



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**

Efecto de la atmósfera modificada sobre la vida útil sensorial de
espárrago verde (*Asparagus Officinalis*) mínimamente procesado en
cadena de frío por el método de Weibull

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Agroindustrial

AUTOR:

Avila Gabriel, Alexander Joel (ORCID: 0000-0002-1875-7365)

ASESORA:

Pagador Flores, Sandra Elizabeth (ORCID: 0000-0001-6371-7138)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Procesos Agroindustriales

TRUJILLO – PERÚ

2019

Dedicatoria

*“Dedicado a mi hijo Evans,
esposa, hermanos, amigos e
inmensurablemente a mi
madre”.*

Agradecimiento

“A todos mis ilustradores, que me guiaron y transfirieron sus erudiciones, a mis amigos, por haber sido parte trascendental en el intervalo de esta etapa académica, y a mi familia, por tener la tolerancia y confianza en mí”.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. MÉTODO	23
3.1. Tipo y diseño de investigación	23
3.1.1. Por su orientación	23
3.1.2. Por su técnica de contrastación.....	23
3.1.3. Diseño experimental	23
3.2. Variables y operacionalización	25
3.2.1. Variables independientes.....	25
3.2.2. Variables dependientes.....	25
3.3. Población, muestra y muestreo	26
3.3.1. Población	26
3.3.2. Muestra.....	26
3.3.3. Muestreo	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.4.1. Análisis sensorial	26
3.4.2. Análisis fisicoquímicos.....	26
3.5. Procedimiento.....	27
3.5.1. Diagrama de flujo para espárrago fresco	27
3.5.2. Evaluación sensorial	29
3.5.3. Determinación de la vida útil.....	30
3.5.4. Recolección de datos	30
3.6. Métodos de análisis de datos.....	30
3.6.1. Estimación de vida útil mediante la distribución de Weibull.....	30

3.7. Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS	33
4.1. Evaluación de pérdida de peso	33
4.2. Cinética de concentración de gases CO ₂ y O ₂ y empaque	34
4.3. Propiedades químicas	39
4.4. Prueba de aceptabilidad.....	41
4.5. Modelamiento de Weibull.....	41
V. CONCLUSIONES	49
VI. DISCUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	58
Anexo N°1 Declaratoria de Autenticidad de Autor	55
Anexo N°2 Declaratoria de Autenticidad del Asesor	¡Error! Marcador no definido.
Anexo N° 3 Operacionalización de variables	58
Anexo N° 4. Instrumento de recolección de datos	58
Anexo 4.1. Formato para toma de datos	58
Anexo 5. Resultados estadísticos	59
Anexo 6. Resultados sensoriales.....	61
Anexo 7. Modelamiento de Weibull	64
Anexo 8. Determinación de bondad y ajuste	72

Índice de tablas

Tabla 1. Composición fisicoquímica y nutricional del espárrago	3
Tabla 2. Diferencias entre la composición del espárrago verde y blanco	4
Tabla 3. Tasa de respiración del espárrago a diferentes temperaturas.....	6
Tabla 4. Ritmo de respiración de diferentes frutas y hortalizas.	7
Tabla 5. Efecto de la temperatura sobre la cinética de deterioro de vegetales no sensibles al frío	7
Tabla 6. Clasificación de hortalizas según su tasa de producción de etileno	9
Tabla 7. Frutas y hortalizas clasificadas de acuerdo a su sensibilidad al daño por frío	10
Tabla 8. Técnicas de conservación por modificación de la atmósfera.....	11
Tabla 9. Temperatura y concentración de gases para atmósfera modificada en hortalizas	12
Tabla 10. Pros y contras para el uso de atmósfera modificada en alimentos	13
Tabla 11. Efectos bioquímicos y químicos de los gases sobre los vegetales en AM	14
Tabla 12. Permeabilidad al O ₂ , CO ₂ y H ₂ O de polímeros a diferentes temperaturas	18
Tabla 13. Simulación de transporte aéreo sin escala (ALM1)	24
Tabla 14. Simulación de transporte aéreo con escala (ALM2)	24
Tabla 15. Operacionalización de variables	25
Tabla 16. Temperaturas de almacenamiento.....	29
Tabla 17. Pérdida de peso promedio según tipo de empaque y tiempo.....	33
Tabla 18. Porcentaje promedio de CO ₂ según tipo de empaque y tiempo	36
Tabla 19. Porcentaje promedio de O ₂ según tipo de empaque y tiempo.....	38
Tabla 20. pH promedio según el tipo de empaque y tiempos de evaluación.....	39
Tabla 21. Resumen de determinación de bondad y ajuste	47
Tabla 22. Resumen tiempo de vida por tratamiento vs pérdida de peso	47
Tabla 23. Resultados de la aceptación sensorial	61
Tabla 24. Resultados de la evaluación sensorial en el tiempo	62
Tabla 25. Tabulación de aceptación y rechazo según diseño experimental	63
Tabla 26. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM1 (Continua).....	64

Tabla 27. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (Continua)	66
Tabla 28. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (Continua)	68
Tabla 29. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (Continua)	70
Tabla 30. Determinación de bondad y ajuste de envases sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM1 (Continua)	72
Tabla 31. Determinación de bondad y ajuste de envases sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (Continua)	74
Tabla 32. Determinación de bondad y ajuste de envases con atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM1 (Continua)	76
Tabla 33. Determinación de bondad y ajuste de envases con atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (Continua)	78
Tabla 34. Test Kolmogorov- Smirnov.....	80

Índice de figuras

Figura 1. Gamas de alimentos (Montes Figura et, al 2009)	4
Figura 2. Atmosfera modificada pasiva (Martínez 2010).....	15
Figura 3. <i>Atmosfera modificada activa</i> (Martínez 2010).....	15
Figura 4. Punto de equilibrio del oxígeno a través de una película plástica y el consumo de oxígeno (Labuza y Breene, 1989).	17
Figura 5. Diseño experimental.....	23
Figura 6. Diagrama de flujo para espárrago fresco.....	27
Figura 7. Gráfica de tendencia de pérdida de peso	33
Figura 8. Gráfica de interacción de factores para pérdida de peso.....	34
Figura 9. Cinética de concentración de gases en envase sin atmósfera modificada	35
Figura 10. Cinética de concentración de gases en envase con atmósfera modificada pasiva	35
Figura 11. Gráfica de efecto principal para cinética de CO ₂	36
Figura 12. Gráfica de interacción de factores para cinética de CO ₂	37
Figura 13. Gráfica de efecto principal para cinética de O ₂	37
Figura 14. Gráfica de interacción de factores para cinética de O ₂	38
Figura 15. Gráfica de efecto principal para cinética del pH.....	39
Figura 16. Gráfica de interacción de factores para pH.....	40
Figura 17. Gráfica de efecto principal para °Brix	40
Figura 18. Función lineal de Weibull para el factor envase sin atmosfera modificada en almacén ALM1	42
Figura 19. Función de fallo para el tratamiento envase sin atmosfera modifica y ALM1	43
Figura 20. Función lineal de Weibull para el factor envase sin atmosfera modificada en almacén ALM2	44
Figura 21. Función de fallo para el tratamiento envase sin atmosfera modifica y ALM2	44
Figura 22. Función lineal de Weibull para el factor envase con atmosfera modificada pasiva en almacén ALM1	45
Figura 23. Función de fallo para el tratamiento envase con atmosfera modifica pasiva y ALM1	45

Figura 24. Función lineal de Weibull para el factor envase con atmosfera modificada pasiva en almacén ALM1	46
Figura 25. Función de fallo para el tratamiento envase con atmosfera modificada pasiva y ALM2	46
Figura 26. Análisis de varianza para el peso vs tiempo, almacenamiento y tipo de empaque	59
Figura 27. Gráfica de efecto principal para pérdida de peso.....	59
Figura 28. Análisis de varianza para el CO ₂ vs tiempo, almacenamiento y tipo de empaque	59
Figura 29. Análisis de varianza para el O ₂ vs tiempo, almacenamiento y tipo de empaque	60
Figura 30. Análisis de varianza para el pH vs tiempo, almacenamiento y tipo de empaque	60
Figura 31. Análisis de varianza para los °Brix vs tiempo, almacenamiento y tipo de empaque	60

RESUMEN

El Perú lidera la comercialización de espárrago a nivel mundial, debido a ello es imprescindible conocer todas las variables que puedan afectar a la calidad del producto, que decantan en la vida útil del producto, debido a que es un vegetal muy susceptible a los cambios de temperatura y estrés mecánico. En la investigación se sometió a prueba las variables de almacenamiento y transporte (transporte directo Perú - Holanda y transporte con escala Perú - Holanda), tipo de empaque (con atmósfera modificada pasiva y sin atmósfera modificada), y el tiempo como tercer factor, las evaluaciones se realizaron en 6 sesiones con 30 panelistas no entrenados a una frecuencia de 3 días (0, 3, 6, 9, 12 y 15 días), se evaluaron las condiciones fisicoquímicas y cinética de concentración de gases, igualmente se estimó la vida útil de los turiones de espárrago fresco mediante el modelo de Weibull, donde se evaluó el grado de aceptación y rechazo de los atributos de calidad. De los resultados obtenidos el espárrago puede ser consumido antes de 13 días en un sistema de comercialización sin ruptura de cadena de frío y con envase de atmósfera modificada pasiva.

Palabras clave. Espárrago verde, vida útil, empaques, distribución de Weibull

ABSTRACT

Peru leads the marketing of asparagus worldwide because it is essential to know all the variables that may affect the quality of the product, which decant in the useful life of the product, because it is a vegetable very susceptible to temperature changes and mechanical stress. In the investigation the storage and transport variables are tested (direct transport Peru Holland and transportation with Peru - Holland scale), type of packaging (with modified passive atmosphere and no modified atmosphere), and time as a third factor, the evaluations were carried out in 6 sessions with 30 untrained panelists at a frequency of 3 days (0, 3, 6, 9, 12 and 15 days), the physicochemical and kinetic conditions of gas concentration were evaluated, and the useful life of fresh asparagus considering using the Weibull model where the degree of acceptance and rejection of quality attributes was evaluated. From the results obtained, the asparagus can be consumed before 13 days in a commercialization system without cold chain rupture and with a modified passive atmosphere container.

Keywords. Green asparagus, shelf life, Weibull, type of packaging.

I. INTRODUCCIÓN

Los primeros cultivos de espárrago, iniciaron en el Perú en el departamento de la Libertad por la década de los 50 con la variedad Mary Washington, cultivada para producir espárrago blanco destinado principalmente para las conservas (IPEH¹, 2018). Más tarde, también se produjo espárragos de color verde direccionado para las exportaciones en fresco (Greenland Perú S.A.C, 2018).

Actualmente, nuestro país se sitúa en el primer lugar de exportación de espárragos a nivel mundial imponiéndose sobre países productores de gran escala como: China y estados Unidos, sobresaliendo por la calidad de producto (O'Brien et al. 2004). Es decir, el Perú domina el 34% del total de exportaciones seguido por México con 22%, Estados Unidos 15%, Países Bajo y España con el 9%, estos 5 países suman el 89% del total de exportaciones en el mundo (CIICEX², 2018).

Según las estadísticas de Agrodata, en el Perú el 70% de las exportaciones está representada por 15 empresas, lideradas por Beta S.A con 13%, y Danper Trujillo S.A.C 11%, mientras que las 13 restantes se distribuyen de la siguiente manera: Drokasa S.A 5%, Santa Sofía Del Sur S.A.C 5%, Empresa Agro Export Ica 5%, Global Fresh S.A.C 5%, Florida Blanca S.A.C 4%, Agrícola la Venta S.A 4%, Agro Paracas S.A 3%, Agroinper Foods S.A.C 3% , Agrícola Chapi S.A 3%, Kon Sol Perú S.A.C 2%, Aquialima S.A.C 2%, Tal S.A. 2% (Agrodataperu, 2018).

La competitividad en el interior del país es constante por buscar la mejor calidad y tecnología que permitan seguir liderando este mercado, competitividad que también se percibe a instancias internacionales en que tienen mejor punto estratégico debido a la cercanía geográfica a los principales clientes, de ahí que, es imprescindible el desarrollo de técnicas de conservación que se adapte a un sistema de exportaciones aéreas, claves para mejorar las experiencias comerciales. Visto que en el 2017 los embarques aéreos representaron el 84% del total de exportaciones, en cambio el marítimo representó el 16% (Sánchez, 2017). Los principales destinos fueron: Estados Unidos con 65.1%, seguido por Inglaterra

¹ Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas

² Sistema Integrado de Información y Comercio Exterior

76.3%, Holanda y España con 10% y 7.1% respectivamente, estos principales sumaron el 93.4% del total de importaciones en el planeta (Sánchez, 2017).

Sin embargo, pese a los avances desarrollados en los últimos años aún existen muchos retos en las técnicas de post recolección en frutas y hortalizas frescas, es decir, los vegetales cosechados aún están sujetos a un deterioro como resultado de la respiración, transpiración, cambios bioquímicos y de la actividad microbiana, de modo que, se condiciona drásticamente la calidad del vegetal para su consumo (Martínez, 2010).

Por consiguiente, es trascendental para el máximo aprovechamiento económico la optimización del tiempo de vida útil, para ello es importante la aplicación de técnicas que permitan reducir el metabolismo en la post recolección, teniendo en cuenta que la refrigeración tradicional no es suficiente para lograr un comercio exitoso, por tal sentido, es importante incrementar las investigaciones sobre la fisiología y bioquímica del proceso de maduración y senescencia manteniendo la premisa de los sistemas de envasado en atmosfera modificada pasiva y su efecto en los sistemas de comercio aéreo con ruptura de cadena de frio (Artés, 2006).

La tecnología de envasado con atmosfera modificada (EAM) se adecua como una atractiva oferta por ser módica, dúctil y fácil de utilizar en comparación a la atmosfera controlada (AC), además, que posee referentes de sus efectos positivos sobre la calidad de las hortalizas. Su principio es sencillo, actúa modificando la presión parcial de los gases metabólicos producidos por los vegetales envasados, reduciendo la tasa de respiración, inhibiendo las reacciones bioquímicas reduciendo la velocidad de descomposición, así mismo retarda el desarrollo microbiológico, (Martínez, 2010).

II. MARCO TEÓRICO

El espárrago según la norma Codex en el documento CODEX STAN 225-2001 - FAO, para el espárrago, clasifica las variedades comerciales derivados de *Asparagus Officinalis*, de la familia Liliaceae, como aptos para suministrarse en su forma fresca al consumidor, después de haber pasado por un acondicionamiento y envasado.

El espárrago pertenece a la clase de las plantas Angiospermas, de la orden de las Monocotiledóneas, familia Liliaceae, genero *Asparagus* y especie *Officinalis* (Moreira et al., 2002).

Su composición química y nutricional en su forma fresca es presentada en la siguiente tabla (Rúales et al., 2001).

Tabla 1. Composición fisicoquímica y nutricional del espárrago

Parámetro	Contenido
Diámetro (cm)	10.95 ± 2.61
Longitud (cm)	20.34 ± 1.13
Peso turión (g.)	16.65 ± 5.58
pH	5.46 ± 0.1 (8 °C)
Humedad inicial (%)	93.7 ± 0.24
Proteína n x 6.25 (g/100 g)	1.48
Grasa (g/100 g)	0.9
Ceniza (g/100 g)	0.54
Fibra dietaría insoluble (g/100 g)	25.95
Fibra dietaría soluble (g/100 g)	3.01
Azúcares totales (g. Gluc. /100 g)	0.1034
Vitamina c (mg. /100 g)	43.11
Vitamina a (µg. /100 g)	136.07
Fósforo (mg/100 g)	50

Fuente: Almeida 1997 (Citado por Ruales et al. 2001)

Sin embargo, existen algunas diferencias en la composición fisicoquímica y nutricional comparando verde con blanco en base a materia seca estimado en 100 g (Rúales et al. 2001). De allí, la importancia de realizar estudios de vida útil según variedad y color, ya que, tienen un ciclo de senescencia diferente, sería un error envasarlos en las mismas condiciones de empaques.

Tabla 2. Diferencias entre la composición del espárrago verde y blanco

Parámetro	Verde	Blanco
Proteína (%)	2.80	1.9
Vitamina a (iu)	980.0	50.0
Tiamina (mg)	0.23	0.1
Riboflavina (g)	0.15	0.08
Niacina (mg)	2.20	1.1
Vitamina c (mg)	45.00	28.0
Ca (mg)	24.00	16.0

Fuente: Krarup & Krarup 1987 (Citado por Ruales et al. 2001)

El desarrollo del mercado permitió la aparición de alimentos nombrados de cuarta y quinta gama, logrando eficientemente aumentar las posibilidades de comercialización de frutas y hortalizas (López et al., 2004), beneficiando exitosamente al espárrago y demás frutas y vegetales.

En su publicación Montes, Loret y López (2009)

Mencionan una forma muy utilizada de clasificar los alimentos mediante su diferenciación en gamas como se muestra a continuación:

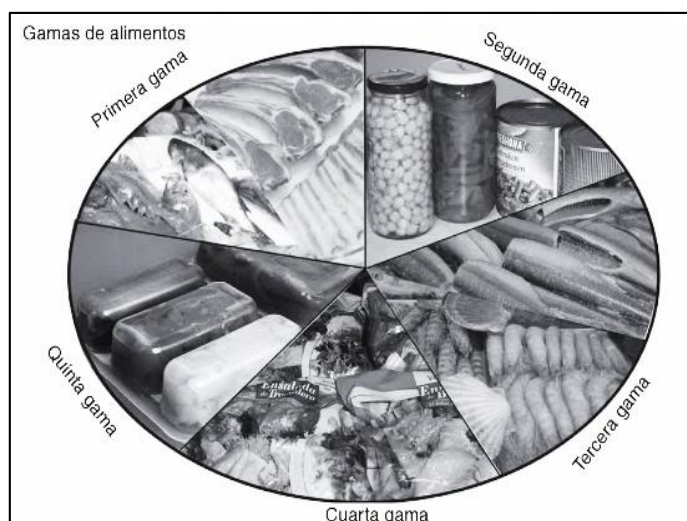


Figura 1. Gamas de alimentos (Montes Figura et, al 2009)

Esta clasificación fue utilizada inicialmente para los alimentos de origen vegetal que ha sido expandido al resto como se muestra a continuación (Montes et al. 2009).

I gama : Los que se presentan en su estado natural o con técnicas de conservación ya sea por salación o fermentación, pueden estar en refrigeración o no refrigerados.

II gama : Los alimentos que se presentan envasados en cierre hermético tras ser sometidos a una operación descontaminante.

III gama : Los alimentos congelados y ultra congelados.

IV gama : Los alimentos envasados en atmósfera modificada o al vacío.

V gama : Las comidas envasadas listas para su consumo inmediato.

En la actualidad se encuentra en pruebas una nueva gama que son los alimentos irradiados que vendrían a ser la VI gama (Fernández, 2017).

Todos los vegetales de IV gama tienen que pasar por un proceso de: cortado, lavado y envasado, además, tienen que estar conservados bajo cadena de frío, bajo estas condiciones el producto mantiene sus propiedades naturales y frescas. El objetivo de los alimentos de IV y VI gama es responder a un problema del consumidor, las molestias ligadas a la preparación (limpiado, lavado y cortado) tienen una influencia negativa sobre el consumo (Sánchez, 2003).

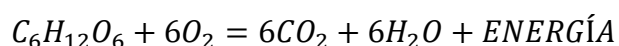
Así mismo, la (ODEPA³, 2014), refiere que todas aquellas frutas u hortalizas que no llevan aditivos ni preservante y son envasados en bolsas que mantienen la atmósfera y almacenados en condiciones de buena cadena de frío, le permita un tiempo de vida de alrededor de diez días para su consumo.

Para el desarrollo de un empaque de atmósfera modificada para frutas y hortalizas, el primer factor a tomar en cuenta es la respiración, ya que, este es un proceso oxidativo por el cual complejos sustratos almacenados en la célula se degradan a moléculas más simples, con la liberación de energía, la que es utilizada en las reacciones metabólicas necesarias para mantener la organización celular, aumentando la permeabilidad de las membranas para el transporte de metabolitos dentro de los tejidos (Taiz y Trevo 2006).

³ Oficina De estudio y Políticas Agrarias – Gobierno de Chile

Mediante la respiración de los vegetales obtienen energía para desarrollar una cadena de procesos biológicos que son necesarios para preservar la vida útil del vegetal, además, se toma en cuenta que el proceso respiratorio sucede a expensas de los azúcares y almidones de reserva los que son oxidados que a la vez genera un agotamiento de oxígeno (O₂) y producción de dióxido de carbono (CO₂). Este proceso de respiración crea calor (calor vital) que es liberado al medio que lo rodea aumentando la temperatura si no está en un ambiente controlado (cadena de frío). Por consiguiente, el tiempo de vida útil disminuye si el vegetal tiene una tasa de respiración alta (Árias et al, 2007).

La reacción simplificada de la respiración a partir de una molécula de glucosa es:



En consecuencia, los turiones de espárragos son de las hortalizas más perecederas, debido a que, es un tallo tierno con alto contenido de humedad y alta tasa de respiración lo que le hace muy susceptible a la pérdida de calidad, afectando directamente a la apariencia, textura, sabor e incluso el valor nutricional del producto (Moreira y Gonzáles, 2002).

Tabla 3. Tasa de respiración del espárrago a diferentes temperaturas

<i>Temperatura</i>		<i>mL CO₂/kg.h</i>
<i>°C</i>	<i>°F</i>	
0	32	14-40
5	41	28-68
10	50	45-152
15	59	80-168
20	68	138-250
25	77	250-300

Fuente: Suslow 2012

Para estimar el calor emanado se multiplica los mL CO₂/kg-h por 440 a fin de conseguir Btu/ton/día o por 122 para si se quiere expresar en kcal/ton métrica/día (Suslow, 2012).

La tasa de respiración afecta el deterioro comercial y fisiológico de las hortalizas, la secuela más significativa es la pérdida de peso, ya que, la mayoría de los vegetales poseen entre el 85 y 95% de agua. Esta desecación afecta la apariencia, la textura,

el pH y el sabor. Si se pierde entre 0-5% no se insinúa en forma significativa; entre 5-10% hay una marchitez evidente y entre 10 – 15% marchitez severa. La falta de agua en los vegetales influencia fuertemente el proceso de senescencia (UNSE⁴, 2003).

Tabla 4. Ritmo de respiración de diferentes frutas y hortalizas.

Clase	Mg CO₂/kg-h (Rango a 5 °c)	Productos
Muy baja	<5	Nueces, dátiles
Baja	5 – 10	Manzana, críticos, uva, kiwi, ajo, papa.
Moderada	10 -20	Damasco, banana, cereza, durazno, pera, ciruela, repollo, zanahoria, tomate.
Alta	20 – 40	Frutilla, Frambuesa, zarzaparrilla, color, palta.
Muy alta	40 – 60	Alcachofa, Bruselas, flores
Extremadamente alta	>60	Espárrago, brócoli, espinaca.

Fuente: Defilippi 2009

La velocidad de deterioro en frutas y hortalizas aumenta de 2 a 3 veces por cada 10 °C de incremento de la temperatura sobre la temperatura óptima de almacenamiento (ver Tabla 5). La temperatura igualmente modifica el efecto del etileno sobre el vegetal, en los niveles bajos de O₂ y altos de CO₂ del vegetal cosechado, además, es causal directamente del ritmo respiratorio y posibilita la formación de esporas de hongos y su posterior proliferación de patógenos (Arias y Toledo, 2007).

Tabla 5. Efecto de la temperatura sobre la cinética de deterioro de vegetales no sensibles al frío

Temperatura		Q₁₀* asumido	Velocidad de deterioro (relativa)	Vida de anaquel (relativa)	Pérdida por día (%)
(°F)	(°C)				
32	0	----	1.3	100	1
50	10	3	3	33	3
68	20	2.5	7.5	13	8
86	30	2	15	7	14
104	40	1.5	22.5	4	25

Fuente: UC Davis, 2011

⁴ Universidad Nacional de Santiago de Estero

La respiración conlleva a la transpiración que es la pérdida de agua que no puede ser reemplazada una vez que el vegetal este cosechado, la velocidad con la que pierde agua será un factor definitivo en la vida útil durante la postcosecha del vegetal, porque, la merma de agua causa una pérdida significativa del peso, por esta razón, los turiones pierden su apariencia, elasticidad y turgencia, se vuelve blandos y marchitos (Martínez et al. 2003).

La marchitez se entiende como la disminución de agua por transpiración y conlleva a la reducción de peso y a la aparición de estrías longitudinales en la superficie del turión, este fenómeno se da por la gradiente de humedades, el espárrago necesita humedades relativas altas entre 95 – 100% para retardar la desaparición y pérdida de brillo, como alternativa de control se puede utilizar almohadillas húmedas en el empaque para conservar una humedad alta, además, es conveniente sumergir la superficie cortada en una solución de hipoclorito de calcio, con el fin de controlar las infecciones bacterianas (Interempresas Media S.L, 2018).

Otro atributo de baja calidad en los turiones de espárrago son las puntas blandas, esto se observa cuando hay un reblandecimiento del tejido del ápice o punta floral, la superficie se muestra sobre madura y puede alterar el color y tornarse esponjosa, sin embargo, esta alteración fisiológica también está conexas con deficiencia de calcio (Kader, 2012).

Otro factor, es la producción de etileno (C_2H_4), que es una fitohormona producido por los tejidos en las plantas, esta se encarga de regular aspectos de crecimiento, desarrollo, senescencia y es fisiológicamente activo en cantidades menores a 0.1 ppm (UC Davis, 2011). Puede producir los siguientes cambios:

- Pérdida de clorofila (deseable en frutos pero indeseable en hortalizas).
- Descomposición de la pectina y polisacáridos estructurales, resultado en ablandamiento de los tejidos y aumento de susceptibilidad a daños mecánicos.
- Aumento de ligninas que produce endurecimiento del espárrago y hortalizas de raíz.

- Cambios en ácidos orgánicos, proteínas, aminoácidos que inducen alteraciones sensoriales.

