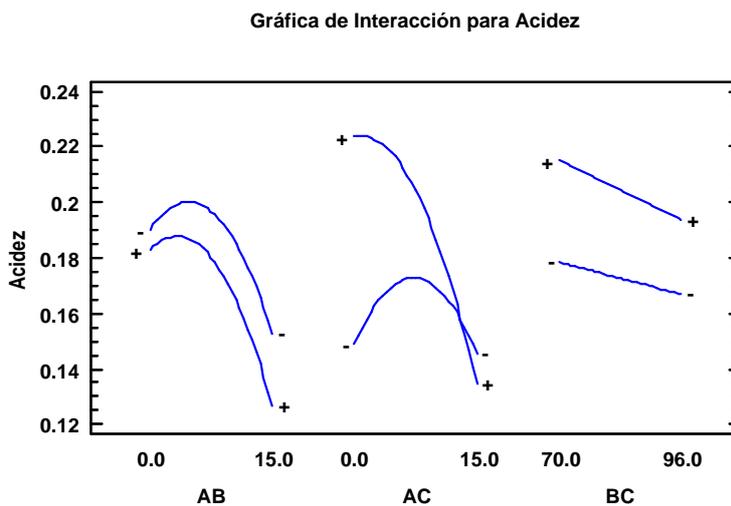


Figura 10. Gráfica de Interacción para Acidez expresados en % ácido láctico.

Se observa en la figura 10, que existe efecto de la interacción entre el factor tiempo con la temperatura (valor-P mayor que 0.05), mientras que no existe efecto de la interacción del tiempo con el empaque ni del empaque con la temperatura. Graficas como éstas son de gran ayuda para interpretar las interacciones significativas, sin embargo, no deberán utilizarse como la única técnica para el análisis de datos, ya que su interpretación es subjetiva y su apariencia con frecuencia es engañosa (Montgomery D. , 2004). Es por ello que la información que nos brinda la gráfica de interacción debe ser corroborada con la información del ANVA (Tabla 9), la cual indica que no existe efecto de la interacción entre el tiempo y el empaque, y el empaque con la temperatura (valor-P mayor que 0.05).

4.1.2. Análisis microbiológico

En la Figura 11 se muestran los resultados microbiológicos correspondientes a los aerobios mesófilos, los cuales fueron obtenidos en las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad y Trilaminadas.

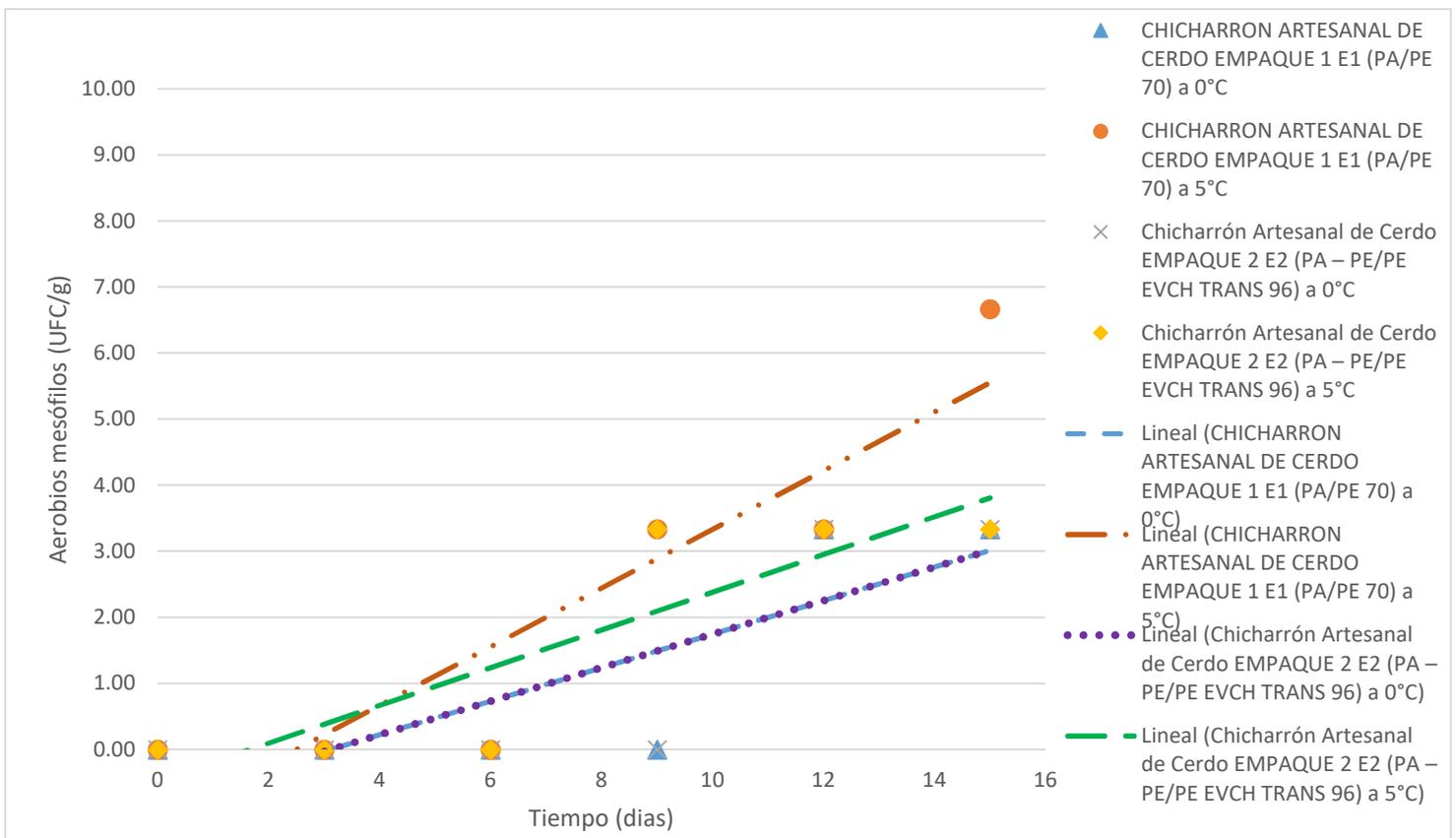


Figura 11 Resultados de recuento de aerobios mesófilos (UFC/g).

Tabla 10. Resultados de recuento de aerobios mesófilos (UFC/g) durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.

TRATAMIENTO		Aerobios mesófilos (UFC/g)					
		DÍA 0 (15-08-19)	DÍA 3 (18-08-19)	DÍA 6 (21-08-19)	DÍA 9 (24-08-19)	DÍA 12 (27-08-19)	DÍA 15 (30-08-19)
CHICHARRON ARTESANAL DE CERDO EMPAQUE 1 E1 (PA/PE 70) a 0°C	R1	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00
	R2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	R3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	\bar{x}	0.00	0.00	0.00	0.00	3	3
	s	0.00	0.00	0.00	0.00	5.77	5.77
CHICHARRON ARTESANAL DE CERDO EMPAQUE 1 E1 (PA/PE 70) a 5°C	R1	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00
	R2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	R3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
	\bar{x}	0.00	0.00	0.00	3	3	7
	s	0.00	0.00	0.00	5.77	5.77	5.77
Chicharrón Artesanal de Cerdo EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C	R1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	R2	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00
	R3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	\bar{x}	0.00	0.00	0.00	0.00	3	3
	s	0.00	0.00	0.00	0.00	5.77	5.77
Chicharrón Artesanal de Cerdo EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 5°C	R1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	R2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	R3	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00
	\bar{x}	0.00	0.00	0.00	3	3	3
	s	0.00	0.00	0.00	5.77	5.77	5.77

En la Figura 11, se aprecia los recuentos de aerobios mesófilos (UFC/g), se mantiene estable hasta los primeros 9 días de evaluación en los tratamientos empacados en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y en bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 0°C, sin embargo, los tratamientos anteriormente mencionados evidenciaron un crecimiento de 3 UFC/g de aerobios mesófilos en el día 12 y en el día 15. Sin embargo, los tratamientos empacados con los dos tipos de bolsas almacenados a 5°C evidenciaron un crecimiento de 3 UFC/g de aerobios mesófilos en el día 9 manteniéndose hasta el día 12, en el día 15 se encontró un incremento a 7 UFC/g de aerobios mesófilos en el tratamiento (PA/PE-70) a 5°C, pero los demás tratamiento no evidenciaron cambio alguno (Tabla 10). Los recuentos obtenidos no superan el límite inferior de 10⁴ ufc/g normado para aerobios mesófilos en la categoría de alimentos preparados con tratamiento térmico (MINSA/DIGESA, 2008)

Tabla 11. Resultados de Análisis de Varianza para Aerobios mesófilos (UFC/g)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Tiempo	28.9221	1	28.9221	10.96	0.0044
B: Empaque	22.6787	1	22.6787	8.59	0.0098
C: Temperatura	0.467604	1	0.467604	0.18	0.6794
AA	0.531219	1	0.531219	0.20	0.6597
AB	14.3329	1	14.3329	5.43	0.0332
AC	0.999617	1	0.999617	0.38	0.5469
BC	0.467604	1	0.467604	0.18	0.6794
Error total	42.2327	16	2.63954		
Total (corr.)	110.632	23			

R-cuadrada = 61.8262 por ciento

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Aerobios mesófilos en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. Por lo tanto, se puede afirmar que el tiempo y el empaque tienen un efecto significativo sobre los recuentos de aerobios mesófilos (UFC/g). El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 61.8262% de la variabilidad en el desarrollo de los aerobios mesófilos. La combinación del tiempo y del empaque, a diferencia del tiempo y temperatura, y del empaque y la temperatura, tiene un efecto significativo sobre el desarrollo de aerobios mesófilos (UFC/g) de la muestra (valor-P menor que 0.05).

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Aerobios mesófilos} = -0.16527 + 1.1177 \cdot \text{Tiempo} + 0.00150641 \cdot \text{Empaque} - 0.292808 \cdot \text{Temperatura} + 0.00662698 \cdot \text{Tiempo}^2 - 0.0116026 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{Empaque} - 0.0159333 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{Temperatura} + 0.00429487 \cdot \text{Empaque} \cdot \text{Temperatura}.$$

Gráfica de Efectos Principales para Aerobios mesófilos

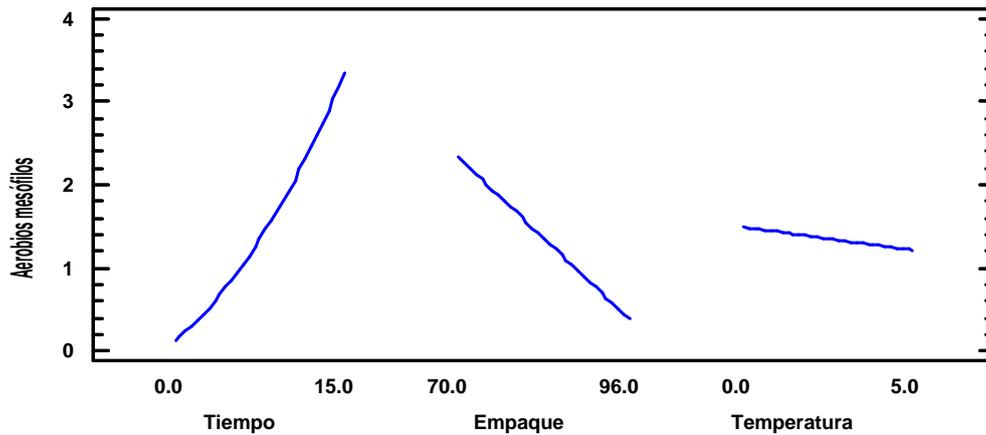


Figura 12. Gráfica de Efectos Principales para Aerobios mesófilos.

Se observa en la figura 12 que el tiempo presenta un efecto principal de tipo cuadrático con un valor-P menor que 0.05 (Tabla 11), a diferencia del empaque y la temperatura, ya que ambos factores presentan un efecto principal de tipo lineal no significativo (valor-P mayor que 0.05). El tiempo genera un incremento de los aerobios mesófilos durante el almacenamiento de la muestra (0-15 días), mientras que el empaque presenta un efecto principal que genera una disminución de los aerobios mesófilos cuando la muestra fue empacada en trilaminado de 96 micras (la muestra empacada con polietileno de 70 micras obtuvo un mayor desarrollo de aerobios mesófilos, UFC/g). El tiempo tiene un efecto principal similar al del empaque, ya que el almacenamiento a 0°C genera un desarrollo de aerobios mesófilos mayor que a 5°C.

Gráfica de Interacción para Aerobios mesófilos

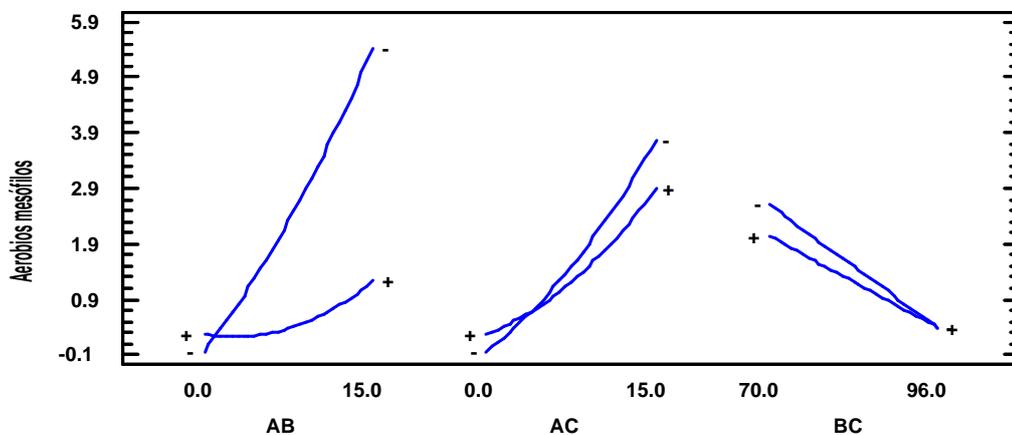


Figura 13. Gráfica de Interacción para Aerobios mesófilos.

Se observa en la figura 13, que existe efecto en la interacción entre el factor tiempo con el empaque (valor-P menor que 0.05), mientras que no existe efecto de la interacción del tiempo con la temperatura y del empaque con la temperatura (valor-P mayor que 0.05). Gráficas como éstas son de gran ayuda para interpretar las interacciones significativas, sin embargo, no deberán utilizarse como la única técnica para el análisis de datos, ya que su interpretación es subjetiva y su apariencia con frecuencia es engañosa (Montgomery D. , 2004). Es por ello que la información que nos brinda la gráfica de interacción debe ser corroborada con la información del ANVA (Tabla 11), el cual indica que si existe efecto de la interacción ente el tiempo y el empaque (valor-P menor que 0.05).

4.1.3. Análisis sensorial de aceptabilidad general

En la Figura 14 se muestran los resultados sensoriales correspondientes al atributo Sabor, los cuales fueron obtenidos en las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96).

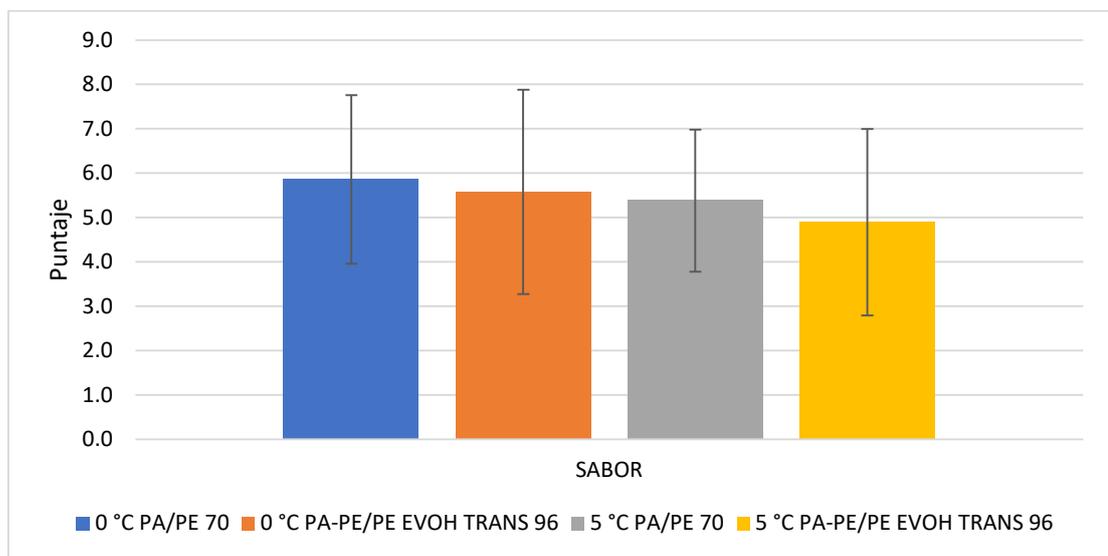


Figura 14. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Sabor

Tabla 12. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Sabor durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.

Panelista	SABOR			
	0 °C		5 °C	
	PA/PE 70	PA-PE/PE EVOH TRANS 96	PA/PE 70	PA-PE/PE EVOH TRANS 96
1	7.6	5.8	8.4	7
2	8.5	5.8	7	7.8
3	2.6	5.9	5	6.5
4	5.9	6.6	7.7	3.8
5	5.3	1.1	5.4	1.7
6	6.8	3.3	3.8	8.5
7	2.9	5.8	4.5	3.6
8	5.4	3.5	5.1	6.1
9	4.9	6.1	4.6	4.9
10	6	7	4	7
11	7.4	5.7	6.7	5.7
12	8.3	8.3	7.4	6.9
13	6.6	7.8	4.4	3.1
14	5.9	7.7	7.2	6.3
15	6.3	5.5	3.4	2.3
16	3.5	4.8	4	0.7
17	8	6.7	4.7	4.1
18	2.5	8	1.3	1.9
19	3.8	5.7	4.5	3
20	5.2	7.5	6.7	1.8
21	3.8	5	3.3	6.1
22	7.3	1.2	7.3	5.9
23	7.7	2.5	5.6	4.2
24	10	1.5	5.5	3.5
25	3.1	5.2	5.2	4.4
26	5.4	8.2	5.9	5
27	6.7	8.4	5.7	7.9
28	5.8	6.9	3.8	4.5
29	7.7	8.9	6.3	6.3
30	5	1	7.1	6.4
Promedio	5.9	5.6	5.4	4.9
Desviación st.	1.9	2.3	1.6	2.1

En la Figura 14, se muestran los resultados sensoriales correspondientes a la prueba de aceptabilidad general realizados con panelistas no entrenados, en la cual se evaluó el atributo de sabor, aplicada a las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas

en bolsas de Polietileno de alta densidad y Trilaminadas almacenadas a 0°C y 5°C. Se observa una diferencia entre los puntajes de los tratamientos respecto al atributo sabor, sin embargo, el análisis estadístico indicó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (p-valor >0.05) (Anexo 8.1).

En la Figura 15 se muestran los resultados sensoriales correspondientes al atributo Color, los cuales fueron obtenidos en las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96).

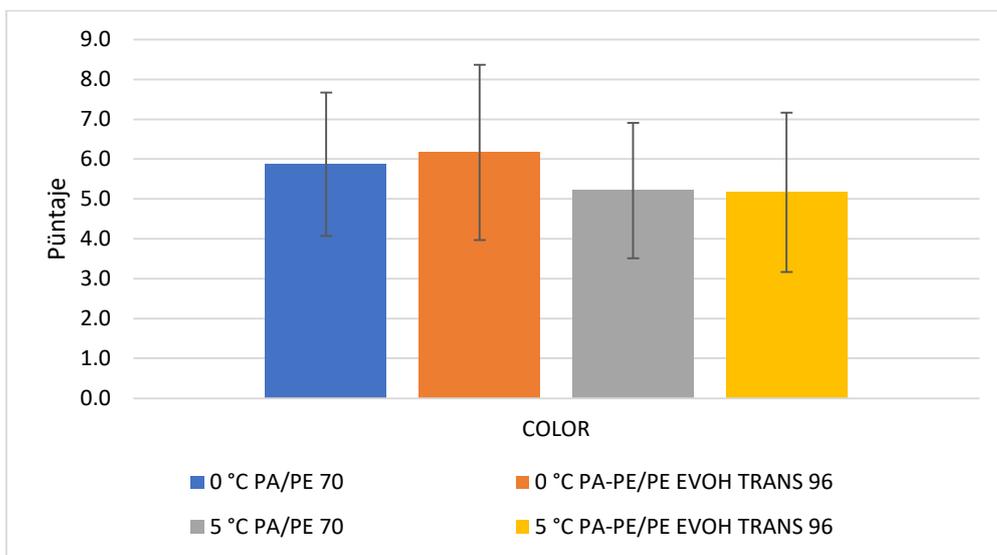


Figura 15. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Color.

Tabla 13. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Color durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.

Panelista	COLOR			
	0 °C		5 °C	
	PA/PE 70	PA-PE/PE EVOH TRANS 96	PA/PE 70	PA-PE/PE EVOH TRANS 96
1	5.6	4	8.1	6.5
2	4.3	6	7.7	7
3	2.3	6.3	4.8	6.3
4	2.3	3.1	8.4	4
5	5.2	1	3.4	4.4
6	6.4	1	3.3	8.1
7	4.3	7.4	4.9	3.9
8	5.5	3.6	5.2	5.6
9	5.2	6.9	3.9	5.2
10	7.2	6.1	6.1	7.2
11	7.6	7.1	5.2	6.4
12	8.2	7.4	6.6	5.9
13	5.7	2.5	3.7	4.8
14	8	9.2	6.3	7.5
15	6.1	5.6	5.3	1.8
16	4.1	5	3.9	1
17	6.8	5.5	4.5	3.6
18	6.5	8.7	3	2
19	3.2	4.9	2.5	4.1
20	4.8	6.8	5.6	1.7
21	5	6.2	4	5
22	5.8	8.5	4.9	5.8
23	9.2	7.6	9.6	8.6
24	9	7.1	5.4	8
25	4.6	6.2	5.5	5.5
26	5.2	7.5	6	4.3
27	7	8.3	5.7	7.6
28	7	8.4	2.4	6
29	7.6	8.8	5.7	4.9
30	6.6	8.4	4.8	2.4
Promedio	5.9	6.2	5.2	5.2
Desviación st.	1.8	2.2	1.7	2.0

En la Figura 15, se muestran los resultados sensoriales correspondientes a la prueba de aceptabilidad general realizados con panelistas no entrenados, en la cual se evaluó el atributo de color, aplicada a las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad y Trilaminadas almacenadas a 0°C y 5°C. Se observa una diferencia entre los puntajes de los tratamientos respecto al atributo color,

sin embargo, el análisis estadístico indicó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (p-valor >0.05) (Anexo 8.2).

En la Figura 16 se muestran los resultados sensoriales correspondientes al atributo Olor, los cuales fueron obtenidos en las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96).

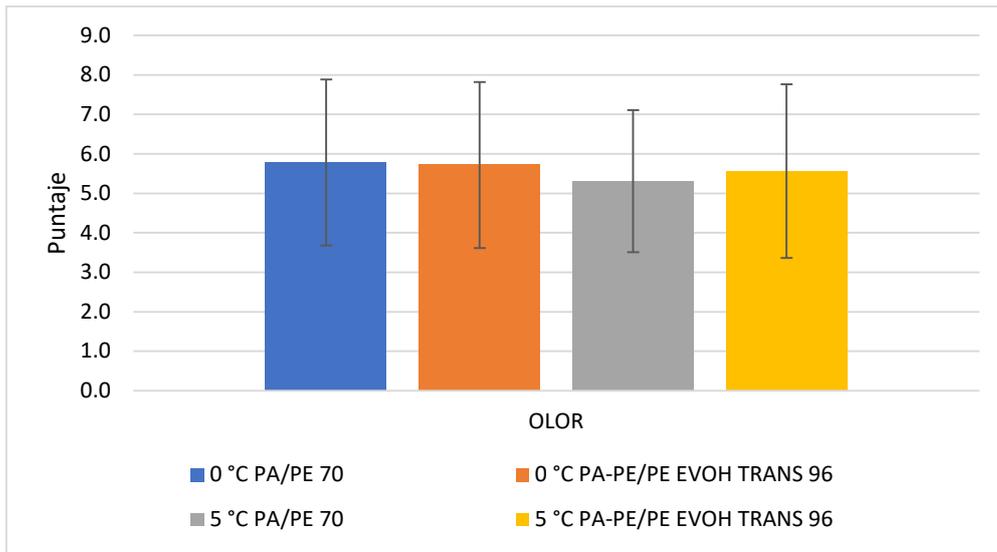


Figura 16. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Olor.

Tabla 14. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Olor durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.

Panelista	OLOR			
	0 °C		5 °C	
	PA/PE 70	PA-PE/PE EVOH TRANS 96	PA/PE 70	PA-PE/PE EVOH TRANS 96
1	7.3	5.3	8.6	8
2	2.5	3.6	3	4.3
3	1.3	6.9	4.3	6.2
4	6.8	3	7.9	8.9
5	4.1	2	8	1.9
6	6.9	1.8	5.7	8
7	3	5	4.4	3.9
8	5.5	3.9	5.3	6.2
9	5.5	7.6	3.8	4.8
10	6.1	7	6.1	8
11	7.8	6.1	6.1	7
12	7.5	6.1	6.1	5.5
13	1.7	4.9	3.7	2.8
14	6.5	8	4.9	5.1
15	6	6.8	4.3	5.1
16	3.7	5	3.5	1
17	7.6	6.2	3.4	4.1
18	8	9.4	8.6	5.6
19	6	7.6	4.9	6.8
20	5.8	7	4.8	3.2
21	2.4	2.4	2.4	2.4
22	8	7	8	8
23	8.8	7.3	6.8	8.2
24	9.1	6.8	4.2	8.4
25	4.8	5.9	5.4	5.4
26	5.4	7.3	6.1	3.8
27	7.2	7.6	5.9	7.9
28	6.5	5.7	5.7	6.5
29	7.8	7.8	6	6.9
30	3.9	0.6	1.4	3
Promedio	5.8	5.7	5.3	5.6
Desviación st.	2.1	2.1	1.8	2.2

En la Figura 16, se muestran los resultados sensoriales correspondientes a la prueba de aceptabilidad general realizados con panelistas no entrenados, en la cual se evaluó el atributo de olor, aplicada a las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad y Trilaminadas almacenadas a 0°C y 5°C. Se

observa una diferencia entre los puntajes de los tratamientos respecto al atributo olor, sin embargo, el análisis estadístico indicó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (p -valor >0.05) (Anexo 8.3).

En la Figura 17 se muestran los resultados sensoriales correspondientes al atributo Textura, los cuales fueron obtenidos en las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96).

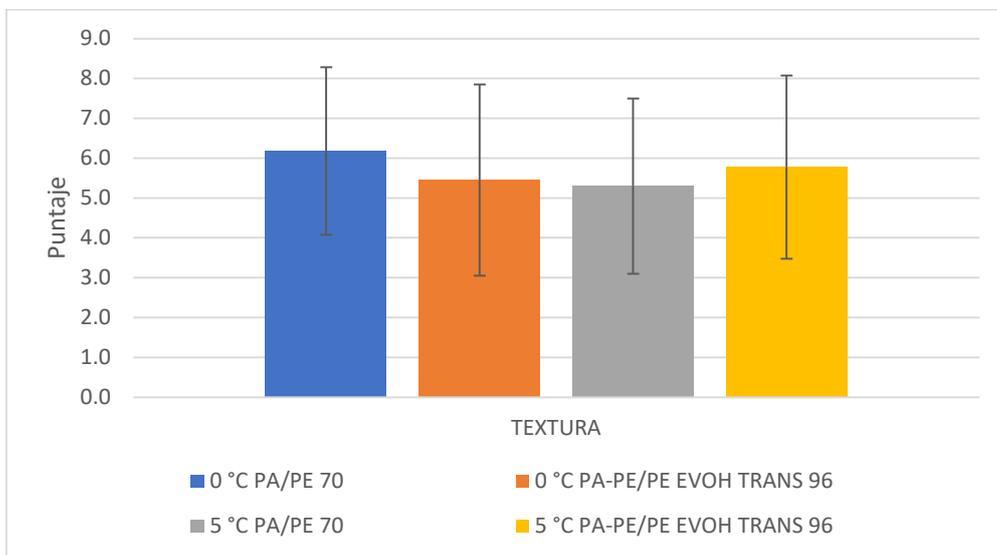


Figura 17. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Textura.

Tabla 15. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Textura durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.