Tabla 6. Clasificación de hortalizas según su tasa de producción de etileno

<i>Clase</i>	$\mu\text{L.C}_2\text{H}_4/\text{kg.h}$ (Rango a 20 °C)	<i>Especies</i>
Muy baja	<0.1	Espárrago, alcachofa, coliflor, cereza, frutos críticos, uva, jujuba, fresa, granada, toronja, hortalizas de hoja, hortalizas de raíz, papa y la mayoría de las flores.
Baja	0.1 – 1.0	Zarzamora, arándano azul, melón, casaba, arándano agrio, pepino, berenjena, oca, aceituna, pimiento, persimonio, piña, calabaza, frambuesa, berenjena dulce y sandía.
Moderada	1.0 – 10.0	Plátano, higo, guayaba, melón, honeydew, lichi, mango, plátano macho, jitomate.
Alta	10.0 – 100.0	Chirimoya, zapote, mamey, maracuyá

Fuente: UC Davis, 2011

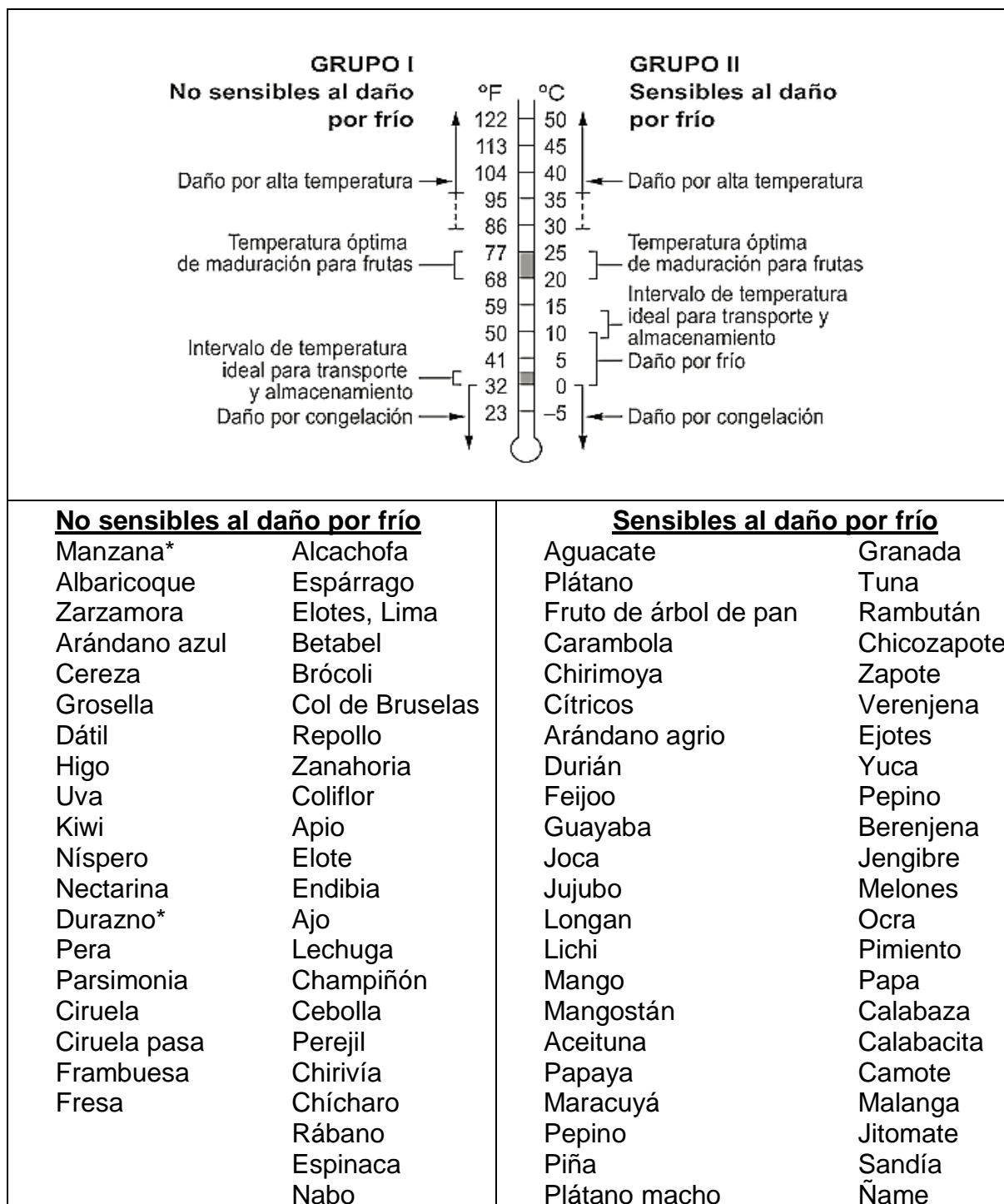
En la fisiología vegetal de la respiración y producción de etileno se diferencian en climatérica y no climatéricas. Las primeras se clasifican por sufrir una maduración postcosecha que coincide con la cima de respiración y de obtención de etileno. Lo contrario ocurre en las no climatéricas, ya que, no existe el incremento transitorio alguno de los fenómenos de emisión de etileno y CO₂, manteniéndose baja en todo momento (Rodríguez y Simón, 2008).

Por otro lado, el control de la temperatura se convierte en la herramienta más efectiva para extender la vida útil de los productos hortofrutícolas, es decir, el almacenamiento a temperaturas óptimas permite reducir la actividad fisiológica y a disminuir el crecimiento de patógenos. Ciertamente, la temperatura óptima de almacenamiento para frutas y hortalizas resistentes al frío durante la postcosecha fluctúa alrededor de (-0,5) – 0 °C (Crisosto y Mitchel, 2007).

Por ende, la temperatura es el elemento que más interviene en la velocidad de deterioro de los vegetales vivos; este, es un factor directamente proporcional a la producción C₂H₄, CO₂ y reducción de O₂. Un mal control favorece a la generación de esporas y la velocidad de crecimiento de patógenos (UC Davis, 2011). Las consecuencias del mal manejo de frío pueden ocasionar fallas en la maduración desarrollando sabores y aromas no deseados en un producto fresco, pérdida de

color (ennegrecimiento) y deterioro tejidos. Por otra parte, se puede presentar un daño por frío cuando se almacena a temperaturas próximas al punto de congelamiento en cada producto (Arias y Toledo, 2007).

Tabla 7. Frutas y hortalizas clasificadas de acuerdo a su sensibilidad al daño por frío



Fuente: UC Davis, 2011

Las temperaturas óptimas de transporte y almacenamiento en la mayoría de las hortalizas fluctúan entre 0°- 2 °C, en estas condiciones de almacenamiento la vida de anaquel varía entre 14 y 21 días, a 2 °C en almacenamiento prolongado 10-12 días, 0 °C puede causar daño por frío. En el espárrago las patologías causadas por daño por frío son: pérdida de la apariencia brillante de los ápices y la aparición de un color grisáceo, en casos severos, el daño por frío puede causar oscurecimiento como estrías o manchas (Suslow, 2012). El daño por congelación se aprecia como una apariencia translúcida y acuosa además de una textura muy blanda, en general se presenta a temperaturas bajas inferiores a -0.6 °C (Peréz, 2013).

En muchas investigaciones se busca mantener y preservar las características frescas de los productos, alargando su vida útil, prolongar las características sensoriales, nutricionales y estabilidad microbiológica, y los métodos más usados van desde la aplicación de agentes desinfectantes, empaques con atmósferas, aplicación de compuestos antimicrobianos y el empleo de películas comestibles con el fin de controlar los procesos respiratorios de los tejidos vivos, (Martín et al., 2007).

Tabla 8. Técnicas de conservación por modificación de la atmósfera

Técnicas	Principio
Atmosfera controlada (AC)	Modificación de la atmósfera ambiental por una concentración de gases proporcionales que se mantiene al mismo nivel durante el almacenamiento y transporte, requiere una humedad relativa y temperatura constantes. La AC se emplea para el almacenamiento y transporte de cantidades de producto grandes, y es requerido un control preciso de la composición gaseosa.
Atmósferas modificadas (AM)	Se reemplaza el aire (N ₂ 78.08%, O ₂ 20.95%, CO ₂ 0.035%) utilizando un envase con un solo gas o la mezcla de gases de mezcla fija o generada por la respiración. No se requiere un control sobre la mezcla ya que cambia a través del tiempo y por la permeación de la película y presión interna que generan de los gases dentro del envase.

Fuente: Church (1994)

La aplicación de técnicas de almacenamiento en condiciones de atmósfera modificada (EAM) y atmósfera controlada (AC), requieren de la modificación gaseosa dentro del envase o almacén que sea abundante en CO₂ y baja en O₂, por el principio fisiológico de los vegetales que se deterioran activamente por efecto de las reacciones oxidativas del metabolismo celular, y al crecimiento de patógenos o

deterioraditos aeróbicos, o como resultado de la actividad enzimática que dependen del oxígeno (Del Valle y Palma, 2002).

Tabla 9. Temperatura y concentración de gases para atmósfera modificada en hortalizas

Producto	Temper. óptima (°C) *	Rango máximo (°C) *	Concentraciones gaseosas ⚡		Beneficio potencial ⚡	Duración máxima (días)	Aplicación industrial ▲
			kPa O ₂	kPa CO ₂			
Alcachofa	0	0 - 4	2 - 3	1 - 3	A - B	10 - 16	X
Apio	0	0 - 4	2 - 5	5 - 10	B	21 - 28	Y
Berenjena	8	8 - 12	21	5	C	10 - 14	Y
Berza	0	0 - 5	3 - 5	5 - 7	B	21 - 28	Y
Boniato o batata	12 - 16	12 - 16	21	0	D	120 - 200	Z
Brócoli	0	0 - 4	1 - 2	5 - 10	A - B	10 - 14	W
Calabaza	10 - 15	12 - 15	3 - 5	5 - 10	B	60 - 90	W
Calabacin	7 - 10	7 - 10	3 - 5	5 - 10	A - B	7 - 14	W
Cebolla (seca)	-2 - 0	0 - 4	1 - 3	5 - 10	B	30 - 240	Y
Cebolla (verde)	0	0 - 4	2 - 4	5 - 20	C	14 - 21	Y
Col de Bruselas	-1 - 0	0 - 4	1 - 2	5 - 7	A - B	21 - 35	Y
Col picuda y repollo	0	0 - 4	1 - 2	1 - 5	C	30 - 60	X - Y
Coliflor	0	0 - 4	3 - 5	2 - 4	C	21 - 35	X - Y
Colirrábano con hoja	0	0 - 4	3 - 5	5 - 10	A - B	12 - 16	Y
Endivia- escarola	0	0 - 4	2 - 3	2 - 5	A	10 - 14	W
Espárrago	0	0 - 4	21	5 - 10	A - B	14 - 21	W
Espinaca	0	0 - 4	21	10 - 20	B - C	10 - 14	W
Guisante	0	0 - 4	2 - 5	5 - 10	B	7 - 10	Y
Hinojo	0	0 - 4	2 - 5	10 - 15	A - B	21 - 28	Y
Judía verde	5 - 6	4 - 8	2 - 3	5 - 10	C	10 - 14	Y
Lechuga	0	0 - 4	2 - 5	0 - 1	A - B	14 - 21	W - X
Maíz dulce	0	0 - 4	2 - 4	10 - 20	B	4 - 7	Y
Melones Cantaloup, Galia y Ogen	3 - 9	3 - 7	3 - 5	10 - 15	B - C	10 - 15	X - Y
Melón honeydew	10 - 14	10 - 12	3 - 5	0	C	21 - 28	Y
Melón de agua (Sandía)	12	10 - 15	21	0	D	14 - 21	Z
Nabo	0	0 - 4	21	0	D	120 - 150	Z
Patata	4 - 6	4 - 8	3 - 5	10	C - D	10 - 14	Z
Pepino	8 - 13	13 - 16	3 - 5	2 - 5	C	10 - 14	Y
Perejil	0	0 - 4	8 - 10	8 - 10	B	10 - 14	Y
Pimiento	7 - 12	8 - 12	2 - 5	2 - 5	B - C	14 - 21	Y
Puerro	-1 - 0	0 - 4	1 - 2	3 - 5	B	50 - 60	X - Y
Rábano	0	0 - 4	1 - 2	2 - 3	A - B	30 - 60	X
Remolacha	0	0 - 4	21	0	D	100 - 140	Z
Setas	0	0 - 4	3 - 21	5 - 15	B	7 - 14	X - Y
Tomate verde/pintón	11 - 13	11 - 15	3 - 5	1 - 3	A - B	14 - 30	Y
Tomate rosado/rojo	9 - 10	9 - 12	3 - 5	1 - 5	A - B	7 - 21	X
Zanahoria	0 - 1	0 - 4	5 - 10	0 - 3	C	180 - 240	Y - Z

* Para 90-95% HR generalmente.

⚡ La AM óptima puede variar con la variedad, temperatura y duración.

⚡ A = Excelente; B = Bueno; C = Regular; D = No beneficioso.

▲ W = Elevada; X = Media; Y = Escasa; Z = Ninguna.

Fuente: Kader (1990, 2002), IIR (1995) y Artés (2004b) (Citado por Artés, 2006)

Los cultivos de espárrago responden bien al almacenamiento en atmósferas: en AC pueden conservarse hasta un mes o en almacenamientos cortos puede mejorar su calidad y en AM requiere utilizar una película de permeabilidad adecuada que

genere un balance ideal en los niveles de O₂ y CO₂ para conservar el producto por tiempos largos. (Zagory y Kader, 1988).

De acuerdo a las propiedades físicas de los polímeros la permeabilidad de una película puede generar tres escenarios en la atmósfera interna del envase.

- Si la película es impermeable genera ambientes de anaerobiosis que conlleva al deterioro fisiológico del vegetal.
- Si la película tiene una alta permeabilidad puede generar deshidratación y pérdida de peso del producto.
- Si la película tiene una permeabilidad intermedia generará un balance apropiado en las concentraciones de gases de O₂ y CO₂ por consiguiente conservará al producto por mayor tiempo.

Así mismo, controlar el vapor de agua dentro de un EAM es muy importante debido a que los vegetales pierden agua y turgencia, si por el contrario dentro del envase hay una humedad relativa alta puede generar condensación afectando la apariencia y creando condiciones ideales para el crecimiento de microorganismos patógenos y de deterioro (Zagory y Kader, 1988).

Tabla 10. Pros y contras para el uso de atmosfera modificada en alimentos

<i>Ventajas</i>	<i>Desventajas</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Puede incrementar la vida útil del producto. - Disminuye pérdidas económicas. - Aumenta la comercialización y distribución de los productos a grandes distancias. - Mantiene los atributos calidad. - Mejora la presentación visibilidad del alimento. - Reduce o limita la necesidad conservantes químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta en costo de empaçado. - Requiere un control de temperatura. - Necesita formulaciones de gases específicas para cada producto. - Pierden el beneficio cuando se abre el empaque. - Aumenta el volumen de empaque.
<p><u>Frutas y hortalizas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Retrasa la maduración. - Disminuye la producción de etileno y su sensibilidad. - Evita el ablandamiento de tejido y otras reacciones de la maduración. - Puede reducir los daños por frío. 	<p><u>Frutas y Hortalizas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Si los cotas de CO₂ son más altos que los que el producto tolera puede tener daño fisiológico. - Si los niveles de O₂ son bajos puede haber respiración anaeróbica y producir mal olor debido a la acumulación de etanol y acetaldehído.

Fuente: UC Davies (1995), Zagory y Kader, (1988)

Según la publicación por Interpresas Media S.L. (2019)

Puede tomarse como recomendación para la concentración de dióxido de carbono entre 10-14 % en temperaturas que van desde 0 y 3 °C, o al 5-9 % para temperaturas entre 3 y 6 °C. Si se usan películas no perforadas hay que seleccionar adecuadamente el tiempo de exposición, el tipo de plástico y el manejo del ambiente, ya que, en lo contrario se crean atmósferas no adecuadas para la conservación de turiones de espárrago.

Tabla 11. Efectos bioquímicos y químicos de los gases sobre los vegetales en AM

Gas	Efecto
CO ₂	Impide la respiración vegetariaana. Acidifica el líquido tisular (altamente soluble en agua). Puede desnaturalizar proteínas. Inhibe a la fitohormona de la maduración (etileno). Inhibe la hidrólisis de las pectinas (evitando ablandamiento). Disminuye la IR. Disminuye la taza de maduración de los vegetales. Reduce el daño por frío de los tejidos. Efecto bacteriostático sobre los microorganismos: <ul style="list-style-type: none"> – Altera la membrana celular para toma de nutrientes y absorción. – Inhibe enzimáticamente o disminuye la velocidad de las reacciones. – Genera cambios en el pH intracelular por su alta solubilidad en lípidos. – Cambia las propiedades fisicoquímicas de las proteínas.
O ₂	Activa la oxidación enzimática y química Activa la degradación del beta caroteno Es el sustrato de la respiración
N ₂	Estimula el crecimiento de bacterias aerobias Inhibe el crecimiento de bacterias anaerobias (> 10% en volumen) Inhibe algunas proteasas (enzimas que fragmentan las proteínas) Inhibe algunas lipasas (enzimas que causan enranciamiento) Inhibe algunas descarboxilasas (enzimas respiratorias)

Fuentes: Church (1994); Davies (1995); Piergiovanni (1995), (citado por Welti et al, 2005)

La generación de atmosfera pasiva es a causa de la modificación de la atmósfera alrededor del producto por efecto de la respiración y permeabilidad de la película plástica. Cuando se envasa el producto fresco inicia dos procesos simultáneos, la respiración del producto y la permeación de los gases a través de la película.

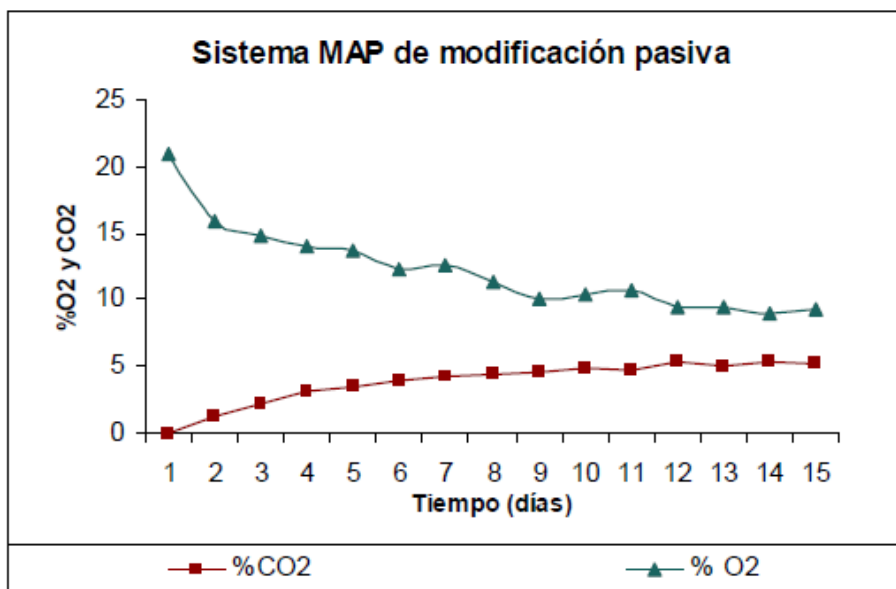


Figura 2. Atmosfera modificada pasiva (Martínez 2010)

Las atmósferas activas utilizan aditivos en la matriz del envase o dentro del envase, para modificar la atmósfera dentro del empaque y prolongar la vida útil del producto. Bajo esta definición en el envasado activo se suelen utilizar: secuestradores de O₂, absorbedores - liberadores de CO₂, liberadores de etanol y absorbedores de etileno.

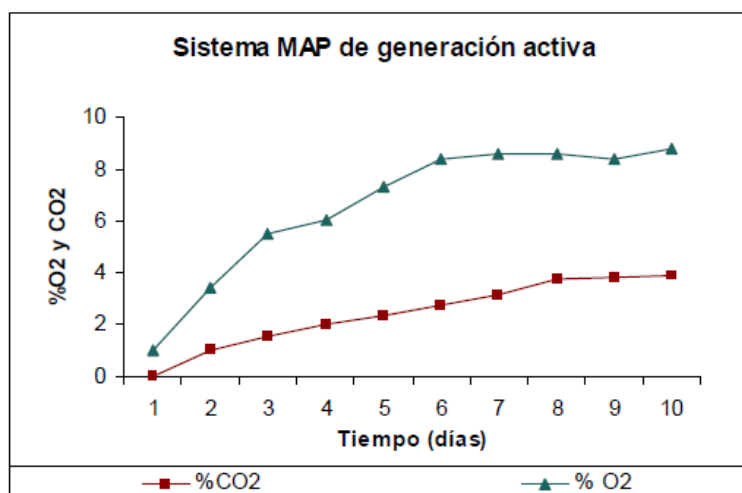


Figura 3. Atmosfera modificada activa (Martínez 2010)

Factores que influyen en la atmósfera en equilibrio

- La velocidad de respiración afecta directamente al consumo y generación de gases metabólicos del producto que se mantienen vivo y respirando al interior

del envase. La velocidad de respiración aumenta significativamente cuando aumenta la temperatura de almacenamiento.

- Las propiedades físicas de los polímeros permiten determinadas permeabilidades al vapor de agua (WTR) y oxígeno (OTR) que influyen directamente en la concentración de los gases metabólicos del alimento en el interior del envase, así mismo, el aumento de la temperatura incrementa la permeabilidad del polímero, por tal sentido, es necesario que estos factores permanezcan invariables para el mantenimiento adecuado de los gases en el empaque. (Zagory y Kendar, 1988).

Zagory y Kader (1988) muestran los principales factores a ser considerados en un EAM para frutas y hortalizas, los cuales se describen a continuación.

A. Factores en función al producto a empacar

Tolerancia a la difusión de O₂, CO₂, C₂H₄ y H₂O. – La mayoría de frutas y hortalizas resisten niveles muy bajos de O₂ que oscilan entre 1 % y 5 % y niveles de CO₂ que varían entre 5% y 10%. Las resistencias a la difusión se deben a las diferencias anatómicas y bioquímicas de los vegetales.

La respiración. – La respiratoria depende tanto del proceso de maduración de las frutas (influencia interna) como de los cambios en concentración O₂ y CO₂ en las hortalizas (influencia externa).

Sensibilidad y producción de etileno. – En los envases de atmosfera modificada se puede retardar el climaterio preservando al producto por más tiempo, esto se logra reduciendo la producción de etileno por disminución de O₂ y/o aumentando el CO₂.

Temperatura almacenamiento. – Factor que retarda la senescencia del producto y mantiene la calidad por un tiempo más prolongado sin causar daños por frío o por alta temperatura.

Humedad relativa. – Si la humedad relativa es muy baja aumenta la transpiración y reseca al producto y si es alta puede generar condensación acelerando el deterioro por crecimiento de microbianos.

Concentración de gases (O₂ y CO₂). – En las condiciones óptimas se disminuye la velocidad de respiración sin provocar daños metabólicos en el vegetal. La atmósfera dentro de un empaque puede tener fluctuaciones, por esta razón la concentración óptima de gases no debe estar cercana a una que pueda provocar deterioro en el producto.

B. Factores ambientales para el envase de atmosfera modificada

Temperatura y humedad relativa. – Son los factores más importantes a controlar en el empaqueo de los productos con AM. La permeabilidad de la película aumenta con el aumento de temperatura incrementando la proporción de CO₂ y bajando el de O₂. La humedad relativa muestra un ligero efecto en la permeabilidad de una película exceptuado si se genera condensación de vapor de agua.

La luz. – Tiene mucha influencia en frutas y hortalizas verdes ya que pueden consumir el CO₂ y producir O₂ por su proceso naturaleza fotosintética, neutralizando la función de atmosfera modificada que busca conservar una concentración óptima dentro del envase.

Desinfección y sanidad. - En envases plásticos pueden establecer un entorno de alta humedad con bajo oxígeno permitiendo el desarrollo de microorganismos como *Botrytis* y *Geotrichum*.

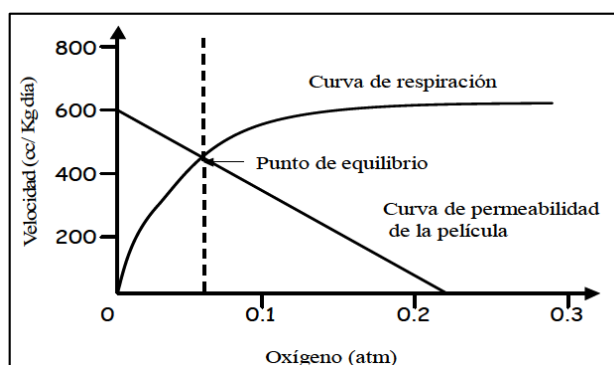


Figura 4. Punto de equilibrio del oxígeno a través de una película plástica y el consumo de oxígeno (Labuza y Breene, 1989).

Las polímeros más usados para la atmosfera modificada que están destinados para productos hortofrutícolas son fabricados con películas de alto peso molar (mayor a 106), en la mayoría de los casos cuentan con aditivos plastificantes y estabilizantes.

Tabla 12. Permeabilidad al O₂, CO₂ y H₂O de polímeros a diferentes temperaturas

<i>Materiales plásticos</i>	<i>Gas</i>	<i>T (° C)</i>	<i>P*10¹³ cm³ cm/cm² sPa</i>
Poliiolefinas			
LDPE Polietileno de baja densidad (0.922 g/cm ³)	O ₂	25	5.18
	CO ₂	25	21
	H ₂ O	25	93
HDPE Polietileno de alta densidad (0.954 g/cm ³)	O ₂	25	0.825
	CO ₂	25	3.225
	H ₂ O	25	13.5
PP 50 % cristalino Polipropileno (0.907 g/cm ³)	O ₂	30	1.7
	CO ₂	30	6.9
	H ₂ O	30	51
Poliestireno			
Poliestireno PS	O ₂	25	1.9
	H ₂ O	25	1350
Poliestireno biaxialmente orientado PS	O ₂	25	2
	CO ₂	25	7.9
	H ₂ O	25	840
Vinilpolimeros			
Polivinil alcohol	O ₂ (0% HR)	25	0.00625
	CO ₂ (0% HR)	25	0.00924
	CO ₂ (100% HR)	25	65
Copolimero vinil-alcohol – etileno (EVOH)	O ₂ (0% HR)	30	0.0000248
	O ₂ (40% HR)	30	0.0000743
	O ₂ (100% HR)	30	0.0181
Cloruro de Polivinilo PVC no plastificado	O ₂	25	0.034
	CO ₂	25	0.12
	H ₂ O	25	206
Poliésteres			
Poli (oxietilenoxitereftalato) PET amorfo.	O ₂	25	0.0444
	CO ₂	25	0.227
Poli (oxietilenoxitereftalato) PET 40 % cristalino	O ₂	25	0.0257
	CO ₂	25	0.118
Poliamidas			
Poli (aminoadipoliaminohexametileno)	O ₂ (40% HR)	30	0.013
	O ₂ (60% HR)	30	0.017
Nylon 6.6	O ₂ (100% HR)	30	0.026
Poli (amino – 1 – oxohexametileno) Nylon 6	O ₂	30	0.0285
	O ₂ (20% HR)	30	0.0218
	O ₂ (60% HR)	30	0.0305
	O ₂ (100% HR)	30	0.0435
	CO ₂	20	0.066
	H ₂ O	25	0.139

Fuente: Piringer, (2000)

Estas películas deben tener flexibilidad y resistencia para proteger al producto de elementos externos (Lefaux y Truhaut, 1972; Kader et al., 1989; Schlimme y Rooney, 1993). En la tabla 12 se publican valores de permeabilidad al O₂, CO₂ y H₂O de diferentes películas poliméricas a diferentes temperaturas.