Panelista	TEXTURA			
	0 °C		5 °C	
	PA/PE 70	PA-PE/PE EVOH TRANS 96	PA/PE 70	PA-PE/PE EVOH TRANS 96
1	5.3	4.5	9.2	8.8
2	2.8	5.9	3.3	3.8
3	2.2	7	5.9	7
4	6.6	4.2	8.5	6
5	4.3	5.5	3.4	6.3
6	7	4.4	3.6	8.3
7	5.4	6	4.9	6.6
8	6.4	5.7	6.1	7
9	5.4	7.7	3	4.5
10	6	6	7	8
11	7.7	6.2	6.2	7
12	8.8	6.2	8.8	8
13	3.5	5.9	2.3	4.8
14	8.3	10	8	8.7
15	7.4	6.7	5.9	4.3
16	3.4	5	3.2	0.4
17	8	6.7	3	0.7
18	4	8.2	5.8	2.2
19	3.9	2	2.9	4.8
20	5.5	6.9	6.2	2.8
21	7.4	7.4	5.7	7.4
22	10	1.3	10	8.9
23	8	1.9	3.4	6
24	10	1	4.1	7.6
25	3	5	4.3	4.3
26	5.4	8	5.7	3.8
27	6.9	7.6	5.9	6.8
28	6.8	2.3	5.3	4.2
29	7.8	7.8	6	6.9
30	8.3	0.7	1.5	7.4
Promedio	6.2	5.5	5.3	5.8
Desviación st.	2.1	2.4	2.2	2.3

En la Figura 17, se muestran los resultados sensoriales correspondientes a la prueba de aceptabilidad general realizados con panelistas no entrenados, en la cual se evaluó el atributo de textura, aplicada a las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad y Trilaminadas almacenadas a 0°C y 5°C. Se observa una diferencia entre los puntajes de los tratamientos respecto al atributo olor,

sin embargo, el análisis estadístico indicó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (p-valor >0.05) (Anexo 8.4).

En la Figura 18 se muestran los resultados sensoriales correspondientes al atributo Aceptabilidad, los cuales fueron obtenidos en las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96).

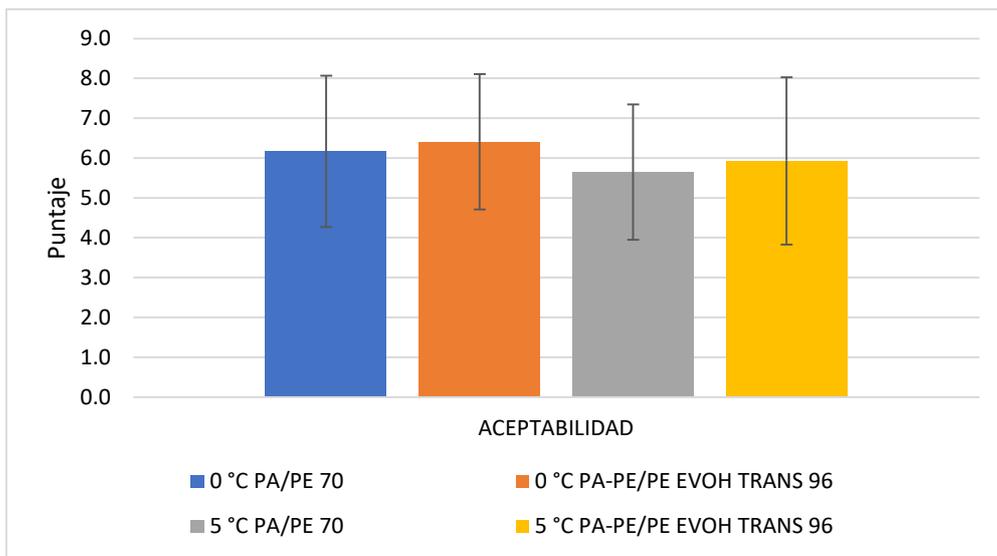


Figura 18. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Aceptabilidad.

Tabla 16. Resultados sensoriales correspondiente al atributo Aceptabilidad durante el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.

Panelista	ACEPTABILIDAD			
	0 °C		5 °C	
	PA/PE 70	PA-PE/PE EVOH TRANS 96	PA/PE 70	PA-PE/PE EVOH TRANS 96
1	5.5	7.2	9	8
2	3.6	5.4	4.2	6.5
3	3	6.6	6.6	6.6
4	5.9	7.6	8.8	5.3
5	4.5	4	3.2	5.3
6	7.3	3.3	4.5	8.5
7	3.1	6	4.9	3.9
8	5.5	4.2	5.9	6.7
9	4.9	8.4	4	4.4
10	5.9	7	4.9	7.9
11	8.1	6.7	7.5	7.5
12	8.7	10	7.9	7.9
13	4.8	6.3	4	2.7
14	7.4	10	7.8	8.6
15	7.4	6.1	5.6	4.6
16	4.4	5	3.1	0.7
17	8	7.1	6.4	5.7
18	4.4	7.7	3	2.3
19	4.9	6.6	6.1	5.5
20	5.4	7.1	6	3.4
21	5	5.9	5	5.9
22	8	4.8	8	6
23	9.1	7.2	6.5	8.3
24	10	3.9	2.9	7.8
25	3	4.5	4	4
26	5.7	6.2	5.4	5
27	8.2	8.5	6.1	8.9
28	7.5	6.6	5.1	5.4
29	7.9	7.9	7.3	7.3
30	8	4.5	5.8	7.4
Promedio	6.2	6.4	5.7	5.9
Desviación st.	1.9	1.7	1.7	2.1

En la Figura 18, se muestran los resultados sensoriales correspondientes a la prueba de aceptabilidad general realizados con panelistas no entrenados, en la cual se evaluó el atributo de aceptabilidad, aplicada a las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad y Trilaminadas almacenadas a 0°C y 5°C. Se observa una diferencia entre los puntajes de los tratamientos respecto al

atributo aceptabilidad, sin embargo, el análisis estadístico índico que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (p-valor >0.05) (Anexo 8.5).

Tabla 17. Resultados de Análisis de Varianza para Aceptabilidad general.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Tiempo	762.3	1	762.3	274.78	0.0000
B: Empaque	0.166667	1	0.166667	0.06	0.8095
C: Temperatura	0.166667	1	0.166667	0.06	0.8095
AA	59.1696	1	59.1696	21.33	0.0003
AB	0.128571	1	0.128571	0.05	0.8323
AC	0.0142857	1	0.0142857	0.01	0.9437
BC	0.166667	1	0.166667	0.06	0.8095
Error total	44.3875	16	2.77422		
Total (corr.)	866.5	23			

R-cuadrada = 94.8774 por ciento

Los valores P menores a 0,05 permiten rechazar la hipótesis nula, de esta manera se puede concluir que existe una diferencia significativa en los tratamientos indicando cuáles son los términos más representativos del modelo (Zapata & Pineda, 2012). Así mismo, la tabla ANOVA particiona la variabilidad de la aceptabilidad general en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%. Por lo tanto se puede afirmar que el tiempo tiene un efecto significativo sobre la variabilidad de los valores correspondientes a la aceptabilidad general. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 94.8774% de la variabilidad en Aceptabilidad general. Además, se observa que el tiempo presenta un efecto cuadrático significativo (valor-P menor que 0.05), lo cual indica que tiene un comportamiento no lineal durante el tiempo de almacenamiento. La combinación del tiempo y del empaque, del tiempo y temperatura, y del empaque y la temperatura no tienen un efecto significativo sobre los resultados sensoriales correspondientes a la prueba de aceptabilidad general de la muestra (valor-P mayor que 0.05). El ANVA indica que la aceptabilidad general de las muestras de chicharrón artesanal de cerdo se verá afectada durante los 15 días de

almacenamiento, puesto que el tiempo evidencia un efecto significativo sobre la variabilidad de las observaciones de esta respuesta.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Aceptabilidad general} = 0.329899 - 0.035554 \cdot \text{Tiempo} - 0.00824176 \cdot \text{Empaque} - 0.231868 \cdot \text{Temperatura} + 0.0699405 \cdot \text{Tiempo}^2 + 0.0010989 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{Empaque} - 0.00190476 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{Temperatura} + 0.0025641 \cdot \text{Empaque} \cdot \text{Temperatura}$$

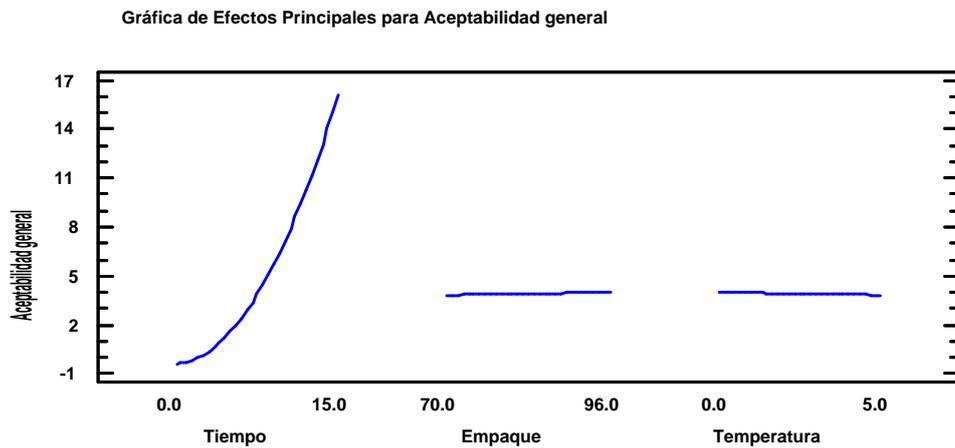


Figura 19. Gráfica de Efectos Principales para Aceptabilidad General.

Se observa en la figura 19 que el tiempo presenta un efecto principal de tipo cuadrático con un valor-P menor que 0.05 (Tabla 17), a diferencia del empaque y la temperatura (valor-P mayor que 0.05). Tanto el empaque y la temperatura presentan un efecto principal de tipo lineal cercano a una línea recta constante, mientras que el tiempo genera un incremento del rechazo del producto en función a su aceptabilidad general. Esto nos indicaría que el producto no sería rechazado si lo empacamos en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) de calibre 70 micras al igual que si es almacenado a 0° o 5°C.

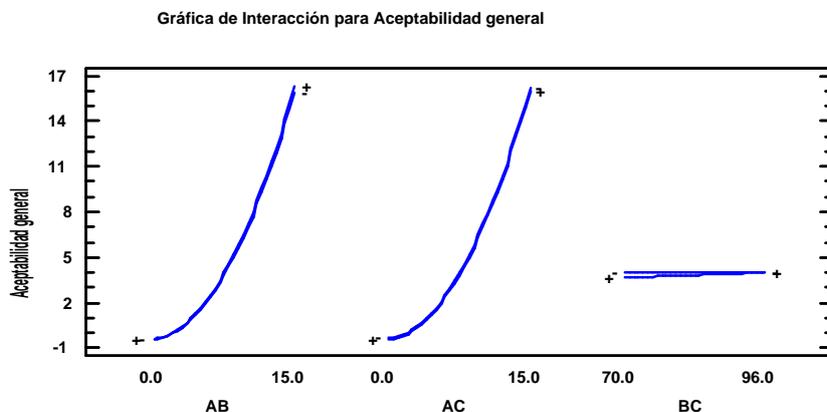


Figura 20. Gráfica de Interacción para Aceptabilidad General.

Se observa en la figura 20, que no existe efecto en la interacción entre el factor tiempo con el empaque, tiempo con temperatura, y del empaque con la temperatura (valor-P mayor que 0.05), mientras que si existe efecto de la interacción en el efecto cuadrático del tiempo. Gráficas como éstas son de gran ayuda para interpretar las interacciones significativas, sin embargo, no deberán utilizarse como la única técnica para el análisis de datos, ya que su interpretación es subjetiva y su apariencia con frecuencia es engañosa (Montgomery D. , 2004). Es por ello que la información que nos brinda la gráfica de interacción debe ser corroborada con la información del ANVA (Tabla 17), el cual indica que no existe efecto de las interacciones ente el tiempo y el empaque, tiempo y la temperatura, y el empaque con la temperatura (valor-P mayor que 0.05).

4.1.4. Análisis de la Prueba Afectiva

Los resultados que se obtuvieron al efectuar la prueba se procesaron estadísticamente y se representan gráficamente a través de la prueba de verificación de normalidad de errores y prueba de homogeneidad de varianzas para los atributos Sabor, Color y Aceptabilidad obteniéndose según los análisis respectivos con respecto a $P\text{-Valor} = 0.069 ; 0.360; 0.446 > =0.05$, que a un nivel de significancia de $=0.05$ se puede afirmar que los atributos mencionados tienen una distribución normal y las variancias son homogéneas. A lo que los atributos de Olor, Textura no presentan una distribución normal con respecto a un nivel de significancia de $=0.05$ ($P\text{-Valor} = 0.025; 0.050 < =0.05$).

Luego de verificar la normalidad de errores y la prueba de homogeneidad de varianzas de los atributos Sabor, Color, Olor, Textura y Aceptabilidad. Se determinó que los atributos Sabor, Color y Aceptabilidad, cumplieron con los supuestos anteriormente mencionados, por lo tanto, se procedió a realizar un análisis de varianza (ANVA) a cada uno resultando que el sabor, color y la aceptabilidad no presentaron diferencia significativa ($P\text{-Valor} > =0.05$). Teniendo en cuenta que los atributos de olor y textura no resultaron distribuirse normalmente se les aplico la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, determinando de este modo que dichos atributos no presentaron diferencias significativas ($P\text{-Valor} > =0.05$).

Al inicio del periodo de almacenamiento, cada una de las muestras presentaron una puntuación promedio entre 4 y 7 en cada uno de los atributos sensoriales y por cada tratamiento estudiado, el tratamiento H es el menor puntuado de los otros 3, el tratamiento R tiene mayor puntaje con respecto a los atributos de textura y aceptabilidad, mientras que el tratamiento J se encuentra en un valor medio de “no me gusta y me gusta” y el tratamiento L con respecto al atributo color presenta resultados similares al tratamiento R en cuanto a la aceptabilidad.

Respecto al atributo sabor el tratamiento R supera a los demás tratamientos con una puntuación de 5,86, en el caso del color el tratamiento L supera a los demás tratamientos con una puntuación de 6.17 , en el atributo olor el tratamiento R presenta un puntaje muy próximo al tratamiento L y H, sin embargo en el atributo textura el tratamiento R supera los demás tratamientos con un puntaje de 6.18, finalmente el tratamiento L resulto ser más aceptado por el público consumidor con un puntaje de 6.41 (aceptabilidad general respecto a los demás tratamientos). Las puntuaciones anteriormente mencionadas corresponden a los valores promedio de cada atributo en cada tratamiento (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Figura 21)

Tabla 18. Puntajes promedio de atributos sensoriales evaluados en el tiempo cero.

Tratamiento	Sabor	Color	Olor	Textura	Aceptabilidad
PA/PE-70 a 0°C (107 R)	5.86	5.88	5.78	6.18	6.17
PA/PE-70 a 5°C (894 J)	5.38	5.21	5.31	5.30	5.65
PA – PE/PE EVOH TRANS-96 a 0°C (461 L)	5.58	6.17	5.72	5.46	6.41
PA – PE/PE EVOH TRANS-96 a 5°C (359 H)	4.90	5.17	5.56	5.78	5.93

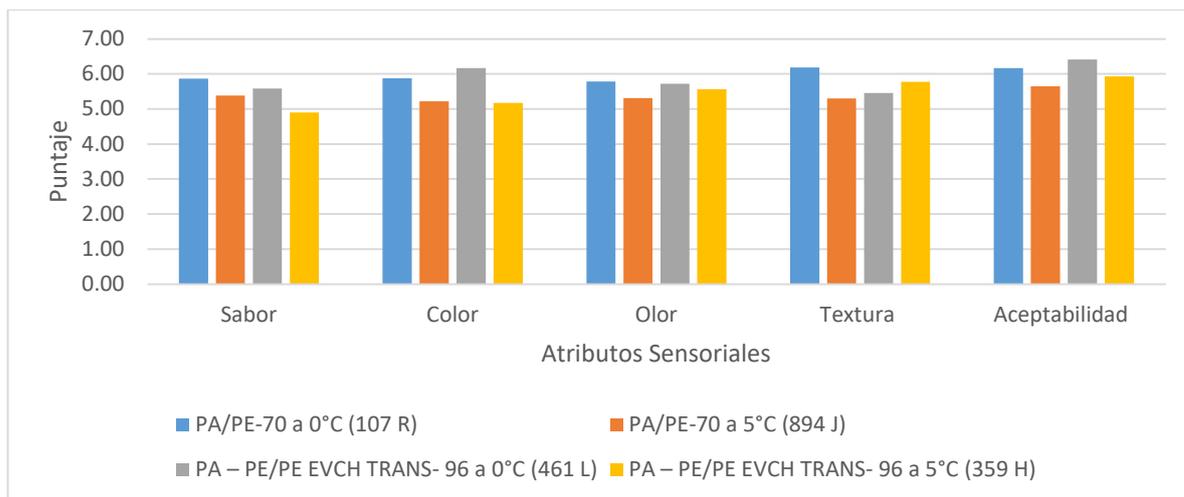


Figura 21. Grafica de resultados promedio de los atributos sensoriales evaluados en la prueba afectiva.

4.1.5. Análisis sensorial del Método de Weibull

En la Tabla 19 y Figura 22 se muestran los resultados sensoriales correspondientes al análisis sensorial realizado en la prueba de Weibull, en la cual se evaluó la aceptabilidad en función al rechazo, aplicada a las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) de calibre 70 micras almacenadas a 0°C.

Tabla 19. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA/PE 70) a 0°C.

CHICHARRON ARTESANAL DE CERDO EMPAQUE 1 E1 (PA/PE 70) a 0°C						
N (Panelista)	DÍA 0	DÍA 3	DÍA 6	DÍA 9	DÍA 12	DÍA 15
1	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	1	1
5	0	0	0	1	1	1
6	0	0	0	0	1	1
7	0	0	1	1	1	1
8	0	0	0	0	1	1
9	0	0	0	0	1	1
10	0	0	0	1	1	1
11	0	0	0	1	1	1
12	0	0	0	1	0	1
13	0	0	0	0	1	1
14	0	0	1	0	0	1
15	0	0	0	0	1	1
RECHAZOS / DÍA	0	0	2	5	13	15
TOTAL, DE RECHAZOS				35		

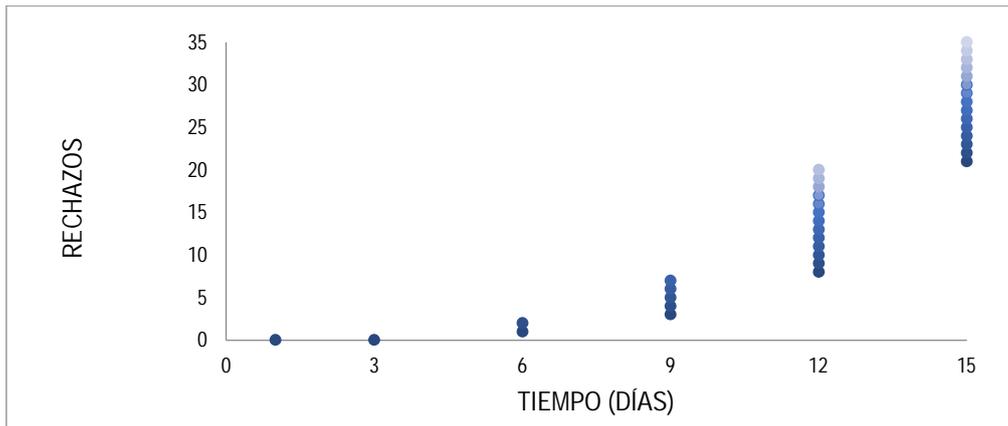


Figura 22. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA/PE 70) a 0°C.

En la Figura 22 se puede apreciar que en el día 0 y en el día 3 no se evidenciaron rechazos, sin embargo, en el día 6 dos panelistas rechazaron la muestra de chicharrón lo cual nos indica el inicio del deterioro del producto. El número de rechazos se incrementaron en 5, 13 y 15 en los días 9, 12 y 15, respectivamente.

En la Tabla 20 y Figura 23 se muestran los resultados sensoriales correspondientes al análisis sensorial realizado en la prueba de Weibull, en la cual se evaluó la aceptabilidad en función al rechazo, aplicada a las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) de calibre 70 micras almacenadas a 5°C. Se puede apreciar que en el día 0 y en el día 3 no se evidenciaron rechazos, sin embargo, en el día 6 tres panelistas rechazaron la muestra de chicharrón lo cual nos indica el inicio del deterioro del producto al igual que en el día 9, el número de rechazos se incrementó a 12 y 15 en los días 12 y 15, respectivamente.

Tabla 20. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA/PE 70) a 5°C.

CHICHARRON ARTESANAL DE CERDO EMPAQUE 1 E1 (PA/PE 70) a 5°C						
N (Panelista)	DÍA 0	DÍA 3	DÍA 6	DÍA 9	DÍA 12	DÍA 15
1	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	1	1
5	0	0	0	0	1	1
6	0	0	0	0	1	1
7	0	0	1	1	1	1
8	0	0	0	0	1	1
9	0	0	1	1	1	1
10	0	0	1	1	1	1
11	0	0	0	0	1	1
12	0	0	0	0	0	1
13	0	0	0	0	0	1
14	0	0	0	0	0	1
15	0	0	0	0	1	1
RECHAZOS / DÍA	0	0	3	3	12	15
TOTAL, DE RECHAZOS	33					

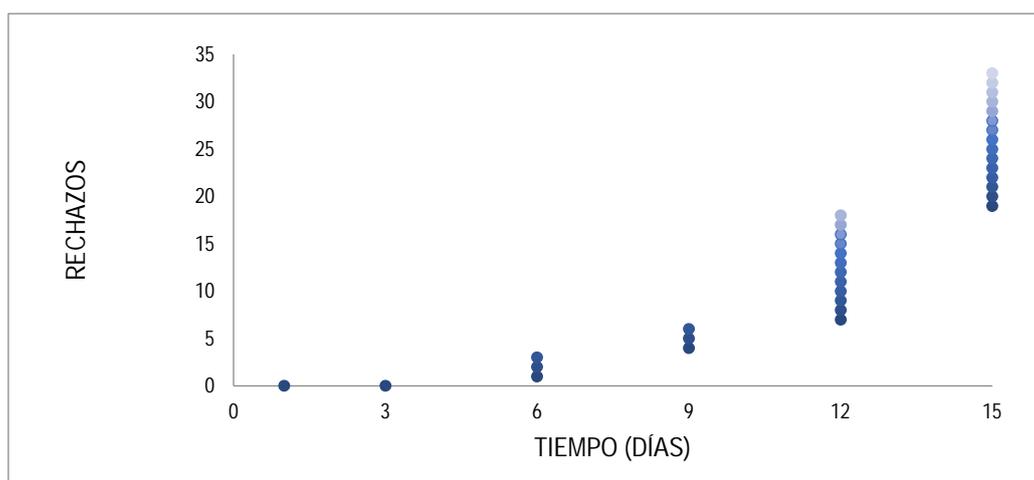


Figura 23. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA/PE 70) a 5°C.

En la Tabla 21 y Figura 24, se muestran los resultados sensoriales correspondientes al análisis sensorial realizado en la prueba de Weibull, en la cual se evaluó la aceptabilidad en función al rechazo, aplicada a las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) de calibre 96 micras almacenadas a 0°C.

Tabla 21. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) a 0°C.

CHICHARRON ARTESANAL DE CERDO EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C						
N (Panelista)	DÍA 0	DÍA 3	DÍA 6	DÍA 9	DÍA 12	DÍA 15
1	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	1	1
6	0	0	0	0	1	1
7	0	0	0	0	1	1
8	0	0	0	0	1	1
9	0	0	1	1	1	1
10	0	0	0	0	1	1
11	0	0	0	1	1	1
12	0	0	1	1	0	1
13	0	0	0	0	1	1
14	0	0	1	1	1	1
15	0	0	0	0	1	1
RECHAZOS / DÍA	0	0	3	4	13	15
TOTAL, DE RECHAZOS	35					

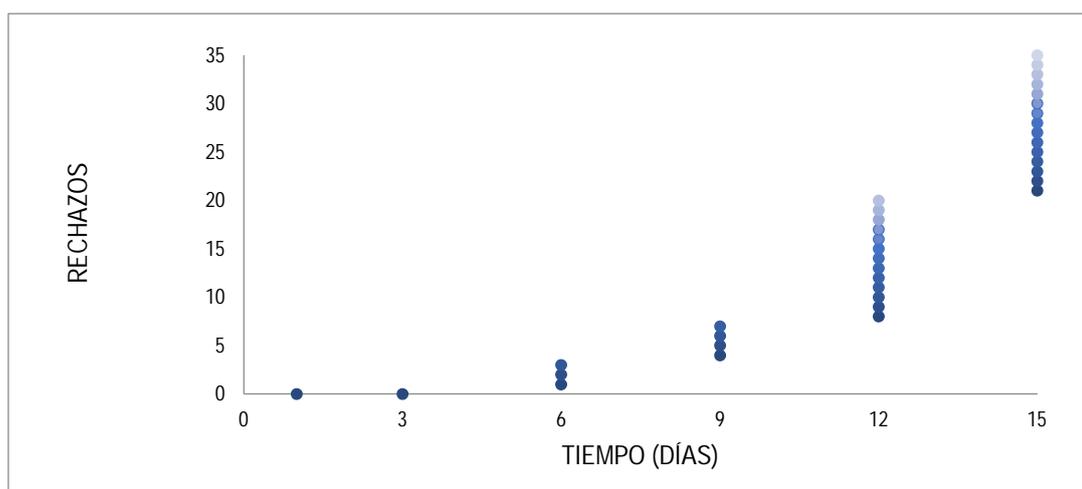


Figura 24. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) a 0°C.

Se determinó que en el día 0 y en el día 3 no se evidenciaron rechazos, sin embargo, en el día 6 tres panelistas rechazaron la muestra de chicharrón lo cual nos indica el inicio del deterioro del producto. El número de rechazos se incrementó a 4, 13 y 15 en los días 9, 12 y 15, respectivamente.

En la Tabla 22 y Figura 25 se muestran los resultados sensoriales correspondientes al análisis sensorial realizado en la prueba de Weibull, en la cual se evaluó la aceptabilidad en función al rechazo, aplicada a las muestras de chicharrón artesanal de cerdo

empacadas en bolsas trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) de calibre 96 micras almacenadas a 5°C.

Tabla 22. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) a 5°C.

CHICHARRON ARTESANAL DE CERDO EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 5°C						
N (Panelista)	DÍA 0	DÍA 3	DÍA 6	DÍA 9	DÍA 12	DÍA 15
1	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	1	1
6	0	0	0	1	1	1
7	0	0	0	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1
9	0	0	0	0	1	1
10	0	0	0	1	1	1
11	0	0	0	1	1	1
12	0	0	0	0	1	1
13	0	0	1	0	1	1
14	0	0	0	1	1	1
15	0	0	0	0	1	1
RECHAZOS / DÍA	0	0	1	6	13	15
TOTAL, DE RECHAZOS	35					

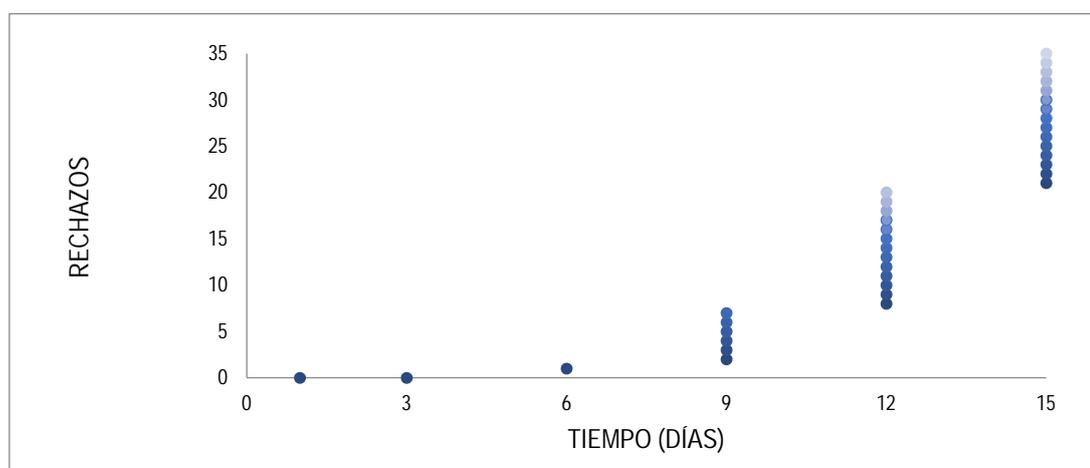


Figura 25. Resultados de la prueba de aceptabilidad aplicada a panelistas entrenados en función al tratamiento (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) a 5°C.

En la Figura 25 se puede apreciar que en el día 0 y en el día 3 no se evidenciaron rechazos, sin embargo, en el día 6 un panelista rechazo la muestra de chicharrón lo cual nos indica el inicio del deterioro del producto. El número de rechazos se incrementó a 6, 13 y 15 en los días 9, 12 y 15, respectivamente.

4.1.6. Análisis del Tiempo de Vida Útil

Los resultados del tiempo de vida útil de las muestras de chicharon empacadas en bolsas Polietileno de alta densidad (Bolsa PA/PE) de calibre 70 micras codificadas como PA/PE-70 y en bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas de calibre 96 micras codificadas como PA – PE/PE EVOH TRANS- 96, se muestran en la Tabla 23 y Figura 26.

Tabla 23. Resultados del análisis de Weibull para el tiempo de vida útil en función de los tratamientos (PA/PE 70) a 0°C y 5°C, (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C y 5°C.

Tratamiento	Tiempo de vida útil		
	Límite Inferior	Valor central	Limite Superior
EMPAQUE 1 E1 (PA/PE -70) a 0°C	12	14	16
EMPAQUE 1 E1 (PA/PE -70) a 5°C	12	14	16
EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) a 0°C	12	14	16
EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) a 5°C	12	13	16

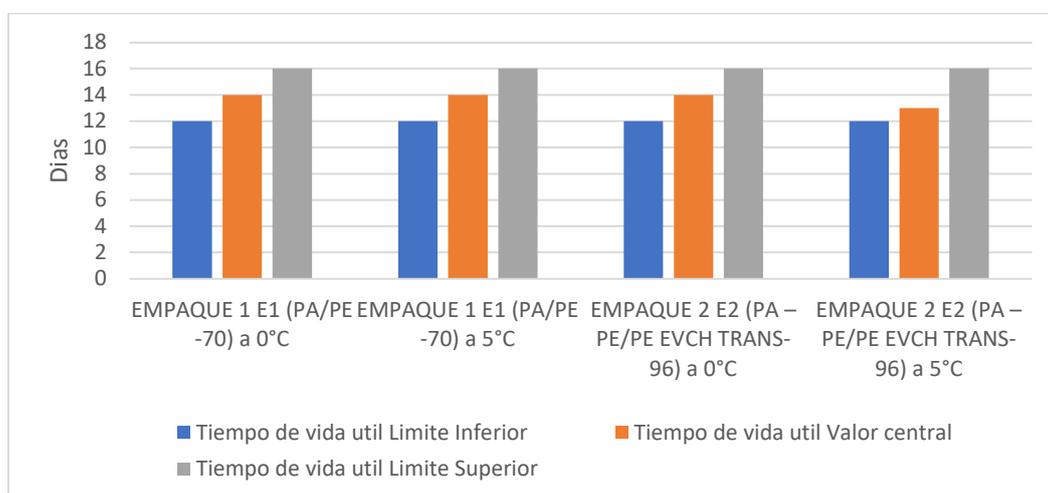


Figura 26. Resultados del análisis de Weibull.

En la Tabla 23 los tratamientos EMPAQUE 1 E1 (PA/PE -70) a 0°C, EMPAQUE 1 E1 (PA/PE -70) a 5°C, y EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) a 0°C resultan con un tiempo de vida útil de 14 días, así mismo, el tratamiento EMPAQUE 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) a 5°C resulto con un tiempo de vida útil de 13 días. En los 4 tratamientos el deterioro se inicia a partir del día 12.

Si $n > 1$, la función de riesgo es creciente. Esto indica que los fallos son debido al envejecimiento o desgaste. En particular, si $1 < n < 2$, la función de riesgo crece rápidamente al inicio y muy poco al final. Si $n > 2$, la función de riesgo crece linealmente con el tiempo. Finalmente, si $n > 2$, la función crece poco al inicio y rápido posteriormente, siendo así que el intervalo de tiempo en el cual se produce un fallo es cada vez menor (Álvarez, 2016). Al ser $n > 2$ podemos afirmar que la función de riesgo es creciente y que además tiene la característica de crecer lentamente al principio y de manera rápida posteriormente, así mismo las muestras empacadas con bolsas Polietileno de alta densidad (Bolsa PA/PE) de calibre 70 micras (PA/PE 70) a 0°C tuvieron un valor $t = 5.1586$, bolsas Polietileno de alta densidad (Bolsa PA/PE) de calibre 70 micras (PA/PE 70) a 5°C tuvieron un valor $t = 4.8196$, con bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas de calibre 96 micras (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C tuvieron un valor $t = 4.7596$, bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas de calibre 96 micras (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 5°C tuvieron un valor $t = 5.7577$. A partir de los valores hallados, se determinó que el tiempo de vida en anaquel del producto fue limitado por el análisis Microbiológico, el cual fue menor que el análisis Sensorial realizado inicialmente. Considerando los resultados Microbiológicos, podemos considerar que el tiempo de vida útil va a ser el límite inferior del rango al 95% de confianza. Para comercializar el producto no se debe manejar el límite máximo obtenido de la función, siempre se le debe otorgar un margen de seguridad (límite inferior), para que el consumidor final no pueda detectar el deterioro (Alvarez, 2016). Dicho esto, se puede indicar que pasados los 12 días de almacenamiento en cadena de frío el Chicharrón artesanal de cerdo empacado y almacenado en los diferentes tratamientos, tendrá una probabilidad de 95% de ser rechazado por el 50% de los consumidores.

4.2. Análisis de Resultados o discusión

4.2.1. Análisis de resultados del pH y % Acidez

El pH puede ser un indicador del deterioro en las carnes, ya que es uno de los principales factores que determinan la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos durante el procesamiento, el almacenamiento y la distribución del producto terminado; además los

valores bajos de pH (5.2 o menos) pueden ayudar en la conservación de los alimentos de dos maneras: directamente, inhibiendo el crecimiento microbiano, e indirectamente, con base en la disminución de la resistencia al calor de los microorganismos en los alimentos que vayan a ser tratados térmicamente (Malavé, 2006), es por ello que el pH se eligió como un factor de influencia para el análisis del tiempo de vida útil de esta investigación. Según (Buelvas, 2013) un producto cárnico cocido se encuentra alterado por acidificación cuando la cantidad de ácido láctico excede de 3-4 mg/g o pH menor o igual 5,8. Se conocen diferentes estudios internacionales sobre estimaciones de periodos de vida útil en alimentos listos para el consumo. La mayoría de estos grupos de alimentos de interés mínimamente procesados presentan una característica en común de tener un pH elevado, siendo los efectos de microorganismos un limitante principal de su vida útil (Clark & Lentz, 1969). Lo anteriormente mencionado se relaciona con lo hallado en esta investigación, puesto que se obtuvieron valores de pH que oscilan desde 3.6 a 6.5 en los 4 tratamientos desde el día 0 hasta el día 15. En el día 6 los 4 tratamientos evidenciaron una disminución de pH significativa en comparación a los días anteriores y posteriores. El tratamiento de chicharrones empacados en polietileno de alta densidad (PA/PE -70) almacenados a 0°C tuvieron un pH de 4.67 y los almacenados a 5°C tuvieron un pH de 4.87, además los chicharrones que fueron empacados en bolsas Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 0°C presentaron un pH de 3.63 y los que fueron almacenados a 5°C presentaron un pH de 4.60, los valores de pH obtenidos en el día 6 indicarían que los chicharrones tienen un comportamiento ácido (pH < 4.5) siendo esto diferente a los días 0, 3, 9, 12 y 15, donde los tratamientos adquieren un comportamiento semi ácido (4.5 a 6.0) (Bigelow & Cameron, 1932). Se observó que con los dos tipos de empaques almacenados a 0°C y 5°C se obtuvo un pH que excedió el límite (5.6 a 5.7) (Más & Mac Pherson, 2015), lo cual podría provocar una afectación en el sabor del producto y en consecuencia en su aceptabilidad. Estos resultados nos indicarían que existe la presunción de un posible deterioro puesto que Buelvas (2013) afirma que la alteración fisicoquímica de jamones cocidos lonchados ocasionada por una elevación de su acidez no evidencia alteraciones sensoriales visibles, por otro lado, las bacterias ácido lácticas (BAL) pueden ser utilizadas como un indicativo del deterioro fisicoquímico, de la calidad de los procesos de fabricación y de la existencia de inadecuadas condiciones de almacenamiento que comprometen negativamente sobre la estabilidad sensorial y fisicoquímica. Se podría afirmar que la disminución de pH en el

día 6 (Figura 5, Tabla 6) se suscitó debido al aumento de la temperatura de almacenamiento en refrigeración se puede observar un probable incremento de aparición de defectos o pérdida de calidad crítica a causa del incremento de la población microbiana (Buelvas, 2013).

La acidez es el contenido de ácidos grasos libres presentes en la muestra y expresados como porcentaje en masa (NTC 218, 2011), en esta investigación la acidez titulable se expresa en porcentaje de ácido láctico. La acidez titulable es una medida del grado de descomposición de la grasa, por acción de las lipasas o por alguna otra causa, así mismo, dicha descomposición se puede acelerar a causa de la luz y el calor, esto como consecuencia nos da un valor de rancidez el cual se asocia usualmente con la formación de ácidos grasos libres, el cual se emplea como un indicador general de la condición y comestibilidad de las grasas (NTC 218, 2011), en esta investigación se obtuvieron valores de acidez titulable expresados en porcentaje de ácido láctico en un rango de 0.12 a 0.32 % (116.33 mg/g a 318 mg/g) los cuales son menores a los determinados por Mas & Mac Pherson, 2015, quienes encontraron que una pasta cárnica de cecina untada almacenada a 4°C por 45 días arroja valores de ácido láctico de 0.43 en el día 0, 0.42 en el día 15, 0.40 en el día 30 y 0.40 en el día 45. Mientras que los chicharrones empacados en polietileno de alta densidad (PA/PE -70) almacenados a 0°C tuvieron una acidez (expresado en ácido láctico) en el día 0 de 0.19 y día 15 de 0.17 los almacenados a 5°C tuvieron una acidez (expresado en ácido láctico) en el día 0 de 0.19 y día 15 de 0.16 respectivamente, además los chicharrones que fueron empacados en bolsas Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 0°C presentaron una acidez (expresado en ácido láctico) en el día 0 de 0.16 y día 15 de 0.16 y los que fueron almacenados a 5°C presentaron acidez en el día 0 de 0.20 y día 15 de 0.12. El incremento del pH y la disminución en la acidez puede ser atribuido a la pérdida de grupos de ácidos libres (Mina Cordoba & Paz Perez , 2014), esta relación se ha observado en los resultados de pH y acidez obtenidos en la Figura N°5 y N°6, respectivamente, en el día 6 el pH disminuyó en los 4 tratamientos mientras que la acidez se incrementó. La oxidación lipídica es uno de los mecanismos responsables de la degradación de los lípidos y de la alteración de los productos que los contienen. La oxidación lipídica es un proceso que implica la participación de los ácidos grasos insaturados (AGI) y el oxígeno, formándose hidroperóxidos de los ácidos grasos que acaban por descomponerse (con el tiempo, por la acción de altas temperaturas o por la acción de ciertos enzimas) en compuestos de

oxidación secundaria, que suelen tener menos peso molecular y contener grupos carboxílicos, lo que los hace responsables de sabores desagradables (Frankel, 1998; Sevillano, 2012). Por otro lado, la oxidación de los lípidos es uno de los procesos de deterioro de origen químico más importantes de todos aquellos que pueden afectar la calidad de los alimentos. Su importancia radica en que el mismo puede ocurrir en cualquiera de las distintas etapas que integran la producción y procesamiento de los mismos, ya sea tanto en las materias primas como en el alimento ya preparado para su ingestión (Pearson *et al.*, 1983; Tomas, 1988).

Como se puede observar en la Figura 6 y Tabla 7, la temperatura influye directamente sobre la velocidad de oxidación de la muestra en los tratamientos efectuados en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y en bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 0°C y a 5°C, esto quiere decir que mientras menor sea la temperatura de almacenamiento el índice de variación de acidez será menor, los chicharrones empacados en polietileno de alta densidad (PA/PE -70) almacenados a 0°C tuvieron una acidez (expresado en ácido láctico) en el día 0 de 0.19 mg/g y día 15 de 0.17 mg/g los almacenados a 5°C tuvieron una acidez (expresado en ácido láctico) en el día 0 de 0.19 mg/g y día 15 de 0.16 mg/g respectivamente, además los chicharrones que fueron empacados en bolsas Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) almacenados a 0°C presentaron una acidez (expresado en ácido láctico) en el día 0 y día 15 se mantuvo constante a 0.16 mg/g y los que fueron almacenados a 5°C presentaron acidez en el día 0 de 0.20 mg/g y día 15 de 0.12 mg/g. La incidencia de la oxidación lipídica es mayor en el caso de las carnes congeladas que en el de carnes refrigeradas, dado que las alteraciones de origen microbiano son predominantes en éstas últimas debido a las temperaturas superiores a 0°C empleadas. La temperatura de almacenamiento congelado reviste gran importancia en el desarrollo de los procesos de autooxidación lipídica, especialmente en sustratos susceptibles de sufrir este tipo de deterioro (salmón, tocino sin salar). Así, a menor temperatura se registra una menor incidencia o un mayor retardo de su evolución en función del tiempo de almacenamiento. Para una misma temperatura de almacenamiento congelado ($T = -5^{\circ}\text{C}$), diversas especies pueden presentar distinta susceptibilidad a la oxidación lipídica debido, entre otros factores, a diferencias en su composición acídica, especialmente en el contenido de ácidos grasos poliinsaturados (Tomas, 1988). Cheng (2016), indica que la carne de diferentes especies de ganado tiene

diferente sensibilidad a la oxidación de lípidos debido a que las diferentes especies contienen diversas proporciones de ácidos grasos insaturados; por ejemplo, de pollo comprenden un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados y por lo tanto tiene una mayor velocidad de oxidación de los lípidos que de la carne de cerdo. Debido a que la carne de cerdo contiene más ácidos grasos insaturados que la carne vacuna, la carne de cerdo es considerado más sensible a la oxidación de lípidos en comparación con la carne de vacuno. Por lo tanto, el desarrollo de la oxidación de lípidos varía debido a la especie. El departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA, 2004; Ramos, 2008), señaló en una publicación que el contenido de grasa para cerdo varía entre 9.4 y 7.8 por ciento para los cortes cárnicos como pierna y lomo respectivamente, además, indicó que estos valores pueden variar con respecto a su raza y el tipo de corte cárnico en cada país. La tabla de valores de composición química de los alimentos debe observarse cuidadosamente ya que un número reducido detalla factores como el tipo genético, musculo, grado de separación / recorte de grasa para los diferentes tipos de carne (Añazco, 2015). El contenido y la composición proximal de la grasa intramuscular son dos de las características más importantes que afectan a la calidad de la carne de cerdo. El contenido y la composición de la grasa intramuscular (GIM) están relacionados entre sí y están íntimamente ligados a la calidad sensorial de la carne, por lo que una cantidad por debajo del dos por ciento en el musculo podría ser responsable de rechazo en el consumidor (Mabry & Baas, 1998). El contenido lipídico y más aún el tipo de grasa: saturadas e insaturadas (mono y poli insaturadas) y su relación, así como el contenido de colesterol constituyen las principales características a contemplar dentro de lo que calidad de grasas se refiere, en ese sentido y de acuerdo a recomendaciones del Departamento Británico de Salud, es deseable una composición rica en ácidos grasos poli insaturados (PUFA) y pobre en ácidos saturados (SFA), con una relación $PUFA/SFA > 0,4$ y $n-6/n-3 < 4$ (Bianchi *et al.*, 2005), así mismo Collazos *et al.*, (1996) indica que la relación entre PUFA/SFA debe ser mayor que 0.35. La autooxidación se entiende como la reacción del oxígeno molecular a través de una vía auto catalítica que produce o induce el deterioro oxidativo de los lípidos (Fennema, 2010). La carne de cerdo se compone de grasa intramuscular conformada principalmente de ácidos grasos (Fernández *et al.*, 1997; Wood *et al.*, 2003; citados por Martínez *et al.*, 2012), puesto que se encuentran afectados por problema de oxidación (Warriss, 2003). En la grasa intramuscular se suscitan reacciones de oxidación lipídica que afecta a las membranas con elevada presencia de fosfolípidos compuestos por ácidos

grasos insaturados (Yilmaz et al., 1997; citado por Martínez *et al.*, 2012). Los fosfolípidos, que conforman la membrana son susceptibles a la peroxidación debido a la alta cantidad de ácidos grasos poliinsaturados presentes en su conformación molecular (Halliweel, 1997 citado por Martínez *et al.*, 2012). Dichos ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), suelen generar reacciones con el oxígeno ocasionando hidroperóxidos de ácidos grasos (Warriss, 2003), o por la interacción reactiva con metales de transición, por ejemplo, ión ferroso (Fe^{+2}) y cobre (Cu) (Castillo, 2005). Dichas reacciones se tornan inestables, y se separan en varios compuestos como aldehídos, cetonas y compuestos carboxílicos, que pueden provocar olores y sabores desagradables (Warriss, 2003). Es por ello, que el fenómeno oxidativo de la grasa esta correlacionado al número de AGPI existentes en la matriz cárnica (Castillo, 2005). Por esa razón, la carne de pescado es tiene mayor tendencia oxidativa que la carne de pollo, siendo más predispuesta a esta tendencia que las carnes rojas. Esta tendencia oxidativa es elevada en la carne de cerdo, disminuyendo en la carne de ternera y de cordero (Warriss, 2003). En general la grasa del tejido adiposo procedente de la carne tiene un porcentaje de ácidos grasos saturados (AGS) que oscila entre un 30-50%, ácidos grasos moni insaturados (AGMI) 40-50% y ácidos grasos poli insaturados (AGPI 5-20%) dependiendo fundamentalmente del animal y su alimentación. Así la carne de cerdo con respecto a la composición de la grasa expresado en mg/100g de tejido adiposo, presenta una menor fracción de AGS (39.4%) en comparación a la de ternera y cordero, pero tiene un elevado porcentaje de AGPI (17.7%) y cantidades semejantes de AGMI (42.9%). La elevada fracción de lípidos poliinsaturados en la grasa de cerdo implica un mayor cociente de índice de grasa poliinsaturada/saturada ($P/S=1.19$), lo cual indicaría que dicha grasa cuenta con un perfil cardiovascular más beneficioso que la grasa de ternera o de cordero. Así mismo, los niveles de lípidos que conforman la grasa inter e intramuscular (grasa localizada en el magro o pulpa cárnica y que es imposible de remover) y la composición de esta grasa depende de la raza, sexo, edad y alimentación del animal. La grasa del tejido muscular está conformada por triglicéridos (60-80%), fosfolípidos (15-34%) y en menor fracción por colesterol (40-80 mg/100 g de músculo) (Flores & Nieto, 1985), dependiendo del corte de la pieza magra (Araujo de Vizcarrondo *et al.*, 1998) y del tipo de músculo analizado (Hernández *et al.*, 1999) (Hernández , Navarro, & Toldrá, 1999) . La fracción de grasa (mg/100 g de tejido adiposo y %) de la carne magra de cerdo, ternera y cordero es de 2,1 g; 3,5 g y 4,4 g por cada 100 g respectivamente. Los análisis del tejido adiposo indican que la grasa de cerdo es más

elevada en AGPI (19.5%) en contraste con AGS (38.5%) y AGMI (42%), el cociente P/S evidenció niveles altos para el cerdo en comparación a los de ternera y cordero: 0,5; 0,11 y 0,12 respectivamente, adquiriendo un perfil cardiovascular beneficioso (Pérez-Llamas *et al.*, 1998; Rubio, 2004).

4.2.2. Análisis de resultados microbiológico

El máximo recuento bacteriano en todas las muestras correspondió a los aerobios mesófilos (UFC/g), los mesófilos se mantuvieron estables hasta los primeros 9 días de evaluación en los tratamientos empacados en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y en bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) almacenados a 0°C, sin embargo, los tratamientos anteriormente mencionados evidenciaron un crecimiento de 3 UFC/g de aerobios mesófilos en el día 12 y en el día 15. Sin embargo, los tratamientos empacados con los dos tipos de bolsas almacenados a 5°C evidenciaron un crecimiento de 3 UFC/g de aerobios mesófilos en el día 9 manteniéndose hasta el día 12, en el día 15 se encontró un incremento a 7 UFC/g de aerobios mesófilos en el tratamiento (PA/PE-70) a 5°C, pero los demás tratamientos no evidenciaron cambio alguno (Tabla N°8). En este caso, el recuento de aerobios mesófilos (RAM) no se encontraría elevado por la condición de higiene del producto, sino por la vida útil del mismo. Por ello es que la utilidad del indicador depende de la historia del producto y el momento de la toma de muestra debido a que en el uso o la interpretación del recuento de aerobios mesófilos hay ciertos factores que deben ser considerados como: el recuento es sólo de células bacterianas vivas, los procedimientos que sufre el alimento en su elaboración, por ejemplo proceso térmico, pueden enmascarar productos con altos recuentos o condiciones deficientes de higiene, además el almacenamiento prolongado en congelación o con pH bajo resulta en la disminución del recuento (CONAL, 2004). Cabe resaltar, que el recuento estándar de bacterias aerobias mesófilos debe estar entre 10^4 - 10^5 unidades formadoras de colonias (UFC/g) de acuerdo al artículo 156 tris, del Código Alimentario Argentino y a las disposiciones relativas de los criterios microbiológicos de los productos alimenticios del Real Decreto 135/2010- España, también el (Minsa, 2008) indica que los aerobios mesófilos deben estar entre 10^4 - 10^5 (UFC/g). Por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos no existe un alto recuento de

aerobios mesófilos. Esto indicaría que la población de aerobios mesófilos fue controlada correctamente en todo el procedimiento de elaboración / proceso, la condición de higiene del equipo y utensilios y la relación tiempo- temperatura de almacenamiento y distribución (Siragusa *et al*, 1998), por consiguiente, es necesario indicar que el recuento de bacterias aerobias mesófilos es usado ampliamente como un medio de evaluación del tiempo de vida útil y de estabilidad o de la calidad microbiana general de los ingredientes crudos así como de los productos terminados, sin embargo, su uso como un indicador de higiene o de la presencia de patógenos específicos, no es aceptado por lo general (Siragusa *et al*, 1998). Como las distintas bacterias difieren en sus actividades bioquímicas, la pérdida de calidad también puede ocurrir por recuentos bajos, dependiendo de la microbiota presente (Castillo C. , 2012).

El factor temperatura es probablemente el más importante y el que, a su vez, acarrea mayores problemas en la fabricación. Los microorganismos, de acuerdo con sus exigencias de temperatura se dividen en: Microorganismos psicrófilos: crecen bien a temperaturas de -2°C a 7°C , microorganismos mesófilos: crecen bien a temperaturas de 10°C a 40°C , microorganismos termófilos: crecen bien a temperaturas de 43°C a 66°C . Estas clasificaciones son válidas, tanto para gérmenes que crecen en la carne o sus productos como en cualquier otro medio. Entre los psicrófilos se encuentran los *Acromobacter*, las *Pseudomonas*, etc, en el grupo de los mesófilos se encuentran la mayoría de los gérmenes patógenos, los responsables de las alteraciones más severas de la carne (clostridios, estafilococos, estreptococos, bacilos gran negativos, etc.) y de los que pueden interesar prácticamente, en el aspecto bromatológico o en los procesos de industrialización, pocos o casi ninguno pertenecen al grupo de los termófilos (Castillo C. , 2012).

4.2.3. Análisis de resultados prueba sensorial afectiva

Según Witting (2001), la investigación de los alimentos comprende tanto la determinación de su calidad tecnológica a base de análisis físicos, químicos y microbiológicos como de su calidad estética mediante la apreciación de sus características organolépticas. El método del análisis sensorial permite determinar en forma mucho más científica y objetiva que tanto influyen las características

organolépticas en el consumidor en cuanto a aceptabilidad del alimento o bebida. El análisis sensorial se realizó con panelistas no entrenados ni seleccionados por su agudeza sensorial, las pruebas orientadas hacia las preferencias del consumidor se desarrollaron en las instalaciones del restaurante Manos Criollas ubicado en el distrito de San Miguel, departamento de Lima. Las pruebas fueron compuestas por consumidores habituales o posibles usuarios del chicharrón artesanal de cerdo, con el fin de obtener información sobre las actitudes o preferencias de los consumidores. Se trabajó con un panel de 30 panelistas y a pesar de que los intervalos de confianza del periodo de vida en anaquel han sido sensatos, no hay una regla o norma sistemática en la elección del número de consumidores (Stone, 2012). Por otro lado, el número de consumidores considerado en la mayoría de los experimentos de vida útil sensorial acordes al análisis de supervivencia ha estado cerca de 50 (Giménez *et al.*, 2007; Hough *et al.*, 2003; Varela *et al.*, 2005). La prueba de aceptabilidad general o aptitud de consumo del producto se realizó en el día cero (inicio) del estudio de vida útil, en la cual se evaluaron los atributos de sabor, color, olor, textura y aceptabilidad, aplicada a las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) de calibre 70 micras y en bolsas Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) de calibre 96 micras almacenadas a 0°C y 5°C. Las muestras de chicharrón artesanal de cerdo fueron codificadas con 3 dígitos numéricos y una letra consonante en formas aleatorias y servidas a temperatura ambiente, la prueba se ejecutó mediante el uso de una prueba de puntuación representado en una línea de 10 cm con declaraciones de anclaje a la izquierda (no me gusta) y a la derecha (me gusta) en la que posteriormente se analizó las comparaciones múltiples entre los 04 tratamientos, de modo que es el propio sujeto el que construye su propia escala analógica visual (VAS) de puntuación como un instrumento de medición que trata de medir una característica o atributo que se cree que varía en un continuo de valores y que no puede medirse fácilmente directamente. Este tipo de pruebas de puntaje o tablas hedónicas no estructuradas el degustador marca casi intuitivamente las intensidades de la sensación, posteriormente la intensidad de la sensación se transforma en un número y los datos obtenidos se pueden tratar con el análisis de varianza (Catania & Avagnina, 2007).

4.2.4. Análisis de resultados prueba sensorial weibull

En esta investigación se analizaron los atributos sensoriales de: Apariencia (color, tamaño y forma, claridad, etc.), aroma, textura y sabor (Alvarez, 2016), así mismo (Vigo, 2016) menciona que las calificaciones promedio de los atributos sensoriales (apariencia, textura, olor y sabor) por cada tratamiento evaluado, tienden a disminuir durante el periodo de almacenamiento. Se empleó la estimación de los parámetros de la Distribución Weibull correspondiente al tiempo en el cual (probabilidad) el 50% de los consumidores rechaza el producto. En relación al número de consumidores, los análisis de supervivencia han sido usados como procedimientos estadísticos para estimar el periodo de vida útil en anaquel de los productos en donde es posible correlacionar el porcentaje de aceptación o rechazo de muestras como una función del tiempo transcurrido durante el almacenamiento (Hough *et al.*, 2003, Álvarez García, 2016). Los análisis sensoriales y la degustación de los panelistas o jueces se llevaron a cabo en cabinas individuales que permitan una buena concentración de los jueces y también sacar conclusiones independientes. Deben sentirse cómodos para que los factores externos a la prueba no afecten su resultado (Larmond, 1973). Para las pruebas orientadas al producto se empleó un número de panelistas entrenados, para esta estimación se consideró a 15 panelistas, el criterio en la elección del número de consumidores por lo general estos paneles constan de 5 a 15 panelistas seleccionados por su agudeza sensorial, los que han sido especialmente entrenados para la tarea que se realizará (Watts *et al.*, 1992). Se evaluó la aceptación de los consumidores con una Escala Hedónica conformada por nueve puntos desarrollada por (Peryam & Girardot, 1952). Dicha escala hedónica ha sido empleada ampliamente en los análisis sensoriales de alimentos a nivel internacional. En esta investigación se estableció un puntaje mínimo de seis para determinar la aceptación o rechazo de las muestras de chicharrón artesanal de cerdo por parte del consumidor. Muñoz *et al.* (1992), consideran los valores ubicados en el rango de 6 y 9 como aceptados, sin embargo, los valores menores de 6 se entienden como rechazos. A partir de esto, se determinó si el panelista rechazó o aceptó el producto. Se realizó la prueba piloto con n= 15 panelistas de una misma muestra tomadas aleatoriamente en dos ocasiones, aplicando una prueba sensorial con escala Hedónica. Las muestras evaluadas por los panelistas se encontraban en condiciones adecuadas para su consumo y presentadas en piezas homogéneas y pequeñas de 50 gramos. La duración de la prueba fue de 15 minutos en

promedio, cada panelista respondió una encuesta de manera independiente. Luego los datos obtenidos se procesaron aplicando el coeficiente Alfa de Cronbach para conocer la fiabilidad además de, si la evaluación realizada fue adecuada al producto en estudio, obteniendo como resultado una confiabilidad (R) muy alta $R= 0.90$, en donde podemos constatar que la evaluación de Escala Hedónica es adecuada como herramienta de recojo de datos para la investigación. Los datos obtenidos se analizaron para determinar el tiempo de vida útil mediante el método probabilístico de Weibull luego de hallar el puntaje total, el puntaje de aceptación y de rechazo del producto. Los resultados obtenidos se analizaron mediante técnicas paramétricas y no paramétricas. Los modelos paramétricos permiten estimar con mayor precisión la función de supervivencia que los no paramétricos (Griful, 2001). La función de distribución de Weibull es una de las más empleadas, ésta aplica el percentil 50 como el término de la vida útil, lo que está relacionado al tiempo en el cual el 50% de los consumidores genera rechazos al producto (Hough *et al.*, 2003), la distribución de Weibull describe los tiempos de fallo de las componentes cuando su tasa de fallos aumenta o disminuye con el tiempo (Miller & Freund, 2004) , así mismo Gacula *et al.*, (2009), menciona que el nominal de vida útil de los productos alimenticios se determina por lo general en 50% la probabilidad del rechazo del producto y es uno de los métodos utilizados conjuntamente con el análisis sensorial para predicciones de deterioro.