Artés (2006) realizó un compilado con los beneficios del envasado AM para mejorar la calidad de los productos hortícolas intactos y mínimamente procesados para comercio en fresco. Se determinó que la calidad general de los vegetales frescos intactos y mínimamente procesados pueden conservar sus atributos si permanecen en refrigeración hasta su consumo a esto sumado el envasado con atmósfera modificada (EAM) a bajos niveles de O₂ y/o moderado a elevados de CO₂ y vapor de agua en relación al aire. Dichas condiciones se generaron manteniendo los envases herméticamente cerrados y una adecuada permeabilidad del film tratante. La técnica fue ambientalmente sostenible, flexible, conveniente y aplicable desde kg hasta pallets enteros replicable en cámaras y/o transporte frigorífico tradicionales. El EAM se adecuó bien a la fisiología del producto, logrando las condiciones idóneas y se recomendó para numerosos tipos de productos, con el fin de, coadyuvar con el frío para aquietar el proceso de respiración, la biosíntesis etilénica y su sensibilidad, la maduración y senescencia, el marchitamiento, los ataques fúngicos y los daños de frío. Ello, prolonga la conservación, reduce pérdidas económicas, beneficia el transporte, y/o logra efectos microbicidas o insecticidas, a la vez, mejorando la calidad y seguridad de consumo, aportando valor al producto. Pero su aplicación inadecuada puede iniciar o empeorar alteraciones fisiológicas y/o fúngicas o inducir una maduración anormal o sabor y aroma no deseados. Por lo cual, sostuvo que es elemental el diseño adecuado de envase mediante la modelación matemática que se detalló en su investigación donde relacionó los parámetros fisiológicos del vegetal a envasar con características técnicas del envase y sus propiedades técnicas de permeabilidad a los gases según cada tipo de polímero. Finalmente describió innovaciones como recubrimientos, envases activos, aplicaciones a pallets, y el uso CO₂ a elevadas concentraciones, también, en combinación con O₂, que se están aplicando y mejorando en Iberoamérica.

Arias et al. (2001) propusieron la optimización del proceso para obtención de pera en IV gama. En su investigación optimizaron desde el proceso de obtención hasta su posible comercialización. Como primera pauta evaluaron la aptitud de tres variedades de pera (William's Conferencia y Passacrassana) y se determinaron el grado de madurez más propicio. Continuaron eligiendo la mejor variedad con el óptimo grado de maduración y se ensayaron 2 tratamientos antioxidantes donde el tratamiento 1 fue de: 2% ácido ascórbico + 1% ácido cítrico + 1% CaCl₂ y el tratamiento 2 fue de: 2% ácido ascórbico + 0.0005 M 4 – hexilresorcinol + 1% CaCl₂). Por último, se optimizaron el envasado en AM, para ello realizaron 2 ensayos previos, el primero fue de la determinación de la actividad respiratoria de la fruta pelado y cortado a 3 temperaturas (4 °C, 15 °C y 25 °C); y el segundo ensayo fue de la tolerancia del producto a 3 composiciones atmosféricas distintas (21 °C O₂ + 10% CO₂; 2% O₂ + 0% CO₂; 2% O₂ + 10 CO₂), donde el resultado fue que la variedad Conferencia, en su grado de madurez intermedio (próximo al comercial), fue la elegida como la más adecuada. De los tratamientos ensayados, el más eficaz frente al compuesto por ácido ascórbico, 4 – hexilresorcinol y CaCl₂. Finalmente, las muestras fueron envasadas con atmósfera modificada con una composición aproximada de 10% O₂ + 10% CO₂.

García et al. (2010) estimaron la vida útil de guayaba fresca utilizando el modelo probabilístico de Weibull donde evaluaron la calidad de los fruta en el almacenamiento a diferentes condiciones de temperatura y tipo de envase. Las evaluaciones se ejecutaron en un periodo de 15 días, emplearon guayabas de la variedad regional roja. Utilizaron un diseño complemente al azar con arreglo factorial consistente en tres factores: Tiempo de almacenamiento con 6 niveles (0, 3, 6, 9, 12 y 15 días), Temperatura de almacenamiento con dos niveles: ambiente) 37 °C y Humedad relativa (HR) entre 85 y 90%) y refrigeración (9 ± 2 °C y HR% de 85 – 90); dos tipos de empaque: Bandeja de poliestireno con film plásticos de PCV y “foil” de aluminio. Para las evaluaciones sensoriales en el periodo de almacenamiento utilizaron una escalada estructurada de tres puntos de grado de satisfacción. El modelo de Weibull demostró ser adecuada para predecir la vida útil de la guayaba fresca en dos criterios de ajuste, límites de confianza de aceptación y fallo. En su investigación demostraron que el factor tiempo, la temperatura y el

tipo de envase tienen un efecto estadístico significativo ($P < 0.05$) sobre el diámetro equivalente, esfericidad, masa específica aparente, SST, pH, acidez y evaluación sensorial de los frutos. Finalmente sostuvieron que el producto puede ser consumido como fruta fresca hasta diez días de almacenamiento a temperatura de ambiente y máximo de quince días de almacenamiento en refrigeración.

Villanueva (2014) realizó un estudio combinando bajas temperaturas y de atmosfera modificada (AM) pasiva, con el empleo de envases de polietileno de baja densidad LDPEM 1 y LPDPEM 2 (con zipper) con la finalidad de conservar los frutos de mango (Magifera Indica U, mínimamente procesada, permitiendo mantener la calidad y vida útil del producto para su consumo. Para los tratamientos empleo 48 frutos de mango variedad Kent del valle de Casma. Seleccionó los frutos sanos, sin daños mecánicos y envaso en dos tipos de materiales: de 10 μm de espesor (LDPEM 1) y de 60 μm de espesor (LDPEM 2) más un testigo (EO – sin envase). La conservación lo realizó en una cámara frigorífica a 8 °C y 10 °C por 28 días. Durante el almacenamiento realizó mediciones del peso (%), variación del color (ΔE^*), °Brix, pH, Acidez % y vitamina C (mg/100 g). Finalmente realizó un análisis estadístico DBCA, factorial 2 x 3 x 4 (2 réplicas) con Statgraphics Centurión para el análisis de varianza y Tukey 5% de significancia, a los 1, 14, 21 y 28 días de tratamiento. Culminado las pruebas realizó un análisis de recuento total de bacterias mesófilas viables, mohos, levaduras y doliformes totales. La evaluación sensorial lo realizó con 10 panelistas semi-entrenados con una escala hedónica de 7 puntos. En el análisis de varianza y prueba de falla observó mejores características fisicoquímicas de: °Brix, pH, acidez y vitamina C en el material LDPEM 2 a 10 °C de temperatura, en lo contrario del almacenamiento a 8 °C con ambos materiales de envase. En cuanto a la variación del color (ΔE^*) no se evidencio diferencia entre los tratamientos, así mismo, los resultados microbiólogos permaneció dentro del máximo permitido por INTINTEC – 1974.

Ayoub (2015) realizó el estudio del efecto del envasado en atmosfera modificada (AM) y con absolvedor de etileno en la calidad nutricional de tres variedades de tomate con diferentes actividades metabólicas (Delizia, Vernal y Pintenza). Los resultados obtenidos mostraron una notables influencia que la variedad, envasado en tiempo y exposición a la AM ejercen en el contenido de ácido ascórbico, fenoles

totales y la capacidad antioxidante de los frutos. La investigación mostro que los frutos expresaron mayores contenidos en ácido ascórbico, fenoles totales y actividad antioxidante en los envases con absolvedor de etileno.

André et al. (2015) analizaron las condiciones de conservación de trozos de ñame en envase de películas poliméricas, bajo condiciones de atmosfera modificada. Donde determinaron la tasa de respiración de trozos de ñame a temperatura de refrigeración (5 ± 1 °C) y temperatura de ambiente (27 ± 1 °C) y evaluaron diferentes películas plásticas con diferentes permeabilidades para atmosfera modificada. La tasa de respiración a la temperatura de refrigeración fue de 2.9 ± 0.9 mLCO₂/kg-h (gráficamente) y 3.2 ± 1.0 mLCO₂/kg-h (analíticamente), y a temperatura de ambiente de 20.1 ± 0.8 mLCO₂/kg-h (gráficamente) y 22.4 ± 0.9 mLCO₂/kg-h (analíticamente). La investigación concluyo que el envasado en atmosfera modificada de los tozos de ñame mínimamente procesado, son una buena alternativa, debido a que la calidad del producto se ven afectadas, presentando un tiempo de vida útil corto entre 6 – 10 días.

Horviz et al. (204) realizaron el estudio sobre el efecto de cosechar cerezas en dos estados de madurez, así como el uso de atmósfera modificada empleando PBD y PVC, sobre la calidad de la fruta almacenada a 0 °C durante 21 y 42 días, respectivamente. La calidad fue evaluada en base a pérdida de peso (%), color (ángulo hue), firmeza y °Brix, aspecto de los pedicelos y presencia de podredumbres. La fruta cosechada más madura presento color, Brix y firmeza adecuada durante los 21 días a 0 °C, pero el almacenamiento estuvo limitado por la deshidratación de los pedicelos, que mantuvieron aspecto comercial solo durante una semana. Para ambos estados de madurez, la pérdida de peso fue importante y se registró aumento del contenido de solidos solubles y firmeza. Sin embargo, la fruta cosechada más madura no alcanzó en ningún momento la coloración ni contenido de azúcares de la fruta cosechada en estado de madurez más avanzado. Mediante el uso de las bolsas de PBD se logró minimizar la deshidratación y mantener las características organolépticas de la fruta, así como un alto porcentaje de pedicelos con buen aspecto y color durante los 42 días de conservación en frio. El uso del PVC fue limitado por el deterioro de los pedicelos que afecto alrededor del 50% de la fruta analizada al término de la primera semana.

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Por su orientación

La presente investigación por su finalidad es de tipo aplicativo, ya que el uso de atmosfera modificada es aplicable para todos los alimentos refrigerados.

3.1.2. Por su técnica de contrastación

Por su diseño interpretativo es experimental. Esto debido a que es, mediante el análisis y control de las variables independientes.

3.1.3. Diseño experimental

Para el estudio se empleó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2x2x6 con un total de 24 tratamientos, dos tipos de empaque, dos condiciones de almacenamiento (simulación de transporte aéreo con una escala y simulación de transporte directo ver Tablas 13 y 14) y 5 evaluaciones en 6 tiempos de almacenamiento (0, 3, 6, 9, 12 y 15 días).

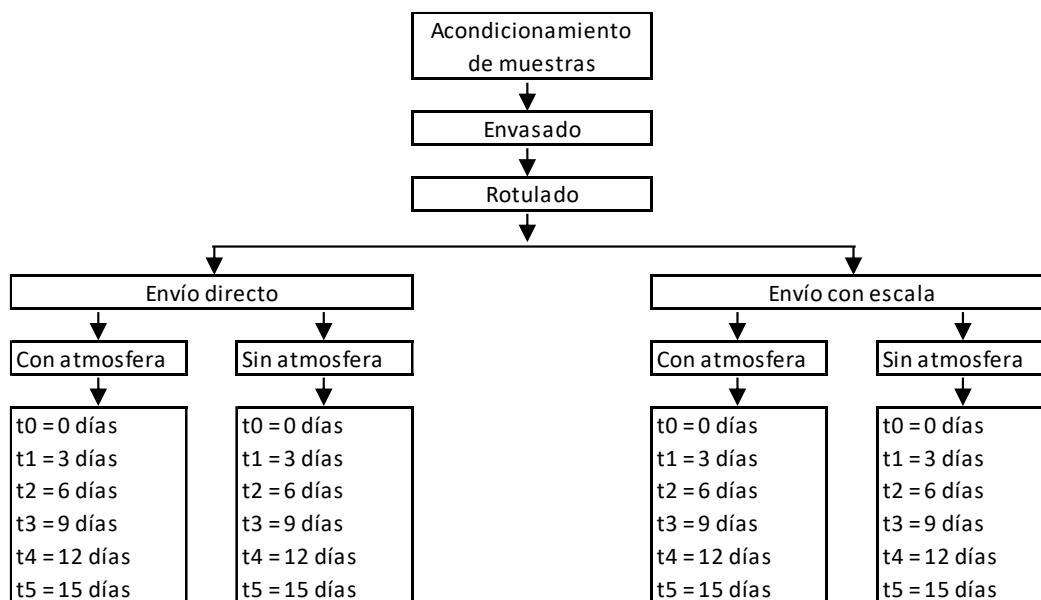


Figura 5. Diseño experimental

Las condiciones de almacenamiento se fijaron para exportación con destino a Europa, por ser el segundo lugar objetivo de exportaciones, y permite

producto frescos envasados, a diferencia de Estados Unidos, que, pese a que es el principal país para exportación, su regulación no permite el ingreso de vegetales frescos sin fumigación, obligándonos a realizar exportaciones sin envases que puedan obstaculizar el proceso de fumigación.

Tabla 13. Simulación de transporte aéreo sin escala (ALM1)

<i>Ruta de transporte</i>	<i>Tiempo (horas)</i>	<i>Acumulado de horas</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Cámaras de almacenamiento</i>
Preparación del producto	48	36	0.5	Cámara 1
Envasado y embalado	48	84	2	Cámara 1
Transporte Trujillo - Lima	24	100	3	Cámara 2
Almacén extra portuario	24	124	4	Cámara 2
Transporte Lima – Holanda	15	146	15	Cámara 3
Almacén destino	72	218	3	Cámara 1
Góndola	120	338	10	Cámara 4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Simulación de transporte aéreo con escala (ALM2)

<i>Ruta de transporte</i>	<i>Tiempo (horas)</i>	<i>Acumulado de horas</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Cámaras de almacenamiento</i>
Preparación de producto	48	36	0.5	Cámara 1
Envasado	48	84	2	Cámara 1
Transporte Trujillo - Lima	24	100	3	Cámara 2
Almacén extra portuario	24	124	4	Cámara 2
Transporte Lima - Miami	8	131	15	Cámara 3
Espera Miami	20	151	20	Cámara 5
Transporte Miami - Holanda	10	157	20	Cámara 5
Almacén destino	72	229	3	Cámara 1
Góndola	120	349	10	Cámara 4

Fuente: Elaboración propia

Las Tablas 13 y 14 muestran las rutas y tipos del transporte desde Trujillo hasta Holanda, para una exportación aérea, los cuales se denominaron en el ensayo como condiciones de almacenamiento.

Donde:

ALM1: Simulación de transporte aéreo sin escala

ALM2: Simulación de transporte aéreo con escala

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables independientes

- Tipo de envase
- Almacenamiento (simulación de transporte ver Tablas 13 y 14)

3.2.2. Variables dependientes

- Vida útil sensorial
- pH
- °Brix
- Deshidratación (pérdida de peso)

Tabla 15. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Permeabilidad del envase	Capacidad que tiene un polímero para permitir que lo atraviese una masa sin alterar su estructura interna.	Medición a través de un medidor de gases	% O ₂ % CO ₂	Intervalo
Exportación directa y con 1 (una) escala	Es una simulación de exportación aérea Perú - Holanda y Perú - Miami - Holanda) mediante cámaras de temperatura y tiempo controlados.	Período transcurrido al iniciarse las pruebas, a diferentes temperaturas de almacenamiento. Medición a través de un datalogger de temperatura	Días transcurridos y temperatura (°C)	Intervalo
pH	Medida del antilogaritmo de la concentración de Hidrogeniones que definen la acidez o alcalinidad potenciométrica de una disolución.	Medición a través del pH-metro en cada tiempo y temperatura	Valor de pH	Intervalo
Sólidos Solubles	Contenido de azúcares sólidos solubles de una muestra que se expresa en °Brix.	Se utilizó refractómetro.	°Brix	Razón
Deshidratación	Cantidad de agua que se libera por el efecto de la transpiración	Medición mediante la pérdida de peso en una balanza	Peso (g)	Intervalo
Vida útil	Grado de aceptación sensorial de un alimento mediante los sentidos.	Prueba sensorial a panelistas seminternados en intervalos de tiempo.	Escala de 9 puntos.	Razón

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Elaboración piloto de espárrago verde mínimamente procesado envasado en empaques plásticos con AM y sin AM.

Se utilizaron puntas de espárrago verdes de calidad estándar con calibres de 8 a 12 mm y de 140 a 160 mm de longitud según la norma CODEX STAN 225-2001.

3.3.2. Muestra

Se utilizó una producción piloto de 96 envases con 300 g cada uno, compuestos por bandejas de polipropileno (PP) como envase más dos tipos de películas plásticas como tapa del envase para generar la atmósfera; una película de poliamida 6.6 (PA) con micro perforaciones para generar la atmósfera modificada y un film de PVC macro perforado para evitar generar atmósfera dentro del envase.

3.3.3. Muestreo

De los 96 envases 72 fueron para las pruebas sensoriales y 24 para los análisis fisicoquímicos, los cuales fueron evaluados cada 3 días según diseño experimental (ver Figura 5).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Análisis sensorial

Se aplicó un cuestionario tipo escala del grado intensidad de 9 puntos para evaluar la intensidad de cambio en los atributos.

3.4.2. Análisis fisicoquímicos

Se aplicará la técnica de observación directa en cada ensayo.

- **Determinación de pH.**- Se empleó el método potenciométrico NTP 214.029:2015

- **Determinación de sólidos solubles.-** Se utilizó un refractómetro NTP 203.072:1977 (revisada el 2017)
- **Determinación de la pérdida de peso.-** Mediante balanza digital de 2 decimales.
- **Determinación de la concentración de gases de CO₂ Y O₂.-** Mediante equipo de medición de gases.

3.5. Procedimiento

El producto se envasó según el diagrama de flujo, para generar los dos tipos de atmosferas se empleó los tipos de film en la etapa de envasado y paletizado. Por último, al llegar a la etapa de almacenado se destinó a diferentes cámaras de refrigeración según diseño experimental (ver tablas 13 y 14), las temperas de almacenamiento muestran en Tabla 16.

3.5.1. Diagrama de flujo para espárrago fresco

Para el envasado de espárrago verde se procedió con las siguientes etapas:

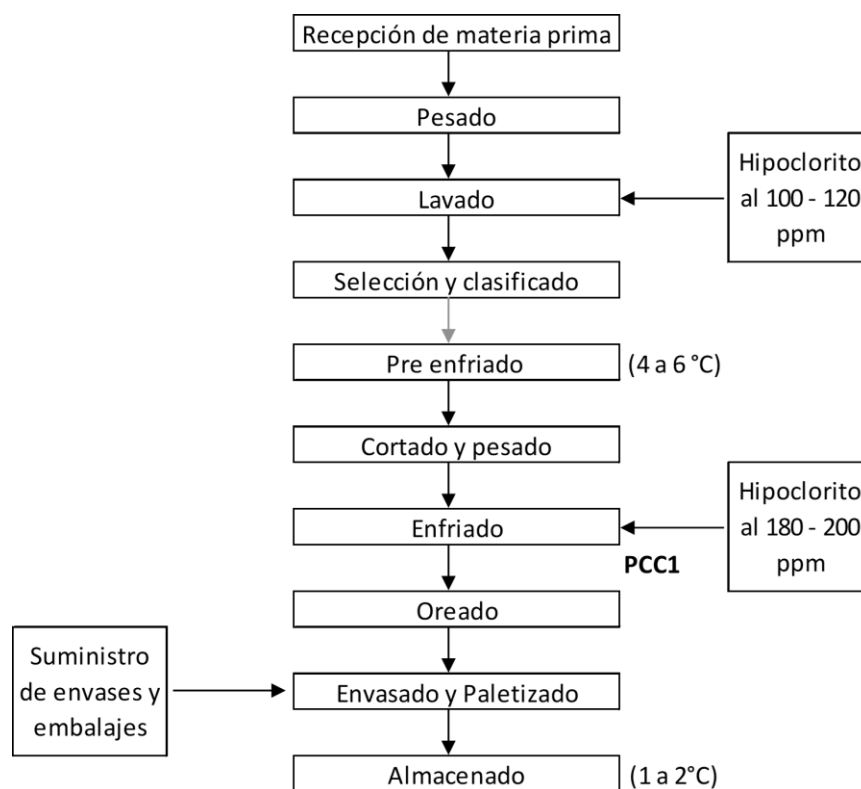


Figura 6. Diagrama de flujo para espárrago fresco

- a) **Recepción de materia prima:** Se recibió los espárragos recién cosechados que llegan a una temperatura entre 15 y 20 °C.
- b) **Pesado:** Se registró el peso de entrada para estimar la eficiencia de la producción.
- c) **Lavado:** Eliminación de arena y tierra procedentes de los campos mediante la aplicación de chorros de agua.
- d) **Selección y clasificación:** Los turiones pasaron por una selección y clasificación de tamaño y calibre. Se descartaron aquellos que presentaban daños mecánicos, defectos fisiológicos y/o señales de marchites o contaminación por materias extrañas. Se clasificó en los calibres 8 a 12 mm de diámetros y separó las puntas entre 140 y 160 mm de longitud.
- e) **Pre enfriado:** Se almacenó en tinas por inversión por un tiempo de 20 minutos en agua a 0 grados, se registró la temperatura de pulpa con un termómetro tipo punzón y retiró cuando la temperatura llegó a 0.5 °C.
- f) **Cortado y pesado:** Se cortó en longitudes de entre 140 y 160 mm de diámetro y se armó atados de 300 g cada uno.
- g) **Enfriado:** Se realizó en un cooler a 1 °C con aplicación de hipoclorito de 180 a 200 ppm.
- h) **Oreado:** Se almacenó en un ambiente de temperatura controlada a 2 °C \pm 0.5 °C, para eliminar el agua acumulada en los turiones. Se colocó en tinas con ranuras y almacena en estantes tipo rejillas para facilitar la eliminación de agua. Esta operación se realizó un ambiente de 1 °C con 100 de HR%.

- i) **Envasado y paletizado:** Se empleó de una máquina de termosellado, con bandejas de polipropileno más dos películas plásticas PA y PVC.
- j) **Almacenado:** El producto se destinó según la secuencia definida en las cámaras acondicionadas para mantener las temperaturas de ensayo, simulación de transporte con una escala y directo detallado en la siguiente tabla.

Tabla 16. Temperaturas de almacenamiento

<i>Cámara de almacenamiento</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Seteo de cámara</i>
Cámara 1	0.5 - 3	2 ± 1.0
Cámara 2	4 - 6	5 ± 1.0
Cámara 3	15 - 17	16 ± 2.0
Cámara 4	9 - 11	10 ± 2.0
Cámara 5	20 - 23	21 ± 2.0

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Evaluación sensorial

Esta evaluación se realizó según programación a una frecuencia de 3 días durante la etapa de almacenamiento, se seleccionó un envase 300 g de cada momento de evaluación donde se evaluaron 5 atributos sensoriales, apariencia, color, olor, textura y sabor mediante una escala sensorial de 9 puntos, 1 = Me gusta muchísimo, 2 = Me gusta mucho, 3 = Me gusta moderadamente, 4 = Me gusta poco, 5 = No me gusta ni me disgusta, 6 = Me disgusta poco, 7 = Me disgusta moderadamente, 8 = Me disgusta mucho, 9 = Me disgusta muchísimo. Se consideraron 30 panelistas consumidores no entrenados tomando como referencia de la investigación de (Gracia 2016), las evaluaciones se realizaron a una hora programada en 5 grupos de 6 personas.

Se organizó una fecha y hora específica (10:00 am) para la aplicación de la prueba para lo cual se cuidó que los panelistas no presenten ninguna enfermedad que afecte sus sentidos, el tiempo estimado para cada prueba fue de 15 minutos durante 15 días consecutivos.

3.5.3. Determinación de la vida útil

Para la estimación de vida útil o anaquel de espárrago verde fresco se proyectó utilizando la distribución probabilística de Weibull (García 2010). Misma que estadísticamente se realizó una prueba de bondad y ajuste Kolmogorov Smirnov con un nivel de confiabilidad del 95%. El criterio de censura (falla) en la prueba sensorial perteneció al valor de la escala 4 (me gusta poco) que fue la nota mínima del grado de satisfacción. La hora programada para las sesiones fue de 9 a 11 am cada 3 días.

3.5.4. Recolección de datos

Se seleccionó un bloque de muestras para el testeo sensorial, y la misma cantidad para los análisis fisicoquímicos mediante la aplicación directa de cada método de análisis de pH, °Brix, pérdida de peso, y concentración de gases en cada día de evaluación.

3.6. Métodos de análisis de datos

3.6.1. Estimación de vida útil mediante la distribución de Weibull

Para levantar la curva de riesgo fue trascendental conocer la función de riesgo, la cual se representa mediante una función de densidad probabilística $f(t)$ seguidamente de la función de probabilidad acumulada $F(t)$, la cual, describe la probabilidad de falla desde un tiempo $t=0$ a un t definido. Se toma como juicio de falla a la prueba sensorial. En cada valor observado se tomó el tiempo y se marcaron las respuestas de falla, secuencialmente, se anotó el orden del suceso en el que se proporciona el tiempo, tanto para las muestras que fallan, como para las que no fallan (ver Tabla 21)

$$F(t) = \int_0^t f(t)dt$$

Para la probabilidad en la que el producto fracase después de un tiempo t mediante la siguiente función:

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

Para la función de confiabilidad se define en consecuencia de la ecuación anterior, en el coeficiente de riesgo.