El periodo de vida útil en anaquel del producto fue condicionado por el análisis físico químico (pH y % de acidez), se sabe que se conocen diferentes estudios internacionales sobre estimaciones de periodos de vida útil en alimentos listos para el consumo. La mayoría de estos grupos de alimentos de interés mínimamente procesados presentan una característica en común de tener un pH elevado, siendo los efectos de microorganismos un limitante principal de su vida útil (Clark & Lentz, 1969; Álvarez García, 2016). Para un valor de significancia del 95% se cuenta con el intervalo de confianza para la inferencia del valor medio dando como resultado que con un 95% de probabilidad de que el periodo en el tiempo de vida útil sea $14 \text{ días} \pm 2 \text{ días}$ para los tratamientos empacados en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) a 0 y 5°C además de las bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 0°C , sin embargo el tratamiento empacado en bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 5°C con un 95% de probabilidad el tiempo de vida útil es de $13 \text{ días} \pm 2 \text{ días}$. Considerando los resultados físico químico, podemos estimar que el tiempo de vida útil va a ser el límite inferior del rango al 95% de confianza, el intervalo

de confianza tiene una importancia estadística para las empresas procesadoras de alimentos, ya que los emplean para ubicar un parámetro de interés un grado de confianza de 95% dentro del rango de valores mostrado (Elías *et al.*, 2010). Por lo tanto, para distribuir comercialmente el producto no se aplica el límite máximo obtenido de la función de rechazo, siempre se le debe conferir un margen de error, como el límite inferior. Según Fu & Labuza (2000), el final de la duración debe también estar configurado para dar un claro margen de seguridad, en cualquier caso, la duración de un producto nuevo, particularmente de una categoría de alto riesgo, debe estar basada en datos que relacionen el peor de los casos un escenario de fabricación y almacenamiento. La duración puede luego ser revisada y si es necesario reiniciada en la luz de la más lejana experiencia en fabricación y control después que el producto haya sido lanzado. De lo anterior, se puede indicar que pasados 12 días de custodia almacenados en sistemas de frío el chicharrón artesanal de cerdo en cualquiera de sus tratamientos tendrá una probabilidad de 95% y corresponde al tiempo en el cual el 50% de los consumidores rechaza el producto.

CONCLUSIONES

Se estimo el periodo de vida útil de las muestras de chicharrón artesanal de cerdo empleando el método probabilístico de weibull con un 95% de nivel de confianza, en los tratamientos empacados en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) de calibre 70 micras almacenadas a 0°C y 5°C fue de 14 días \pm 2 días y 14 días \pm 2 días respectivamente, las muestras empacadas en bolsas Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) de calibre 96 micras almacenadas a 0°C y 5°C fue de 14 días \pm 2 días y 13 días \pm 2 días respectivamente.

Los chicharrones empacados en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) almacenados a 0° y 5°C, reportaron un pH de 5.4, 5.2, 4.7, 6.0, 6.3 y 6.5, 5.3, 5.1, 4.9, 5.8, 6 y 6.33 en los días 0, 3,6, 9, 12 y 15, respectivamente.

Los chicharrones empacados en bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 0° y 5°C, resultaron con un pH de 5.3, 5.6, 3.6, 6.0, 6.3 y 6.5, 5.2, 5.2, 4.6, 6, 5.9 y 6.13, en los días 0, 3,6,9, 12 y 15, respectivamente.

Los chicharrones empacados en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) almacenados a 0° y 5°C, mostraron una acidez % (expresado en ácido láctico) de 0.186,0.160, 0.145, 0.167, 0.163 y 0.167 mg/g, 0.189, 0.209, 0.318, 0.182. 0.161 y 0.164 mg/g en los días en los días 0, 3,6, 9, 12 y 15, respectivamente.

Los chicharrones empacados en bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 0° y 5°C, reportaron una acidez (expresado en ácido láctico) de 0.156, 0.144, 0.138, 0.163, 0.153 y 0.159 mg/g, 0.202, 0.198, 0.308, 0.138, 0.1163 y 0.122 mg/g en los días en los días 0, 3,6,9, 12 y 15, respectivamente.

Se comprobó que el comportamiento de las muestras de chicharrón artesanal de cerdo con relación al tiempo de prueba (0, 3, 6, 9, 12 y 15 días), temperaturas de almacenaje (5°C \pm 1°C y 0°C \pm 1°C) y la medición de los parámetros microbiológicos a través de los análisis se tiene a los aerobios mesófilos (UFC/g) como el máximo recuento

bacteriano en todas las muestras, manteniéndose estables hasta los primeros 9 días de evaluación y evidenciando un crecimiento de 3 UFC/g de aerobios mesófilos en el día 12 y en el día 15 para los tratamientos empacados en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y en bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS-96) almacenados a 0°C.

Los tratamientos empacados con los dos tipos de bolsas almacenados a 5°C evidenciaron un crecimiento de 3 UFC/g de aerobios mesófilos en el día 9 manteniéndose hasta el día 12, en el día 15 se encontró un incremento a 7 UFC/g de aerobios mesófilos en el tratamiento (PA/PE-70) a 5°C, con respecto a los demás tratamientos no evidenciaron cambio alguno, el recuento estándar de bacterias aerobias mesófilos resulto por debajo del rango de 10^4 - 10^5 unidades formadoras de colonias (UFC/g).

Se evidencio la ausencia de Salmonella Spp. y Staphylococcus Aureus, así como el recuento de Coliformes Totales y Escherichia coli en las muestras de chicharron artesanal de cerdo empacadas en bolsas de Polietileno de alta densidad (PA/PE-70) y bolsas de Combiflex MLX Trilaminadas (PA – PE/PE EVOH TRANS- 96) almacenados a 0° y 5°C respectivamente.

Se encontró que la variable fisicoquímica tiene mayor efecto en el deterioro de la calidad del producto.

Aplicando el método de Weibull se verificó que a partir del día 06, las muestras de chicharrón artesanal de cerdo en cadena de frío superan el 50% de rechazo por parte de los consumidores.

Se determinó la influencia del envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y las características sensoriales en el chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.

No se evidencia efectos significativos diferentes en el uso de un empaque polietileno de alta densidad y trilaminado sobre el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo.

RECOMENDACIONES

Los atributos correspondientes a las propiedades sensoriales (textura, sabor, color, aroma) evaluados sensorialmente resulta conveniente separarlos individualmente para determinar cuál de ellos es rechazado inicialmente por los consumidores finales.

Para prolongar el periodo de vida útil en anaquel se recomienda investigar otros tipos de empaque primario, comparando la mejor alternativa para un tiempo de vida prolongado.

Se aconseja realizar experimentos de vida de anaquel a diferentes humedades relativas de almacenamiento sobre el chicharrón artesanal de cerdo, con el ánimo de generar un modelo estadístico que incluya la influencia de esta variable en la vida de anaquel.

Para la realización de futuros estudios de durabilidad en la empresa se recomienda la implantación de la metodología utilizada en este trabajo, así como el aumento del número de participantes del panel de catación además de su constancia.

Evaluar la aceptabilidad general del producto en cada hito o corte de tiempo evaluado.
Se recomienda realizar un estudio de vida útil de este producto empacado al vacío.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(s.f.).

(ICMSF), I. C. (1983). *Microorganismos de los Alimentos 1. Su significado y métodos de enumeración*. (2nd ed.). Acribia.

Álvarez -Cáceres, R. (1994). Estadística Multivariante y No Paramétrica con SPSS. En *Aplicación a las Ciencias de la Salud* (pág. 408). Madrid (España): Díaz de Santos.

Alvarez, G. (2016). Determinación del Tiempo de Vida en Anaquel de Pizzas en cadena de frío por el método de Weibull. *Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios*, 74.

Álvarez, G. A. (2016). *Determinación del tiempo de vida en anaquel de pizzas en cadena de frío por el método de weibull*. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios.

Álvarez, V. (2006). *Efecto de las condiciones de almacenamiento en el tiempo de vida útil de productos de consumo masivos de baja humedad empacados en películas plásticas*. Guayaquil - Ecuador: Escuela superior Politécnica del litoral. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción.

Añazco, M. L. (2015). Efecto del selenio orgánico sobre las propiedades tecnológicas y la estabilidad oxidativa de la carne de cerdo en congelación. *Universidad Agraria La Molina Facultad de Industrias Alimentarias*, 24-27-81.

APP. (2017). Porcinoticias. *Asociación Peruana de Porcicultores*.

Araujo de Vizcarrondo , C., Carrillo de Padilla , F., & Martín, E. (1998). Fatty acid composition of beef, pork, and poultry fresh cust, and some of their processed products. *Arch Latinoam Nutr*, 354-358.

Argote, F. V. (2007). *Estudio de Metodos y Tiempos para la obtencion de carne de cuy (cavia porcellus), empacada al avcio*. Popayán - Colombia: Universidad del Cauca Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Badui, S. D. (1999). *Química de los alimentos. Persona Educación*. Mexico: Ahambra Mexicana S.A.

Baranyi, J. R. (2004). *Predictive microbiology- Quantitative Microbial Ecology*. Culture.

Beldarraín. (2007). Ciencia y Tecnología de Alimentos. En T. V. Beldarraín, *Modelo Predictivo del PH y la Temperatura sobre el crecimiento de E. Coli y Alcaligenes sp.* (págs. 31-37). La Habana: Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria.

Beldarraín, T. N. (2012). Comparison of arrhenius and ratkovsky matemathical model to predict the behavior of staphylococcus aureus in hamburger.

Bianchi, G., Garibotto, G., Franco, J., Ballesteros, F., Feed, O., & Bentacur, O. (22 de Junio de 2005). Effect of live weight at slaughter on carcass and meat quality in pure Corriedale and crossbred lambs. *Identificación y cuantificación de factores que afectan la calidad de*

carne ovina. En: *1er Seminario Técnico. Calidad de Carne Ovina y Vacuna: Impacto de decisiones tomadas en distintos segmentos de la cadena.*, 52.

- Bigelow, W., & Cameron, E. (1 de Junio de 1932). Microbiology of Canning. *Industrial & Engineering Chemistry*, 24(6), 655-658. doi:<https://doi.org/10.1021/ie50270a018>
- Brody, A. (2003). Predicting Packaged Food Shelf Life. *Food Technology*, 57 (4): 100-102.
- Buelvas, G. A. (2013). Desarrollo y Validación de Modelos matemáticos predictivos del crecimiento microbiano para la estimación de la vida útil en jamón lonchado empacado al vacío. *Desarrollo y Validación de Modelos matemáticos predictivos del crecimiento microbiano para la estimación de la vida útil en jamón lonchado empacado al vacío*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Cabeza, H. E. (2007). *Microbiología predictiva*. . Obtenido de Departamento de microbiología. Universidad de Pamplona, Norte de Santander.: <http://sites.google.com/site/enalcahe/microbiologia-predictiva>
- Castillo. (2005). Mejoramiento de la vida de anaquel de la carne. *DSM Nutritional Products*. Recuperado el 15 de Junio de 2015, de <http://www.fagro.edu.uy/~alimentos/cursos/carne/Unidad%205/Vida%20en%20anaquel%20de%20la%20carne.pdf>
- Castillo, C. (2012). Estudio de Comportamiento de las Propiedades Microbiológicas, Físicoquímicas y Organolépticas de Productos Cárnicos. *Universidad de San Buenaventura - Cali*, 41.
- Catania, C., & Avagnina, S. (2007). El análisis sensorial. *Curso Superior de Degustación de Vinos Estación Experimental Agropecuaria*, 10-11.
- Charm, S. (2007). Food engineering applied to accommodate food regulations quality and testing. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, Vol. 16, N° 1. p. 5-8.
- Chavarría, E., López, J., & Paz, M. (2017). Determinación de la Vida Útil de la Albondiga Precocida de Carne de Bovino (Bos Taurus) envasada al vacío utilizando el método de riesgos de Weibull. (*Licenciatura*). Universidad Nacional del Callao, Callao - Lima.
- Chavez, V., & Moreno, G. S. (2018). *Diseño de un Sistema de Gestión de Calidad basado en la norma ISO 9001:2008 para una planta procesadora de Snacks Andinos*. Lima: Univesidad Agraria La Molina Facultad de Industrias Alimetarias.
- Cheng, J. (2016). Lipid Oxidation in Meat. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 2.
- Chiroque, D. (2017). Degradación térmica de vitamina c en pulpa de mango (Mangifera indica L.) variedad haden y predicción microbiológica de vida útil mediante modelo de gompertz. (*Licenciatura Académica*). Universidad Nacional de Piura, Piura.
- Clark, D. S., & Lentz, C. P. (1969). The effect of C4 on the growth of slime producing bacteria on ksh beef. *Canadian Institute Food Science Technology Journal*, 72-76.

- Clark, D., & Lentz, C. (1969). The effect of C4 on the growth of slime producing bacteria on ksh beef. *Canadian Institute Food Science Technology Journal*, 72-76.
- Clarke, C., & Lentz, C. P. (1969). The effect of C4 on the growth of slime producing bacteria on ksh beef. *Canadian Institute Food Science Technology Journal*, 80, 72-76.
- Co, M. S. (11 de Noviembre de 2000). *Envasado al vacío de carne fresca y elaborados cárnicos con máquinas MULTIVAC*. Obtenido de Referat: FleiFleiwa_01_ES/MULTIVAC: <http://www.scribd.com/doc/95791977>
- Collazos, C., White, P., White, H., Viñas, E., Alvistur, E., Urquieta, R., . . . Arias, M. (1996). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. *Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Instituto Nacional de Salud, Ministerio de Salud, Setima Edición*, 70.
- Colombia, M. (2011). *Información del archivo de ventas para bolsas de cocción*. Bogota.
- CONAL. (2004). Guía de Interpretación de Resultados Microbiológicos de Alimentos. *Administración Nacional de Medicamentos Alimentos y Tecnología Médica*, 13.
- Corder, G. a. (2009). *Nonparametric statistics for non-statisticians: a step-by-step approach*. Hokoben (USA): Wiley.
- Cosano, Z. (2001). *Grupo Hibro*. Obtenido de http://www.hibro-uco.es/index.php?option=com_content&view=article&id=8%3Amicrobiologia-predictiva&catid=4&Itemid=4&lang=es
- Covenin, 1.-7. (1979). *Determinación del ph (Acidez Iónica)*. Caracas: Fondonorma.
- Del Valle, A. (08 de Febrero de 2011). *Materiales complejos para el envasado de alimentos en vacío o en atmosfera modificada (MAP)*. Obtenido de [Online]: [http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/7381D4D08275908bc1256F2500FA93/\\$FILE/Materiales%20complejos](http://www.guiaenvase.com/bases/guiaenvase.nsf/0/7381D4D08275908bc1256F2500FA93/$FILE/Materiales%20complejos)
- Díaz, R. (1986). *Isotermas de Adsorción de Cereales*. . Madrid - España: Programa CYTED .
- Dominic, M. .. (2004). *Caducidad de los alimentos*. Madrid: Acribia.
- Driscoll, R. a. (1998). *Packaging and Food Preservation*. New York - USA: Woodhead Publishing Limited.
- Duyvensteyn, W., Shimoni, E., & Labuza, T. (2000). Determination of the end of shelf life for milk using Weibull Hazard Method. *University of Minnesota*.
- Elias, C., Salas, F., Mendiburu, F., & De la Cruz, W. (2010). Estimación del tiempo de vida útil de pan de molde con incorporación de harina de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) y suero, usando la Distribución de Weibull. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 12.
- Enríquez, R. V. (2012). *Evaluación de vida útil en anaquel de tres variedades de maíz (Zea Mays L.) Nativo tostado y envasado en tres tipos de envases*. Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

- Espinoza, E. (1995). *Determinación de la vida en anaquel de wafers mediante pruebas aceleradas*. Lima – Perú: Universidad Agraria la Molina.
- FDA. (1998). *Food and Drug Administration*. Obtenido de Food and Drug Administration: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/about-bacteriological-analytical-manual-bam>
- Fellows. (2009). *Food processing technology Principles and practice*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Fellows, P. (1994). *Tecnología del procesado de alimentos*. Zaragoza - España: Acribia.
- Fennema, O. (2000). *Química de los alimentos*. Zaragoza España.: Acribia.
- Fennema, O. (2010). Química de los alimentos. *Acribia*, 1130.
- Fernández, J., Pérez - Álvarez, J., & Fernández - López, J. (1997). Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*, 345-353.
- Flores, J., & Nieto, P. (1985). Composición y características de los lípidos de los tejidos adiposo y muscular del cerdo. *Agroquím Tecnol Alimen*, 305-315.
- Forres, J. (1975). *Fundamento de la Ciencia de la Carne*. Zaragoza - España: Acribia.
- Frankel, E. N. (1998). La oxidación lipídica. *La prensa aceitosa LTD*, 30-37.
- Fu, B., & Labuza, T. P. (2000). Shelf life testing: procedures and prediction methods for frozen foods. *Dept. of Food Science & Nutrition, University of Minnesota*, 2-46.
- Gacula, M. C., Singh, J., & Alan, S. (2009). Statical methods in food and consumer research.
- Giménez, A., Valera, P., Salvador, A., Ares, G., Fiszman, S., & Garitta, L. (2007). Shelf life estimation of brown pan bread. *A consumer approach. Food Quality and Preference*, 196-204.
- Gordon, L. R. (2009). Food packaging and Shelf life. *Taylor and Francis*, 1 – 408.
- Griful, E. (2001). Fiabilidad Industrial. *Edicions Universidad Técnica de Catalunya*.
- Guerrero, P. (2015). Determinación de la Vida Útil en Congelación de Hamburguesas de Pescado formuladas con Pulpa de DONCELLA (hemanthias peruanus Steindachner, 1874) y Harina de Trigo. (*Título de Licenciatura*). Universidad Nacional de Piura, Piura.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México DF, México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.
- Guzmán , L., Martínez, D., Martínez, D., Acevedo, D., & Montero, P. (07 de Julio de 2016). Estudio de la Vida Útil de Jamón de Cerdo mediante pruebas aceleradas. *Interciencia*, vol. 41, núm. 7, pp. 488-491.
- Halliwell, B., & Gutteridge, J. (1999). Free radical in biology and medicine. *Oxford OUP*, 888.

- Hernández, P., Navarro, J., & Toldrá, F. (1999). Lipolytic and oxidative changes in two Spanish pork loin products: dry cured loin and pickled-cured loin. *Meat Science*, 123-128.
- Hernández, F., & Jaen, S. (2016). Estudio De Vida Útil De Los Panes: Polvorones, Picos y Tostadas de La Panadería CDO realizado en el período de Abril 2015 a Julio del 2016. (*Licenciatura Académica*). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, León, Nicaragua.
- Hough, G. (2005). *Sensory shelf life estimation of food products*. London: Taylor & Francis Group.
- Hough, G., Lanngohr, K., Gomez, G., & Curia, A. (2003). Survival Analysis Applied to sensory shelf life of foods. *Journal of Food Science*, 359-362.
- Hough, G., Puglieso, M., Sánchez, R., & Da Silva, O. (1999). Sensory and microbiological shelf-life of a commercial Ricotta cheese. *Journal of Dairy Science*, 454-59.
- Huerta, R. (1993). *Determinación de la vida útil de un chocolate mezclado con kiwicha (Amarantus Candatus) expandida, mediante métodos acelerados de deterioro*. . Lima – Perú.: Universidad Agraria la Molina.
- ICMSF. (1983). *Microorganismos de los Alimentos 1. Su significado y métodos de enumeración*. (2nd ed.). Acribia.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). (1978). *Microorganism in Food 1. 2da*, 139-142. Acribia.
- ISO, 6.-1. (2017). Microbiology of the food chain - horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of salmonella. Parte 1: Detection of Salmonella spp. *1ra*.
- K., K., & Kolozyn-Krajewska, D. (2006). Construction of predictive models of growth of microorganisms in salted and cured meat products. . En *Innovative Food Science and Emerging Technologies* (págs. 152-159). Vol. 7 .
- L.G.Elias, B. w. (1995). *Metodos Sensoriales basicos para la evaluacion de alimentos*. Ottawa: Centro Internacional de Investigacion para el desarrollo.
- Labuza, T. (1982). *Shelf-life dating of foods*. University of Minnesota. USA.: Department of foods science and nutrition.
- Labuza, T. (2000). *Determination of shelf life of foods*. . Recuperado el 3 de Julio de 2017, de http://www.Fscn.che.umn.edu/Ted_Labuza.tpl.html.
- Labuza, T. P. (2002). *Moisture Sorption. Practical aspects of isotherm measurement and use*. USA.: Second edition.
- Larmond, E. (Noviembre de 1973). Physical requirements for sensory testing. *Food Technology*, 27-28.
- Lees, R. (1982). *Análisis de alimentos*. . Zaragoza. España: Acribia .

- Llirod, T. M. (08 de Junio de 2008). *Envases y embalajes para productos pecuarios de exportación*.
Obtenido de
<http://www.prompex.gob.pe/Miercoles/Portal/MME/descargar.aspx?archivo=3>
- Mabry, J., & Baas, T. (1998). The impact of Genetics on pork quality. *National Pork Board*.
Recuperado el 18 de Abril de 2014, de
<http://meatscience.org/WorkArea/DowlandAsset.aspx?id=2659>
- Malavé, A. (2006). Determinación del largo de vida útil de masitas de cerdo marinadas y empacadas al vacío. *Universidad de Puerto Rico*.
- Martinez, N., Domínguez, A., Morales, E., Lugo, J., & Mariezcurrena, M. (2012). Efecto de la levadura enriquecida con selenio y selenito de sodio en la dieta de cerdos en la finalización sobre el contenido de grasa intramuscular y ácidos grasos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 41-46.
- Mas Sanchez, H., & Mac Pherson Figueroa, S. J. (2015). Elaboración de una pasta carnica untable de cecina de cerdo con recubrimiento comestible. *Universidad Nacional del Callao*, 91.
- Más, H., & Mac Pherson, S. (2015). Elaboración de una pasta cárnica untable de cecina de cerdo con recubrimiento comestible. *Facultad de Ingenieria Pesquera y de Alimentos, Universidad del Callao*, 118.
- McDonald, K. &. (1999). Predictive food microbiology for the meat industry: a review. Vol. 52(1-2). *International journal of food microbiology*, Pág. 1–27.
- McMeekin T., B. J. (2006). Information systems in food safety management. *International journal of food microbiology*, Vol. 112(3),, Pág. 181–194.
- McMeekin, T., & Ross, T. (2002). Predictive microbiology: providing a knowledge-based framework for change management. *International journal of food microbiology*, Vol.78(1-2), Pág. 133-53.
- Miller, I., & Freund, J. (2004). Probabilidad y estadística para ingenieros. *Editorial Reverté*, 416.
- Mina Cordoba, H. A., & Paz Perez , D. M. (2014). DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE PANCETAS DE CERDO MARINADAS, PRECOCIDAS, EMPACADAS AL VACÍO. *Universidad del Valle*, 25.
- Minsa. (2008). Norma Sanitaria que establece los criterios microbiologicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. *NTS N°071 Digesa*. Peru: Ministerio de salud.
- MINSA/DIGESA. (2008). NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO. *NTS N°71*. Lima, Lima, Peru.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos* (Segunda ed.). (R. Piña, Trad.) Balderas, Mexico: Limusa S.A.

- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y análisis de experimentos* (Segunda Edición ed.). Mexico D.F, Mexico, Mexico: Limusa Wiley.
- Muñoz, A. M., Civille, V. G., & Carr, B. T. (1992). Sensory evaluation in Quality Control. *Reinhold USA: Van Nostrand*.
- Niederwieser. (10 de Setiembre de 2016). *niederwieser*. Obtenido de niederwieser food packaging web site: <http://www.niederwieser.it/en/home.html>
- Normex. (2010). Determinación de acidez titulable en alimentos- Método de ensayo (prueba). *NMX-F-102 Alimentos*. S.C., Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación.
- Noticias, A. P. (25 de Julio de 2012). *RPP*. Obtenido de <http://rpp.pe/economia/economia/esperan-incrementar-consumo-de-carne-de-cerdo-en-medio-kilo-anual-noticia-505271>
- NTC 218. (2011). GRASAS Y ACEITES VEGETALES Y ANIMALES.DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ACIDEZ Y DELA ACIDEZ. *ICONTEC*.
- Núñez, T. (1990). *Envasado y empaçado de los alimentos*. . Lima – Perú.: Universidad de Lima.
- Official Methods of Analysis (AOAC). (1982). AOAC 981.12 PH of Acidified Foods Final Action.
- Official Methods of Analysis (AOAC). (2012). AOAC 975.55-Staphylococcus aureus in Foods. *19*.
- Official Methods of Analysis (AOAC). (2012). AOAC 991.14 Coliform and Escherichia coli Counts in Foods. *(19)*.
- Ossa, J. C. (23 de Junio de 2010). Microbiota de janones de cerdo cocido asociada al adeterioro por abombamiento del empaque. Bogota, Colombia: LEMA.
- Parra, F. (2009). Aplicación de la evaluacion de riesgos microbiologicos en la industria de alimentos. *Universidad de Minesota (EE UU)*, (1 – 7).
- Parry, R. T. (1995). *Envasado de alimentos en atmosfera modificada*. Madrid - España: Madrid Vicente Ediciones.
- Parzanase, M. (2015). *Envasado en atmosferas modificadas y controladas* . Buenos Aires : Tecnologia para la Industria Alimentaria - Minigri. Argentina.
- Paucar, L. (1997). *Determinación del tiempo de vida útil de la carne molida de sardina congelada*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pearson, A., Gray, J., Wolzak, A., & Horenstein, N. (1983). S a f e t y i m p l i c a t i o n s o f o x i d i z e d l i p i d s i n m u s c l e f o o d s. *Food Technol*, 7-121.
- Pérez-Llamas , F., López-Jiménez , J., Marín, J., & Zamora , S. (1998). Características de la grasa de algunos alimentos del grupo de las carnes y su relación con la salud. *Nutr Hosp*, 95-98.
- Peryam, D. R., & Girardot, N. F. (1952). Advanced taste test method. *Food Engineering*, 58-61.

- Peryam, D., & Girardot, N. (1952). Método de prueba de sabor avanzado. *Food Engineering*, 24(7), 58-61.
- R.L, B. (1990). Using Spreadsheet Software For Predictive Microbiology Applications. . En *Journal of Food Safety*. (págs. 65-148.). Vol. 11 N° 2.
- Ramos, D. (2008). Caracterización de la canal y la carne del cerdo criollo y de los productos cárnicos en el departamento de Tumbes. *Universidad de León*, 318.
- Reynaga, W. (2015). Estudio del Tratamiento Térmico de Enlatado de Pechuga de Pollo (*Gallus gallus*) en trozos y desmenuzado . *Universidad Agraria La Molina Facultad de Industrias Alimentarias*, 27.
- Rigaplast, S. (2010). *Fabrica de bolsas y bobinas de plásticos*. Obtenido de www.rigaplast.com
- Rubio, J. A. (2004). Influencia del consumo de carne de Porcino frente a la de vacuno en el perfil lipídico de sujetos sanos. *Facultad de Medicina Universidad Complutense de Madrid*, 45-48.
- Rybka, S. R. (2001). Improvement of food safety design of Cook-Chill foods. . *Food Research International*. ., Revista 35 N°5. P. 449-455.
- Rybka-Rodgers, S. (Abril, 2009.). Improvement of food safety design of cook-chill foods. *Practical Guide to Sous Vide Cooking.*, Pg iii.
- Salvador, J. (2013). *Variabilidad de la inactivación microbiana y de la fase de latencia de los microorganismos supervivientes a diferentes tratamientos conservantes de alimentos*. Madrid.: Universidad Complutense de Madrid.
- Sánchez, J., & Pérez, J. (29 de Julio de 2016). *Vida útil sensorial del queso mantecoso por pruebas aceleradas*. Obtenido de Scientia Agropecuaria: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.08>
- SciELO. (20 de Febrero de 2004). *Vida útil [online]*. Obtenido de <http://www.scielo.org.ve/scielo.php/vidautil-htm>
- Sevillano, J. A. (2012). Determinación de la cinética de oxidación de lípidos en alfajores. *Universidad Nacional Agraria de la Selva Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias*, 66.
- Siciliano, M. (2010). *Estudio de la Vida Util de Queso Crema utilizando Microbiología Predictiva*. . Buenos Aires - Argentina: Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional de Buenos Aires.
- Simpson, R. A. (2003). *modelo matemático para predecir el abuso de temperatura en sistemas mapa que se aplica A merluza del Pacífico (Merluccius Australis)*. Valparaíso: Departamento de Procesos Químicos, Biotecnológicos y Ambientales.

- Simpson, R., Li, K., & Torres, J. (1989). *A management tool to improve the microbial quality of refrigerated foods. In proceedings of the international conference on technical innovations in freezing and refrigeration of fruits and vegetables*. Davis, California, EUA.
- Singh, R. (1998). *Introducción a la Ingeniería de los Alimentos*. Zaragoza - España: Acribia.
- Siragusa, G. R., Dorsa, W. J., Cutter, C. N., Bennett, G. L., Keen, J. E., & Koohmaraie, M. (1998). The Incidence of *Escherichia coli* on Beef Carcasses and Its Association with Aerobic Mesophilic Plate Count Categories During the Slaughter Process. *Journal of Food Protection*, 61, 1269-1274.
- ssss. (s.f.).
- Stevens, S. (07 de Junio de 1946). Sobre la Teoría de las Escalas de Medición. *Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia*, 103(2684), 677-680.
- Stone, H. (2012). *Sensory Evaluation Practices. (4th Edition) Elsevier Inc.*
- Sun, D. w. (2012). *Handbook of Food Safety Engineering. Wiley Blackwell On line Library*, 1-855.
- Tirado, J. P. (2005). Crecimiento microbiano en productos cárnicos refrigerados. En *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, vol. 5, núm. 1 (págs. 66–76). Reynosa: Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos.
- Toma, J., & Rubio, J. (2008). *Estadística Aplicada Segunda Parte*. Lima: Centro de Investigación Universidad del Pacífico.
- Tomas, M. C. (1988). OXIDACION LIPIDICA EN CARNES REFRIGERADAS Y CONGELADAS. *FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA* , 26.
- Tood, W. (2003). *Variable that Affect/Control High-Density Polyethylene film Oxigen - Moisture, Barrier*. New York - USA: Journal of plastic film & Sheeting.
- Toro, G., Vizcarra, T., & Ramos, D. (2014). Determinación de Vida Útil en Anaquel de Pan Libre de Gluten a base de Harina de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) envasado en Polietileno y Polipropileno. *Ciencia & Desarrollo*, 68.
- Torres, H., & Zaldaña, M. (2017). Determinación de la Vida de Anaquel de Horchata de Morro elaborada artesanalmente y evaluación del tipo de empaque para su conservación. *(Licenciatura Académica)*. Universidad de El Salvador, San Salvador.
- Urgilés, O. M. (2006). *Estudio del efecto de las condiciones de envasado y empackado enel tiempo de vida útil de bocaditos de maíz estrusados almacenados a temperatura ambiente*. Guayaquil - Ecuador: Escuela superior Politécnica del litoral. Facultad de la ingeniería mecánica y ciencias de la producción.
- Varela, P., Salvador, A., & Fiszman, S. (2005). Shelf-life estimation of Fuji apples: Sensory characteristics and consumer acceptability. *Postharvest Biology and Technology*, 18-24.

- Varillas, S. C. (2004). *Determinación de vida en anaquel de la harina de maca (Lepidium meyenii walp) instantánea en envase de polipropileno por modelos probabilísticos*. Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Vidales, G. D. (2000). *El mundo del envase: manual para el diseño y producción de envases y embalajes*. México.
- Vigo, K. M. (2016). CAMBIOS FÍSICO-QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIALES DE LA ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) FRESCA EN CORTE HGT A DIFERENTES CONDICIONES DE ENVASADO. *ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS UNALM*, 90.
- Vivas, J., & Mosquera, S. (2010). *Estudio de estabilidad de las humitas refrigeradas envasadas en fundas de propileno biorientado*. Guayaquil, Ecuador: Escuela superior politecnica del litoral.
- Vivas, J., & Mosquera, S. (2010). Estudio de Estabilidad de las Humitas refrigeradas envasadas en fundas de polipropileno biorientado. Guayaquil, Ecuador: Escuela superior politecnica del litoral.
- Warriss, P. (2003). Ciencia de la Carne. *Acribia*, 307.
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elías, L. G. (1992). Basic Sensory Methods for Food Evaluation. *International Development Research Centre*, 10.
- Whiting, R. B. (1994). Microbial modeling . En *Food Technology* (págs. 113-120.). Vol. 6.
- Witting, E. (2001). Evaluación sensorial: Una metodología para la tecnología de alimentos. *Facultad de Ciencias químicas y farmaceuticas Universidad de Chile*.
- Wood, J., Richardson, R., Nute, G., Fisher, A., Campo, M., Kasapidou, E., . . . Enser, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality. *Meat Science*, 21-32.
- Woodhead publishing limited. (2000). The stability and shelf-life of food. *Woodhead publishing limited*, First published .
- Zamora, M. C. (2003). *Estadística Descriptiva e Inferencial* (Quinta ed.). Lima, Perú: Moshera S.R.L.,
- Zapata, A., & Pineda, C. (2012). *Mejoramiento del Proceso de Producción de Pan mediante el uso de herramientas estadísticas en la panificadora éxito en el municipio de dosquebradas*. Pereira - Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira - Facultad de Ingeniería Industrial.

ANEXOS

Anexo 1. Declaración de Autenticidad.....	115
Anexo 2. Autorización de consentimiento para realizar la investigación.	116
Anexo 3. Matriz de consistencia.	118
Anexo 4. Protocolos o Instrumentos utilizados.	120
Anexo 5. Formato de instrumentos o protocolos utilizados.....	121
<i>Anexo 6. Prueba de Confiabilidad de Escala Hedónica</i>	122
Anexo 7. Análisis de Varianza del Diseño Experimental	123
Anexo 8. Prueba de Comparación Múltiple – Prueba Afectiva	137
Anexo 9. Prueba de Weibull.....	158

Anexo 1. Declaración de Autenticidad.

Universidad Ricardo Palma
Escuela de Posgrado
DECLARACIÓN DE ATENCIDAD Y NO PLAGIO

DECLARACIÓN DEL GRADUANDO

Por el presente, el graduando: (Apellidos y Nombres)

Cuentas Barrios Carlos Ivan

en condición de egresado del Programa de Posgrado:

Maestría en sistemas de gestión de la calidad e
inocuidad de la industria alimentaria

deja constancia que ha elaborado la tesis intitulada:

Influencia del envase y temperatura de almacenaje en
el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de
cerdo en concordancia a la NTS N° 071

Declara que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por el mismo y no existe plagio / copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.

Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha sumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la internet.

Así mismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.



Firma del graduando

Fecha

Anexo 2. Autorización de consentimiento para realizar la investigación.

Universidad Ricardo Palma
Escuela de Posgrado
AUTORIZACIÓN DE CONSENTIMIENTO PARA
REALIZAR LA INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL ÁREA O DEPENDENCIA
DONDE SE REALIZARÁ LA INVESTIGACIÓN

Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:

Influencia del envase y temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008

el mismo que es realizado por el Sr. /Srta. Estudiante (Apellidos y nombres):
Cuentas Barrios Carlos Ivan

, en condición de estudiante - investigador del Programa de:

Maestría en sistemas de gestión de la calidad e
inocuidad de la industria alimentaria

Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos.

En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:

Nombre de la empresa: Livence Laboratorio S.A.C. - Livence Lab	RUC: 20601139830	Autorización para el uso del nombre de la Empresa en el informe Final	SI x NO
---	------------------	---	---------------

Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área: Ing. Jesús Gerardo Paredes Minga

Cargo del Jefe/Responsable del área: Jefe de Laboratorio - CIP 138569

Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular: (01) 5440983 / 923515494

Correo electrónico de la empresa: comercial.livence@gmail.com



Firma

Fecha

Universidad Ricardo Palma
Escuela de Posgrado
AUTORIZACIÓN DE CONSENTIMIENTO PARA
REALIZAR LA INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL AREA O
DEPENDENCIA DONDE SE REALIZARÁ LA INVESTIGACIÓN

Dejo constancia que el área o dependencia que dirijo ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:

Influencia del envase y temperatura de almacenaje en el tiempo de vida útil del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008

el mismo que es realizado por el Sr. /Srta. Estudiante (Apellidos y nombres):
Cuentas Barrios Carlos Ivan

, en condición de estudiante - investigador del Programa de:
Maestria en sistemas de gestión de la calidad e
inocuidad de la industria alimentaria

Así mismo señalamos, que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos.

En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:

Nombre de la empresa: Manos Criollas S.A RUC: 20302680753	Autorización para el uso del nombre de la Empresa en el informe Final	SI x NO
--	---	---------------

Apellidos y Nombres del Jefe/Responsable del área: Sr. Narciso Muñoz Hidalgo.

Cargo del Jefe/Responsable del área: Gerente General

Teléfono fijo (incluyendo anexo) y/o celular: 998257401 / 01-4519602

Correo electrónico de la empresa: admin@manoscriollas.com


MANOS CRIOLLAS S.A.
Narciso Muñoz Hidalgo
Gerente General

Firma

Fecha

Anexo 3. Matriz de consistencia.

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología del Estudio
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál será la influencia del envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008?</p>	<p>General</p> <p>Determinar la influencia del envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y las características sensoriales en el chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y la temperatura de almacenaje, prolongan significativamente el tiempo de vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>-Envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y la temperatura de almacenaje</p>	<p>Tipo y Método de Investigación</p> <p>El tipo de investigación es experimental con enfoque cuantitativo, el alcance es explicativo; causa – efecto.</p>
<p>Problema Específico</p> <p>¿Cuál es la influencia del envase de polietileno de alta densidad y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071</p>	<p>Específico</p> <p>Determinar la influencia del envase de polietileno de alta densidad y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071</p>	<p>Hipótesis Específica</p> <p>El envase de polietileno de alta densidad y la temperatura de almacenaje, prolongan significativamente el tiempo de vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008?</p> <p>El envase de trilaminado y la temperatura de</p>	<p>Variable Dependiente</p> <p>-Tiempo de Vida Útil.</p> <p>-Análisis sensorial del chicharrón artesanal de cerdo.</p> <p><u>Variables intervinientes</u></p> <p>Operación de envasado</p>	

<p>DIGESA/MINSA; 2008?</p> <p>¿Cuál es la influencia del envase de trilaminado y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008?</p> <p>¿Cuál es la influencia del envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y de la temperatura de almacenaje, sobre la vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008?</p>	<p>DIGESA/MINSA; 2008.</p> <p>Determinar la influencia del envase de trilaminado y de la temperatura de almacenaje, en el tiempo de vida útil y características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.</p> <p>Determinar la influencia del envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y de la temperatura de almacenaje, sobre la vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008.</p>	<p>almacenaje, prolongan significativamente el tiempo de vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo evaluado mediante microbiología en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008?</p> <p>El envase de polietileno de alta densidad y trilaminado y la temperatura de almacenaje, mantienen significativamente el tiempo de vida útil y las características sensoriales del chicharrón artesanal de cerdo en concordancia a la NTS N° 071 DIGESA/MINSA; 2008</p>		
--	--	--	--	--

Anexo 4. Protocolos o Instrumentos utilizados.

Protocolo de Prueba de Weibull

Se determinó la vida útil a partir de los análisis microbiológicos exigidos por la R.M N° 591-2008/MINSA. XV.2. Alimentos preparados con tratamiento térmico (ensaladas cocidas, guisos, arroces, postres cocidos, arroz con leche, mazamorra entre otros).

Posteriormente se utilizó la prueba sensorial teniendo en cuenta los parámetros mencionados en la referencia bibliográfica: Apariencia, aroma, textura y sabor (Álvarez G. A., 2016). Se aplicó la distribución de Weibull para determinar la probabilidad en la que el 50% de los consumidores rechaza el producto.

Número de consumidores

Se emplearon 15 panelistas entrenados para determinar el número de muestras aceptadas o rechazadas durante el tiempo de almacenamiento

Aceptabilidad y Validez del instrumento

Para evaluar la aceptación de la unidad de análisis se empleó la Escala Hedónica de 9 puntos desarrollada por (Peryam & Girardot, 1952) que se detalla a continuación en la Tabla 5:

Tabla 24. Escala Hedónica

ESCALA HEDÓNICA	
NÚMERO	CATEGORÍA
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta poco
5	No disgusta Ni disgusta
6	Me gusta poco
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

Anexo 5. Formato de instrumentos o protocolos utilizados.

TEST DE ACEPTABILIDAD

Edad: _____

Sexo: Hombre

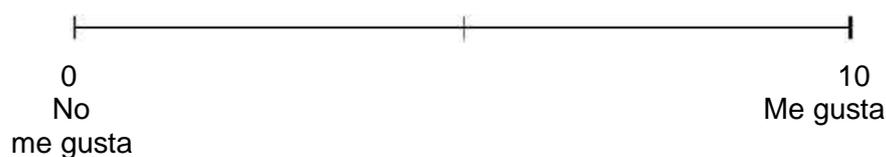
Mujer

Muestra:
Chicharrón
artesanal de cerdo

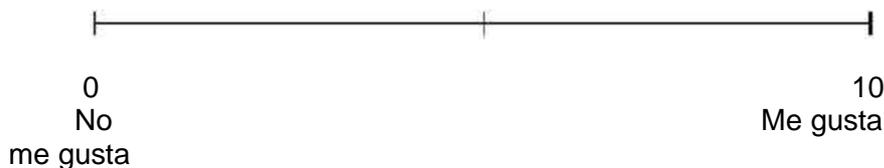
INDICACIONES:

Estimado(a) colaborador(a), pruebe el producto y marque con una línea vertical la calificación que le daría respecto al sabor, color, olor, textura y aceptabilidad general. Gracias por su colaboración.

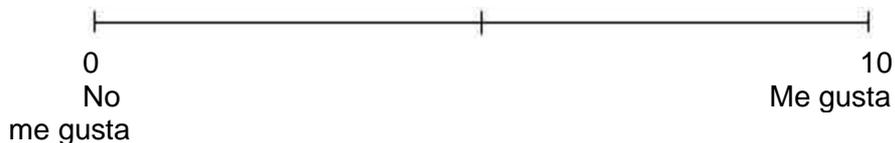
1. Sabor



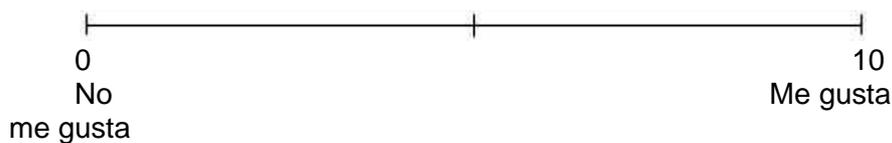
2. Color



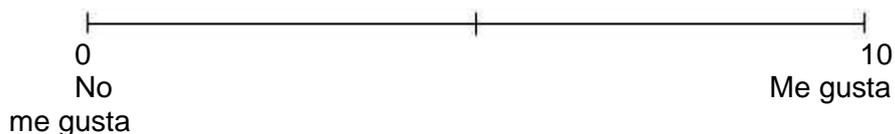
3. Olor



4. Textura



5. Aceptabilidad general



Comentarios:

¡Gracias!

Anexo 6. Prueba de Confiabilidad de Escala Hedónica

Se definió un puntaje mínimo de 6 para determinar si el consumidor aceptó o rechazó el producto, para esto se realizó la prueba piloto con un valor aleatorio de n= 10 panelistas teniendo en cuenta la evaluación a través de la escala Hedónica:

Se realizó el análisis sensorial de una misma muestra por duplicado en dos ocasiones con 10 panelistas tomadas aleatoriamente, obteniendo los resultados de la siguiente Tabla:

Tabla: CONFIABILIDAD DE LA ESCALA HEDÓNICA

N	PRUEBA 1	PRUEBA 2
1	9	9
2	9	9
3	8	7
4	8	8
5	8	8
6	7	7
7	8	8
8	8	8
9	7	7
10	8	8
TOTAL	80	79
PROMEDIO		8.0

*Aprobación ≥ 6 ; Desaprobación < 6

Se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach para determinar la fiabilidad y si es aplicable esta evaluación al producto en estudio, obteniéndose los siguientes resultados.

Coficiente de Relación de Pearson:

$$r = 0.90$$

Confiabilidad (R):

$$R = \frac{2r}{1 + r}$$

R = 0.95

Al tener una confiabilidad muy alta, podemos corroborar que la evaluación de Escala Hedónica es aplicable como instrumento para la investigación.

Anexo 7. Análisis de Varianza del Diseño Experimental

7.1. Variable de Respuesta – Acidez

Efectos estimados para Acidez (%)

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd.</i>	<i>V.I.F.</i>
promedio	0.188516	0.0140485	
A:Tiempo	-0.0464286	0.0267326	1.0
B:Empaque	-0.0166667	0.0182618	1.0
C:Temperatura	0.0316667	0.0182618	1.0
AA	-0.0507813	0.0457563	1.0
AB	-0.00928571	0.0267326	1.0
AC	-0.0428571	0.0267326	1.0
BC	-0.005	0.0182618	1.0

Errores estándar basados en el error total con 16 g.l.

El StatAdvisor

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1.0. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

Para graficar los estimados en orden decreciente de importancia, seleccione Diagrama de Pareto de la lista de Opciones Gráficas. Para probar la significancia estadística de los efectos, seleccione Tabla ANOVA de la lista de Opciones Tabulares. Puede retirar efectos significativos pulsando el botón secundario del ratón, seleccionando Opciones de Análisis, y pulsando el botón de Excluir.

Análisis de Varianza para Acidez

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tiempo	0.00603571	1	0.00603571	3.02	0.1016
B:Empaque	0.00166667	1	0.00166667	0.83	0.3750
C:Temperatura	0.00601667	1	0.00601667	3.01	0.1021
AA	0.00246458	1	0.00246458	1.23	0.2835
AB	0.000241429	1	0.000241429	0.12	0.7329
AC	0.00514286	1	0.00514286	2.57	0.1284
BC	0.00015	1	0.00015	0.07	0.7877
Error total	0.0320154	16	0.00200096		
Total (corr.)	0.0537333	23			

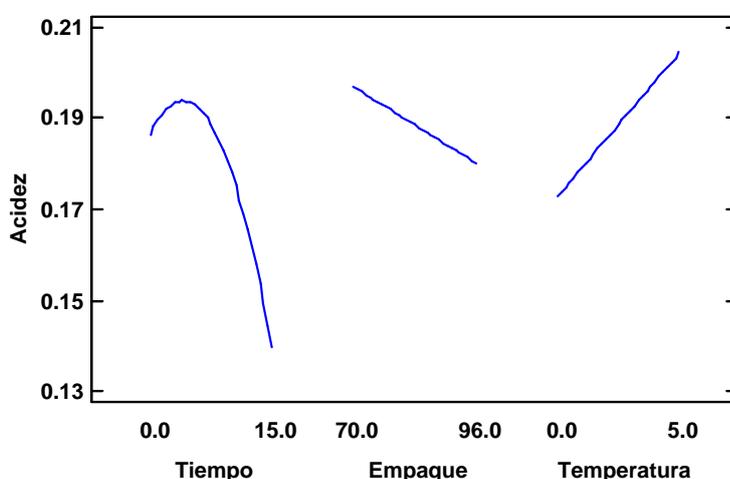
R-cuadrada = 40.418 por ciento.

El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Acidez en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 40.418% de la variabilidad en Acidez.

Gráfica de Efectos Principales para Acidez



Coefficiente de regresión para Acidez (%)

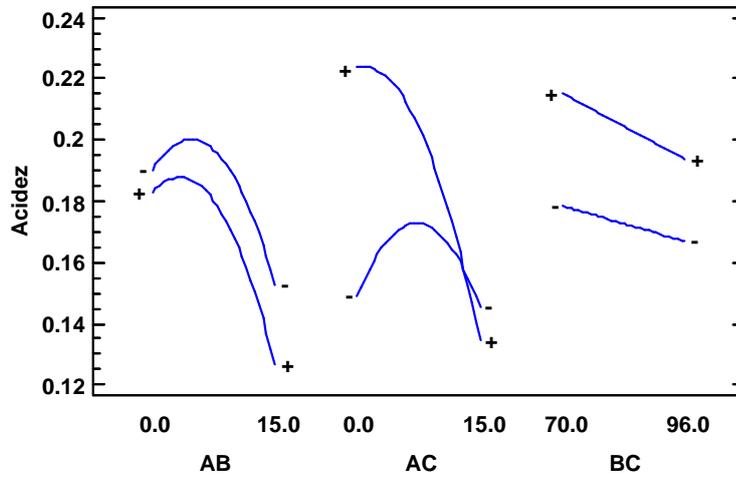
<i>Coefficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	0.156678
A:Tiempo	0.0104851
B:Empaque	-0.0000915751
C:Temperatura	0.0212894
AA	-0.000451389
AB	-0.000047619
AC	-0.00114286
BC	-0.0000769231

El StatAdvisor

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Acidez} = 0.156678 + 0.0104851 \cdot \text{Tiempo} - 0.0000915751 \cdot \text{Empaque} + 0.0212894 \cdot \text{Temperatura} - 0.000451389 \cdot \text{Tiempo}^2 - 0.000047619 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{Empaque} - 0.00114286 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{Temperatura} - 0.0000769231 \cdot \text{Empaque} \cdot \text{Temperatura}$$

Gráfica de Interacción para Acidez



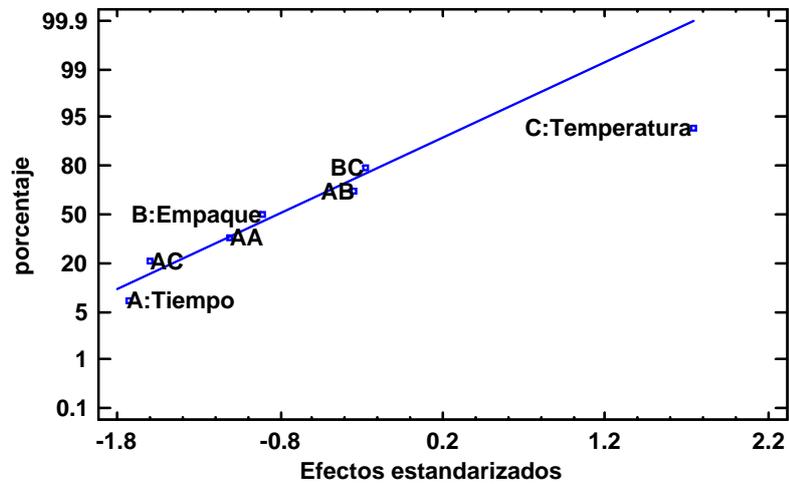
Matriz de Correlación para los Efectos Estimados

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1) promedio	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.7600	0.0000	0.0000	0.0000
(2) A:Tiempo	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(3) B:Empaque	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(4) C:Temperatura	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(5) AA	-0.7600	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(6) AB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
(7) AC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
(8) BC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

El StatAdvisor

La matriz de correlación muestra el grado de confusión entre los efectos. Un diseño perfectamente ortogonal mostrará una matriz diagonal con 1's en la diagonal y 0's fuera de ella. Cualquier término distinto de cero implica que los estimados de los efectos correspondientes a esa fila y columna estarán correlacionados. En este caso, no hay correlación entre ninguno de los efectos. Esto significa que se obtendrán estimados 'limpios' para todos esos efectos.

Gráfica de Probabilidad Normal para Acidez



7.2. Variable de Respuesta – pH

Efectos estimados para pH

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd.</i>	<i>V.I.F.</i>
promedio	5.29477	0.173273	
A:Tiempo	1.33643	0.329716	1.0
B:Empaque	-0.0933333	0.225239	1.0
C:Temperatura	-0.0816667	0.225239	1.0
AA	1.20815	0.564353	1.0
AB	-0.00642857	0.329716	1.0
AC	-0.127143	0.329716	1.0
BC	0.0316667	0.225239	1.0

Errores estándar basados en el error total con 16 g.l.

El StatAdvisor

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1.0. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

Para graficar los estimados en orden decreciente de importancia, seleccione Diagrama de Pareto de la lista de Opciones Gráficas. Para probar la significancia estadística de los efectos, seleccione Tabla ANOVA de la lista de Opciones Tabulares. Puede retirar efectos significativos pulsando el botón secundario del ratón, seleccionando Opciones de Análisis,

y pulsando el botón de Excluir.

Análisis de Varianza para pH

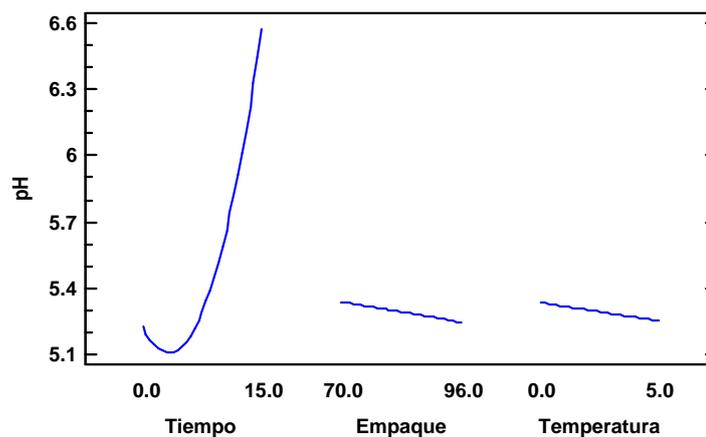
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Tiempo	5.00092	1	5.00092	16.43	0.0009
B:Empaque	0.0522667	1	0.0522667	0.17	0.6841
C:Temperatura	0.0400167	1	0.0400167	0.13	0.7217
AA	1.39501	1	1.39501	4.58	0.0480
AB	0.000115714	1	0.000115714	0.00	0.9847
AC	0.0452629	1	0.0452629	0.15	0.7049
BC	0.00601667	1	0.00601667	0.02	0.8899
Error total	4.87033	16	0.304396		
Total (corr.)	11.4099	23			

R-cuadrada = 57.315 por ciento.

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de pH en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

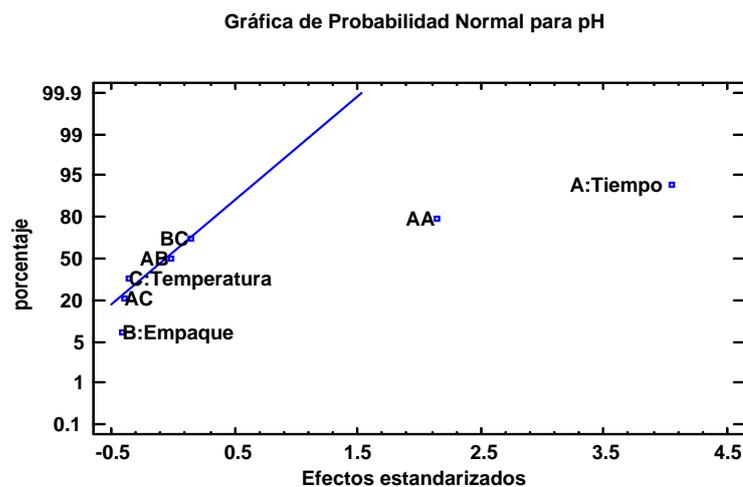
El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 57.315% de la variabilidad en pH.

Gráfica de Efectos Principales para pH



El StatAdvisor

La matriz de correlación muestra el grado de confusión entre los efectos. Un diseño perfectamente ortogonal mostrará una matriz diagonal con 1's en la diagonal y 0's fuera de ella. Cualquier término distinto de cero implica que los estimados de los efectos correspondientes a esa fila y columna estarán correlacionados. En este caso, no hay correlación entre ninguno de los efectos. Esto significa que se obtendrán estimados 'limpios' para todos esos efectos.



7.3. Variable de Respuesta - Aerobios mesófilos

Efectos estimados para Aerobios mesófilos (UFC/g)

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd.</i>	<i>V.I.F.</i>
promedio	1.35313	0.510241	
A:Tiempo	3.21393	0.970924	1.0
B:Empaque	-1.94417	0.663267	1.0
C:Temperatura	-0.279167	0.663267	1.0
AA	0.745536	1.66187	1.0
AB	-2.2625	0.970924	1.0
AC	-0.5975	0.970924	1.0
BC	0.279167	0.663267	1.0

Errores estándar basados en el error total con 16 g.l.

El StatAdvisor

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual

mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1.0. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

Para graficar los estimados en orden decreciente de importancia, seleccione Diagrama de Pareto de la lista de Opciones Gráficas. Para probar la significancia estadística de los efectos, seleccione Tabla ANOVA de la lista de Opciones Tabulares. Puede retirar efectos significativos pulsando el botón secundario del ratón, seleccionando Opciones de Análisis, y pulsando el botón de Excluir

Análisis de Varianza para Aerobios mesófilos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tiempo	28.9221	1	28.9221	10.96	0.0044
B:Empaque	22.6787	1	22.6787	8.59	0.0098
C:Temperatura	0.467604	1	0.467604	0.18	0.6794
AA	0.531219	1	0.531219	0.20	0.6597
AB	14.3329	1	14.3329	5.43	0.0332
AC	0.999617	1	0.999617	0.38	0.5469
BC	0.467604	1	0.467604	0.18	0.6794
Error total	42.2327	16	2.63954		
Total (corr.)	110.632	23			

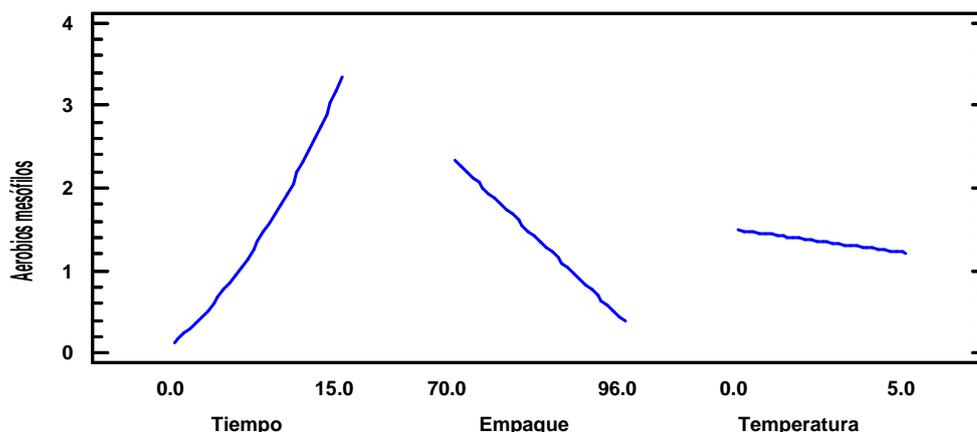
R-cuadrada = 61.8262 por ciento

El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Aerobios mesófilos en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 61.8262% de la variabilidad en aerobios mesófilos.