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)}$$

$h(t)$, también es llamado como el índice instantáneo de fracaso y mide la probabilidad en el que el producto puede sobrevivir hasta que un tiempo t , fracase instantemente. Genera un riesgo acumulado $H(t)$ y se define de la siguiente forma:

$$H(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{1 - F(t)} dt = -\ln[1 - F(t)]$$

Curva de riesgo de distribución de Weibull,

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

Aplicando arreglo para alimentos:

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

Función de distribución acumulativa o función de fallo.

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

Donde:

α : Parámetro de escala que mide que tan dispersos están los datos entre sí.

β : Parámetro de forma que mide la forma de la variación de la variable Y con respecto a X .

Función media definida

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

Dónde:

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

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

3.7. Aspectos éticos

Para la realización de la investigación se informó a los panelistas de la finalidad del ensayo, se consultó previamente se si quería participar en las encuestas a fin de evitar tener panelistas faltantes en el estudio o que respondan sin criterio aumentando el error de censura.

Por otro lado, todos los productos estaban libres de contaminantes que pudieran afectar a los panelistas, así mismo, el producto no fue ingerido. Se evaluó: forma, color, olor y textura y apariencia general.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de pérdida de peso

Los datos fueron recolectados según cronograma de evaluación con una frecuencia de 3 días se tabularon en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2016 y graficó la tendencia, donde se observó que existe mayor pérdida de peso cuando no se usa envases con atmosfera modificada.

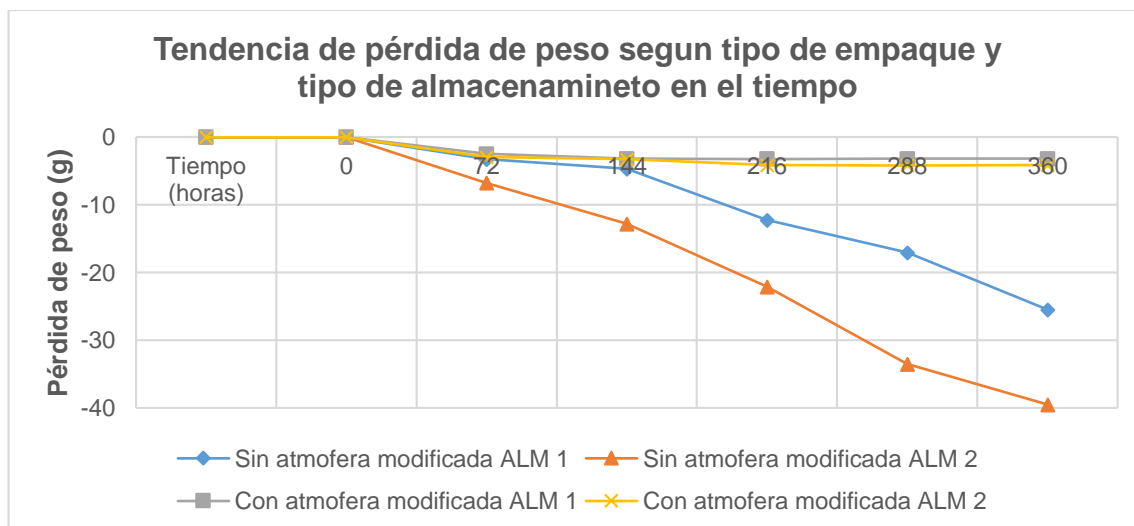


Figura 7. Gráfica de tendencia de pérdida de peso

A partir de los valores obtenidos se ejecutó un análisis de varianza ANOVA utilizando el software MiniTab, donde se comparó el peso versus tiempo, almacenamiento y tipo de empaque con un 5% de confianza (ver anexo Figura 25), determinándose que existen divergencias significativas en cada uno de los factores (tiempo de evaluación, almacenamiento y tipo de empaque), los cuales se observan en la gráfica de efecto principal (ver anexo Figura 26) muestra una tendencia para cada factor.

Tabla 17. Pérdida de peso promedio según tipo de empaque y tiempo

Tiempo de Evaluación	Tipo de empaque	
	Sin atmosfera modificada	Con atmosfera modificada
0	0.0	0.0
72	-5.0	-2.7
144	-8.7	-3.2
216	-17.2	-3.7
288	-25.3	-3.6
360	-32.5	-3.7

De la Tabla 17 y Figura 7, interacción de factores en el análisis se encontró que existían interacciones significativas entre el tiempo de evaluación y el tipo de empaque, donde se observó un efecto significativo al usar empaque sin atmosfera modificada encontrándose una pérdida de peso de -32.5 g a través del tiempo, sin embargo, al usar atmosfera modificada la pérdida de peso se mantiene constante en -3.7 g sin mostrar una pérdida de peso significativo.

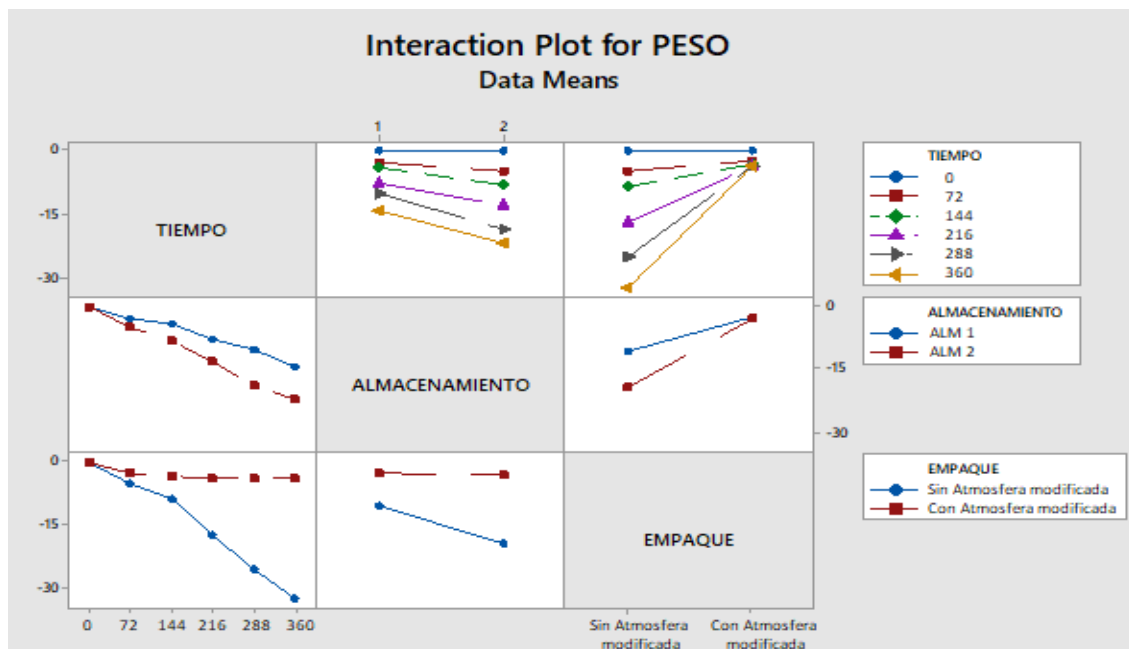


Figura 8. Gráfica de interacción de factores para pérdida de peso

Del mismo modo, se observó que el tipo de almacenamiento tiene influencia en la pérdida de peso, para la interacción empaque sin atmosfera modificada y el tipo de almacenamiento, sin embargo, no hay significancia entre tipo de empaque con atmosfera modificada y tipo de almacenamiento, permitiendo optar por el tipo de transporte más económico cuando se envase con atmosfera modificada.

4.2. Cinética de concentración de gases CO₂ y O₂ y empaque

Se mostró la cinética de concentración de gases dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno (O₂) en el tiempo de vida útil mostrando la siguiente tendencia, tanto en las condiciones de almacenamiento como en tipo de empaque y tiempo de evaluación.

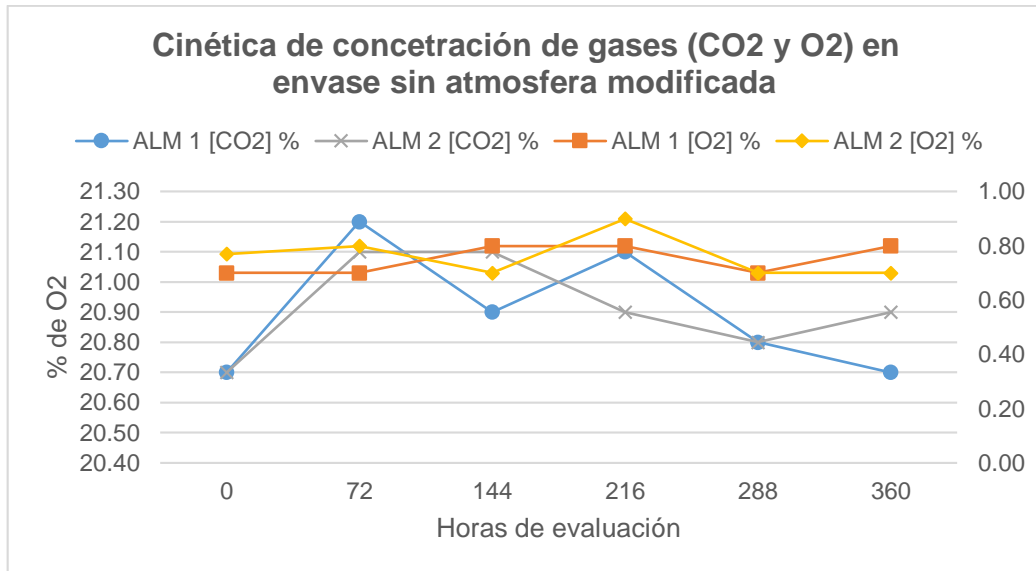


Figura 9. Cinética de concentración de gases en envase sin atmósfera modificada

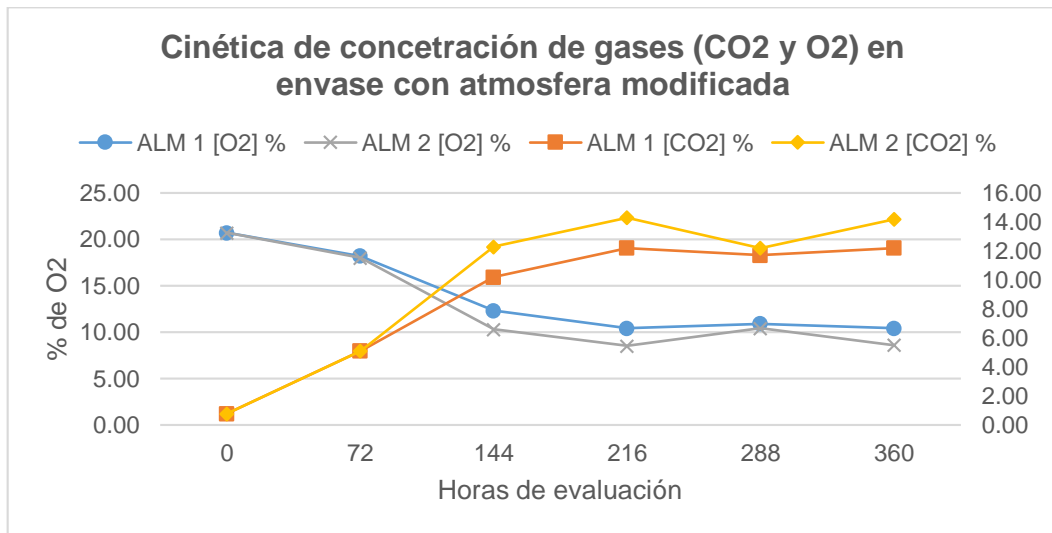


Figura 10. Cinética de concentración de gases en envase con atmósfera modificada pasiva

De las Figuras 9 y 10 se observó que el film macroperforado (sin AM) no generó condiciones de concentración de gases de CO₂ al interior del envase, a diferencia de la atmósfera modificada (AM) con el film microperforado si generó AM pasiva en el tiempo y tipo de almacenamiento.

En análisis de dióxido de carbono (CO₂) mostró diferencias significativas al 5% de significancia entre los niveles de los factores tiempo de evaluación y empaque (ver anexo Figura 27).

Tabla 18. Porcentaje promedio de CO₂ según tipo de empaque y tiempo

<i>Tiempo</i>	<i>Empaque</i>	
	<i>Sin atmósfera modificada</i>	<i>Con atmósfera modificada</i>
0	0.7%	0.8%
72	0.8%	5.1%
144	0.8%	11.3%
216	0.9%	13.3%
288	0.7%	12.0%
360	0.8%	13.2%

Se observó también interacciones significativas entre el tiempo de evaluación y tipos de empaques, es decir tal como se observa en la Figura 10 de interacción, cuando se utiliza empaque con atmosfera modificada se observa un efecto significativo que aumenta el CO₂ llegando al 13.2% a diferencia del empaque sin Atmosfera modificada que se mantiene en promedio de 0.8% en el tiempo.

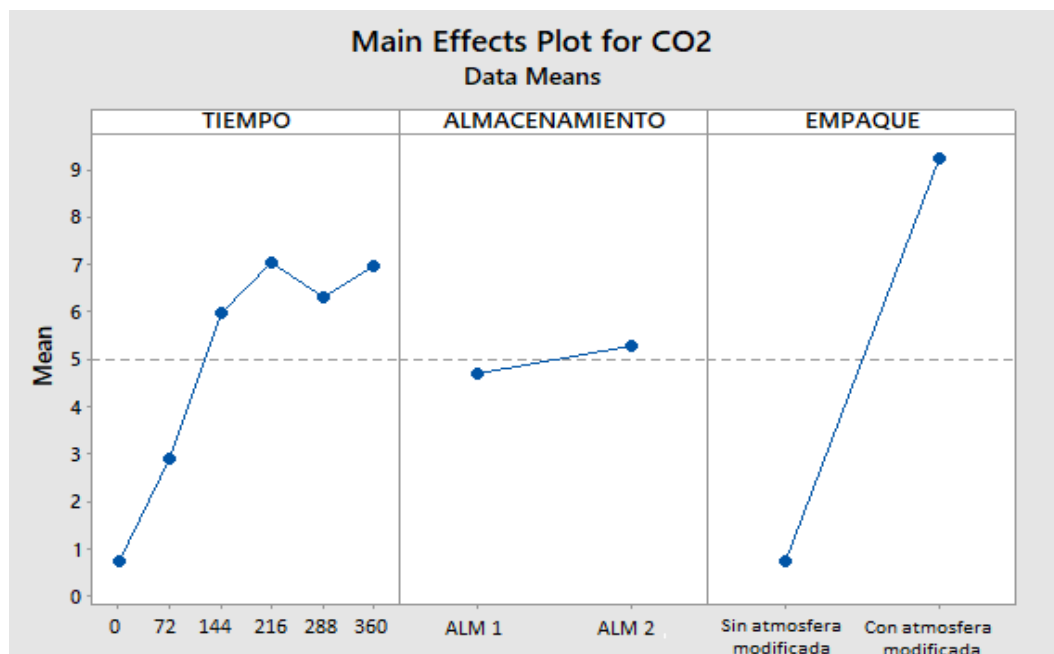


Figura 11. Gráfica de efecto principal para cinética de CO₂

Con respecto a las demás interacciones no se evidenciaron efectos interactivos de manera significativos al 5% de significancia como se refleja en la Figura 11.

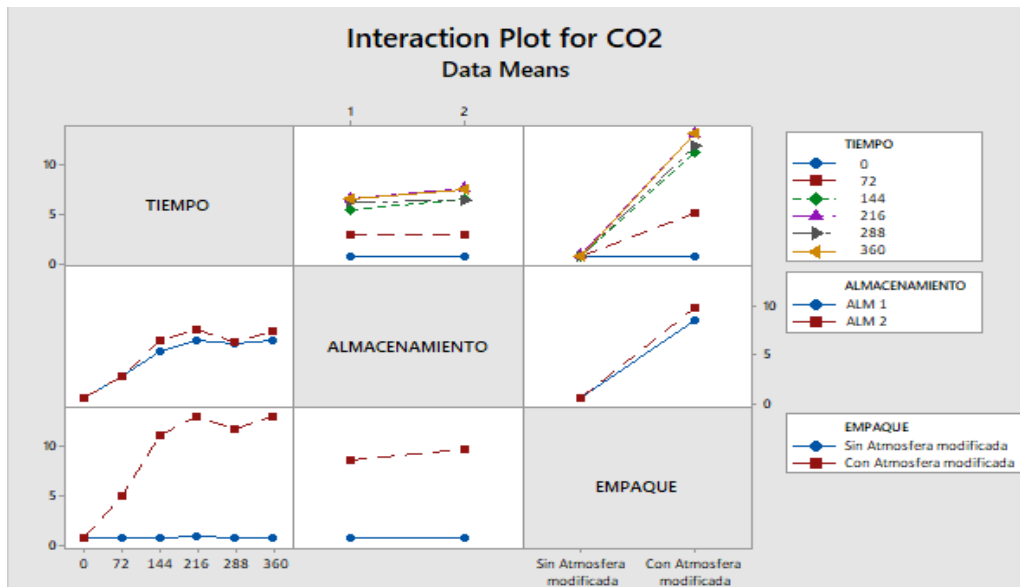


Figura 12. Gráfica de interacción de factores para cinética de CO₂

En análisis de ANOVA para O₂ (ver anexo Figura 28) solo se observa diferencias significativas al 5% de significancia en los tiempos de evaluación y tipos de empaque, se observa también significancia al 10% entre las formas de almacenamiento ver Figura 12, gráfica de efectos principales.

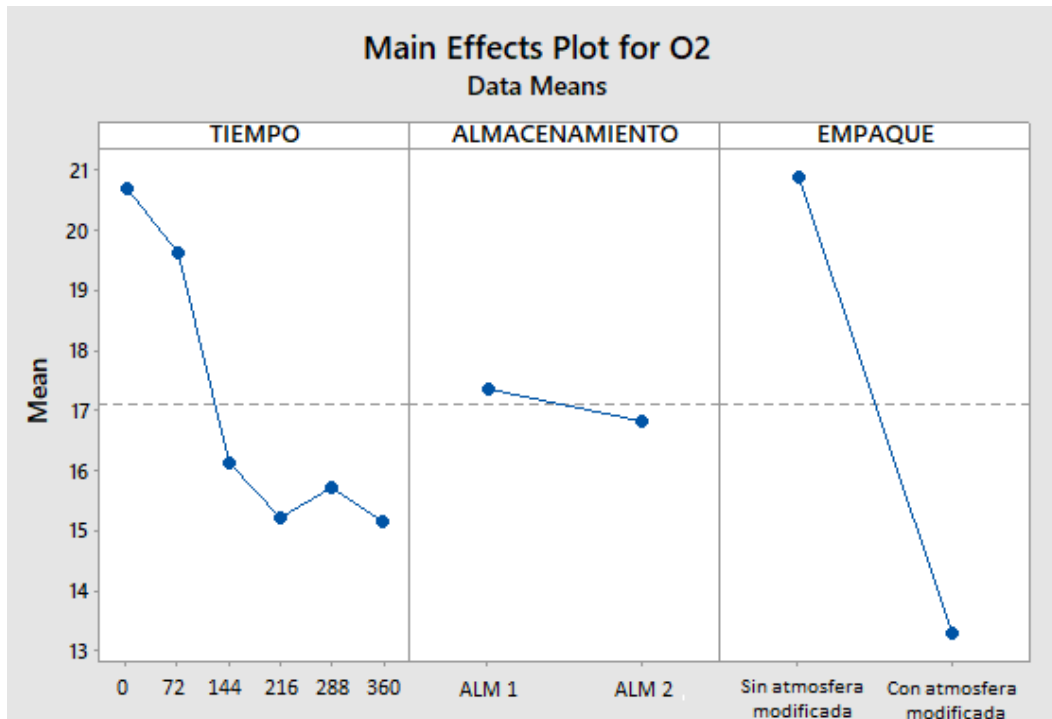


Figura 13. Gráfica de efecto principal para cinética de O₂

De la Figura 13, se observó una interacción significativa entre el tiempo de evaluación y los tipos de empaque, según la gráfica de interacciones se observa un efecto significativo al usar empaque con atmosfera modificada donde se observa una tendencia que reduce el porcentaje de O₂ a diferencia del empaque sin atmosfera modificada que se mantiene en promedio de 20.9 % a través del tiempo.

Tabla 19. Porcentaje promedio de O₂ según tipo de empaque y tiempo

<i>Tiempo</i>	<i>Empaque</i>	
	<i>Sin atmósfera modificada</i>	<i>Con atmósfera modificada</i>
0	20.7%	20.7%
72	21.2%	18.1%
144	21.0%	11.3%
216	21.0%	9.5%
288	20.8%	10.7%
360	20.8%	9.5%

Con respecto a la interacción entre almacenamiento y tipos de empaque se observa un p valor cercano al 5% y en la gráfica de interacción (ver Figura 13) se observa que para ambos tipos de empaque se reduce el O₂ con ambas formas de almacenamiento llegando a obtener una diferencia de 1%.

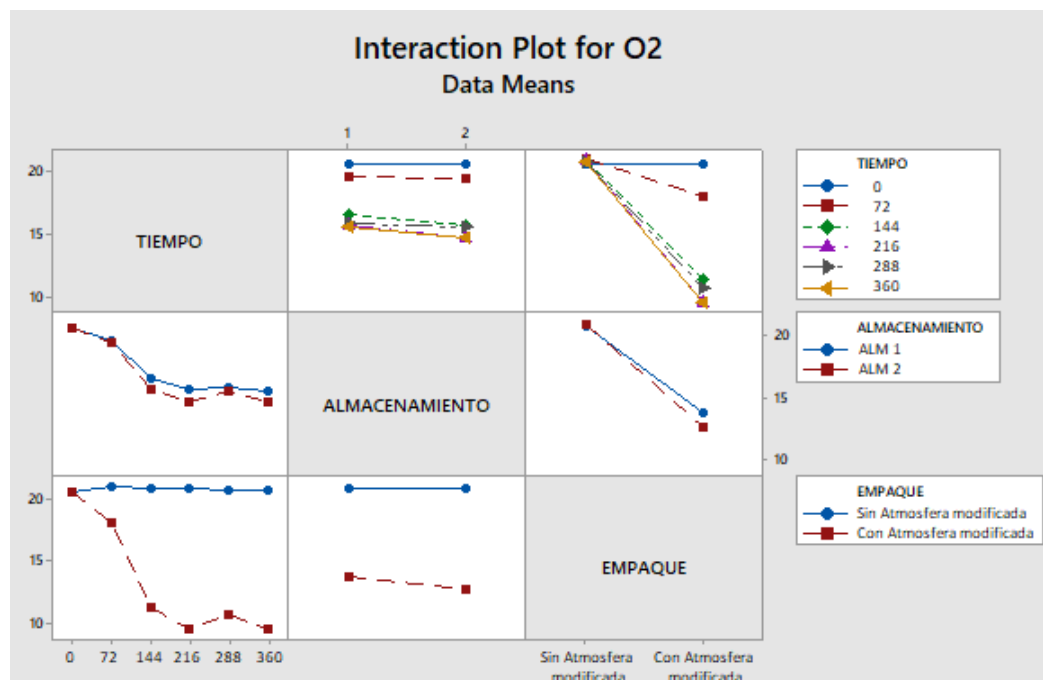


Figura 14. Gráfica de interacción de factores para cinética de O₂

4.3. Propiedades químicas

En el análisis de pH se evidenció al 5% de significancia diferencias significativas en el tiempo de evaluación, almacenamiento y tipos de empaque (ver anexo Figura 29), esto indica que para que nivel de los factores se observa una tendencia.

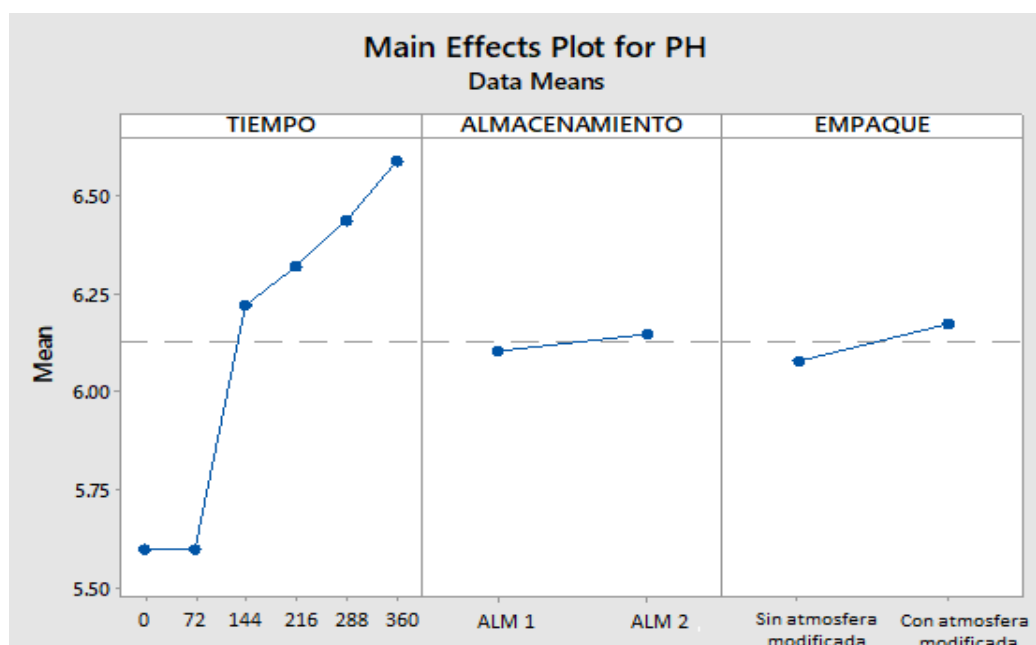


Figura 15. Gráfica de efecto principal para cinética del pH

Tabla 20. pH promedio según el tipo de empaque y tiempos de evaluación

Tiempo de evaluación	Tipo de empaque	
	Sin atmósfera modificada	Con atmósfera modificada
0	5.6	5.6
72	5.6	5.6
144	6.14	6.305
216	6.29	6.35
288	6.38	6.495
360	6.465	6.715

Se observó diferencias significativas entre la interacción de tiempo de evaluación y tipos de empaque, según la gráfica de interacción en las dos primeras evaluaciones no se observa diferencias significativas al usar empaques de atmosfera modificada y sin atmosfera modificada, sin embargo a partir de la

tercera evaluación se observa una tendencia de aumentar el pH con el empaque de atmosfera modificada obteniendo una diferencia de 0.25 pH.