Gráfica de Efectos Principales para Aerobios mesófilos



Coefficiente de regresión para Aerobios mesófilos

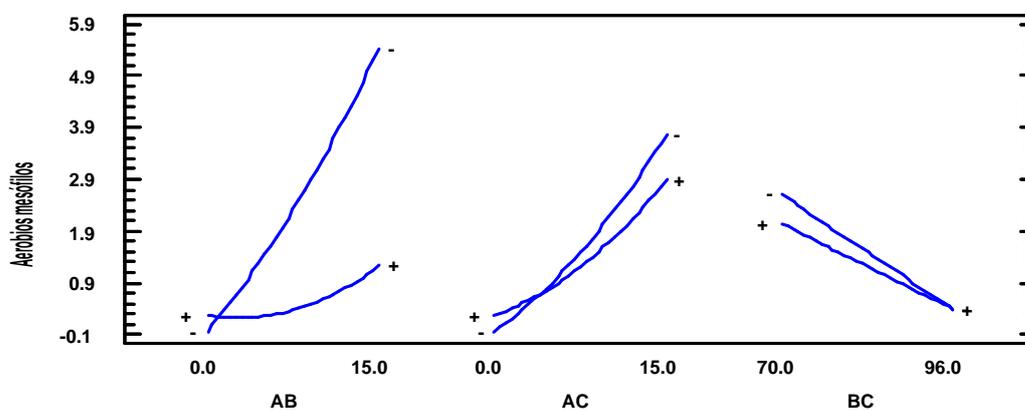
<i>Coefficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	-0.16527
A:Tiempo	1.1177
B:Empaque	0.00150641
C:Temperatura	-0.292808
AA	0.00662698
AB	-0.0116026
AC	-0.0159333
BC	0.00429487

El StatAdvisor

La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Aerobios mesófilos} = -0.16527 + 1.1177*\text{Tiempo} + 0.00150641*\text{Empaque} - 0.292808*\text{Temperatura} + 0.00662698*\text{Tiempo}^2 - 0.0116026*\text{Tiempo}*Empaque - 0.0159333*\text{Tiempo}*Temperatura + 0.00429487*\text{Empaque}*Temperatura$$

Gráfica de Interacción para Aerobios mesófilos



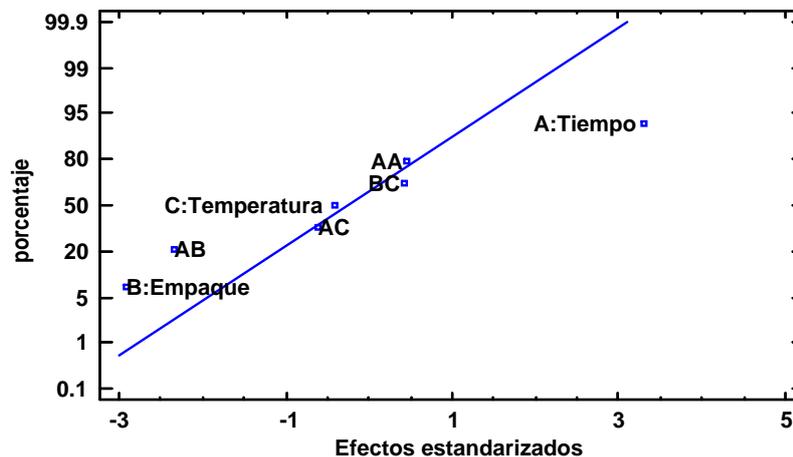
Matriz de Correlación para los Efectos Estimados

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1)	promedio	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.7600	0.0000	0.0000	0.0000
(2)	A:Tiempo	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(3)	B:Empaque	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(4)	C:Temperatura	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(5)	AA	-0.7600	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(6)	AB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
(7)	AC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
(8)	BC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

El StatAdvisor

La matriz de correlación muestra el grado de confusión entre los efectos. Un diseño perfectamente ortogonal mostrará una matriz diagonal con 1's en la diagonal y 0's fuera de ella. Cualquier término distinto de cero implica que los estimados de los efectos correspondientes a esa fila y columna estarán correlacionados. En este caso, no hay correlación entre ninguno de los efectos. Esto significa que se obtendrán estimados 'limpios' para todos esos efectos.

Gráfica de Probabilidad Normal para Aerobios mesófilos



7.4. Variable de Respuesta – Aceptabilidad General

Efectos estimados para Aceptabilidad general

<i>Efecto</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error Estd.</i>	<i>V.I.F.</i>
promedio	3.91406	0.523096	
A:Tiempo	16.5	0.995386	1.0
B:Empaque	0.166667	0.679978	1.0
C:Temperatura	-0.166667	0.679978	1.0
AA	7.8683	1.70373	1.0
AB	0.214286	0.995386	1.0
AC	-0.0714286	0.995386	1.0
BC	0.166667	0.679978	1.0

Errores estándar basados en el error total con 16 g.l.

El StatAdvisor

Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos estimados y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1.0. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos.

Para graficar los estimados en orden decreciente de importancia, seleccione Diagrama de Pareto de la lista de Opciones Gráficas. Para probar la significancia estadística de los efectos, seleccione Tabla ANOVA de la lista de Opciones Tabulares. Puede retirar efectos significativos pulsando el botón secundario del ratón, seleccionando Opciones de Análisis, y pulsando el botón de Excluir.

Análisis de Varianza para Aceptabilidad general

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Tiempo	762.3	1	762.3	274.78	0.0000
B:Empaque	0.166667	1	0.166667	0.06	0.8095
C:Temperatura	0.166667	1	0.166667	0.06	0.8095
AA	59.1696	1	59.1696	21.33	0.0003
AB	0.128571	1	0.128571	0.05	0.8323
AC	0.0142857	1	0.0142857	0.01	0.9437
BC	0.166667	1	0.166667	0.06	0.8095
Error total	44.3875	16	2.77422		
Total (corr.)	866.5	23			

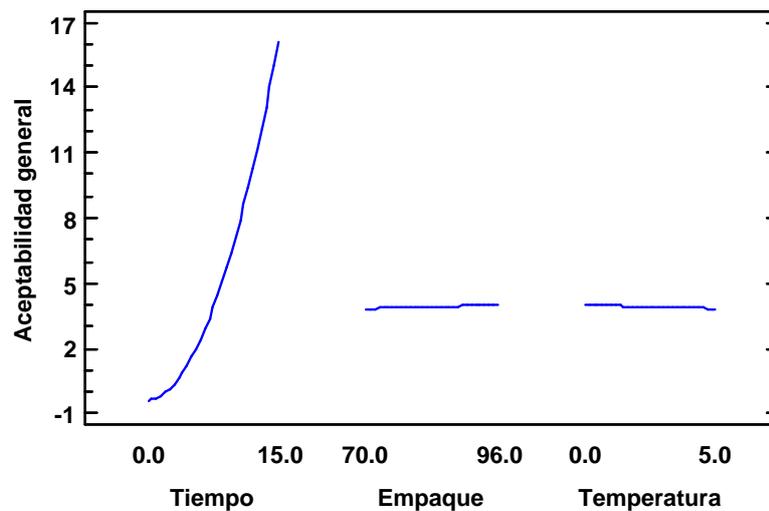
R-cuadrada = 94.8774 por ciento

El StatAdvisor

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Aceptabilidad general en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 94.8774% de la variabilidad en Aceptabilidad general.

Gráfica de Efectos Principales para Aceptabilidad general



Coefficiente de regresión para Aceptabilidad general

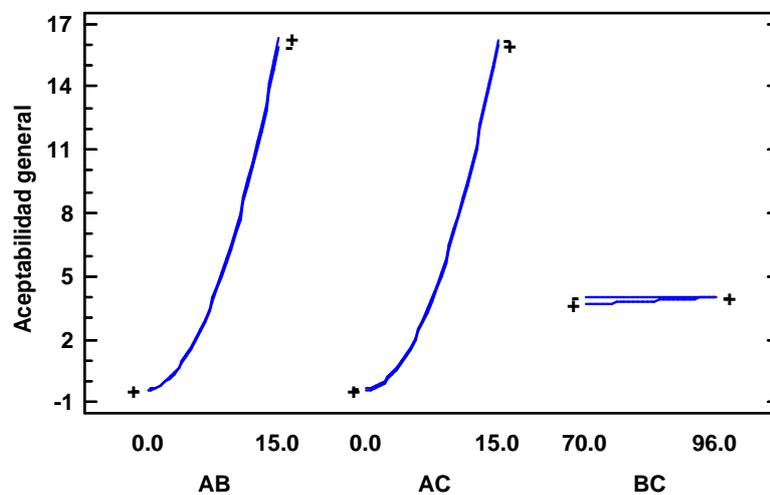
<i>Coeficiente</i>	<i>Estimado</i>
constante	0.329899
A:Tiempo	-0.035554
B:Empaque	-0.00824176
C:Temperatura	-0.231868
AA	0.0699405
AB	0.0010989
AC	-0.00190476
BC	0.0025641

El StatAdvisor

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Aceptabilidad general} = & 0.329899 - 0.035554 * \text{Tiempo} - 0.00824176 * \text{Empaque} - \\ & 0.231868 * \text{Temperatura} + 0.0699405 * \text{Tiempo}^2 + 0.0010989 * \text{Tiempo} * \text{Empaque} - \\ & 0.00190476 * \text{Tiempo} * \text{Temperatura} + 0.0025641 * \text{Empaque} * \text{Temperatura} \end{aligned}$$

Gráfica de Interacción para Aceptabilidad general



Matriz de Correlación para los Efectos Estimados

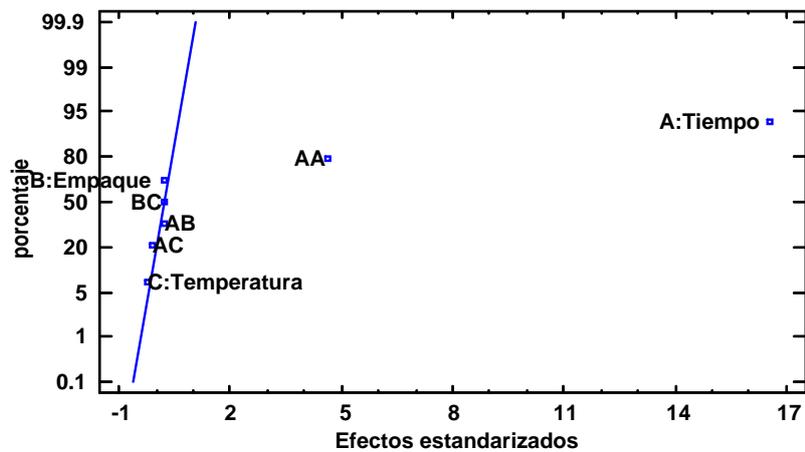
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
(1) promedio	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.7600	0.0000	0.0000	0.0000
(2) A:Tiempo	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(3) B:Empaque	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(4) C:Temperatura	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(5) AA	-0.7600	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
(6) AB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000
(7) AC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
(8) BC	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000

El StatAdvisor

La matriz de correlación muestra el grado de confusión entre los efectos. Un diseño

perfectamente ortogonal mostrará una matriz diagonal con 1's en la diagonal y 0's fuera de ella. Cualquier término distinto de cero implica que los estimados de los efectos correspondientes a esa fila y columna estarán correlacionados. En este caso, no hay correlación entre ninguno de los efectos. Esto significa que se obtendrán estimados 'limpios' para todos esos efectos.

Gráfica de Probabilidad Normal para Aceptabilidad general



Anexo 8. Prueba de Comparación Múltiple – Prueba Afectiva

8.1. Atributo Sabor

El supuesto de Normalidad de errores y homogeneidad de varianzas para el atributo Sabor se verificó, a continuación, se muestran los análisis respectivos.

8.1.1. Prueba de Normalidad

H0: Los errores experimentales del sabor tienen una distribución normal.

H1: Los errores experimentales del sabor no tienen una distribución normal.

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$



Como $P - V = 0.069 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H0).

\therefore A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los errores experimentales del sabor tienen una distribución normal.

8.1.2. Prueba de varianzas iguales: Sabor vs. Procesamiento

Método

Hipótesis nula Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

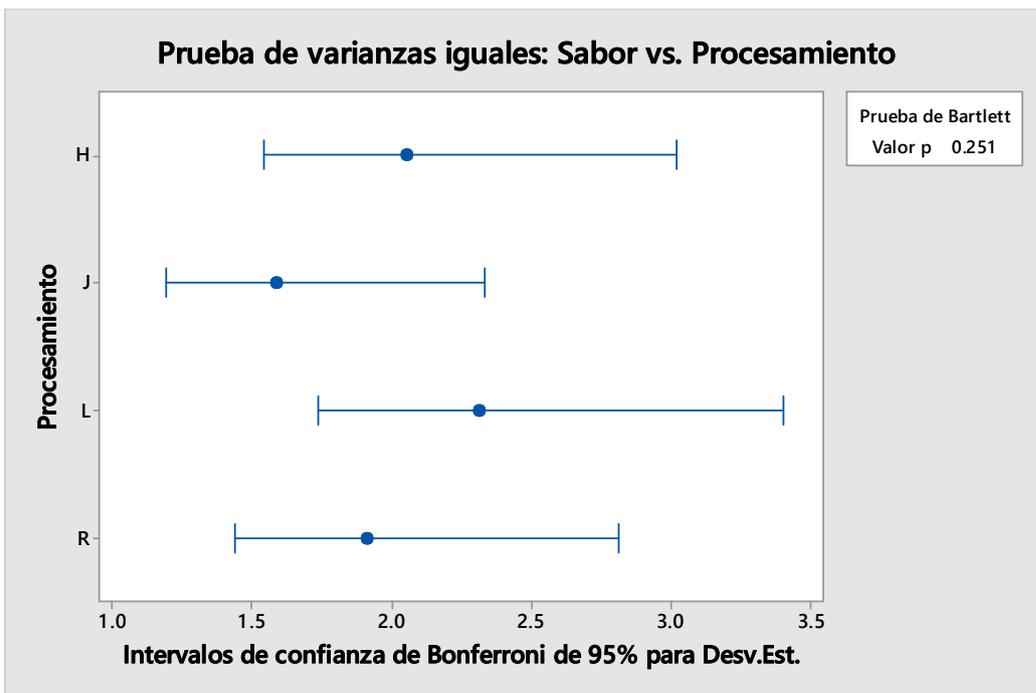
Procesamiento	N	Desv.Est.	IC
H	30	2.05904	(1.54564, 3.02126)
J	30	1.59159	(1.19474, 2.33537)
L	30	2.31776	(1.73985, 3.40088)
R	30	1.91572	(1.43805, 2.81097)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Estadística

Método	de prueba	Valor p
Bartlett	4.10	0.251



Como $P - V = 0.251 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H_0).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que las variancias son homogéneas.

8.1.3. Análisis de Varianza (ANVA)

Luego de verificar los supuestos de normalidad de errores y la homogeneidad de varianzas del atributo Sabor. Se determinó que el atributo Sabor, cumplió con los supuestos anteriormente mencionados, por lo tanto se procede a realizar un análisis de varianza (ANVA).

i. Modelo lineal general: Sabor vs. Procesamiento

H0: Los promedios de atributo sabor son homogéneos con distintos procesamientos.

H1: Al menos un promedio del atributo sabor es diferente con distintos procesamientos.

Nivel de significación: $\alpha=0.05$

Método

Codificación de factores (-1, 0, +1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Procesamiento	Fijo	4	H, J, L, R

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Procesamiento	3	14.91	3.15%	14.91	4.969	1.26	0.293
Error	116	458.63	96.85%	458.63	3.954		
Total	119	473.54	100.00%				

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. PRESS	R-cuad. (pred)
1.98839	3.15%	0.64%	490.804	0.00%

Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	IC de 95%	Valor T	Valor p	VIF
Constante	5.431	0.182	(5.071, 5.790)	29.92	0.000	
Procesamiento						
H	-0.534	0.314	(-1.157, 0.089)	-1.70	0.092	1.50
J	-0.048	0.314	(-0.670, 0.575)	-0.15	0.880	1.50
L	0.149	0.314	(-0.474, 0.772)	0.47	0.636	1.50

Ecuación de regresión

$$\text{Sabor} = 5.431 - 0.534 \text{ Procesamiento_H} - 0.048 \text{ Procesamiento_J} + 0.149 \text{ Procesamiento_L} + 0.432 \text{ Procesamiento_R}$$

Como $F - V = 0.293 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis planteada (H1).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los promedios del atributo Sabor son iguales con distintos procesamientos.

ii. Comparaciones Múltiples para el Atributo Sabor

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Sabor, Término = Procesamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Procesamiento	N	Media	Agrupación
R	30	5.86333	A
L	30	5.58000	A
J	30	5.38333	A
H	30	4.89667	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

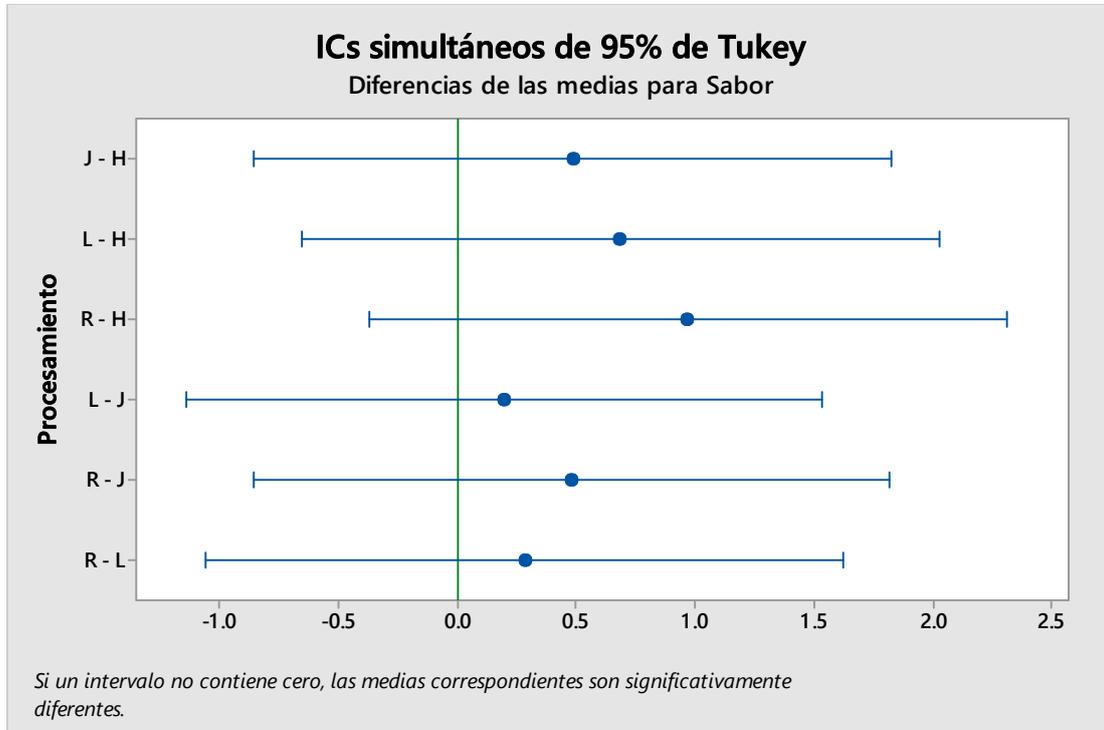
Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de Procesamiento niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC simultáneo de 95%	Valor T	Valor p ajustado
J - H	0.487	0.513	(-0.853, 1.826)	0.95	0.779
L - H	0.683	0.513	(-0.656, 2.023)	1.33	0.545
R - H	0.967	0.513	(-0.373, 2.306)	1.88	0.241
L - J	0.197	0.513	(-1.143, 1.536)	0.38	0.981

R - J	0.480	0.513	(-0.860, 1.820)	0.93	0.786
R - L	0.283	0.513	(-1.056, 1.623)	0.55	0.946

Nivel de confianza individual = 98.97%

ICs simultáneos de 95% de Tukey



∴ A un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los promedios del atributo Sabor obtenidos son iguales con los procesamientos L, R, H y J.

8.2. Atributo Color

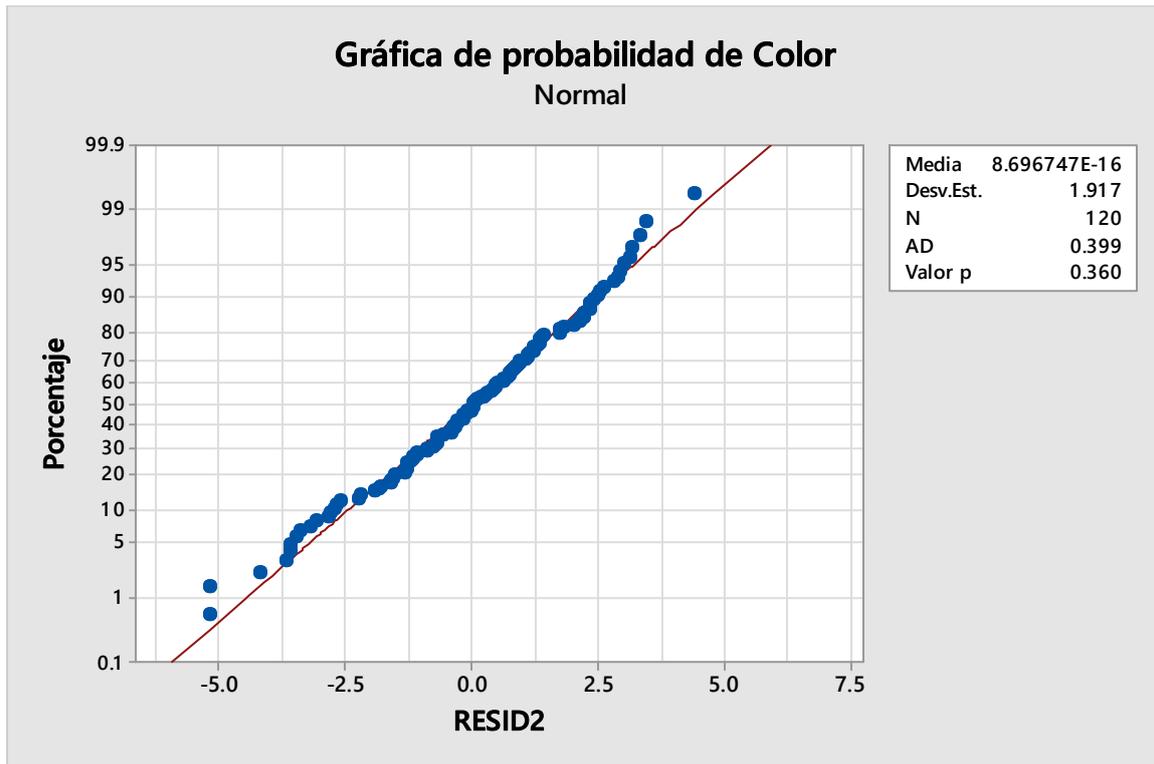
El supuesto de Normalidad de errores y homogeneidad de varianzas para el atributo Color se verificó, a continuación, se muestran los análisis respectivos.

8.2.1. Prueba de Normalidad

H0: Los errores experimentales del color tienen una distribución normal.

H1: Los errores experimentales del color no tienen una distribución normal.

Nivel de significancia $\alpha=0.05$



Como $P - V = 0.360 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H_0).

\therefore A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los errores experimentales del color tienen una distribución normal.

8.2.2. Prueba de varianzas iguales: Color vs. Procesamiento

Método

Hipótesis nula Todas las varianzas son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una varianza es diferente
 Nivel de significancia = 0.05

Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.

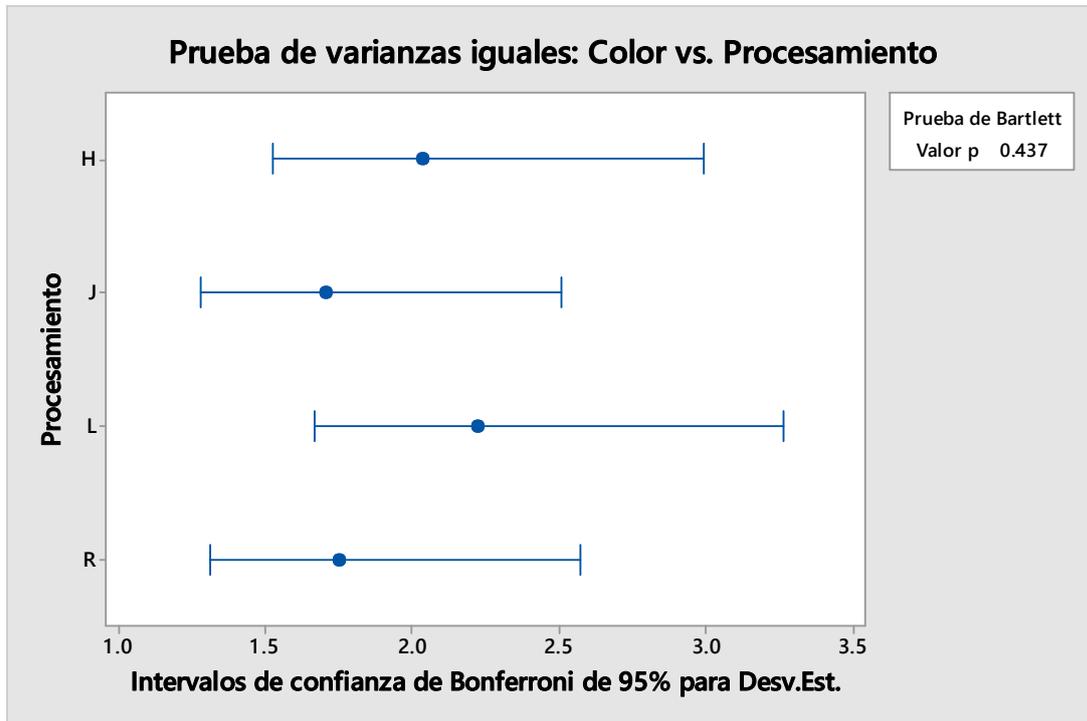
Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Procesamiento	N	Desv.Est.	IC
H	30	2.03693	(1.52904, 2.98881)
J	30	1.70754	(1.28178, 2.50549)
L	30	2.22357	(1.66914, 3.26267)
R	30	1.75257	(1.31558, 2.57157)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Estadística		
Método	de prueba	Valor p
Bartlett	2.72	0.437



Como $P - V = 0.437 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H_0).

\therefore A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que las varianzas son homogéneas.

8.2.3. Análisis de Varianza (ANVA)

Luego de verificar los supuestos de normalidad de errores y la homogeneidad de varianzas del atributo Color. Se determinó que el atributo Color, cumplió con los supuestos anteriormente mencionados, por lo tanto se procede a realizar un análisis de varianza (ANVA).

i. Modelo lineal general: Sabor vs. Procesamiento

H_0 : Los promedios de atributo color son homogéneos con distintos procesamientos.

H_1 : Al menos un promedio del atributo color es diferente con distintos procesamientos.

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Método

Codificación de factores (-1, 0, +1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Procesamiento	Fijo	4	H, J, L, R

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Procesamiento	3	22.07	4.80%	22.07	7.356	1.95	0.125
Error	116	437.33	95.20%	437.33	3.770		
Total	119	459.40	100.00%				

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
1.94168	4.80%	2.34%	468.015	0.00%

Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	IC de 95%	Valor T	Valor p	VIF
Constante	5.607	0.177	(5.256, 5.959)	31.64	0.000	
Procesamiento						
H	-0.437	0.307	(-1.046, 0.171)	-1.43	0.157	1.50
J	-0.394	0.307	(-1.002, 0.214)	-1.28	0.202	1.50
L	0.563	0.307	(-0.046, 1.171)	1.83	0.069	1.50

Ecuación de regresión

$$\text{Color} = 5.607 - 0.437 \text{ Procesamiento}_H - 0.394 \text{ Procesamiento}_J + 0.563 \text{ Procesamiento}_L + 0.269 \text{ Procesamiento}_R$$

Como $P - V = 0.125 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis planteada (H1).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los promedios del atributo Color son iguales con distintos procesamientos.

ii. Comparaciones Múltiples para el Atributo Color

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Color, Término = Procesamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Procesamiento	N	Media	Agrupación
---------------	---	-------	------------

L	30	6.17000	A
R	30	5.87667	A
J	30	5.21333	A
H	30	5.17000	A

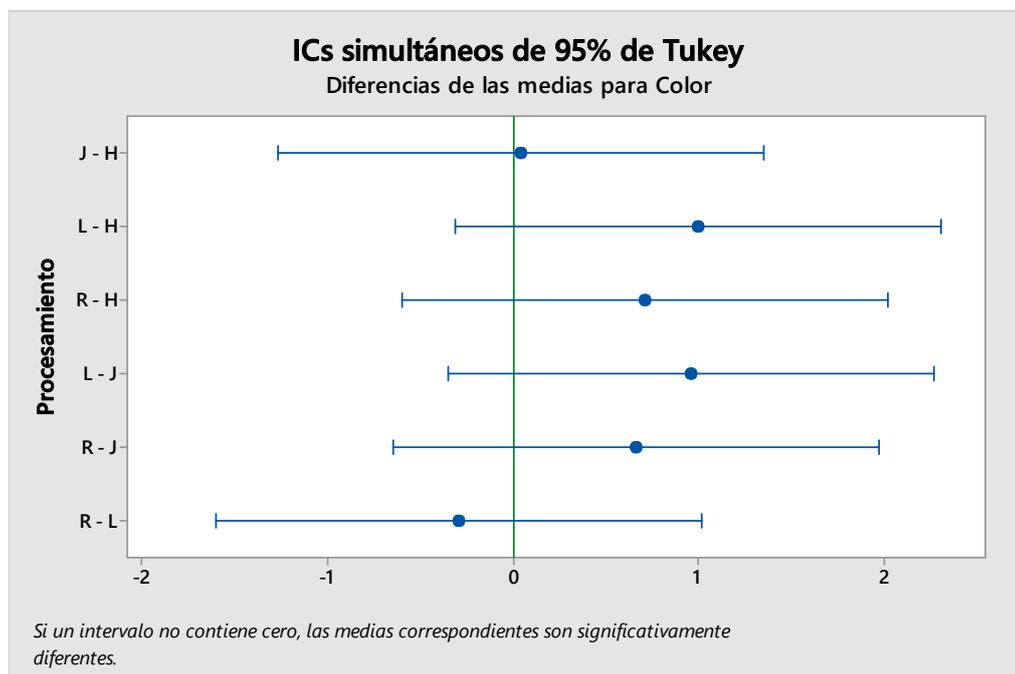
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de Procesamiento niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC simultáneo de 95%	Valor T	Valor p ajustado
J - H	0.043	0.501	(-1.265, 1.351)	0.09	1.000
L - H	1.000	0.501	(-0.308, 2.308)	1.99	0.196
R - H	0.707	0.501	(-0.601, 2.015)	1.41	0.496
L - J	0.957	0.501	(-0.351, 2.265)	1.91	0.230
R - J	0.663	0.501	(-0.645, 1.971)	1.32	0.550
R - L	-0.293	0.501	(-1.601, 1.015)	-0.59	0.936

Nivel de confianza individual = 98.97%

ICs simultáneos de 95% de Tukey



∴ A un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los promedios del atributo Color obtenidos son iguales con los procesamientos L, R, H y J.

8.3. Atributo Olor

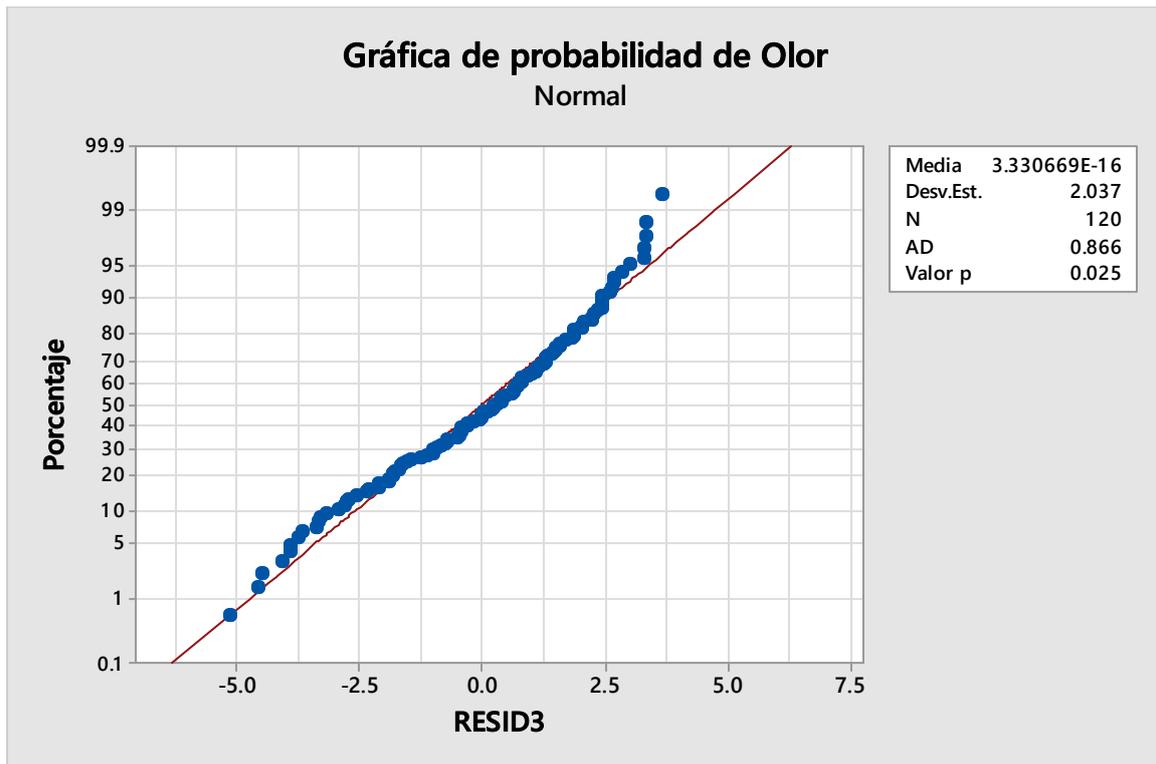
El supuesto de Normalidad de errores y homogeneidad de varianzas para el atributo Olor se verificó, a continuación, se muestran los análisis respectivos.

8.3.1. Gráfica de probabilidad de Olor

H0: Los errores experimentales del olor tienen una distribución normal.

H1: Los errores experimentales del olor no tienen una distribución normal.

Nivel de significancia = 0.05



Como $P - V = 0.025 < \alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula (H0).

∴ A un nivel de significancia de = 0.05 se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los errores experimentales del olor no tienen una distribución normal.

8.3.2. Prueba de varianzas iguales: Olor vs. Procesamiento

Método

Hipótesis nula Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia = 0.05

Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.

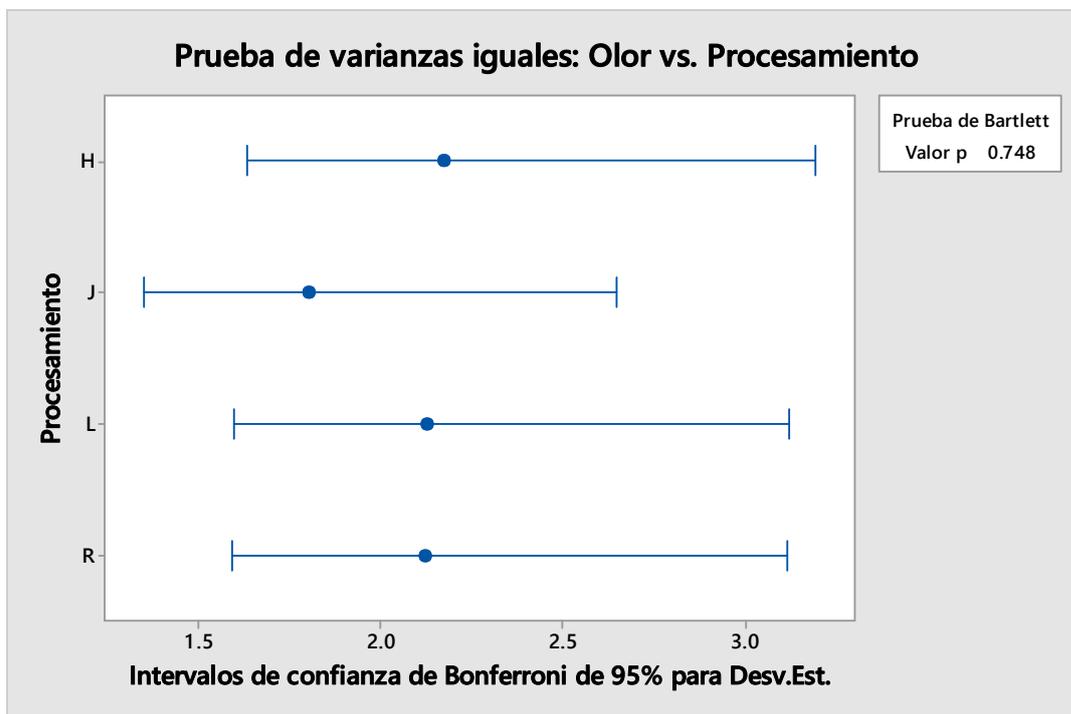
Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Procesamiento	N	Desv.Est.	IC
H	30	2.17438	(1.63222, 3.19050)
J	30	1.80294	(1.35339, 2.64548)
L	30	2.12853	(1.59780, 3.12322)
R	30	2.12426	(1.59459, 3.11696)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	1.22	0.748



Como $P - V = 0.748 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H_0).

\therefore A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que las variancias son homogéneas.

8.3.3. Análisis de Varianza no paramétrico

El análisis de varianza del atributo Olor se realizó con la prueba Kruskal-Wallis, debido a que sus errores no presentan una distribución Normal.

i. Prueba de Kruskal-Wallis: Olor vs. Procesamiento

Prueba de Kruskal-Wallis en Olor

Procesamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
H	30	5.550	60.9	0.07
J	30	5.350	53.8	-1.22
L	30	6.150	63.4	0.53
R	30	6.050	63.9	0.62
General	120		60.5	

Prueba

Hipótesis nula H : Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna H : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	3	1.62	0.655
Ajustado para empates	3	1.62	0.655

Como $P - V = 0.655 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis planteada (H1).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los promedios del atributo Olor son iguales con distintos procesamientos.

8.4. Atributo Textura

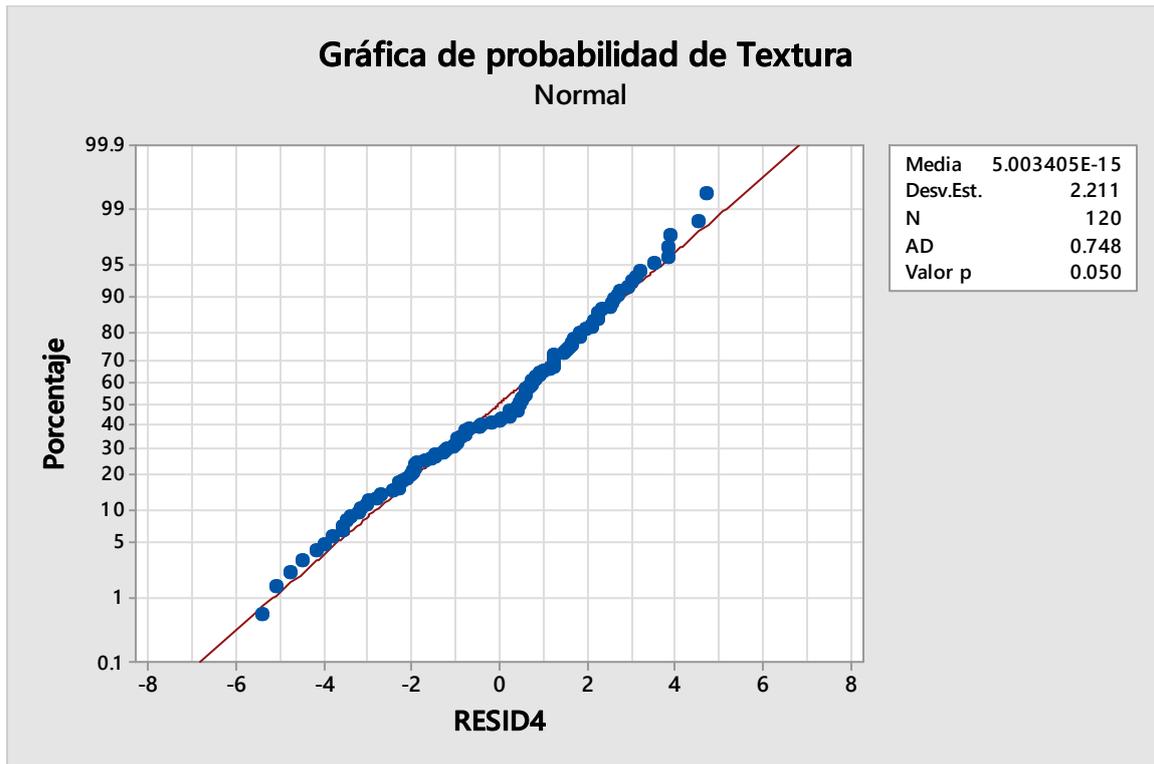
El supuesto de Normalidad de errores y homogeneidad de varianzas para el atributo Textura se verificó, a continuación, se muestran los análisis respectivos.

8.4.1. Gráfica de probabilidad de Textura

H0: Los errores experimentales de la textura tienen una distribución normal.

H1: Los errores experimentales de la textura no tienen una distribución normal.

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$



Como $P - V = 0.050 = \alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los errores experimentales de la textura no tienen una distribución normal.

8.4.2. Prueba de varianzas iguales: Textura vs. Procesamiento

Método

Hipótesis nula Todas las varianzas son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una varianza es diferente
 Nivel de significancia = 0.05

Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.

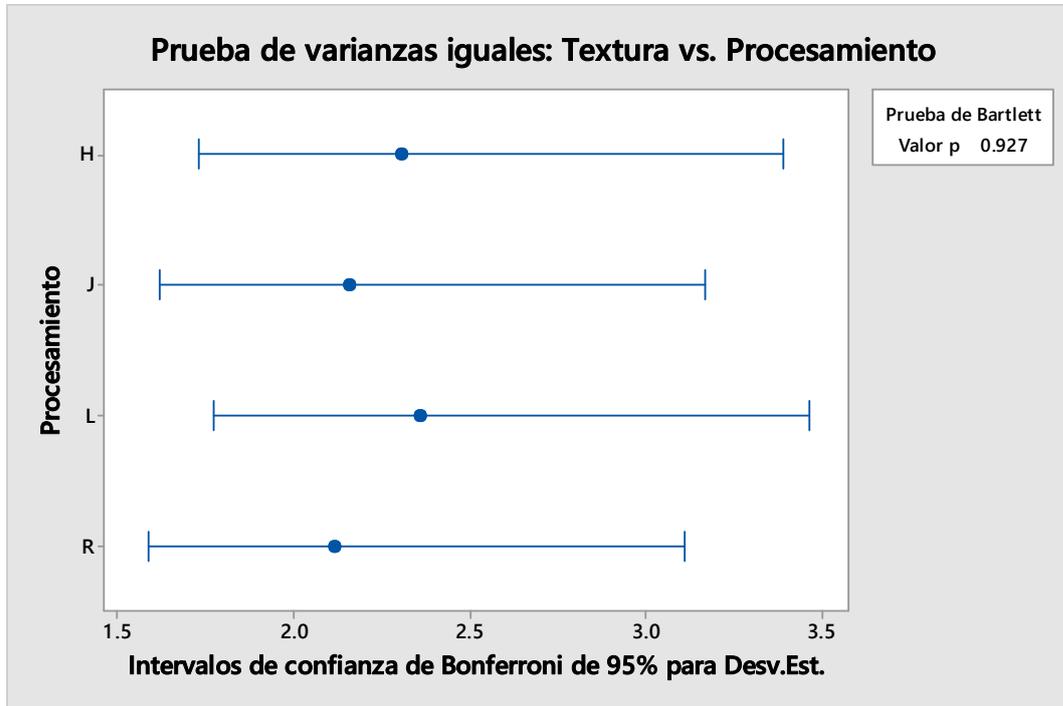
Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Procesamiento	N	Desv.Est.	IC
H	30	2.30945	(1.73361, 3.38870)
J	30	2.15974	(1.62123, 3.16902)
L	30	2.36055	(1.77197, 3.46367)
R	30	2.11922	(1.59081, 3.10956)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

	Estadística	
Método de prueba		Valor p
Bartlett	0.46	0.927



Como $P - V = 0.927 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H_0).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que las variancias son homogéneas.

8.4.3. Análisis de Varianza no paramétrico

El análisis de varianza del atributo textura se realizó con la prueba Kruskal-Wallis, debido a que sus errores no presentan una distribución Normal.

i. Prueba de Kruskal-Wallis: Textura vs. Procesamiento

Prueba de Kruskal-Wallis en Textura

Procesamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
H	30	6.450	63.9	0.62
J	30	5.700	52.5	-1.45
L	30	5.950	58.1	-0.43
R	30	6.500	67.4	1.25
General	120		60.5	

Prueba

Hipótesis nula H : Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna H : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	3	3.17	0.366
Ajustado para empates	3	3.17	0.366

Como $P - V = 0.366 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis planteada (H1).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los promedios del atributo Textura son iguales con distintos procesamientos.

8.5. Atributo Aceptabilidad

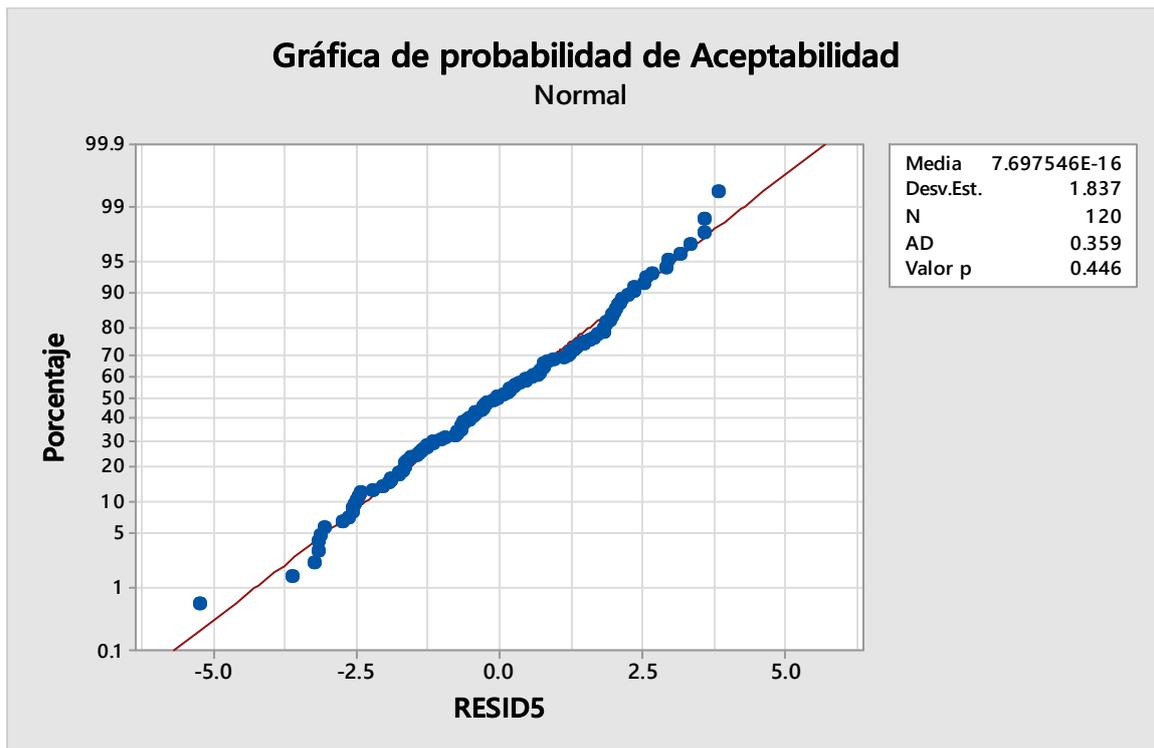
El supuesto de Normalidad de errores y homogeneidad de varianzas para el atributo Aceptabilidad se verificó, a continuación, se muestran los análisis respectivos.

8.5.1. Gráfica de probabilidad de Aceptabilidad

H0: Los errores experimentales de aceptabilidad tienen una distribución normal.

H1: Los errores experimentales de aceptabilidad no tienen una distribución normal.

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$



Como $P - V = 0.446 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H_0).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los errores experimentales de aceptabilidad tienen una distribución normal.

8.5.2. Prueba de varianzas iguales: Aceptabilidad vs. Procesamiento

Método

Hipótesis nula Todas las varianzas son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una varianza es diferente
 Nivel de significancia = 0.05

Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.

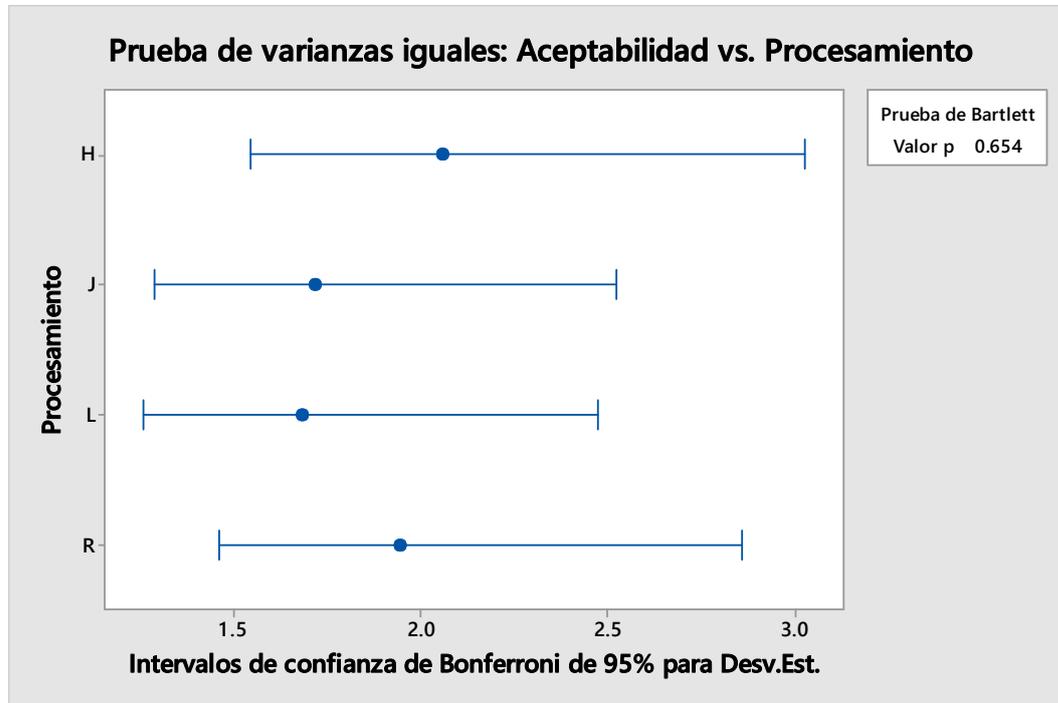
Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Procesamiento	N	Desv.Est.	IC
H	30	2.06019	(1.54650, 3.02294)
J	30	1.72102	(1.29190, 2.52527)
L	30	1.68448	(1.26447, 2.47167)
R	30	1.94868	(1.46279, 2.85932)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	1.62	0.654



Como $P - V = 0.654 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H_0).

\therefore A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que las varianzas son homogéneas.

8.5.3. Análisis de Varianza (ANVA)

Luego de verificar los supuestos de normalidad de errores y la homogeneidad de varianzas del atributo Aceptabilidad. Se determinó que el atributo Aceptabilidad, cumplió con los supuestos anteriormente mencionados, por lo tanto se procede a realizar un análisis de varianza (ANVA).

i. Modelo lineal general: Aceptabilidad vs. Procesamiento

H_0 : Los promedios de atributo aceptabilidad son homogéneos con distintos procesamientos.
 H_1 : Al menos un promedio del atributo aceptabilidad es diferente con distintos procesamientos.

Nivel de significación: $\alpha = 0.05$

Método

Codificación de factores (-1, 0, +1)

Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Procesamiento	Fijo	4	H, J, L, R

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Procesamiento	3	9.518	2.32%	9.518	3.173	0.92	0.435
Error	116	401.392	97.68%	401.392	3.460		
Total	119	410.910	100.00%				

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	PRESS	R-cuad. (pred)
1.86018	2.32%	0.00%	429.551	0.00%

Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	IC de 95%	Valor T	Valor p	VIF
Constante	6.041	0.170	(5.705, 6.377)	35.57	0.000	
Procesamiento						
H	-0.107	0.294	(-0.690, 0.475)	-0.37	0.715	1.50
J	-0.391	0.294	(-0.973, 0.192)	-1.33	0.187	1.50
L	0.369	0.294	(-0.213, 0.952)	1.26	0.212	1.50

Ecuación de regresión

Aceptabilidad = 6.041 - 0.107 Procesamiento_H - 0.391 Procesamiento_J + 0.369 Procesamiento_L + 0.129 Procesamiento_R

Como $F - V = 0.435 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis planteada (H_1).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los promedios del atributo Color son iguales con distintos procesamientos.

ii. Comparaciones Múltiples para el atributo Aceptabilidad

Comparaciones por parejas de Tukey: Respuesta = Aceptabilidad, Término = Procesamiento

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Procesamiento	N	Media	Agrupación
L	30	6.41000	A
R	30	6.17000	A
H	30	5.93333	A
J	30	5.65000	A

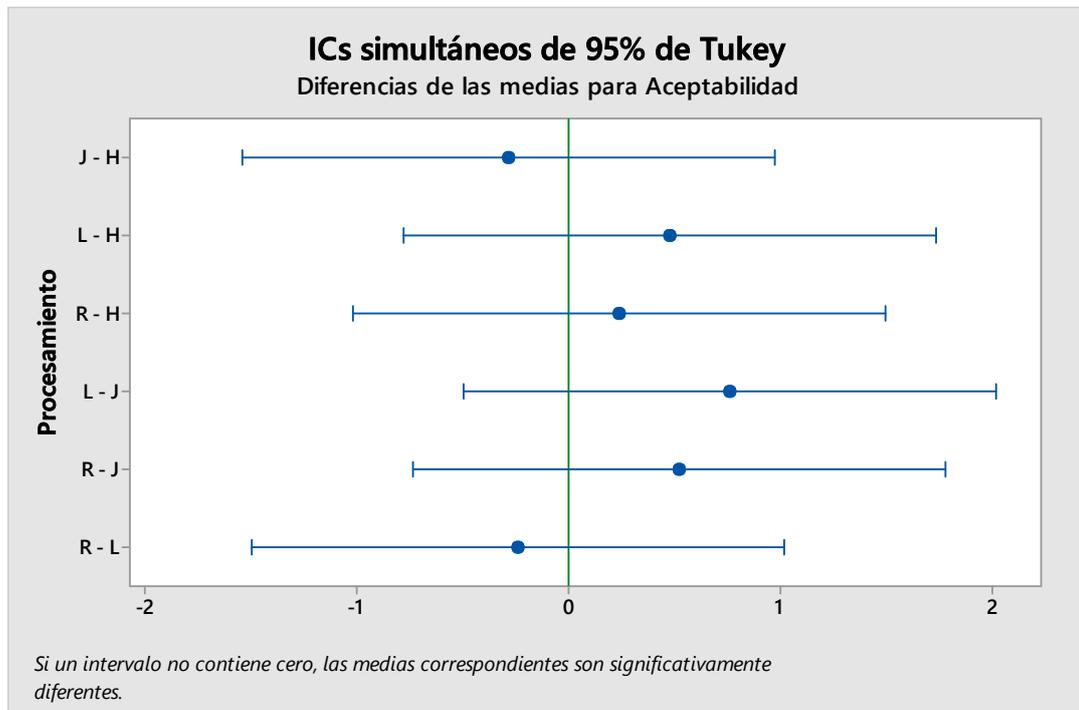
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de Procesamiento niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC simultáneo de 95%	Valor T	Valor p ajustado
J - H	-0.283	0.480	(-1.537, 0.970)	-0.59	0.935
L - H	0.477	0.480	(-0.777, 1.730)	0.99	0.754
R - H	0.237	0.480	(-1.017, 1.490)	0.49	0.961
L - J	0.760	0.480	(-0.493, 2.013)	1.58	0.393
R - J	0.520	0.480	(-0.733, 1.773)	1.08	0.701
R - L	-0.240	0.480	(-1.493, 1.013)	-0.50	0.959

Nivel de confianza individual = 98.97%

ICs simultáneos de 95% de Tukey



∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los promedios del atributo aceptabilidad obtenidos son iguales con los procesamientos L, R, H y J.

8.5.4. Análisis de Varianza (ANVA) no paramétrico

El análisis de varianza de los atributos Olor y Textura se realizó con la prueba Kruskal-Wallis, debido a que sus errores no presentan una distribución Normal.

i. Prueba de Kruskal-Wallis: Olor vs. Procesamiento

Prueba de Kruskal-Wallis en Olor

Procesamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
H	30	5.550	60.9	0.07
J	30	5.350	53.8	-1.22
L	30	6.150	63.4	0.53
R	30	6.050	63.9	0.62
General	120		60.5	

Prueba

Hipótesis nula H : Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna H : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	3	1.62	0.655
Ajustado para empates	3	1.62	0.655

Como $P - V = 0.655 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis planteada (H1).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los promedios del atributo Olor son iguales con distintos procesamientos.

ii. Prueba de Kruskal-Wallis: Textura vs. Procesamiento

Prueba de Kruskal-Wallis en Textura

Procesamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
H	30	6.450	63.9	0.62
J	30	5.700	52.5	-1.45
L	30	5.950	58.1	-0.43
R	30	6.500	67.4	1.25
General	120		60.5	

Prueba

Hipótesis nula H : Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna H : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	3	3.17	0.366
Ajustado para empates	3	3.17	0.366

Como $P - V = 0.366 > \alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis planteada (H1).