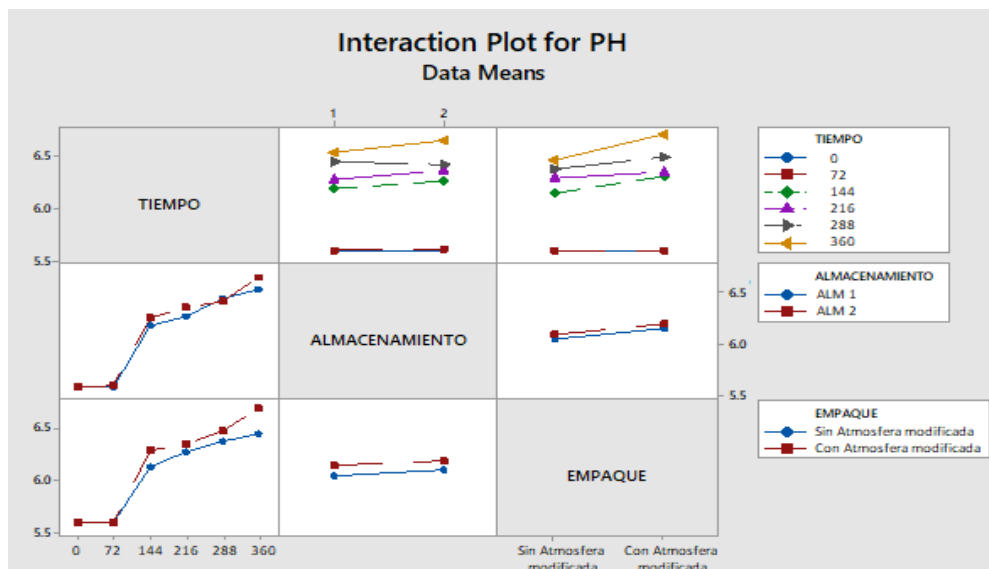


Figura 16. Gráfica de interacción de factores para pH

En el de varianza para los de °Brix se encontró diferencias significativas en los factores involucrados en la investigación, según el ANOVA (ver anexo Figura 30) se observó que existe significancia en la interacción del almacenamiento y los tiempos de evaluación pero no tendría la validez debido a que ninguno de estos factores fueron significativos sobre los ° Brix.

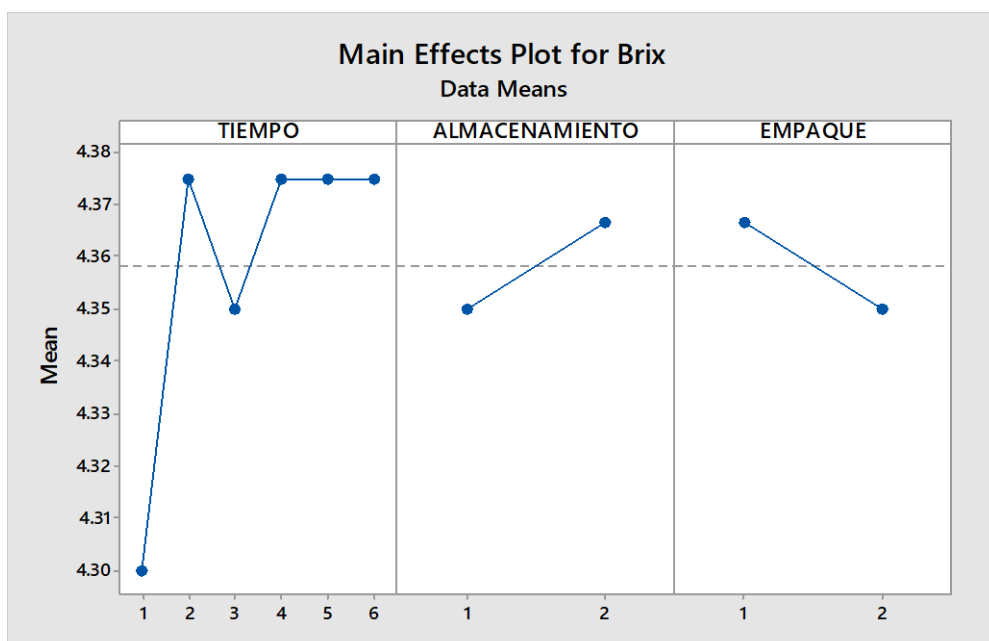


Figura 17. Gráfica de efecto principal para °Brix

4.4. Prueba de aceptabilidad

Se aplicó una prueba sensorial hedónica de 9 puntos para 30 panelista no entrenados, donde, se obtuvo un valor promedio de 4 en la escala hedónica como valor máximo de aceptación del producto (ver anexo Tabla 27). Para la cantidad de panelistas se tomó como referencia al estudio de (García et al, 2010), que consideraron 30 panelistas no entrenados para estimar vida útil por el método de Weibull de guayabas fresca.

4.5. Modelamiento de Weibull

Para el análisis, primero se estimó el valor máximo de aceptación sensorial, mediante la escala hedónica de 9 puntos, mostrando un valor de 4 como aceptado por sobre ello se consideró rechazado. Se registró los datos según el programa de evaluaciones (cada 3 días) y diseño experimental (ver Tabla 24).

Luego del registro se procedió a tabular donde se consideró los valores $4 \leq$ como aceptados por el consumidor (ver Tabla 25).

Dónde: 1= Rechazado y 0 = Aceptado

Estimación de los parámetros para la distribución de Weibull

Se estimó mediante una regresión lineal en donde se graficó $\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1-F(t)} \right] \right\}$ en el eje x, mientras que en el eje y fue $\ln(t)$ (ver Anexo Tablas 26, 27, 28 y 29)

Con el fin de obtener una función lineal de la distribución acumulativa de Weibull para cada uno de los tratamientos.

Estimación de la vida útil del primer tratamiento, envase sin atmosfera modificada en AML1.

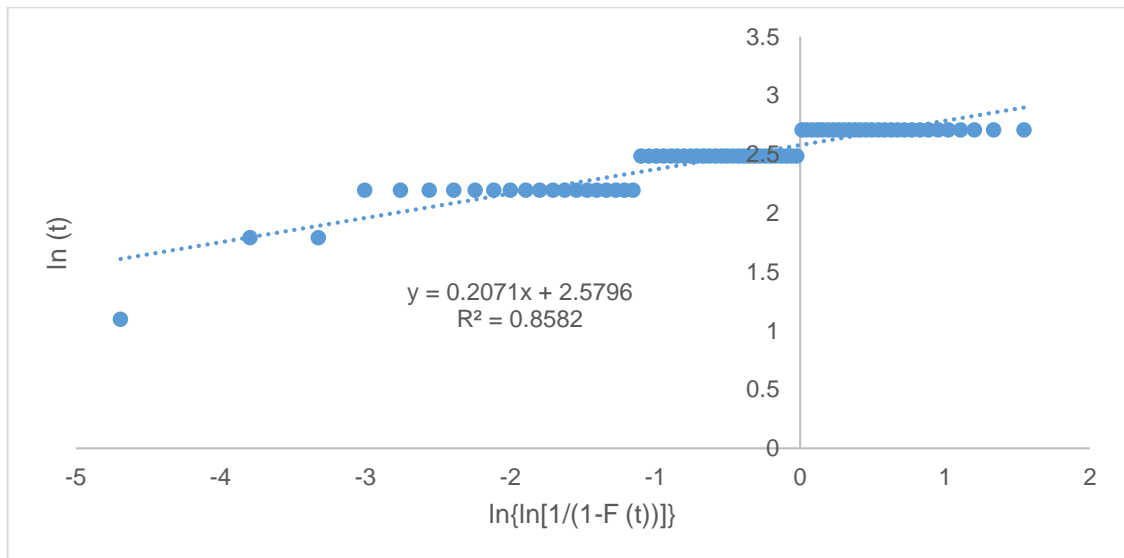


Figura 18. Función lineal de Weibull para el factor envase sin atmosfera modificada en almacén ALM1

Función lineal de distribución acumulativa para el tratamiento envase sin atmosfera en almacén ALM1 siendo expresado de la siguiente manera $\ln(t) = 0.2071 \ln H(t) + 2.5796$

Donde la pendiente $b=0.2071$ y la intercepción $a = 2.5796$, de los cuales se estimó los parámetros α y β :

$$2.5796 = \ln(\alpha)$$

$$\alpha = 13.409$$

$$0.2071 = \frac{1}{\beta}$$

$$\beta = 4.829$$

$\beta > 2$, por lo tanto se afirma que es una función creciente de forma lenta al inicio y de manera más rápida subsiguientemente.

Estimación de la vida útil para el primer tratamiento envase sin atmosfera en almacén ALM1. Se reemplazaron los parámetros encontrados en la siguiente ecuación.

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

Donde:

Γ : Es la función gamma = 0.756

Resolviendo la ecuación tenemos un tiempo de vida útil de: $E(t) = 12.23$ días.

Demostrando que el esparrago verde mínimamente procesado y envasado sin atmosfera modifica en una simulación de transporte aéreo sin escala no puede durar más de 12 días.

Con la ecuación función de fallo se determinó la curva de distribución acumulativa. $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$

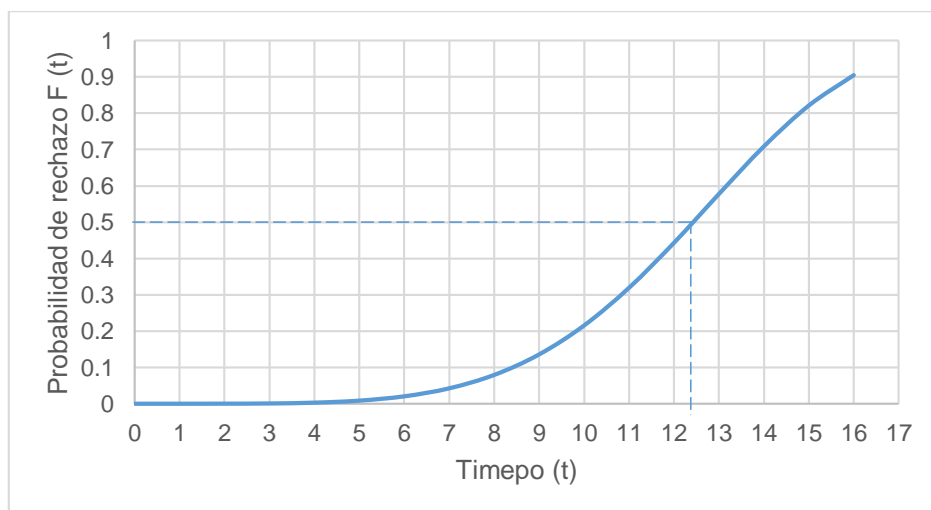


Figura 19. Función de fallo para el tratamiento envase sin atmosfera modifica y ALM1

Se verifico que el resultado obtenido en la estimación E (t) fue muy parecido al gráfico. Se enunció que a medida que transcurre el tiempo la probabilidad de rechazo aumenta hasta 0.5 (equivalente al 50%). En la figura 18 se mostró un tiempo de vida estimado de 12.3 días.

Estimación de la vida útil para el segundo tratamiento, envase sin atmosfera modificada en ALM2

Los datos se linealizan en la tabla (ver anexo) y se graficó la función lineal ver Figura 19 con los cuales se determinaron los valores de: $\alpha = 12.799$, $\beta = 4.593$ y $\Gamma = 0.752$ y estimo una vida útil de: 11.72 días.

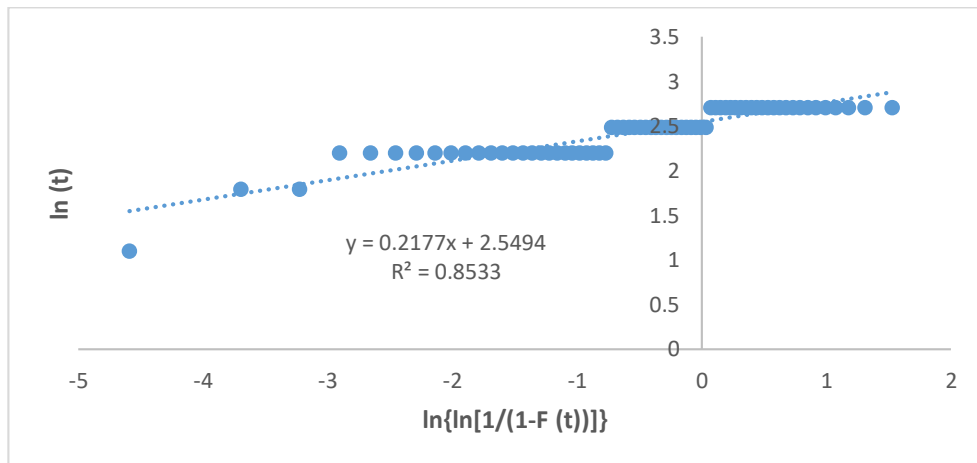


Figura 20. Función lineal de Weibull para el factor envase sin atmosfera modificada en almacén ALM2

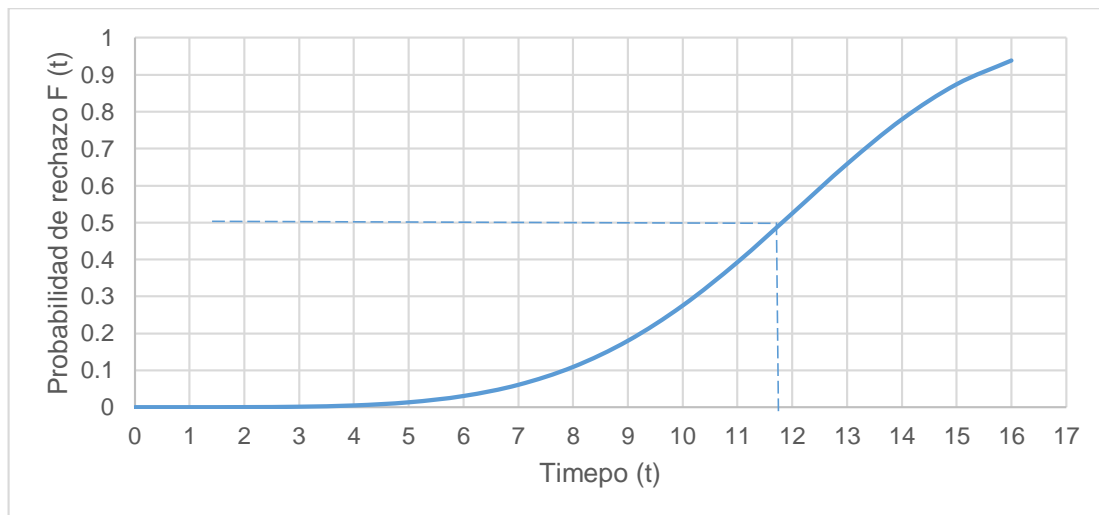


Figura 21. Función de fallo para el tratamiento envase sin atmosfera modificada y ALM2

Los resultados obtenidos en la estimación $E(t)$ fue muy parecido a la gráfica alrededor de 11.7 días de vida útil, no obstante mostró una vida útil menor al almacenando en el ALM1 por 0.5 días que puede ser significativo para un producto tan susceptible.

Estimación de la vida útil para el tercer tratamiento, envase con atmosfera modificada pasiva en AML1.

Los datos se linealizan en la tabla (ver anexo) y se graficó la función lineal ver Figura 21, con los cuales se determinaron los valores de: $\alpha= 14.039$, $\beta= 4.337$ y $\Gamma= 0.751$ y se estimó una vida útil de: 12.98 días.

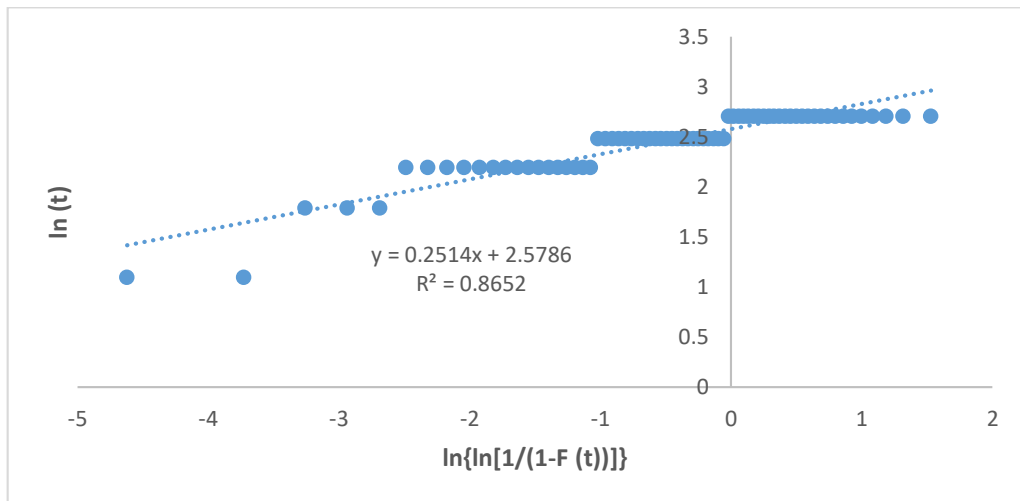


Figura 22. Función lineal de Weibull para el factor envase con atmosfera modificada pasiva en almacén ALM1

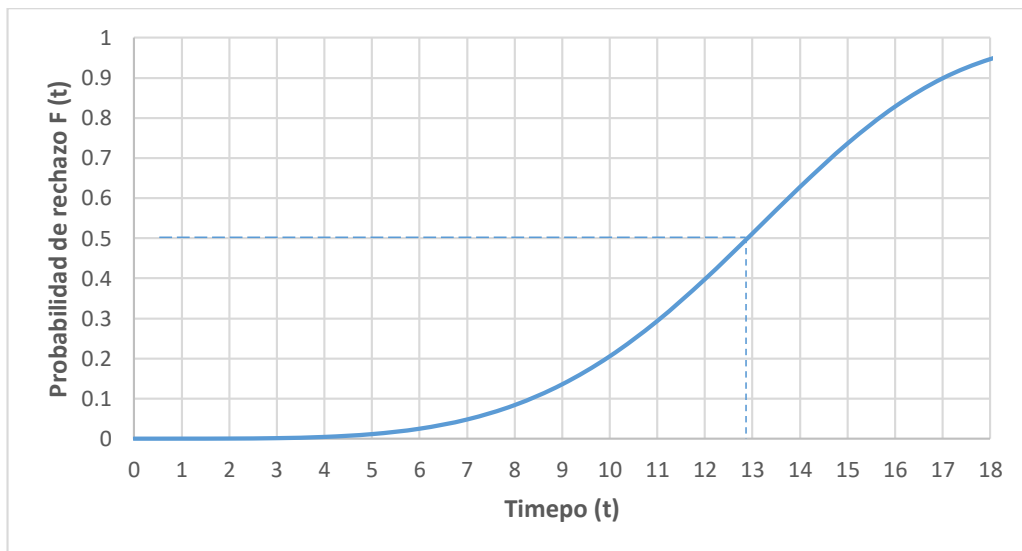


Figura 23. Función de fallo para el tratamiento envase con atmosfera modificada pasiva y ALM1

Los resultados obtenidos en la estimación $E(t)$ fue muy parecido a la gráfica alrededor de 12.9 días de vida útil.

Estimación de la vida útil para el cuarto tratamiento, envase con atmosfera modificada pasiva en AML2.

Los datos se linealizan en la tabla (ver anexo) y se graficó la función lineal ver Figura 20, con los cuales se determinaron los valores de: $\alpha= 13.231$, $\beta= 4.840$ y $\Gamma= 0.782$ y se estimó una vida útil de: 12.50 días.

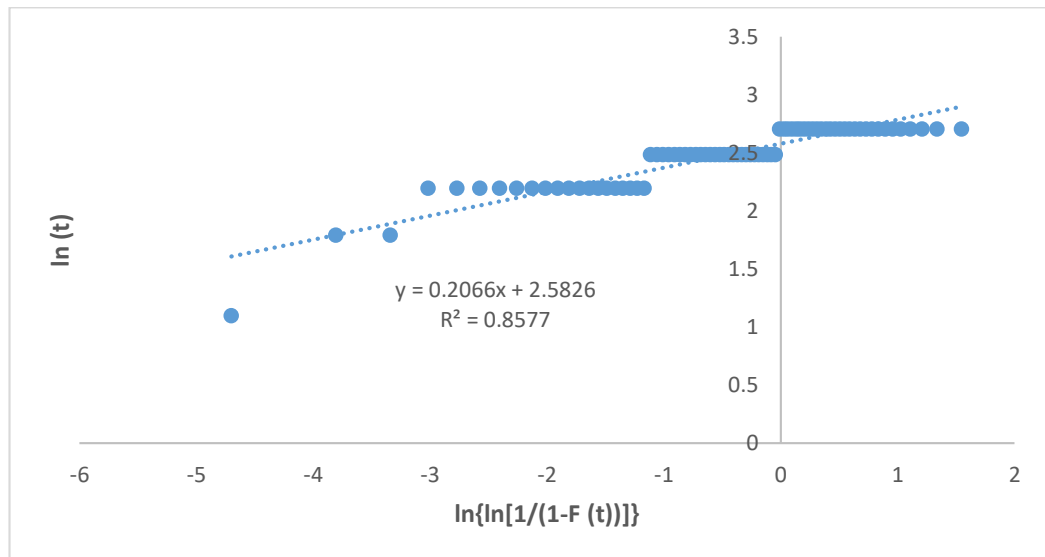


Figura 24. Función lineal de Weibull para el factor envase con atmosfera modificada pasiva en almacén ALM1

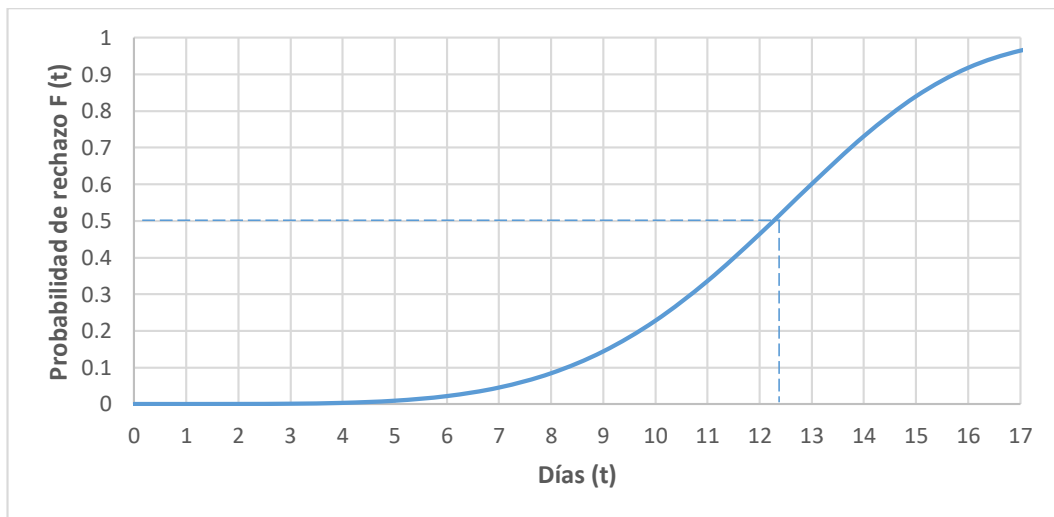


Figura 25. Función de fallo para el tratamiento envase con atmosfera modificada pasiva y ALM2

Los resultados obtenidos en la estimación $E(t)$ fue muy parecido a la gráfica alrededor de 12.5 días de vida útil.

Bondad y ajuste

Se utilizó el dato tabular de Kolmogorov- Smirnov (ver anexo 34),

Tabla 21. Resumen de determinación de bondad y ajuste

<i>Empaque</i>	<i>Condición de almacenamiento</i>	<i>Diferencia mayor encontrada</i>	<i>Kolmogorov Smirnov</i>
Sin atmósfera modificada	ALM 1	0.820539332	0.156002699
	ALM 2	0.874129415	0.163724760
Con atmósfera modificada	ALM 1	0.736114329	0.161402306
	ALM 2	0.840435846	0.154986384

El valor para n se halló en el test de Kolmogorov-Smirnov (ver anexo Tabla 34)

Acorde a la Tabla 23, de los resultados obtenidos se observó que los valores de la aplicación del test tabular de Kolmogorov-Smirnov son mucho menores a los obtenidos de la mayor diferencia absoluta con un alfa de 5%. Debido a esta diferencia del valor tabulado se derivó que la distribución no se ajusta al de Weibull.

Tabla 22. Resumen tiempo de vida por tratamiento vs pérdida de peso

<i>Empaque</i>	<i>Condición de almacenamiento</i>	<i>Tiempo de vida por Weibull</i>	<i>Peso máximo perdido (g)</i>	<i>% equivalente de 300 g</i>
Sin atmósfera modificada	ALM 1	11.2 días	25.47	8.5%
	ALM 2	11.7 días	39.53	13.2%
Con atmósfera modificada	ALM 1	13.0 días	3.18	1.1%
	ALM 2	12.5 días	4.12	1.4%

De la Tabla 24, se puede determinar que mejor tratamiento fue el producto envasado con atmósfera modificada en la condición de almacenamiento ALM1, correspondiente a un transporte aéreo sin escalas, seguido por tratamiento de envasado con atmósfera modificada en un transporte con escala ALM2. Dichos resultados muestran que el empaquetado en atmósfera modificada preserva las propiedades físicas por más tiempo (peso), además que permite tener un ligero incremento en el tiempo de vida.

Por otro lado, en los tratamientos de envasado sin atmosfera modificada en las condiciones de almacenamiento ALM1 y ALM2, se percibió que en la condición de ALM2 mostro el mayor porcentaje de deshidratación 13.2% de 300 g equivalente a 39.53 g, que guarda mucha relación por tener las condiciones de almacenamiento de mayor temperaturas el cual generaría que la tasa de respiración aumento la traspiración que lleva a la pérdida de peso que coindice con lo mencionado por (Martínez et al, 2003), quienes describen que la pérdida de peso exudación es un factor crítico a controlar sobre todo cuando no hay un buen manejo de la cadena de frío, sin embargo, pese a que la deshidratación es un atributo de calidad que se percibe a nivel sensorial, el resultado de tiempo de vida a través del panel sensorial no entrenado muestra 0.5 días más que la condición de almacenamiento ALM1 que tiene menores rangos de temperatura.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó el efecto del envasado con atmósfera modificada sobre la vida sensorial de espárrago verde mediante simulación de transportes aéreos (Transporte aéreo con escala y directo Perú - Holanda), demostrando que, la atmósfera modificada puede aumentar la vida útil entre 0.8 y 1.3 días más comparando con un empaquetado sin atmósfera.
- Se estableció el tiempo de vida útil de: 11.2 y 11.7 días en envase sin atmósfera modificada en tipo de almacenamiento ALM1 y ALM2, respectivamente, mientras que con atmósfera modificada se estimó una vida útil de 13 y 12.5 días en condiciones de almacenamiento ALM1 y ALM2 respectivamente.
- Se determinó que el tipo de almacenamiento no es un factor relevante para el empaquetado con atmósfera modificada, sin embargo si es influyente si no lleva atmósfera modificada donde llegaría a perder hasta un 13.2% del peso total generando grandes pérdidas económicas.
- Se estimó la vida útil por el método de Weibull, mismo que se realizó una prueba de bondad y ajuste para determinar si el modelo se ajusta, concluyendo que el modelo no se ajusta por tener mayor valor de diferencia encontrada que el la estimada por la tabla de Kolmogorov Smirnov.
- Se determinó que los °Brix no tienen interacción en el tiempo de vida útil, tanto en tipo de empaque como en tipo de almacenamiento, demostrando que no es una repuesta eficiente para la estimación de vida útil.

VI. DISCUSIONES

Según (Interempresas Media S.L, 2018), publica que, la marchitez se da por la pérdida de agua por transpiración ocasionando pérdida de peso y a la aparición de estrías longitudinales en la superficie del turión, sin embargo, en los resultados en las mediciones de pérdida de peso no se logró evidenciar las estrías longitudinales en los 15 días de evaluación, en ninguno de los tratamientos, pero sí se mostró una pérdida de brillo y ablandamiento de las puntas tal cual menciona (Kader, 2012) este efecto se debe al ablandamiento del tejido del ápice o punta floral que ocasiona que las puntas se sientan esponjosas.

De los resultados obtenidos en la cinética de concentración de gases de CO₂ y O₂, se corrobora lo mencionado por (Martínez 210), que la modificación de la atmósfera alrededor del producto es por efecto de la respiración y permeabilidad de la película plástica pasiva, sin embargo, como se ve en la Figura 9, la concentración de CO₂ y O₂ no se mantiene dentro del rango recomendado por (Artés, 2006) quien manifiesta que el CO₂ tiene que estar alrededor de 10% dentro del empaque a fin de lograr una vida útil entre 14 y 20 días para el espárrago fresco en condiciones sensorial excelente y bueno, esto estaría siendo influenciado por los factores externos que mencionan Zagory y Kader (1988), sobre los efectos ambientales tales como: la temperatura, humedad relativa, exposición a la luz y factores propios del producto, como: respiración de la planta, susceptibilidad a los cambios de temperatura y a las condiciones sanitarias y de empackado.

Sin en el estudio de (Elías, 2016), muestra un resultado similar, ya que, si bien no se ajusta al modelo de Weibull, este fue el más cercano de las distribuciones sobresaliendo al Log Normal, Exponencial, logarítmica y log logística. Demostrando que es el mejor modelo para predicciones de tiempo de vida en productos perecibles.

RECOMENDACIONES

- Se puede comercializar el espárrago verde en transporte aéreo con escala o sin escala cuando el producto se envase con atmosfera modificada para el comercio Perú - Holanda, caso contrario existirá una pérdida de peso que afectara en el grado de aceptación del producto.
- No se recomienda la comercialización de espárragos sin atmosfera modificada para exportaciones aéreas debido a que tiene un alto porcentaje de pérdida de peso.
- Se recomienda realizar la prueba de Weibull con otros factores de respuesta rápida como respuestas microbiológicas.
- Se recomienda aplicar otra prueba sensorial que permita disminuir el error experimental a fin de ajustar el modelo, ya que es, que tienen mejor error entre las distribución para estimación de vida útil para productos perecederos.

REFERENCIAS.

Agrodataperu. 2017. <https://www.agrodataperu.com>. [En línea] 12 de 2017. [Citado el: 17 de 04 de 2018.] <https://www.agrodataperu.com/2018/02/esparragos-frescos-peru-2017-diciembre.html>.

Calidad Postcosecha en Mango. **Kader, Adel A. 2012.** [ed.] Clara Pelayo. California : Depto. Biotecnología. CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México, D.F., 21 de 12 de 2012, tecnicoagricola.

CIICEX. 2017. <http://www.siicex.gob.pe>. [En línea] 2017. [Citado el: 18 de 04 de 2018.]

http://www.siicex.gob.pe/siicex/porta15ES.asp?_page_=172.17100&_portletid_=sfi_chaproductoinit&scriptdo=cc_fp_init&pproducto=85&pnomproducto=Esp%E1rrago

.

Codex Alimentarius. 2007. *Frutas y Hortalizas Frescas.* Primera. Roma : FAO y OMS, 2007. págs. 35-41. ISBN 978-92-5-305839-6.

Defilippi, Bruno. 209. Postcosecha de Frutas y Hortalizas. *Curso Dirigido.* Marzo de 209.

EL ENVASADO EN ATMÓSFERA MODIFICADA MEJORA LA. **Artés, Calero Francisco. 2006.** Mexico : s.n., Enero de 2006, Revista Iberoamericana de Tecnología, Vol. 7 núm. 2, págs. 61-85. ISSN 1665-0204.

Evaluación poscosecha y estimación de vida útil de guayaba. **García, Mogollón Carlos, Regno, Katia Isabel Cury y Sarria., Saúl Dussán. 2010.** Colombia : s.n., 28 de 02 de 2010, Scielo, págs. 347-355.

Fernández, Díaz Miguel Ángel. 2017. *Manual. Cocina creativa o de autor.* Madrid : CEP, S.L., 2017. págs. 34-39. ISBN: 8468176753 ISBN-13: 9788468176758.

Gascón, Alejandro, Norberto, Muravnick y P., Andreuccetti Cristian. 2013. *Desecación y deshidratación de vegetales.* Tecnología Agroindustrial, Universidad

Nacional de Cuyo Almirante Brown. Mendoza : s.n., 2013. págs. 2-8, Manual y esquemas de las elaboraciones industriales.

Greenland Perú SAC. 2018. <https://www.greenland.com.pe>. [En línea] 17 de 04 de 2018. <https://www.greenland.com.pe/es/productos/esparrago>.

Influencia de la materia prima y los tratamientos de conservación en la calidad de la fruta fresca cortada. **Martín, Belloso Olga, Soliva, Fortuny Robert y Oms, Oliu Gema. 2007.** 17 Symposium Internacional , España : s.n., Mayo de 2007, Phytomahemeroteca, Vol. 189.

IPEH. 2018. <http://www.ipeh.org.pe>. [En línea] 2018. [Citado el: 17 de 04 de 2018.] <http://www.ipeh.org.pe/j25/index.php/create-a-post/esparragos/esparragos-historia>.

IV en la industria alimentaria en crecimiento . **Lepe, Javiera Pefaur. 2014.** 2014, Ministerio de la Agricultura , págs. 1-5.

Manchego, Erika. 2017. *Exportación de espárragos limitada por menor producción* . Departamento de Estudios Económicos , Scotiabank. Lima : s.n., 2017. pág. 3, Reporte semanal.

Manejo del ambiente de posrecolección. **Interempresas Media S.L. 2018.** [ed.] St. Feliu de Llobregat. España : s.n., 05 de 05 de 2018, Grupo Nova Àgora.

MANUAL DE MANEJO POSTCOSECHA DE FRUTAS TROPICALES. **Arias, Velázquez Ciro J y Toledo, Hevia Julio. 2007.** Roma : FAO 2000, 26 de Junio de 2007, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO).

Martínez, Amanda, y otros. 2003. *Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible.* [ed.] Henry Colmenares. Bogotá : Fundación Universidad de Bogotá Jorge Teodoro Lozano, 2003. pág. 58. ISBN 958-9029-58-2.

Montes, Eduardo, Irene, Lloret y Miguel, A.López. 2009. *Diseño y gestión de cocinas.* [ed.] 2 Albazanz. Segunda. Madrid : Días de Santos S.A, 2009. págs. 14-21. ISBN 978-84-9969-651-5.

Moreira y Gonzáles. 2002. *Manejo agronómico y análisis económico del cultivo de espárrago para condiciones tropicales.* [ed.] Rodrigo Facio. Primera. s.l. : Editorial de la Universidad de Costa Rica, 2002. pág. 101. ISBN 9977-67-688-7.

O'Brien, T y Díaz, A. 2004. *Mejorando la competitividad y el acceso a los mercados de exportaciones agrícolas por medio del desarrollo y aplicación de normas de inocuidad y calidad.* [ed.] Prompex Perú IICA. Lima : s.n., 2004. pág. 33. ISBN 92-90--39-621-0.

Optimización del proceso de obtención de pera en IV gama. **E. Arias, J. González, P. López-Buesa y R. Oria.** Zaragoza. : Universidad de Zaragoza, Grupo de Investigación en Alimentos de Origen Vegetal de la Universidad de Zaragoza, págs. 267-272.

Recubrimientos postcosecha para fruta de hueso. **Peréz, Gago María Bernardita. 2013.** Valencia : s.n., 07 de Mayo de 2013, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias-Fundación AGROALIMED.

Rodríguez, Rivera Víctor Manuel y Simón, Magro Edurme. 2008. *Bases de la alimentación Humana.* [ed.] Cristina Seco Lopéz. [trad.] Paola Pas Otero. Primera. s.l. : Gesbiblo S.L., 2008. ISBN 978-84-9745-215-1.

Ruales, Jenny, Christian, Almeida y Patricia, Carrión. 2001. *Manual de postcosecha de espárrago.* Departamento de Ciancia de Alimentos y Biotecnología, Escuela Politecnica Nacional. Quito : PROYECTO BID-FUNDACYT-EPN090, 2001. pág. 72, Manuel.

Sánchez, Pineda de las Infantas. 2003. *PROCESOS DE LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS.* Primera. Córdoba : A. Madrid Vicente, Ediciones, 2003. págs. 337-391. ISBN: 84-89922-89-6.

Sánchez, Vigo Javier. 2017. *Mercado mundial del espárrago. situación y perspectivas del cultivo. oportunidades y amenazas para el cultivo en Chile.* Chillán, Chile : s.n., 31 de Agosto de 2017.

Sistemas de manejo postcosecha: frutos de hueso. Durazno, Nectarina y Ciruela.

Crisosto, C.H, Mitchell y F.G. 2007. s.l. : Kader, A.A. Universidad de California, Davis, Division de Agricultura y Recursos Naturales, 2007, Tecnología Postcosecha de Cultivos, págs. 384-400.

Suslow, Trevor. 2012. *Calidad Postcosecha en Espárragos Verdes.* Departamento de Cultivos Vegetales, Universidad de California, Davis, CA 95616. 2012. Informe de investigación.

Taiz, Lincoln y Eduardo, Zeiger. 2006. *Fisiología Vegetal.* [trad.] D.L. 2006 Publicacions de la Universitat Jaume I. Los Angeles : Sinauer Associates Inc., 2006. Vol. 1. ISBN 978-74-8021-601-2 (o.c.) 987-84-8021-599-(v.1) 978-8021-600-5 (v.2).

UC Davis. 2011. *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortícolas.* [ed.] Kader Adel A. [trad.] Zaldivar Clara Pelayo. Tercera. s.l. : Universidad de California Centro de Investigación en Tecnología Postcosecha , 2011. págs. 44 - 54. ISBN 13:978-1-60107-744-8.

UNSE. 2003. *Catedra de Horticultura.* Facultad de Ingeniería Agrónoma y Agroindustrias , Universidad Nacional de Santiago de Estero. Santiago de Estero : s.n., 2003. pág. 16, Texto Academico.

ANEXOS

Anexo N° 3 Operacionalización de variables

Tabla 15. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Permeabilidad del envase	Capacidad que tiene un polímero para permitir que lo atraviese una masa sin alterar su estructura interna.	Medición a través de un medidor de gases	% O ₂ % CO ₂	Intervalo
Exportación directa y con 1 (una) escala	Es una simulación de exportación aérea Perú - Holanda y Perú - Miami - Holanda) mediante cámaras de temperatura y tiempo controlados.	Período transcurrido al iniciarse las pruebas, a diferentes temperaturas de almacenamiento. Medición a través de un datalogger de temperatura	Días transcurridos y temperatura (°C)	Intervalo
pH	Medida del antilogaritmo de la concentración de Hidrogeniones que definen la acidez o alcalinidad potenciométrica de una disolución.	Medición a través del pH-metro en cada tiempo y temperatura	Valor de pH	Intervalo
Sólidos Solubles	Contenido de azúcares sólidos solubles de una muestra que se expresa en °Brix.	Se utilizó refractómetro.	°Brix	Razón
Deshidratación	Cantidad de agua que se libera por el efecto de la transpiración	Medición mediante la pérdida de peso en una balanza	Peso (g)	Intervalo
Vida útil	Grado de aceptación sensorial de un alimento mediante los sentidos.	Prueba sensorial a panelistas seminternados en intervalos de tiempo.	Escala de 9 puntos.	Razón

Anexo 4. Instrumento de recolección de datos

Anexo 4.1. Formato para toma de datos

Tabla 35. Formato para registro de datos

Tiempo (días)	<i>Sin atmósfera modificada</i>						<i>Con atmósfera modificada</i>					
	ALM 1			ALM 2			ALM 1			ALM 2		
	Peso (g)	[CO ₂] %	[O ₂] %	Peso (g)	[CO ₂] %	[O ₂] %	Peso (g)	[CO ₂] %	[O ₂] %	Peso (g)	[CO ₂] %	[O ₂] %
0												
3												
6												
9												
12												
15												

Anexo 5. Resultados estadísticos

ANOVA: PESO versus TIEMPO; ALMACENAMIENTO; EMPAQUE						
Factor	Type	Levels	Values			
TIEMPO	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6			
ALMACENAMIENTO	fixed	2	1; 2			
EMPAQUE	fixed	2	1; 2			

Analysis of Variance for PESO						
Source	DF	SS	MS	F	P	
TIEMPO	5	922.55	184.51	21.48	0.002	
ALMACENAMIENTO	1	127.97	127.97	14.90	0.012	
EMPAQUE	1	859.92	859.92	100.12	0.000	
TIEMPO*ALMACENAMIENTO	5	54.16	10.83	1.26	0.403	
TIEMPO*EMPAQUE	5	658.87	131.77	15.34	0.005	
ALMACENAMIENTO*EMPAQUE	1	98.33	98.33	11.45	0.020	
Error	5	42.94	8.59			
Total	23	2764.76				

S = 2.93066 R-Sq = 98.45% R-Sq(adj) = 92.86%

Figura 26. Análisis de varianza para el peso vs tiempo, almacenamiento y tipo de empaque

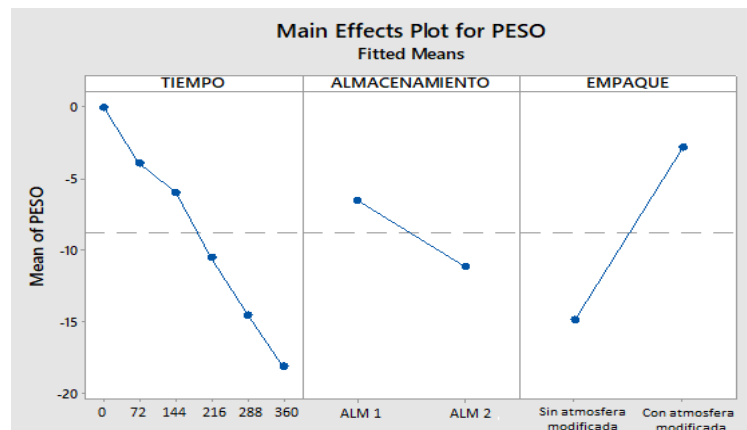


Figura 27. Gráfica de efecto principal para pérdida de peso

ANOVA: CO2 versus TIEMPO; ALMACENAMIENTO; EMPAQUE						
Factor	Type	Levels	Values			
TIEMPO	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6			
ALMACENAMIENTO	fixed	2	1; 2			
EMPAQUE	fixed	2	1; 2			

Analysis of Variance for CO2						
Source	DF	SS	MS	F	P	
TIEMPO	5	132.822	26.564	85.85	0.000	
ALMACENAMIENTO	1	1.910	1.910	6.17	0.056	
EMPAQUE	1	433.245	433.245	1400.11	0.000	
TIEMPO*ALMACENAMIENTO	5	1.269	0.254	0.82	0.583	
TIEMPO*EMPAQUE	5	131.254	26.251	84.83	0.000	
ALMACENAMIENTO*EMPAQUE	1	1.832	1.832	5.92	0.059	
Error	5	1.547	0.309			
Total	23	703.878				

S = 0.556271 R-Sq = 99.78% R-Sq(adj) = 98.99%

Figura 28. Análisis de varianza para el CO₂ vs tiempo, almacenamiento y tipo de empaque

ANOVA: O2 versus TIEMPO; ALMACENAMIENTO; EMPAQUE					
Factor	Type	Levels	Values		
TIEMPO	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6		
ALMACENAMIENTO	fixed	2	1; 2		
EMPAQUE	fixed	2	1; 2		
Analysis of Variance for O2					
Source	DF	SS	MS	F	P
TIEMPO	5	117.787	23.557	95.21	0.000
ALMACENAMIENTO	1	1.654	1.654	6.68	0.049
EMPAQUE	1	348.844	348.844	1409.94	0.000
TIEMPO*ALMACENAMIENTO	5	0.984	0.197	0.80	0.596
TIEMPO*EMPAQUE	5	118.664	23.733	95.92	0.000
ALMACENAMIENTO*EMPAQUE	1	1.760	1.760	7.12	0.044
Error	5	1.237	0.247		
Total	23	590.930			
S = 0.497410 R-Sq = 99.79% R-Sq(adj) = 99.04%					

Figura 29. Análisis de varianza para el O₂ vs tiempo, almacenamiento y tipo de empaque

ANOVA: PH versus TIEMPO; ALMACENAMIENTO; EMPAQUE					
Factor	Type	Levels	Values		
TIEMPO	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6		
ALMACENAMIENTO	fixed	2	1; 2		
EMPAQUE	fixed	2	1; 2		
Analysis of Variance for PH					
Source	DF	SS	MS	F	P
TIEMPO	5	3.65038	0.73008	618.71	0.000
ALMACENAMIENTO	1	0.01127	0.01127	9.55	0.027
EMPAQUE	1	0.05802	0.05802	49.17	0.001
TIEMPO*ALMACENAMIENTO	5	0.01588	0.00318	2.69	0.151
TIEMPO*EMPAQUE	5	0.04853	0.00971	8.23	0.019
ALMACENAMIENTO*EMPAQUE	1	0.00015	0.00015	0.13	0.736
Error	5	0.00590	0.00118		
Total	23	3.79013			
S = 0.0343511 R-Sq = 99.84% R-Sq(adj) = 99.28%					

Figura 30. Análisis de varianza para el pH vs tiempo, almacenamiento y tipo de empaque

ANOVA: Brix versus TIEMPO; ALMACENAMIENTO; EMPAQUE					
Factor	Type	Levels	Values		
TIEMPO	fixed	6	1; 2; 3; 4; 5; 6		
ALMACENAMIENTO	fixed	2	1; 2		
EMPAQUE	fixed	2	1; 2		
Analysis of Variance for Brix					
Source	DF	SS	MS	F	P
TIEMPO	5	0.018333	0.003667	1.00	0.500
ALMACENAMIENTO	1	0.001667	0.001667	0.45	0.530
EMPAQUE	1	0.001667	0.001667	0.45	0.530
TIEMPO*ALMACENAMIENTO	5	0.178333	0.035667	9.73	0.013
TIEMPO*EMPAQUE	5	0.038333	0.007667	2.09	0.219
ALMACENAMIENTO*EMPAQUE	1	0.001667	0.001667	0.45	0.530
Error	5	0.018333	0.003667		
Total	23	0.258333			
S = 0.0605530 R-Sq = 92.90% R-Sq(adj) = 67.35%					

Figura 31. Análisis de varianza para los °Brix vs tiempo, almacenamiento y tipo de empaque

Anexo 6. Resultados sensoriales

Tabla 23. Resultados de la aceptación sensorial

Panelista	Código de muestra	Grado de aceptabilidad
1	338	3
2	400	3
3	321	7
4	348	6
5	317	2
6	375	6
7	332	6
8	300	3
9	399	3
10	328	4
11	347	5
12	377	7
13	361	6
14	319	5
15	396	2
16	357	3
17	398	4
18	337	3
19	399	4
20	330	3
21	309	2
22	355	2
23	341	3
24	359	7
25	359	3
26	357	6
27	378	4
28	396	2
29	349	7
30	363	2

Tabla 24. Resultados de la evaluación sensorial en el tiempo

N°	Sin atmosfera modificada												Con atmosfera modificada											
	ALM 1						ALM 2						ALM 1						ALM 2					
	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15
1	2	3	3	4	5	5	3	2	4	7	4	7	3	5	5	5	6	8	2	1	4	5	5	7
2	2	2	3	5	5	6	1	1	4	6	6	8	3	5	2	3	5	7	3	1	3	4	6	7
3	2	2	3	3	5	5	1	1	4	4	4	6	3	2	3	5	6	7	3	3	3	4	6	7
4	2	2	3	4	5	6	3	2	4	6	6	8	1	3	2	4	4	3	1	2	3	5	7	6
5	2	3	3	4	6	7	3	5	4	5	5	8	3	1	4	4	5	6	3	1	4	3	6	5
6	2	3	3	5	5	4	1	1	3	7	6	4	1	1	4	4	5	6	1	3	2	4	7	5
7	1	1	3	5	5	6	3	1	3	5	8	5	2	3	4	4	3	6	3	2	3	4	5	6
8	1	3	3	5	7	6	2	2	4	6	5	8	2	1	5	5	5	8	2	1	4	4	6	7
9	2	1	3	3	5	5	3	3	4	5	5	4	2	2	2	5	6	7	2	1	2	5	6	6
10	2	1	3	3	5	6	2	1	4	6	5	5	3	2	3	3	4	5	1	2	4	4	4	5
11	1	1	5	5	6	6	3	3	4	7	5	7	2	3	2	5	5	6	3	3	5	5	6	5
12	1	1	2	4	4	4	2	1	4	6	5	8	2	3	4	5	5	7	2	1	4	5	4	4
13	1	5	2	4	6	6	1	3	4	5	5	4	3	1	4	5	5	7	1	3	4	6	7	7
14	2	1	2	5	6	7	3	1	4	4	4	5	2	3	4	5	5	5	3	1	2	3	6	7
15	2	3	2	5	5	6	1	3	3	5	7	8	3	2	4	5	6	5	2	1	4	3	5	5
16	2	3	2	5	7	7	1	2	4	4	4	6	1	3	2	5	6	7	2	3	4	5	6	7
17	1	1	2	5	5	7	3	3	4	6	8	7	2	2	2	5	2	6	3	1	4	5	4	5
18	1	1	2	5	5	5	2	3	4	6	4	6	2	3	4	3	3	4	1	2	3	3	6	6
19	2	3	2	4	4	5	3	1	5	7	7	5	3	1	3	3	5	6	3	5	4	5	7	7
20	2	1	3	5	7	5	1	2	4	6	7	6	3	1	3	5	5	5	2	2	3	5	6	5
21	1	2	2	5	7	6	2	2	3	4	4	7	3	2	3	5	6	8	3	1	3	6	7	7
22	2	1	2	5	5	6	2	2	4	4	7	5	2	1	3	2	6	7	1	2	5	5	6	7
23	2	3	5	5	7	6	2	2	3	6	4	4	3	3	2	4	5	8	3	3	3	5	5	5
24	1	1	3	5	7	7	3	3	4	4	4	7	3	3	3	4	4	5	3	3	3	5	6	7
25	2	3	3	3	5	6	2	2	3	6	8	8	1	1	3	3	4	4	3	2	4	6	7	5
26	1	3	3	5	6	7	1	1	6	5	5	7	3	1	2	5	6	7	2	3	3	6	7	6
27	1	2	3	3	5	6	2	3	4	6	4	4	3	2	3	2	5	6	2	3	3	3	5	5
28	1	2	3	5	6	7	3	1	3	5	5	7	2	1	2	5	5	6	3	1	2	5	6	6
29	2	2	4	5	6	5	3	1	3	4	4	6	2	3	2	2	6	8	2	3	3	5	6	7
30	1	3	2	3	3	7	3	1	4	7	4	4	3	1	5	5	5	6	2	1	4	4	5	6

Tabla 25. Tabulación de aceptación y rechazo según diseño experimental

N°	Sin atmosfera modificada												Con atmosfera modificada											
	ALM 1						ALM 2						ALM 1						ALM 2					
	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 0	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	
2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
5	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
7	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
8	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1
9	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
10	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
11	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
13	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
14	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
15	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
16	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
17	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
18	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
19	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
20	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
21	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
22	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
23	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
24	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
25	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
26	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
27	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
28	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1
29	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
30	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1

0	1	2	18	27	28	0	1	2	23	19	24	0	2	3	16	23	27	0	1	2	18	27	29
76						69						71						77					

Anexo 7. Modelamiento de Weibull

Tabla 26. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM1 (Continúa)