∴ A un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ se tienen evidencias estadísticas suficientes para afirmar que los promedios del atributo Textura son iguales con distintos procesamientos.

Anexo 9. Prueba de Weibull.

9.1. Obtención de los parámetros de la Distribución Weibull en el chicharrón artesanal de cerdo empaque 1 E1 (PA/PE 70) a 0°C

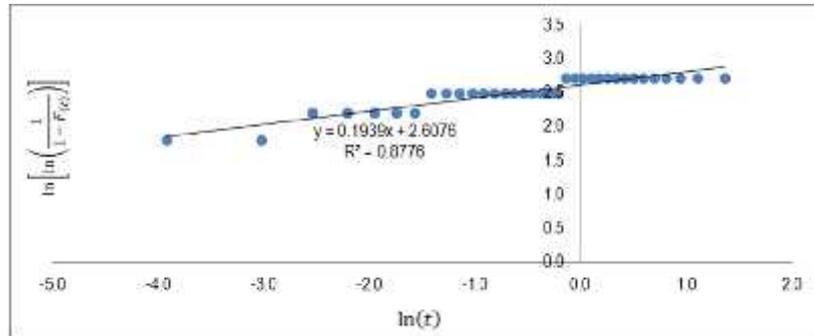
Formando una regresión lineal a partir de los datos se obtuvo una función tomando como puntos de dispersión a los valores del cuadro mostrado en la tabla de rechazos.

En donde la columna $\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right] \right\}$ corresponde al eje X, mientras los valores de $\ln(t)$ corresponde al eje Y:

N°	Día de Rechazo (t)	Número de Rechazos	Número de Rechazos Acumulados	Valores Medios Clasificados Median Rank $F(t)$	$\frac{1}{1-F(t)}$	$\ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right]$	$\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right] \right\}$	$\ln(t)$
1	6	1	1	0.0198	1.0202	0.0200	-3.9134	1.7918
2	6	1	2	0.0480	1.0504	0.0492	-3.0116	1.7918
3	9	1	3	0.0763	1.0826	0.0793	-2.5341	2.1972
4	9	1	4	0.1045	1.1167	0.1104	-2.2037	2.1972
5	9	1	5	0.1328	1.1531	0.1424	-1.9488	2.1972
6	9	1	6	0.1610	1.1919	0.1756	-1.7397	2.1972
7	9	1	7	0.1893	1.2334	0.2098	-1.5615	2.1972
8	12	1	8	0.2175	1.2780	0.2453	-1.4054	2.4849
9	12	1	9	0.2458	1.3258	0.2820	-1.2657	2.4849
10	12	1	10	0.2740	1.3774	0.3202	-1.1387	2.4849
11	12	1	11	0.3023	1.4332	0.3599	-1.0219	2.4849
12	12	1	12	0.3305	1.4937	0.4012	-0.9132	2.4849
13	12	1	13	0.3588	1.5595	0.4443	-0.8111	2.4849
14	12	1	14	0.3870	1.6313	0.4894	-0.7146	2.4849
15	12	1	15	0.4153	1.7101	0.5366	-0.6225	2.4849
16	12	1	16	0.4435	1.7970	0.5861	-0.5343	2.4849
17	12	1	17	0.4718	1.8930	0.6382	-0.4491	2.4849
18	12	1	18	0.5000	2.0000	0.6931	-0.3665	2.4849
19	12	1	19	0.5282	2.1198	0.7513	-0.2859	2.4849
20	12	1	20	0.5565	2.2548	0.8131	-0.2070	2.4849
21	15	1	21	0.5847	2.4082	0.8789	-0.1291	2.7081
22	15	1	22	0.6130	2.5839	0.9493	-0.0520	2.7081
23	15	1	23	0.6412	2.7874	1.0251	0.0248	2.7081
24	15	1	24	0.6695	3.0256	1.1071	0.1018	2.7081
25	15	1	25	0.6977	3.3084	1.1965	0.1794	2.7081
26	15	1	26	0.7260	3.6495	1.2946	0.2582	2.7081
27	15	1	27	0.7542	4.0690	1.4034	0.3389	2.7081
28	15	1	28	0.7825	4.5974	1.5255	0.4223	2.7081
29	15	1	29	0.8107	5.2836	1.6646	0.5096	2.7081
30	15	1	30	0.8390	6.2105	1.8262	0.6023	2.7081
31	15	1	31	0.8672	7.5319	2.0191	0.7027	2.7081
32	15	1	32	0.8955	9.5676	2.2584	0.8146	2.7081
33	15	1	33	0.9237	13.1111	2.5735	0.9453	2.7081

34	15	1	34	0.9520	20.8235	3.0361	1.1106	2.7081
35	15	1	35	0.9802	50.5714	3.9234	1.3670	2.7081

De la siguiente tabla, se observó la función lineal de la distribución acumulativa de Weibull, siendo expresada de la siguiente manera:



$$\ln(t) = 0.1939 \ln H(t) + 2.6076$$

De la ecuación de la recta: $Y = b + a$ Donde la pendiente “b” = 0.1939, mientras que la intersección “a” = 2.6076.

A partir de esta función es que se obtuvieron los parámetros α y β :

$$2.6076 = \ln \alpha$$

$$0.1939 = \frac{1}{\beta}$$

Siendo finalmente:

$$= 13.5661$$

$$= 5.1586$$

Al ser $\beta > 2$ podemos afirmar que la función de riesgo es creciente y que además tiene la característica de crecer lentamente al principio y de manera rápida posteriormente.

Estimación de Tiempo de Vida

Tomando como referencia la investigación de Ocampo (2003), se utilizaron los parámetros hallados en la ecuación:

$$E(t) = \alpha \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

Siendo:

$$E(t) = 13.5661 \times \Gamma \left(1 + \frac{1}{5.1586} \right)$$

La función gamma $\Gamma(1.5) = 0.8862$

De este modo:

$$E(t) = 1 \text{ día}$$

A partir del valor hallado, se determinó que el tiempo de vida en anaquel del producto fue limitado por el análisis Microbiológico, el cual fue menor que el análisis Sensorial realizado inicialmente.

Intervalo de Confianza

Se aplicó la fórmula estadística para regresión simple de Gutiérrez y de la Vara (2008) ⁽¹²⁾:

$$E_{(y_u/x_u)} = Y_0 \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} \sqrt{C \cdot e + \left[\frac{1}{n} + \frac{(X_u - \bar{X})^2}{S_x} \right]}$$

Para una significancia del 95% se calculó el intervalo de confianza para la inferencia del valor medio dando como resultado que con un 95% de probabilidad de que el tiempo de vida útil sea:

$$14 \text{ días} \pm 2 \text{ días} = [16.18 \text{ días} - 12.53 \text{ días}]$$

Considerando los resultados Microbiológicos, podemos considerar que el tiempo de vida útil va a ser el límite inferior del rango al 95% de confianza.

Para comercializar el producto no se debe manejar el límite máximo obtenido de la Función. Siempre se le debe otorgar un margen de seguridad, como el límite inferior, para que el consumidor final no pueda detectar el deterioro.

De lo anterior significa que pasados 12 días de almacenamiento en cadena de frío el Chicharrón artesanal de cerdo empaque 1 E1 (PA/PE 70) a 0°C, tendrá una probabilidad de 95% de ser rechazado por el 50% de los consumidores.

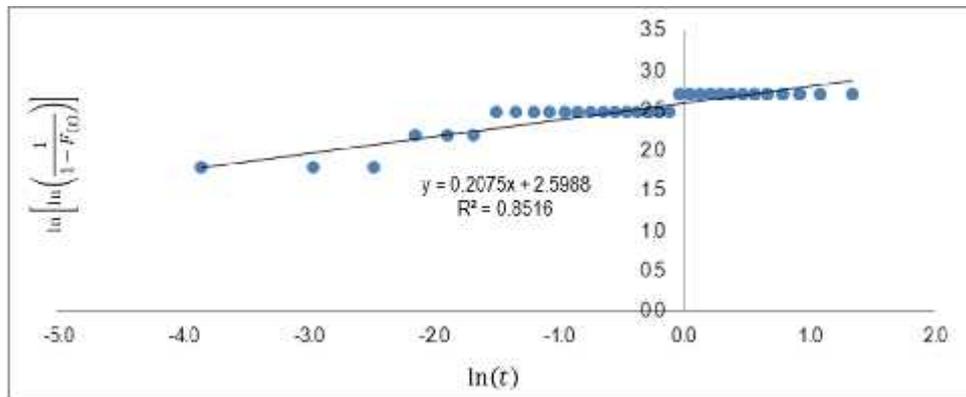
9.2. Obtención de los parámetros de la Distribución Weibull en el chicharrón artesanal de cerdo empaque 1 E1 (PA/PE 70) a 5°C

Formando una regresión lineal a partir de los datos se obtuvo una función tomando como puntos de dispersión a los valores del cuadro mostrado en la tabla de rechazos.

En donde la columna $\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right] \right\}$ corresponde al eje X, mientras los valores de $\ln(t)$ corresponde al eje Y:

Nº	Día de Rechazo (t)	Número de Rechazos	Número de Rechazos Acumulados	Valores Medios Clasificados Median Rank $F(t)$	$\frac{1}{1-F(t)}$	$\ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right]$	$\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right] \right\}$	$\ln(t)$
1	6	1	1	0.0210	1.0214	0.0212	-3.8547	1.7918
2	6	1	2	0.0509	1.0536	0.0522	-2.9519	1.7918
3	6	1	3	0.0808	1.0879	0.0843	-2.4735	1.7918
4	9	1	4	0.1108	1.1246	0.1174	-2.1421	2.1972
5	9	1	5	0.1407	1.1638	0.1517	-1.8861	2.1972
6	9	1	6	0.1707	1.2058	0.1871	-1.6760	2.1972
7	12	1	7	0.2006	1.2509	0.2239	-1.4966	2.4849
8	12	1	8	0.2305	1.2996	0.2621	-1.3392	2.4849
9	12	1	9	0.2605	1.3522	0.3018	-1.1981	2.4849
10	12	1	10	0.2904	1.4093	0.3431	-1.0698	2.4849
11	12	1	11	0.3204	1.4714	0.3862	-0.9514	2.4849
12	12	1	12	0.3503	1.5392	0.4312	-0.8411	2.4849
13	12	1	13	0.3802	1.6135	0.4784	-0.7373	2.4849
14	12	1	14	0.4102	1.6954	0.5279	-0.6388	2.4849
15	12	1	15	0.4401	1.7861	0.5800	-0.5447	2.4849
16	12	1	16	0.4701	1.8870	0.6350	-0.4541	2.4849
17	12	1	17	0.5000	2.0000	0.6931	-0.3665	2.4849
18	12	1	18	0.5299	2.1274	0.7549	-0.2812	2.4849
19	12	1	19	0.5599	2.2721	0.8207	-0.1976	2.4849
20	12	1	20	0.5898	2.4380	0.8912	-0.1152	2.4849
21	15	1	21	0.6198	2.6299	0.9670	-0.0336	2.7081
22	15	1	22	0.6497	2.8547	1.0490	0.0478	2.7081
23	15	1	23	0.6796	3.1215	1.1383	0.1295	2.7081
24	15	1	24	0.7096	3.4433	1.2364	0.2122	2.7081
25	15	1	25	0.7395	3.8391	1.3452	0.2966	2.7081
26	15	1	26	0.7695	4.3377	1.4673	0.3834	2.7081
27	15	1	27	0.7994	4.9851	1.6064	0.4740	2.7081
28	15	1	28	0.8293	5.8596	1.7681	0.5699	2.7081
29	15	1	29	0.8593	7.1064	1.9610	0.6735	2.7081
30	15	1	30	0.8892	9.0270	2.2002	0.7886	2.7081
31	15	1	31	0.9192	12.3704	2.5153	0.9224	2.7081
32	15	1	32	0.9491	19.6471	2.9779	1.0912	2.7081
33	15	1	33	0.9790	47.7143	3.8652	1.3520	2.7081

De la siguiente tabla, se observó la función lineal de la distribución acumulativa de Weibull, siendo expresada de la siguiente manera:



$$\ln(t) = 0.2075 \ln H(t) + 2.5988$$

De la ecuación de la recta: $Y = b + a$ Donde la pendiente “b” = 0.2075, mientras que la intersección “a” = 2.5988.

A partir de esta función es que se obtuvieron los parámetros α y β :

$$2.5988 = \ln \alpha$$

$$0.2075 = \frac{1}{\beta}$$

Siendo finalmente:

$$\alpha = 13.4470$$

$$\beta = 4.8196$$

Al ser $\beta > 2$ podemos afirmar que la función de riesgo es creciente y que además tiene la característica de crecer lentamente al principio y de manera rápida posteriormente.

Estimación de Tiempo de Vida

Tomando como referencia la investigación de Ocampo (2003), se utilizaron los parámetros hallados en la ecuación:

$$E(t) = \alpha \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Siendo:

$$E(t) = 13.4470 \times \Gamma\left(1 + \frac{1}{4.8196}\right)$$

La función gamma $\Gamma(1.5) = 0.8862$

De este modo:

$$E(t) = 14 \text{ día}$$

A partir del valor hallado, se determinó que el tiempo de vida en anaquel del producto fue limitado por el análisis Microbiológico, el cual fue menor que el análisis Sensorial realizado inicialmente.

Intervalo de Confianza

Se aplicó la fórmula estadística para regresión simple de Gutiérrez y de la Vara (2008) ⁽¹²⁾.

$$E_{(Y_0/X_0)} = Y_0 \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} \sqrt{C \cdot \epsilon + \left[\frac{1}{n} + \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{S_x} \right]}$$

Para una significancia del 95% se calculó el intervalo de confianza para la inferencia del valor medio dando como resultado que con un 95% de probabilidad de que el tiempo de vida útil sea:

$$14 \text{ días} \pm 2 \text{ días} = [16.22 \text{ días} - 12.56 \text{ días}]$$

Considerando los resultados Microbiológicos, podemos considerar que el tiempo de vida útil va a ser el límite inferior del rango al 95% de confianza.

Para comercializar el producto no se debe manejar el límite máximo obtenido de la Función. Siempre se le debe otorgar un margen de seguridad, como el límite inferior, para que el consumidor final no pueda detectar el deterioro.

De lo anterior significa que pasados 12 días de almacenamiento en cadena de frío el Chicharrón artesanal de cerdo empaque 1 E1 (PA/PE 70) a 5°C, tendrá una probabilidad de 95% de ser rechazado por el 50% de los consumidores.

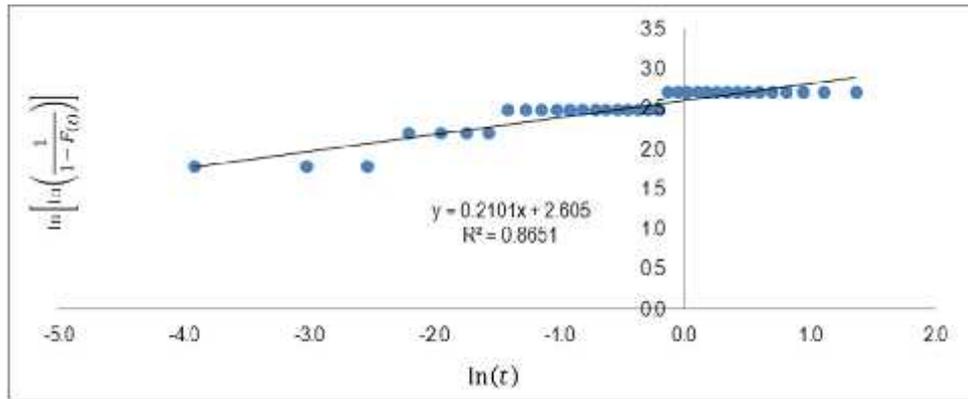
9.3. Obtención de los parámetros de la Distribución Weibull en el chicharrón artesanal de cerdo empaque 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C

Formando una regresión lineal a partir de los datos se obtuvo una función tomando como puntos de dispersión a los valores del cuadro mostrado en la tabla de rechazos.

En donde la columna $\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right] \right\}$ corresponde al eje X, mientras los valores de $\ln(t)$ corresponde al eje Y:

Nº	Día de Rechazo (t)	Número de Rechazos	Número de Rechazos Acumulados	Valores Medios Clasificados Median Rank $F(t)$	$\frac{1}{1-F(t)}$	$\ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right]$	$\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right] \right\}$	$\ln(t)$
1	6	1	1	0.0198	1.0202	0.0200	-3.9134	1.7918
2	6	1	2	0.0480	1.0504	0.0492	-3.0116	1.7918
3	6	1	3	0.0763	1.0826	0.0793	-2.5341	1.7918
4	9	1	4	0.1045	1.1167	0.1104	-2.2037	2.1972
5	9	1	5	0.1328	1.1531	0.1424	-1.9488	2.1972
6	9	1	6	0.1610	1.1919	0.1756	-1.7397	2.1972
7	9	1	7	0.1893	1.2334	0.2098	-1.5615	2.1972
8	12	1	8	0.2175	1.2780	0.2453	-1.4054	2.4849
9	12	1	9	0.2458	1.3258	0.2820	-1.2657	2.4849
10	12	1	10	0.2740	1.3774	0.3202	-1.1387	2.4849
11	12	1	11	0.3023	1.4332	0.3599	-1.0219	2.4849
12	12	1	12	0.3305	1.4937	0.4012	-0.9132	2.4849
13	12	1	13	0.3588	1.5595	0.4443	-0.8111	2.4849
14	12	1	14	0.3870	1.6313	0.4894	-0.7146	2.4849
15	12	1	15	0.4153	1.7101	0.5366	-0.6225	2.4849
16	12	1	16	0.4435	1.7970	0.5861	-0.5343	2.4849
17	12	1	17	0.4718	1.8930	0.6382	-0.4491	2.4849
18	12	1	18	0.5000	2.0000	0.6931	-0.3665	2.4849
19	12	1	19	0.5282	2.1198	0.7513	-0.2859	2.4849
20	12	1	20	0.5565	2.2548	0.8131	-0.2070	2.4849
21	15	1	21	0.5847	2.4082	0.8789	-0.1291	2.7081
22	15	1	22	0.6130	2.5839	0.9493	-0.0520	2.7081
23	15	1	23	0.6412	2.7874	1.0251	0.0248	2.7081
24	15	1	24	0.6695	3.0256	1.1071	0.1018	2.7081
25	15	1	25	0.6977	3.3084	1.1965	0.1794	2.7081
26	15	1	26	0.7260	3.6495	1.2946	0.2582	2.7081
27	15	1	27	0.7542	4.0690	1.4034	0.3389	2.7081
28	15	1	28	0.7825	4.5974	1.5255	0.4223	2.7081
29	15	1	29	0.8107	5.2836	1.6646	0.5096	2.7081
30	15	1	30	0.8390	6.2105	1.8262	0.6023	2.7081
31	15	1	31	0.8672	7.5319	2.0191	0.7027	2.7081
32	15	1	32	0.8955	9.5676	2.2584	0.8146	2.7081
33	15	1	33	0.9237	13.1111	2.5735	0.9453	2.7081
34	15	1	34	0.9520	20.8235	3.0361	1.1106	2.7081
35	15	1	35	0.9802	50.5714	3.9234	1.3670	2.7081

De la siguiente tabla, se observó la función lineal de la distribución acumulativa de Weibull, siendo expresada de la siguiente manera:



$$\ln(t) = 0.2101 \ln H(t) + 2.605$$

De la ecuación de la recta: $Y = b + a$ Donde la pendiente “b” = 0.2101, mientras que la intersección “a” = 2.605.

A partir de esta función es que se obtuvieron los parámetros α y β :

$$2.605 = \ln \alpha$$

$$0.2101 = \frac{1}{\beta}$$

Siendo finalmente:

$$\alpha = 13.5315$$

$$\beta = 4.7596$$

Al ser $\beta > 2$ podemos afirmar que la función de riesgo es creciente y que además tiene la característica de crecer lentamente al principio y de manera rápida posteriormente.

Estimación de Tiempo de Vida

Tomando como referencia la investigación de Ocampo (2003), se utilizaron los parámetros hallados en la ecuación:

$$E(t) = \alpha \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Siendo:

$$E(t) = 13.5315 \times \Gamma\left(1 + \frac{1}{4.7596}\right)$$

La función gamma $\Gamma(1.5) = 0.8862$

De este modo:

$$E(t) = 14 \text{ día}$$

A partir del valor hallado, se determinó que el tiempo de vida en anaquel del producto fue limitado por el análisis Microbiológico, el cual fue menor que el análisis Sensorial realizado inicialmente.

Intervalo de Confianza

Se aplicó la fórmula estadística para regresión simple de Gutiérrez y de la Vara (2008) ⁽¹²⁾:

$$E(x_u/x_0) = Y_0 \pm t_{(\frac{\alpha}{2}, n-2)} \sqrt{C_e + \left[\frac{1}{n} + \frac{(X_u - \bar{X})^2}{S_x} \right]}$$

Para una significancia del 95% se calculó el intervalo de confianza para la inferencia del valor medio dando como resultado que con un 95% de probabilidad de que el tiempo de vida útil sea:

$$14 \text{ días} \pm 2 \text{ días} = [16.34 \text{ días} - 12.68 \text{ días}]$$

Considerando los resultados Microbiológicos, podemos considerar que el tiempo de vida útil va a ser el límite inferior del rango al 95% de confianza.

Para comercializar el producto no se debe manejar el límite máximo obtenido de la Función. Siempre se le debe otorgar un margen de seguridad, como el límite inferior, para que el consumidor final no pueda detectar el deterioro.

De lo anterior significa que pasados 12 días de almacenamiento en cadena de frío el Chicharrón artesanal de cerdo empaque 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 0°C, tendrá una probabilidad de 95% de ser rechazado por el 50% de los consumidores.

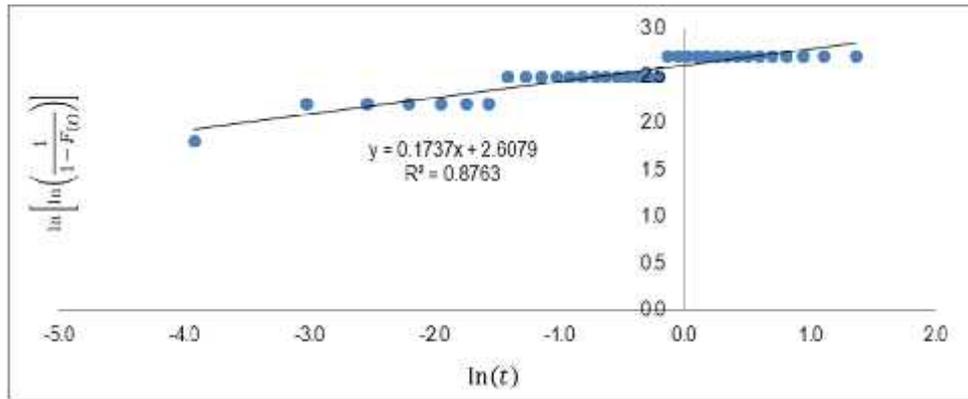
9.4. Obtención de los parámetros de la Distribución Weibull en el chicharrón artesanal de cerdo empaque 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 5°C

Formando una regresión lineal a partir de los datos se obtuvo una función tomando como puntos de dispersión a los valores del cuadro mostrado en la tabla de rechazos.

En donde la columna $\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right] \right\}$ corresponde al eje X, mientras los valores de $\ln(t)$ corresponde al eje Y:

Nº	Día de Rechazo (t)	Número de Rechazos	Número de Rechazos Acumulados	Valores Medios Clasificados Median Rank $F(t)$	$\frac{1}{1-F(t)}$	$\ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right]$	$\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right] \right\}$	$\ln(t)$
1	6	1	1	0.0198	1.0202	0.0200	-3.9134	1.7918
2	9	1	2	0.0480	1.0504	0.0492	-3.0116	2.1972
3	9	1	3	0.0763	1.0826	0.0793	-2.5341	2.1972
4	9	1	4	0.1045	1.1167	0.1104	-2.2037	2.1972
5	9	1	5	0.1328	1.1531	0.1424	-1.9488	2.1972
6	9	1	6	0.1610	1.1919	0.1756	-1.7397	2.1972
7	9	1	7	0.1893	1.2334	0.2098	-1.5615	2.1972
8	12	1	8	0.2175	1.2780	0.2453	-1.4054	2.4849
9	12	1	9	0.2458	1.3258	0.2820	-1.2657	2.4849
10	12	1	10	0.2740	1.3774	0.3202	-1.1387	2.4849
11	12	1	11	0.3023	1.4332	0.3599	-1.0219	2.4849
12	12	1	12	0.3305	1.4937	0.4012	-0.9132	2.4849
13	12	1	13	0.3588	1.5595	0.4443	-0.8111	2.4849
14	12	1	14	0.3870	1.6313	0.4894	-0.7146	2.4849
15	12	1	15	0.4153	1.7101	0.5366	-0.6225	2.4849
16	12	1	16	0.4435	1.7970	0.5861	-0.5343	2.4849
17	12	1	17	0.4718	1.8930	0.6382	-0.4491	2.4849
18	12	1	18	0.5000	2.0000	0.6931	-0.3665	2.4849
19	12	1	19	0.5282	2.1198	0.7513	-0.2859	2.4849
20	12	1	20	0.5565	2.2548	0.8131	-0.2070	2.4849
21	15	1	21	0.5847	2.4082	0.8789	-0.1291	2.7081
22	15	1	22	0.6130	2.5839	0.9493	-0.0520	2.7081
23	15	1	23	0.6412	2.7874	1.0251	0.0248	2.7081
24	15	1	24	0.6695	3.0256	1.1071	0.1018	2.7081
25	15	1	25	0.6977	3.3084	1.1965	0.1794	2.7081
26	15	1	26	0.7260	3.6495	1.2946	0.2582	2.7081
27	15	1	27	0.7542	4.0690	1.4034	0.3389	2.7081
28	15	1	28	0.7825	4.5974	1.5255	0.4223	2.7081
29	15	1	29	0.8107	5.2836	1.6646	0.5096	2.7081
30	15	1	30	0.8390	6.2105	1.8262	0.6023	2.7081
31	15	1	31	0.8672	7.5319	2.0191	0.7027	2.7081
32	15	1	32	0.8955	9.5676	2.2584	0.8146	2.7081
33	15	1	33	0.9237	13.1111	2.5735	0.9453	2.7081
34	15	1	34	0.9520	20.8235	3.0361	1.1106	2.7081
35	15	1	35	0.9802	50.5714	3.9234	1.3670	2.7081

De la siguiente tabla, se observó la función lineal de la distribución acumulativa de Weibull, siendo expresada de la siguiente manera:



$$\ln(t) = 0.1737 \ln H(t) + 2.6079$$

De la ecuación de la recta: $Y = b + a$ Donde la pendiente “b” = 0.1737, mientras que la intersección “a” = 2.6079.

A partir de esta función es que se obtuvieron los parámetros α y β :

$$2.6079 = \ln \alpha$$

$$0.1737 = \frac{1}{\beta}$$

Siendo finalmente:

$$= 13.5712$$

$$= 5.7577$$

Al ser $\beta > 2$ podemos afirmar que la función de riesgo es creciente y que además tiene la característica de crecer lentamente al principio y de manera rápida posteriormente.

Estimación de Tiempo de Vida

Tomando como referencia la investigación de Ocampo (2003), se utilizaron los parámetros hallados en la ecuación:

$$E(t) = \alpha \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Siendo:

$$E(t) = 13.5712 \times \Gamma\left(1 + \frac{1}{5.7577}\right)$$

La función gamma $\Gamma(1.5) = 0.8862$

De este modo:

$$E(t) = 13 \text{ día}$$

A partir del valor hallado, se determinó que el tiempo de vida en anaquel del producto fue limitado por el análisis Microbiológico, el cual fue menor que el análisis Sensorial realizado inicialmente.

Intervalo de Confianza

Se aplicó la fórmula estadística para regresión simple de Gutiérrez y de la Vara (2008) ⁽¹²⁾:

$$E_{(Y_0/x_0)} = Y_0 \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} \sqrt{C \cdot \epsilon + \left[\frac{1}{n} + \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{S_x} \right]}$$

Para una significancia del 95% se calculó el intervalo de confianza para la inferencia del valor medio dando como resultado que con un 95% de probabilidad de que el tiempo de vida útil sea:

$$13 \text{ días} \pm 2 \text{ días} = [15.93 \text{ días} - 12.31 \text{ días}]$$

Considerando los resultados Microbiológicos, podemos considerar que el tiempo de vida útil va a ser el límite inferior del rango al 95% de confianza.

Para comercializar el producto no se debe manejar el límite máximo obtenido de la Función. Siempre se le debe otorgar un margen de seguridad, como el límite inferior, para que el consumidor final no pueda detectar el deterioro.

De lo anterior significa que pasados 12 días de almacenamiento en cadena de frío el Chicharrón artesanal de cerdo empaque 2 E2 (PA – PE/PE EVOH TRANS 96) a 5°C, tendrá una probabilidad de 95% de ser rechazado por el 50% de los consumidores.