Días de rechazo (t)	Número de rechazos	Número de rechazos acumulados	Valores medios clasificados Median Rank F (t)	$\frac{1}{1 - F(t)}$	$\ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right]$	$\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] \right\}$	$\ln(t)$
3	1	1	0.009162	1.009247028	0.009204536	-4.688058902	1.098612289
6	1	2	0.022251	1.022757697	0.022502604	-3.794124242	1.791759469
6	1	3	0.035340	1.036635007	0.035979897	-3.324794914	1.791759469
9	1	4	0.048429	1.050894085	0.049641312	-3.002931896	2.197224577
9	1	5	0.061518	1.065550907	0.063491949	-2.756842175	2.197224577
9	1	6	0.074607	1.080622348	0.077537123	-2.556998447	2.197224577
9	1	7	0.087696	1.096126255	0.091782378	-2.388334956	2.197224577
9	1	8	0.100785	1.112081514	0.106233497	-2.242115806	2.197224577
9	1	9	0.113874	1.128508124	0.120896516	-2.112820337	2.197224577
9	1	10	0.126963	1.145427286	0.135777743	-1.996735971	2.197224577
9	1	11	0.140052	1.162861492	0.150883771	-1.891245469	2.197224577
9	1	12	0.153141	1.180834621	0.166221495	-1.794434075	2.197224577
9	1	13	0.166230	1.199372057	0.181798134	-1.704858364	2.197224577
9	1	14	0.179319	1.218500797	0.197621249	-1.621402966	2.197224577
9	1	15	0.192408	1.238249595	0.213698765	-1.543187895	2.197224577
9	1	16	0.205497	1.258649094	0.230038998	-1.469506427	2.197224577
9	1	17	0.218586	1.279731993	0.246650676	-1.399782211	2.197224577
9	1	18	0.231675	1.30153322	0.263542969	-1.333538853	2.197224577
9	1	19	0.244764	1.324090121	0.280725523	-1.270377875	2.197224577
9	1	20	0.257853	1.347442681	0.298208485	-1.209962422	2.197224577
9	1	21	0.270942	1.371633752	0.316002549	-1.152004998	2.197224577
12	1	22	0.284031	1.396709324	0.334118987	-1.096258102	2.48490665
12	1	23	0.297120	1.422718808	0.352569695	-1.042506961	2.48490665
12	1	24	0.310209	1.44971537	0.371367241	-0.990563839	2.48490665
12	1	25	0.323298	1.477756286	0.390524915	-0.94026351	2.48490665
12	1	26	0.336387	1.506903353	0.410056786	-0.891459627	2.48490665
12	1	27	0.349476	1.53722334	0.429977763	-0.844021785	2.48490665
12	1	28	0.362565	1.568788501	0.450303666	-0.79783311	2.48490665
12	1	29	0.375654	1.601677149	0.471051298	-0.752788277	2.48490665
12	1	30	0.388743	1.635974304	0.492238531	-0.70879186	2.48490665
12	1	31	0.401832	1.671772429	0.513884398	-0.665756945	2.48490665
12	1	32	0.414921	1.70917226	0.536009195	-0.623603964	2.48490665
12	1	33	0.428010	1.748283753	0.558634594	-0.582259697	2.48490665
12	1	34	0.441099	1.789227166	0.581783776	-0.541656419	2.48490665
12	1	35	0.454188	1.832134293	0.605481567	-0.501731158	2.48490665
12	1	36	0.467277	1.877149877	0.629754604	-0.462425053	2.48490665
12	1	37	0.480366	1.924433249	0.654631508	-0.423682784	2.48490665
12	1	38	0.493455	1.974160207	0.680143096	-0.385452067	2.48490665
12	1	39	0.506545	2.026525199	0.706322602	-0.347683203	2.48490665

Tabla 26. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM1 (**Continuación**)

<i>Días de rechazo (t)</i>	<i>Número de rechazos</i>	<i>Número de rechazos acumulados</i>	<i>Valores medios clasificados Median Rank F (t)</i>	$\frac{1}{1 - F(t)}$	$\ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right]$	$\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] \right\}$	$\ln(t)$
12	1	40	0.519634	2.081743869	0.733205941	-0.31032866	2.48490665
12	1	41	0.532723	2.140056022	0.760832007	-0.273342698	2.48490665
12	1	42	0.545812	2.201729107	0.789243009	-0.236681009	2.48490665
12	1	43	0.558901	2.267062315	0.818484859	-0.200300381	2.48490665
12	1	44	0.571990	2.336391437	0.848607618	-0.164158369	2.48490665
12	1	45	0.585079	2.410094637	0.879666015	-0.128212972	2.48490665
12	1	46	0.598168	2.488599349	0.911720042	-0.092422308	2.48490665
12	1	47	0.611257	2.572390572	0.94483565	-0.056744282	2.48490665
12	1	48	0.624346	2.662020906	0.979085573	-0.021136231	2.48490665
15	1	49	0.637435	2.758122744	1.014550283	0.014445443	2.708050201
15	1	50	0.650524	2.861423221	1.051319131	0.050045691	2.708050201
15	1	51	0.663613	2.972762646	1.089491704	0.085711261	2.708050201
15	1	52	0.676702	3.093117409	1.129179453	0.121491221	2.708050201
15	1	53	0.689791	3.223628692	1.170507648	0.157437542	2.708050201
15	1	54	0.702880	3.365638767	1.213617772	0.193605793	2.708050201
15	1	55	0.715969	3.520737327	1.258670436	0.230055954	2.708050201
15	1	56	0.729058	3.690821256	1.305848996	0.266853401	2.708050201
15	1	57	0.742147	3.878172589	1.35536406	0.304070098	2.708050201
15	1	58	0.755236	4.085561497	1.407459172	0.341786073	2.708050201
15	1	59	0.768325	4.316384181	1.462418057	0.380091269	2.708050201
15	1	60	0.781414	4.574850299	1.520573977	0.41908788	2.708050201
15	1	61	0.794503	4.866242038	1.582321984	0.458893378	2.708050201
15	1	62	0.807592	5.197278912	1.648135202	0.499644468	2.708050201
15	1	63	0.820681	5.576642336	1.718586863	0.541502362	2.708050201
15	1	64	0.833770	6.015748031	1.794380703	0.58465995	2.708050201
15	1	65	0.846859	6.52991453	1.876393854	0.629351772	2.708050201
15	1	66	0.859948	7.140186916	1.965738955	0.675868233	2.708050201
15	1	67	0.873037	7.87628866	2.063856811	0.724576471	2.708050201
15	1	68	0.886126	8.781609195	2.172659671	0.775952072	2.708050201
15	1	69	0.899215	9.922077922	2.294762367	0.830629294	2.708050201
15	1	70	0.912304	11.40298507	2.43387517	0.889484707	2.708050201
15	1	71	0.925393	13.40350877	2.595516521	0.953785542	2.708050201
15	1	72	0.938482	16.25531915	2.788420187	1.025475194	2.708050201
15	1	73	0.951571	20.64864865	3.027649877	1.1077867	2.708050201
15	1	74	0.964660	28.2962963	3.342730923	1.206788115	2.708050201
15	1	75	0.977749	44.94117647	3.805354445	1.336409139	2.708050201
15	1	76	0.990838	109.1428571	4.69265764	1.545999083	2.708050201

Tabla 27. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (**Continua**)

Días de rechazo (t)	Número de rechazos	Número de rechazos acumulados	Valores medios clasificados Median Rank F (t)	$\frac{1}{1-F(t)}$	$\ln\left[\frac{1}{1-F(t)}\right]$	$\ln\left\{\ln\left[\frac{1}{1-F(t)}\right]\right\}$	$\ln(t)$
3	1	1	0.010086	1.010189229	0.010137668	-4.591497259	1.098612289
6	1	2	0.024496	1.025110783	0.024800688	-3.696883901	1.791759469
6	1	3	0.038905	1.04047976	0.039681915	-3.226859747	1.791759469
9	1	4	0.053314	1.056316591	0.054787942	-2.904285145	2.197224577
9	1	5	0.067723	1.072642968	0.070125666	-2.657466418	2.197224577
9	1	6	0.082133	1.089481947	0.085702305	-2.456875558	2.197224577
9	1	7	0.096542	1.106858054	0.10152542	-2.28744607	2.197224577
9	1	8	0.110951	1.124797407	0.117602937	-2.140441273	2.197224577
9	1	9	0.125360	1.143327842	0.133943169	-2.010339678	2.197224577
9	1	10	0.139769	1.162479062	0.150554847	-1.893427829	2.197224577
9	1	11	0.154179	1.182282794	0.167447141	-1.787087556	2.197224577
9	1	12	0.168588	1.202772964	0.184629694	-1.689403114	2.197224577
9	1	13	0.182997	1.223985891	0.202112657	-1.59893003	2.197224577
9	1	14	0.197406	1.245960503	0.219906721	-1.51455182	2.197224577
9	1	15	0.211816	1.268738574	0.238023158	-1.435387307	2.197224577
9	1	16	0.226225	1.292364991	0.256473866	-1.360728507	2.197224577
9	1	17	0.240634	1.316888046	0.275271412	-1.289997715	2.197224577
9	1	18	0.255043	1.342359768	0.294429086	-1.222717099	2.197224577
9	1	19	0.269452	1.368836292	0.313960957	-1.158486642	2.197224577
9	1	20	0.283862	1.39637827	0.333881934	-1.096967838	2.197224577
9	1	21	0.298271	1.425051335	0.354207837	-1.037871427	2.197224577
9	1	22	0.312680	1.454926625	0.37495547	-0.980948008	2.197224577
9	1	23	0.327089	1.48608137	0.396142703	-0.925980772	2.197224577
9	1	24	0.341499	1.518599562	0.41778857	-0.872779789	2.197224577
9	1	25	0.355908	1.552572707	0.439913366	-0.821177467	2.197224577
9	1	26	0.370317	1.588100686	0.462538765	-0.771024908	2.197224577
12	1	27	0.384726	1.62529274	0.485687947	-0.722188945	2.48490665
12	1	28	0.399135	1.664268585	0.509385739	-0.674549713	2.48490665
12	1	29	0.413545	1.705159705	0.533658775	-0.627998642	2.48490665
12	1	30	0.427954	1.748110831	0.55853568	-0.582436777	2.48490665
12	1	31	0.442363	1.793281654	0.584047267	-0.537773362	2.48490665
12	1	32	0.456772	1.840848806	0.610226773	-0.493924632	2.48490665
12	1	33	0.471182	1.891008174	0.637110112	-0.450812777	2.48490665
12	1	34	0.485591	1.943977591	0.664736179	-0.408365041	2.48490665
12	1	35	0.500000	2	0.693147181	-0.366512921	2.48490665
12	1	36	0.514409	2.059347181	0.72238903	-0.325191462	2.48490665
12	1	37	0.528818	2.122324159	0.75251179	-0.284338615	2.48490665
12	1	38	0.543228	2.189274448	0.783570187	-0.24389464	2.48490665
12	1	39	0.557637	2.260586319	0.815624213	-0.203801553	2.48490665
12	1	40	0.572046	2.336700337	0.848739822	-0.164002592	2.48490665

Tabla 27. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (**Continuación**)

<i>Días de rechazo (t)</i>	<i>Número de rechazos</i>	<i>Número de rechazos acumulados</i>	<i>Valores medios clasificados Median Rank F (t)</i>	$\frac{1}{1 - F(t)}$	$\ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right]$	$\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] \right\}$	$\ln(t)$
12	1	41	0.586455	2.418118467	0.882989745	-0.124441693	2.48490665
12	1	42	0.600865	2.505415162	0.918454454	-0.085062963	2.48490665
12	1	43	0.615274	2.599250936	0.955223302	-0.045810142	2.48490665
12	1	44	0.629683	2.700389105	0.993395876	-0.006626028	2.48490665
12	1	45	0.644092	2.809716599	1.033083624	0.032548139	2.48490665
15	1	46	0.658501	2.928270042	1.074411819	0.071773367	2.708050201
15	1	47	0.672911	3.057268722	1.117521943	0.111113683	2.708050201
15	1	48	0.687320	3.198156682	1.162574607	0.150637034	2.708050201
15	1	49	0.701729	3.352657005	1.209753167	0.190416345	2.708050201
15	1	50	0.716138	3.52284264	1.259268232	0.230530784	2.708050201
15	1	51	0.730548	3.711229947	1.311363344	0.271067316	2.708050201
15	1	52	0.744957	3.920903955	1.366322228	0.312122625	2.708050201
15	1	53	0.759366	4.155688623	1.424478148	0.353805535	2.708050201
15	1	54	0.773775	4.420382166	1.486226155	0.396240125	2.708050201
15	1	55	0.788184	4.721088435	1.552039374	0.439569791	2.708050201
15	1	56	0.802594	5.065693431	1.622491035	0.483962644	2.708050201
15	1	57	0.817003	5.464566929	1.698284874	0.529618844	2.708050201
15	1	58	0.831412	5.931623932	1.780298026	0.57678078	2.708050201
15	1	59	0.845821	6.485981308	1.869643126	0.625747571	2.708050201
15	1	60	0.860231	7.154639175	1.967760982	0.676896339	2.708050201
15	1	61	0.874640	7.977011494	2.076563842	0.730714529	2.708050201
15	1	62	0.889049	9.012987013	2.198666539	0.787851058	2.708050201
15	1	63	0.903458	10.35820896	2.337779341	0.849201479	2.708050201
15	1	64	0.917867	12.1754386	2.499420693	0.916058982	2.708050201
15	1	65	0.932277	14.76595745	2.692324359	0.990404894	2.708050201
15	1	66	0.946686	18.75675676	2.931554048	1.075532674	2.708050201
15	1	67	0.961095	25.7037037	3.246635095	1.177619104	2.708050201
15	1	68	0.975504	40.82352941	3.709258616	1.310832023	2.708050201
15	1	69	0.989914	99.14285714	4.596561811	1.525308592	2.708050201

Tabla 28. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (**Continua**)

Días de rechazo (t)	Número de rechazos	Número de rechazos acumulados	Valores medios clasificados Median Rank F (t)	$\frac{1}{1 - F(t)}$	$\ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right]$	$\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] \right\}$	$\ln(t)$
3	1	1	0.009804	1.00990099	0.009852296	-4.62005071	1.098612289
3	1	2	0.023810	1.024390244	0.024097552	-3.725645038	1.098612289
6	1	3	0.037815	1.03930131	0.03854867	-3.255833677	1.791759469
6	1	4	0.051821	1.05465288	0.053211689	-2.933477181	1.791759469
6	1	5	0.065826	1.070464768	0.068092916	-2.686882089	1.791759469
9	1	6	0.079832	1.086757991	0.083198944	-2.486520625	2.197224577
9	1	7	0.093838	1.103554869	0.098536668	-2.317326538	2.197224577
9	1	8	0.107843	1.120879121	0.114113307	-2.170563405	2.197224577
9	1	9	0.121849	1.138755981	0.129936422	-2.040710012	2.197224577
9	1	10	0.135854	1.157212318	0.146013938	-1.924053193	2.197224577
9	1	11	0.149860	1.176276771	0.162354171	-1.817975088	2.197224577
9	1	12	0.163866	1.195979899	0.178965849	-1.720560279	2.197224577
9	1	13	0.177871	1.216354344	0.195858143	-1.630364644	2.197224577
9	1	14	0.191877	1.237435009	0.213040696	-1.546272071	2.197224577
9	1	15	0.205882	1.259259259	0.230523659	-1.467401781	2.197224577
9	1	16	0.219888	1.281867145	0.248317722	-1.393046214	2.197224577
9	1	17	0.233894	1.305301645	0.26643416	-1.322628121	2.197224577
9	1	18	0.247899	1.329608939	0.284884868	-1.255670153	2.197224577
9	1	19	0.261905	1.35483871	0.303682414	-1.191772815	2.197224577
9	1	20	0.275910	1.381044487	0.322840088	-1.130598162	2.197224577
9	1	21	0.289916	1.408284024	0.342371959	-1.071857534	2.197224577
12	1	22	0.303922	1.436619718	0.362292936	-1.015302178	2.48490665
12	1	23	0.317927	1.466119097	0.382618839	-0.960715983	2.48490665
12	1	24	0.331933	1.496855346	0.403366471	-0.907909772	2.48490665
12	1	25	0.345938	1.528907923	0.424553705	-0.856716768	2.48490665
12	1	26	0.359944	1.562363239	0.446199571	-0.806988957	2.48490665
12	1	27	0.373950	1.597315436	0.468324368	-0.75859413	2.48490665
12	1	28	0.387955	1.633867277	0.490949767	-0.711413463	2.48490665
12	1	29	0.401961	1.672131148	0.514098949	-0.665339524	2.48490665
12	1	30	0.415966	1.712230216	0.537796741	-0.620274596	2.48490665
12	1	31	0.429972	1.754299754	0.562069777	-0.576129279	2.48490665
12	1	32	0.443978	1.798488665	0.586946682	-0.532821295	2.48490665
12	1	33	0.457983	1.84496124	0.612458269	-0.490274471	2.48490665
12	1	34	0.471989	1.893899204	0.638637775	-0.448417848	2.48490665
12	1	35	0.485994	1.945504087	0.665521114	-0.407184915	2.48490665
12	1	36	0.500000	2	0.693147181	-0.366512921	2.48490665
12	1	37	0.514006	2.057636888	0.721558182	-0.326342263	2.48490665
12	1	38	0.528011	2.118694362	0.750800032	-0.286615932	2.48490665
12	1	39	0.542017	2.183486239	0.780922791	-0.247278993	2.48490665
12	1	40	0.556022	2.252365931	0.811981188	-0.208278106	2.48490665

Tabla 28. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (**Continuación**)

<i>Días de rechazo (t)</i>	<i>Número de rechazos</i>	<i>Número de rechazos acumulados</i>	<i>Valores medios clasificados Median Rank F (t)</i>	$\frac{1}{1 - F(t)}$	$\ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right]$	$\ln \left\{ \ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] \right\}$	$\ln(t)$
12	1	41	0.570028	2.325732899	0.844035215	-0.169561062	2.48490665
12	1	42	0.584034	2.404040404	0.877150824	-0.131076325	2.48490665
12	1	43	0.598039	2.487804878	0.911400747	-0.092772581	2.48490665
12	1	44	0.612045	2.577617329	0.946865456	-0.05459827	2.48490665
15	1	45	0.626050	2.674157303	0.983634304	-0.016501093	2.708050201
15	1	46	0.640056	2.778210117	1.021806877	0.021572509	2.708050201
15	1	47	0.654062	2.890688259	1.061494626	0.059677939	2.708050201
15	1	48	0.668067	3.012658228	1.102822821	0.097873094	2.708050201
15	1	49	0.682073	3.145374449	1.145932945	0.136219104	2.708050201
15	1	50	0.696078	3.290322581	1.190985609	0.174781207	2.708050201
15	1	51	0.710084	3.449275362	1.238164169	0.213629774	2.708050201
15	1	52	0.724090	3.624365482	1.287679234	0.252841554	2.708050201
15	1	53	0.738095	3.818181818	1.339774345	0.292501201	2.708050201
15	1	54	0.752101	4.033898305	1.39473323	0.332703164	2.708050201
15	1	55	0.766106	4.275449102	1.45288915	0.373554091	2.708050201
15	1	56	0.780112	4.547770701	1.514637157	0.41517591	2.708050201
15	1	57	0.794118	4.857142857	1.580450376	0.457709854	2.708050201
15	1	58	0.808123	5.211678832	1.650902037	0.501321827	2.708050201
15	1	59	0.822129	5.622047244	1.726695876	0.546209684	2.708050201
15	1	60	0.836134	6.102564103	1.808709028	0.592613346	2.708050201
15	1	61	0.850140	6.672897196	1.898054128	0.640829218	2.708050201
15	1	62	0.864146	7.360824742	1.996171984	0.691231338	2.708050201
15	1	63	0.878151	8.206896552	2.104974844	0.744303516	2.708050201
15	1	64	0.892157	9.272727273	2.22707754	0.800690206	2.708050201
15	1	65	0.906162	10.65671642	2.366190343	0.861281212	2.708050201
15	1	66	0.920168	12.52631579	2.527831695	0.927361898	2.708050201
15	1	67	0.934174	15.19148936	2.720735361	1.000902197	2.708050201
15	1	68	0.948179	19.2972973	2.95996505	1.085177461	2.708050201
15	1	69	0.962185	26.44444444	3.275046096	1.186331944	2.708050201
15	1	70	0.976190	42	3.737669618	1.318462321	2.708050201
15	1	71	0.990196	102	4.624972813	1.531470493	2.708050201

Tabla 29. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (**Continúa**)

<i>Días de rechazo (t)</i>	<i>Número de rechazos</i>	<i>Número de rechazos acumulados</i>	<i>Valores medios clasificados Median Rank F (t)</i>	$\frac{1}{1 - F(t)}$	$\ln\left[\frac{1}{1 - F(t)}\right]$	$\ln\left\{\ln\left[\frac{1}{1 - F(t)}\right]\right\}$	$\ln(t)$
3	1	1	0.009044	1.009126467	0.009085072	-4.701122628	1.098612289
6	1	2	0.021964	1.022457067	0.02220862	-3.80727477	1.791759469
6	1	3	0.034884	1.036144578	0.035506688	-3.338034193	1.791759469
9	1	4	0.047804	1.050203528	0.048983981	-3.016261945	2.197224577
9	1	5	0.060724	1.064649243	0.062645396	-2.770265087	2.197224577
9	1	6	0.073643	1.079497908	0.076496033	-2.570516396	2.197224577
9	1	7	0.086563	1.09476662	0.090541208	-2.401950198	2.197224577
9	1	8	0.099483	1.110473458	0.104786463	-2.255830687	2.197224577
9	1	9	0.112403	1.126637555	0.119237581	-2.126637294	2.197224577
9	1	10	0.125323	1.143279173	0.133900601	-2.01065754	2.197224577
9	1	11	0.138243	1.16041979	0.148781828	-1.90527429	2.197224577
9	1	12	0.151163	1.178082192	0.163887855	-1.808572895	2.197224577
9	1	13	0.164083	1.196290572	0.179225579	-1.719110048	2.197224577
9	1	14	0.177003	1.215070644	0.194802218	-1.635770502	2.197224577
9	1	15	0.189922	1.234449761	0.210625333	-1.557674397	2.197224577
9	1	16	0.202842	1.25445705	0.22670285	-1.484115151	2.197224577
9	1	17	0.215762	1.275123558	0.243043083	-1.414516557	2.197224577
9	1	18	0.228682	1.296482412	0.25965476	-1.348402376	2.197224577
9	1	19	0.241602	1.318568995	0.276547054	-1.285374296	2.197224577
9	1	20	0.254522	1.341421144	0.293729607	-1.225095639	2.197224577
9	1	21	0.267442	1.365079365	0.31121257	-1.167279096	2.197224577
12	1	22	0.280362	1.389587074	0.329006634	-1.111677365	2.48490665
12	1	23	0.293282	1.414990859	0.347123071	-1.05807589	2.48490665
12	1	24	0.306202	1.441340782	0.365573779	-1.006287162	2.48490665
12	1	25	0.319121	1.468690702	0.384371325	-0.956146201	2.48490665
12	1	26	0.332041	1.497098646	0.403528999	-0.907506925	2.48490665
12	1	27	0.344961	1.526627219	0.42306087	-0.86023921	2.48490665
12	1	28	0.357881	1.557344064	0.442981847	-0.814226486	2.48490665
12	1	29	0.370801	1.589322382	0.463307751	-0.769363758	2.48490665
12	1	30	0.383721	1.622641509	0.484055383	-0.725555952	2.48490665
12	1	31	0.396641	1.65738758	0.505242616	-0.682716538	2.48490665
12	1	32	0.409561	1.693654267	0.526888483	-0.640766361	2.48490665
12	1	33	0.422481	1.731543624	0.549013279	-0.59963265	2.48490665
12	1	34	0.435401	1.771167048	0.571638678	-0.559248168	2.48490665
12	1	35	0.448320	1.81264637	0.59478786	-0.519550474	2.48490665
12	1	36	0.461240	1.856115108	0.618485652	-0.480481286	2.48490665
12	1	37	0.474160	1.901719902	0.642758688	-0.441985916	2.48490665
12	1	38	0.487080	1.949622166	0.667635593	-0.404012774	2.48490665
12	1	39	0.500000	2	0.693147181	-0.366512921	2.48490665
12	1	40	0.512920	2.053050398	0.719326686	-0.329439663	2.48490665

Tabla 29. Regresión lineal, envase sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (**Continuación**)

<i>Días de rechazo (t)</i>	<i>Número de rechazos</i>	<i>Número de rechazos acumulados</i>	<i>Valores medios clasificados Median Rank F (t)</i>	$\frac{1}{1 - F(t)}$	$\ln\left[\frac{1}{1 - F(t)}\right]$	$\ln\left\{\ln\left[\frac{1}{1 - F(t)}\right]\right\}$	$\ln(t)$
12	1	41	0.525840	2.108991826	0.746210026	-0.292748183	2.48490665
12	1	42	0.538760	2.168067227	0.773836092	-0.256395196	2.48490665
12	1	43	0.551680	2.23054755	0.802247094	-0.220338622	2.48490665
12	1	44	0.564599	2.296735905	0.831488943	-0.184537278	2.48490665
12	1	45	0.577519	2.366972477	0.861611703	-0.148950571	2.48490665
12	1	46	0.590439	2.441640379	0.8926701	-0.113538196	2.48490665
12	1	47	0.603359	2.521172638	0.924724126	-0.078259828	2.48490665
12	1	48	0.616279	2.606060606	0.957839735	-0.043074806	2.48490665
15	1	49	0.629199	2.696864111	0.992089658	-0.007941795	2.708050201
15	1	50	0.642119	2.794223827	1.027554367	0.027181578	2.708050201
15	1	51	0.655039	2.898876404	1.064323215	0.062339118	2.708050201
15	1	52	0.667959	3.011673152	1.102495789	0.097576509	2.708050201
15	1	53	0.680879	3.133603239	1.142183537	0.132941814	2.708050201
15	1	54	0.693798	3.265822785	1.183511732	0.168486063	2.708050201
15	1	55	0.706718	3.40969163	1.226621856	0.204263932	2.708050201
15	1	56	0.719638	3.566820276	1.27167452	0.240334552	2.708050201
15	1	57	0.732558	3.739130435	1.31885308	0.27676248	2.708050201
15	1	58	0.745478	3.92893401	1.368368145	0.313618895	2.708050201
15	1	59	0.758398	4.139037433	1.420463257	0.350983056	2.708050201
15	1	60	0.771318	4.372881356	1.475422141	0.388944146	2.708050201
15	1	61	0.784238	4.634730539	1.533578061	0.427603607	2.708050201
15	1	62	0.797158	4.929936306	1.595326068	0.467078147	2.708050201
15	1	63	0.810078	5.265306122	1.661139287	0.507503684	2.708050201
15	1	64	0.822997	5.649635036	1.731590948	0.549040609	2.708050201
15	1	65	0.835917	6.094488189	1.807384787	0.591880931	2.708050201
15	1	66	0.848837	6.615384615	1.889397939	0.636258227	2.708050201
15	1	67	0.861757	7.23364486	1.978743039	0.682461814	2.708050201
15	1	68	0.874677	7.979381443	2.076860895	0.730857569	2.708050201
15	1	69	0.887597	8.896551724	2.185663755	0.78191956	2.708050201
15	1	70	0.900517	10.05194805	2.307766452	0.836280153	2.708050201
15	1	71	0.913437	11.55223881	2.446879254	0.894813439	2.708050201
15	1	72	0.926357	13.57894737	2.608520606	0.958783243	2.708050201
15	1	73	0.939276	16.46808511	2.801424272	1.030127956	2.708050201
15	1	74	0.952196	20.91891892	3.040653961	1.112072611	2.708050201
15	1	75	0.965116	28.66666667	3.355735008	1.210670825	2.708050201
15	1	76	0.978036	45.52941176	3.81835853	1.339820626	2.708050201
15	1	77	0.990956	110.5714286	4.705661725	1.548766406	2.708050201

Anexo 8. Determinación de bondad y ajuste

Tabla 30. Determinación de bondad y ajuste de envases sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM1 (**Continua**)

Días de rechazo (t)	Frecuencia esperada (Fe) $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$	Frecuencia de observación (Fo)	Diferencia absoluta (Fe-Fo)	Orden de menor a mayor
3	0.000724067	0.009162	-0.008438	0.000724067
6	0.020371524	0.022251	-0.001880	0.020371524
6	0.020371524	0.035340	-0.014969	0.020371524
9	0.13566924	0.048429	0.087240	0.13566924
9	0.13566924	0.061518	0.074151	0.13566924
9	0.13566924	0.074607	0.061062	0.13566924
9	0.13566924	0.087696	0.047973	0.13566924
9	0.13566924	0.100785	0.034884	0.13566924
9	0.13566924	0.113874	0.021795	0.13566924
9	0.13566924	0.126963	0.008706	0.13566924
9	0.13566924	0.140052	-0.004383	0.13566924
9	0.13566924	0.153141	-0.017472	0.13566924
9	0.13566924	0.166230	-0.030561	0.13566924
9	0.13566924	0.179319	-0.043650	0.13566924
9	0.13566924	0.192408	-0.056739	0.13566924
9	0.13566924	0.205497	-0.069828	0.13566924
9	0.13566924	0.218586	-0.082917	0.13566924
9	0.13566924	0.231675	-0.096006	0.13566924
9	0.13566924	0.244764	-0.109095	0.13566924
9	0.13566924	0.257853	-0.122184	0.13566924
9	0.13566924	0.270942	-0.135273	0.13566924
12	0.442802799	0.284031	0.158771	0.442802799
12	0.442802799	0.297120	0.145682	0.442802799
12	0.442802799	0.310209	0.132593	0.442802799
12	0.442802799	0.323298	0.119504	0.442802799
12	0.442802799	0.336387	0.106415	0.442802799
12	0.442802799	0.349476	0.093326	0.442802799
12	0.442802799	0.362565	0.080237	0.442802799
12	0.442802799	0.375654	0.067148	0.442802799
12	0.442802799	0.388743	0.054059	0.442802799
12	0.442802799	0.401832	0.040970	0.442802799
12	0.442802799	0.414921	0.027881	0.442802799
12	0.442802799	0.428010	0.014792	0.442802799
12	0.442802799	0.441099	0.001703	0.442802799
12	0.442802799	0.454188	-0.011386	0.442802799
12	0.442802799	0.467277	-0.024475	0.442802799
12	0.442802799	0.480366	-0.037564	0.442802799

Tabla 30. Determinación de bondad y ajuste de envases sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM1 (**Continuación**)

Días de rechazo (t)	Frecuencia esperada (Fe) $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$	Frecuencia de observación (Fo)	Diferencia absoluta (Fe-Fo)	Orden de menor a mayor
12	0.442802799	0.493455	-0.050653	0.442802799
12	0.442802799	0.506545	-0.063742	0.442802799
12	0.442802799	0.519634	-0.076831	0.442802799
12	0.442802799	0.532723	-0.089920	0.442802799
12	0.442802799	0.545812	-0.103009	0.442802799
12	0.442802799	0.558901	-0.116098	0.442802799
12	0.442802799	0.571990	-0.129187	0.442802799
12	0.442802799	0.585079	-0.142276	0.442802799
12	0.442802799	0.598168	-0.155365	0.442802799
12	0.442802799	0.611257	-0.168454	0.442802799
12	0.442802799	0.624346	-0.181543	0.442802799
15	0.820539332	0.637435	0.183105	0.820539332
15	0.820539332	0.650524	0.170016	0.820539332
15	0.820539332	0.663613	0.156927	0.820539332
15	0.820539332	0.676702	0.143838	0.820539332
15	0.820539332	0.689791	0.130749	0.820539332
15	0.820539332	0.702880	0.117660	0.820539332
15	0.820539332	0.715969	0.104571	0.820539332
15	0.820539332	0.729058	0.091482	0.820539332
15	0.820539332	0.742147	0.078393	0.820539332
15	0.820539332	0.755236	0.065304	0.820539332
15	0.820539332	0.768325	0.052215	0.820539332
15	0.820539332	0.781414	0.039126	0.820539332
15	0.820539332	0.794503	0.026037	0.820539332
15	0.820539332	0.807592	0.012948	0.820539332
15	0.820539332	0.820681	-0.000141	0.820539332
15	0.820539332	0.833770	-0.013230	0.820539332
15	0.820539332	0.846859	-0.026319	0.820539332
15	0.820539332	0.859948	-0.039408	0.820539332
15	0.820539332	0.873037	-0.052497	0.820539332
15	0.820539332	0.886126	-0.065586	0.820539332
15	0.820539332	0.899215	-0.078675	0.820539332
15	0.820539332	0.912304	-0.091764	0.820539332
15	0.820539332	0.925393	-0.104853	0.820539332
15	0.820539332	0.938482	-0.117942	0.820539332
15	0.820539332	0.951571	-0.131031	0.820539332
15	0.820539332	0.964660	-0.144120	0.820539332
15	0.820539332	0.977749	-0.157209	0.820539332
15	0.820539332	0.990838	-0.170298	0.820539332

Tabla 31. Determinación de bondad y ajuste de envases sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (**Continúa**)

Días de rechazo (t)	Frecuencia esperada (Fe) $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$	Frecuencia de observación (Fo)	Diferencia absoluta (Fe-Fo)	Orden de menor a mayor
3	0.001275014	0.010086	-0.008811	0.001275014
6	0.030331589	0.024496	0.005836	0.030331589
6	0.030331589	0.038905	-0.008573	0.030331589
9	0.179919233	0.053314	0.126605	0.179919233
9	0.179919233	0.067723	0.112196	0.179919233
9	0.179919233	0.082133	0.097787	0.179919233
9	0.179919233	0.096542	0.083377	0.179919233
9	0.179919233	0.110951	0.068968	0.179919233
9	0.179919233	0.125360	0.054559	0.179919233
9	0.179919233	0.139769	0.040150	0.179919233
9	0.179919233	0.154179	0.025741	0.179919233
9	0.179919233	0.168588	0.011331	0.179919233
9	0.179919233	0.182997	-0.003078	0.179919233
9	0.179919233	0.197406	-0.017487	0.179919233
9	0.179919233	0.211816	-0.031896	0.179919233
9	0.179919233	0.226225	-0.046306	0.179919233
9	0.179919233	0.240634	-0.060715	0.179919233
9	0.179919233	0.255043	-0.075124	0.179919233
9	0.179919233	0.269452	-0.089533	0.179919233
9	0.179919233	0.283862	-0.103942	0.179919233
9	0.179919233	0.298271	-0.118352	0.179919233
9	0.179919233	0.312680	-0.132761	0.179919233
9	0.179919233	0.327089	-0.147170	0.179919233
9	0.179919233	0.341499	-0.161579	0.179919233
9	0.179919233	0.355908	-0.175989	0.179919233
9	0.179919233	0.370317	-0.190398	0.179919233
12	0.524601768	0.384726	0.139876	0.524601768
12	0.524601768	0.399135	0.125466	0.524601768
12	0.524601768	0.413545	0.111057	0.524601768
12	0.524601768	0.427954	0.096648	0.524601768
12	0.524601768	0.442363	0.082239	0.524601768
12	0.524601768	0.456772	0.067829	0.524601768
12	0.524601768	0.471182	0.053420	0.524601768
12	0.524601768	0.485591	0.039011	0.524601768
12	0.524601768	0.500000	0.024602	0.524601768
12	0.524601768	0.514409	0.010193	0.524601768
12	0.524601768	0.528818	-0.004217	0.524601768
12	0.524601768	0.543228	-0.018626	0.524601768
12	0.524601768	0.557637	-0.033035	0.524601768

Tabla 31. Determinación de bondad y ajuste de envases sin atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (**Continuación**)

Días de rechazo (t)	Frecuencia esperada (Fe) $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{a}\right)^\beta}$	Frecuencia de observación (Fo)	Diferencia absoluta (Fe-Fo)	Orden de menor a mayor
12	0.524601768	0.572046	-0.047444	0.524601768
12	0.524601768	0.586455	-0.061854	0.524601768
12	0.524601768	0.600865	-0.076263	0.524601768
12	0.524601768	0.615274	-0.090672	0.524601768
12	0.524601768	0.629683	-0.105081	0.524601768
12	0.524601768	0.644092	-0.119490	0.524601768
15	0.874129415	0.658501	0.215628	0.874129415
15	0.874129415	0.672911	0.201219	0.874129415
15	0.874129415	0.687320	0.186810	0.874129415
15	0.874129415	0.701729	0.172400	0.874129415
15	0.874129415	0.716138	0.157991	0.874129415
15	0.874129415	0.730548	0.143582	0.874129415
15	0.874129415	0.744957	0.129173	0.874129415
15	0.874129415	0.759366	0.114763	0.874129415
15	0.874129415	0.773775	0.100354	0.874129415
15	0.874129415	0.788184	0.085945	0.874129415
15	0.874129415	0.802594	0.071536	0.874129415
15	0.874129415	0.817003	0.057127	0.874129415
15	0.874129415	0.831412	0.042717	0.874129415
15	0.874129415	0.845821	0.028308	0.874129415
15	0.874129415	0.860231	0.013899	0.874129415
15	0.874129415	0.874640	-0.000510	0.874129415
15	0.874129415	0.889049	-0.014920	0.874129415
15	0.874129415	0.903458	-0.029329	0.874129415
15	0.874129415	0.917867	-0.043738	0.874129415
15	0.874129415	0.932277	-0.058147	0.874129415
15	0.874129415	0.946686	-0.072556	0.874129415
15	0.874129415	0.961095	-0.086966	0.874129415
15	0.874129415	0.975504	-0.101375	0.874129415
15	0.874129415	0.989914	-0.115784	0.874129415

Tabla 32. Determinación de bondad y ajuste de envases con atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM1 (*Continua*)

Días de rechazo (t)	Frecuencia esperada (Fe) $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$	Frecuencia de observación (Fo)	Diferencia absoluta (Fe-Fo)	Orden de menor a mayor
3	0.001239425	0.009804	-0.008564	0.001239425
3	0.001239425	0.023810	-0.022570	0.001239425
6	0.024744609	0.037815	-0.013071	0.024744609
6	0.024744609	0.051821	-0.027076	0.024744609
6	0.024744609	0.065826	-0.041082	0.024744609
9	0.135314314	0.079832	0.055482	0.135314314
9	0.135314314	0.093838	0.041477	0.135314314
9	0.135314314	0.107843	0.027471	0.135314314
9	0.135314314	0.121849	0.013466	0.135314314
9	0.135314314	0.135854	-0.000540	0.135314314
9	0.135314314	0.149860	-0.014546	0.135314314
9	0.135314314	0.163866	-0.028551	0.135314314
9	0.135314314	0.177871	-0.042557	0.135314314
9	0.135314314	0.191877	-0.056562	0.135314314
9	0.135314314	0.205882	-0.070568	0.135314314
9	0.135314314	0.219888	-0.084574	0.135314314
9	0.135314314	0.233894	-0.098579	0.135314314
9	0.135314314	0.247899	-0.112585	0.135314314
9	0.135314314	0.261905	-0.126590	0.135314314
9	0.135314314	0.275910	-0.140596	0.135314314
9	0.135314314	0.289916	-0.154602	0.135314314
12	0.397224195	0.303922	0.093303	0.397224195
12	0.397224195	0.317927	0.079297	0.397224195
12	0.397224195	0.331933	0.065291	0.397224195
12	0.397224195	0.345938	0.051286	0.397224195
12	0.397224195	0.359944	0.037280	0.397224195
12	0.397224195	0.373950	0.023275	0.397224195
12	0.397224195	0.387955	0.009269	0.397224195
12	0.397224195	0.401961	-0.004737	0.397224195
12	0.397224195	0.415966	-0.018742	0.397224195
12	0.397224195	0.429972	-0.032748	0.397224195
12	0.397224195	0.443978	-0.046753	0.397224195
12	0.397224195	0.457983	-0.060759	0.397224195
12	0.397224195	0.471989	-0.074765	0.397224195
12	0.397224195	0.485994	-0.088770	0.397224195
12	0.397224195	0.500000	-0.102776	0.397224195
12	0.397224195	0.514006	-0.116781	0.397224195
12	0.397224195	0.528011	-0.130787	0.397224195
12	0.397224195	0.542017	-0.144793	0.397224195

Tabla 32. Determinación de bondad y ajuste de envases con atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM1 (**Continuación**)

Días de rechazo (t)	Frecuencia esperada (Fe) $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$	Frecuencia de observación (Fo)	Diferencia absoluta (Fe-Fo)	Orden de menor a mayor
12	0.397224195	0.556022	-0.158798	0.397224195
12	0.397224195	0.570028	-0.172804	0.397224195
12	0.397224195	0.584034	-0.186809	0.397224195
12	0.397224195	0.598039	-0.200815	0.397224195
12	0.397224195	0.612045	-0.214821	0.397224195
15	0.736114329	0.626050	0.110064	0.736114329
15	0.736114329	0.640056	0.096058	0.736114329
15	0.736114329	0.654062	0.082053	0.736114329
15	0.736114329	0.668067	0.068047	0.736114329
15	0.736114329	0.682073	0.054041	0.736114329
15	0.736114329	0.696078	0.040036	0.736114329
15	0.736114329	0.710084	0.026030	0.736114329
15	0.736114329	0.724090	0.012025	0.736114329
15	0.736114329	0.738095	-0.001981	0.736114329
15	0.736114329	0.752101	-0.015987	0.736114329
15	0.736114329	0.766106	-0.029992	0.736114329
15	0.736114329	0.780112	-0.043998	0.736114329
15	0.736114329	0.794118	-0.058003	0.736114329
15	0.736114329	0.808123	-0.072009	0.736114329
15	0.736114329	0.822129	-0.086015	0.736114329
15	0.736114329	0.836134	-0.100020	0.736114329
15	0.736114329	0.850140	-0.114026	0.736114329
15	0.736114329	0.864146	-0.128031	0.736114329
15	0.736114329	0.878151	-0.142037	0.736114329
15	0.736114329	0.892157	-0.156043	0.736114329
15	0.736114329	0.906162	-0.170048	0.736114329
15	0.736114329	0.920168	-0.184054	0.736114329
15	0.736114329	0.934174	-0.198059	0.736114329
15	0.736114329	0.948179	-0.212065	0.736114329
15	0.736114329	0.962185	-0.226071	0.736114329
15	0.736114329	0.976190	-0.240076	0.736114329
15	0.736114329	0.990196	-0.254082	0.736114329

Tabla 33. Determinación de bondad y ajuste de envases con atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (*Continua*)

Días de rechazo (t)	Frecuencia esperada (Fe) $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$	Frecuencia de observación (Fo)	Diferencia absoluta (Fe-Fo)	Orden de menor a mayor
3	0.000759172	0.009044	-0.008285	0.000759172
6	0.021520687	0.021964	-0.000443	0.021520687
6	0.021520687	0.034884	-0.013363	0.021520687
9	0.143453283	0.047804	0.095650	0.143453283
9	0.143453283	0.060724	0.082730	0.143453283
9	0.143453283	0.073643	0.069810	0.143453283
9	0.143453283	0.086563	0.056890	0.143453283
9	0.143453283	0.099483	0.043970	0.143453283
9	0.143453283	0.112403	0.031050	0.143453283
9	0.143453283	0.125323	0.018130	0.143453283
9	0.143453283	0.138243	0.005210	0.143453283
9	0.143453283	0.151163	-0.007710	0.143453283
9	0.143453283	0.164083	-0.020629	0.143453283
9	0.143453283	0.177003	-0.033549	0.143453283
9	0.143453283	0.189922	-0.046469	0.143453283
9	0.143453283	0.202842	-0.059389	0.143453283
9	0.143453283	0.215762	-0.072309	0.143453283
9	0.143453283	0.228682	-0.085229	0.143453283
9	0.143453283	0.241602	-0.098149	0.143453283
9	0.143453283	0.254522	-0.111069	0.143453283
9	0.143453283	0.267442	-0.123989	0.143453283
12	0.463782751	0.280362	0.183421	0.463782751
12	0.463782751	0.293282	0.170501	0.463782751
12	0.463782751	0.306202	0.157581	0.463782751
12	0.463782751	0.319121	0.144661	0.463782751
12	0.463782751	0.332041	0.131741	0.463782751
12	0.463782751	0.344961	0.118822	0.463782751
12	0.463782751	0.357881	0.105902	0.463782751
12	0.463782751	0.370801	0.092982	0.463782751
12	0.463782751	0.383721	0.080062	0.463782751
12	0.463782751	0.396641	0.067142	0.463782751
12	0.463782751	0.409561	0.054222	0.463782751
12	0.463782751	0.422481	0.041302	0.463782751
12	0.463782751	0.435401	0.028382	0.463782751
12	0.463782751	0.448320	0.015462	0.463782751
12	0.463782751	0.461240	0.002542	0.463782751
12	0.463782751	0.474160	-0.010377	0.463782751
12	0.463782751	0.487080	-0.023297	0.463782751
12	0.463782751	0.500000	-0.036217	0.463782751

Tabla 33. Determinación de bondad y ajuste de envases con atmósfera modificada condición de almacenamiento ALM2 (**Continuación**)

Días de rechazo (t)	Frecuencia esperada (Fe) $F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$	Frecuencia de observación (Fo)	Diferencia absoluta (Fe-Fo)	Orden de menor a mayor
12	0.463782751	0.512920	-0.049137	0.463782751
12	0.463782751	0.525840	-0.062057	0.463782751
12	0.463782751	0.538760	-0.074977	0.463782751
12	0.463782751	0.551680	-0.087897	0.463782751
12	0.463782751	0.564599	-0.100817	0.463782751
12	0.463782751	0.577519	-0.113737	0.463782751
12	0.463782751	0.590439	-0.126657	0.463782751
12	0.463782751	0.603359	-0.139576	0.463782751
12	0.463782751	0.616279	-0.152496	0.463782751
15	0.840435846	0.629199	0.211237	0.840435846
15	0.840435846	0.642119	0.198317	0.840435846
15	0.840435846	0.655039	0.185397	0.840435846
15	0.840435846	0.667959	0.172477	0.840435846
15	0.840435846	0.680879	0.159557	0.840435846
15	0.840435846	0.693798	0.146637	0.840435846
15	0.840435846	0.706718	0.133717	0.840435846
15	0.840435846	0.719638	0.120798	0.840435846
15	0.840435846	0.732558	0.107878	0.840435846
15	0.840435846	0.745478	0.094958	0.840435846
15	0.840435846	0.758398	0.082038	0.840435846
15	0.840435846	0.771318	0.069118	0.840435846
15	0.840435846	0.784238	0.056198	0.840435846
15	0.840435846	0.797158	0.043278	0.840435846
15	0.840435846	0.810078	0.030358	0.840435846
15	0.840435846	0.822997	0.017438	0.840435846
15	0.840435846	0.835917	0.004519	0.840435846
15	0.840435846	0.848837	-0.008401	0.840435846
15	0.840435846	0.861757	-0.021321	0.840435846
15	0.840435846	0.874677	-0.034241	0.840435846
15	0.840435846	0.887597	-0.047161	0.840435846
15	0.840435846	0.900517	-0.060081	0.840435846
15	0.840435846	0.913437	-0.073001	0.840435846
15	0.840435846	0.926357	-0.085921	0.840435846
15	0.840435846	0.939276	-0.098841	0.840435846
15	0.840435846	0.952196	-0.111761	0.840435846
15	0.840435846	0.965116	-0.124680	0.840435846
15	0.840435846	0.978036	-0.137600	0.840435846
15	0.840435846	0.990956	-0.150520	0.840435846

Tabla 34. Test Kolmogorov- Smirnov

Test de Kolmogorov-Smirnov								
Nivel de significación α								
n	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	0.90000	0.95000	0.97500	0.99000	0.99500	0.99750	0.99900	0.99950
2	0.68337	0.77639	0.84189	0.90000	0.92929	0.95000	0.96838	0.97764
3	0.56481	0.63604	0.70760	0.78456	0.82900	0.86428	0.90000	0.92065
4	0.49265	0.56522	0.62394	0.68887	0.73424	0.77639	0.82217	0.85047
5	0.44698	0.50945	0.56328	0.62718	0.66853	0.70543	0.75000	0.78137
6	0.41037	0.46799	0.51926	0.57741	0.61661	0.65287	0.69571	0.72479
7	0.38148	0.43607	0.48342	0.53844	0.57581	0.60975	0.65071	0.67930
8	0.35831	0.40962	0.45427	0.50654	0.54179	0.57429	0.61368	0.64098
9	0.33910	0.38746	0.43001	0.47960	0.51332	0.54443	0.58210	0.60846
10	0.32260	0.36866	0.40925	0.45562	0.48893	0.51872	0.55500	0.58042
11	0.30829	0.35242	0.39122	0.43670	0.46770	0.49539	0.53135	0.55588
12	0.29577	0.33815	0.37543	0.41918	0.44905	0.47672	0.51047	0.53422
13	0.28470	0.32549	0.36143	0.40362	0.43247	0.45921	0.49189	0.51490
14	0.27481	0.31417	0.34890	0.38970	0.41762	0.44352	0.47520	0.49753
15	0.26589	0.30397	0.33750	0.37713	0.40420	0.42934	0.45611	0.48182
16	0.25778	0.29472	0.32733	0.36571	0.39201	0.41644	0.44637	0.46750
17	0.25039	0.28627	0.31796	0.35528	0.38086	0.40464	0.43380	0.45540
18	0.24360	0.27851	0.30936	0.34569	0.37062	0.39380	0.42224	0.44234
19	0.23735	0.27136	0.30143	0.33685	0.36117	0.38379	0.41156	0.43119
20	0.23156	0.26473	0.29408	0.32866	0.35241	0.37451	0.40165	0.42085
21	0.22517	0.25858	0.28724	0.32104	0.34426	0.36588	0.39243	0.41122
22	0.22115	0.25283	0.28087	0.31394	0.33666	0.35782	0.38382	0.40223
23	0.21646	0.24746	0.27491	0.30728	0.32954	0.35027	0.37575	0.39380
24	0.21205	0.24242	0.26931	0.30104	0.32286	0.34318	0.36787	0.38588
25	0.20790	0.23768	0.26404	0.29518	0.31657	0.33651	0.36104	0.37743
26	0.20399	0.23320	0.25908	0.28962	0.30963	0.33022	0.35431	0.37139
27	0.20030	0.22898	0.25438	0.28438	0.30502	0.32425	0.34794	0.36473
28	0.19680	0.22497	0.24993	0.27942	0.29971	0.31862	0.34190	0.35842
29	0.19348	0.22117	0.24571	0.27471	0.29466	0.31327	0.33617	0.35242
30	0.19032	0.21756	0.24170	0.27023	0.28986	0.30818	0.33072	0.34672
31	0.18732	0.21412	0.23788	0.26596	0.28529	0.30333	0.32553	0.34129
32	0.18445	0.21085	0.23424	0.26189	0.28094	0.29870	0.32058	0.33611
33	0.18171	0.20771	0.23076	0.25801	0.27577	0.29428	0.31584	0.33115
34	0.17909	0.21472	0.22743	0.25429	0.27271	0.29005	0.31131	0.32641
35	0.17659	0.20185	0.22425	0.25073	0.26897	0.28600	0.30597	0.32187
36	0.17418	0.19910	0.22119	0.24732	0.26532	0.28211	0.30281	0.31751
37	0.17188	0.19646	0.21826	0.24404	0.26180	0.27838	0.29882	0.31333
38	0.16966	0.19392	0.21544	0.24089	0.25843	0.27483	0.29498	0.30931
39	0.16753	0.19148	0.21273	0.23785	0.25518	0.27135	0.29125	0.30544
40	0.16547	0.18913	0.21012	0.23494	0.25205	0.26803	0.28772	0.30171
41	0.16349	0.18687	0.20760	0.23213	0.24904	0.26482	0.28429	0.29811
42	0.16158	0.18468	0.20517	0.22941	0.24613	0.26173	0.28097	0.29465
43	0.15974	0.18257	0.20283	0.22679	0.24332	0.25875	0.27778	0.29130
44	0.15795	0.18051	0.20056	0.22426	0.24060	0.25587	0.27468	0.28806
45	0.15623	0.17856	0.19837	0.22181	0.23798	0.25308	0.27169	0.28493
46	0.15457	0.17665	0.19625	0.21944	0.23544	0.25038	0.26880	0.28190
47	0.15295	0.17481	0.19420	0.21715	0.23298	0.24776	0.26600	0.27896
48	0.15139	0.17301	0.19221	0.21493	0.23059	0.24523	0.26328	0.27611
49	0.14987	0.17128	0.19028	0.21281	0.22832	0.24281	0.26069	0.27339
50	0.14840	0.16959	0.18841	0.21068	0.22604	0.24039	0.25809	0.27067
n>50	1.07	1.22	1.36	1.52	1.63	1.73	1.85	1.95
	\sqrt{n}	\sqrt{n}	\sqrt{n}	\sqrt{n}	\sqrt{n}	\sqrt{n}	\sqrt{n}	\sqrt{n}