

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Extensión de vida útil de ensalada de repollo empacada
en bolsa de 10 libras

Trabajo de graduación presentado por Ingrid María Avila Estrada
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en
Ciencia de Alimentos

Guatemala

2012

Extensión de vida útil de ensalada de repollo empacada
en bolsa de 10 libras

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

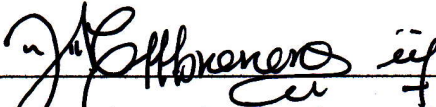
Extensión de vida útil de ensalada de repollo empacada
en bolsa de 10 libras

Trabajo de graduación psentado por Ingrid María Avila Estrada
para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en
Ciencia de los Alimentos


Guatemala

2012

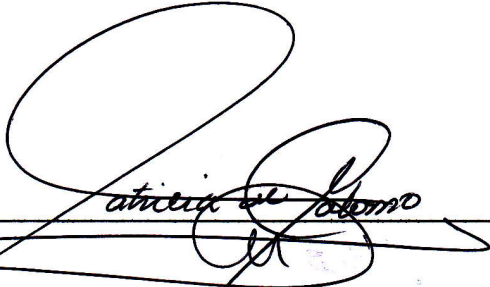
Vo. Bo. :

(f) 
MSc. Dina Andrea Cambronero Chinchilla
Asesora

Tribunal Examinador:

(f) 
MSc. Dina Andrea Cambronero Chinchilla
Asesora

(f) 
MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f) 
MSc. Patricia de Palomo

Fecha de aprobación: Guatemala, 11 de octubre de 2012

PREFACIO

Este trabajo de investigación fue realizado como proyecto de tesis para optar al grado académico de Licenciada en Ingeniería en Ciencias de Alimentos por parte de la Universidad del Valle de Guatemala. Así mismo, se elaboró con la finalidad de realizar una recomendación a la industria procesadora y distribuidora de alimentos para la extensión de vida útil de la ensalada de repollo por medio de la aplicación de algún antioxidante que mantuviera el perfil sensorial característico de éste producto, como las propiedades fisicoquímicas e inocuidad del alimento garantizando así un producto de calidad al consumidor.

Para la industria lograr obtener una reducción de costo por desperdicio debido al vencimiento de producto por contar con corta vida útil, de la misma manera se buscó reducir costos por desperdicio generado por los puntos de venta del producto debido al poco tiempo disponible para la venta de producto. Se realizó cuatro diferentes muestras con cuatro tratamientos en los cuales se agregó distintas combinaciones de antioxidantes que pudieran brindar las características anteriormente descritas.

El estudio fue dividido en dos etapas: La primer etapa consistió en evaluar sensorialmente muestras de los cuatro tratamientos anteriormente mencionados, de los cuales, por medio de los resultados obtenidos se logró delimitar el estudio para la segunda etapa, en la cual se evaluaron los dos tratamientos que evidenciaron menor desviación respecto al perfil objetivo.

Estos dos tratamientos fueron evaluados de nuevo sensorialmente, paralelo a esto se realizaron un estudio microbiológico el cual brindó resultados para poder determinar si el producto brindaba la seguridad requerida para su consumo, además se analizó las características fisicoquímicas del producto para determinar que se encontraran dentro de parámetros establecidos por la especificación de la industria.

Al finalizar estas evaluaciones, se evidenció cumplimiento de uno de los dos tratamientos, asegurando un producto inocuo y sin desviación en el perfil sensorial característico del producto, así mismo se obtuvo un porcentaje de ahorro por el uso del antioxidante seleccionado ampliando así la vida útil de la ensalada de repollo.

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	ix
CAPÍTULOS	
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. ANTECEDENTES.....	13
III. JUSTIFICACIÓN	22
IV. MARCO TEÓRICO	23
V. OBJETIVOS	41
VI. METODOLOGÍA.....	42
VII. RESULTADOS.....	48
VIII. DISCUSIÓN	56
IX. CONCLUSIONES.....	61
X. RECOMENDACIÓN.....	62
XI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	63
XII. ANEXOS.....	66

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Oferta total histórica y total proyectada de la producción de repollo en la República de Guatemala Período: 1999-2008.....	4
Cuadro 2. Demanda potencial histórica y potencial proyectada de la producción de repollo en la República de Guatemala Período: 1999-2008.....	5
Cuadro 3. Consumo aparente histórico (1999-2003) y aparente proyectado (2004-2008) de la producción de repollo en la República de Guatemala Período: 1999-2008.....	6
Cuadro 4. Demanda insatisfecha histórica (1999-2003) e insatisfecha proyectada (2004-2008) de la producción de repollo en la República de Guatemala Período: 1999-2008.....	8
Cuadro 5. Precios (Quetzales) e índices mensuales (%) durante el año 2007 en Mercado "La Terminal" Guatemala.....	8
Cuadro 6. Promedios mensuales de precios (Quetzales) pagados al mayorista de productos agropecuarios durante el año 2007, Mercado "La Terminal", Guatemala.....	10
Cuadro 7. Cantidad de bolsas de ensalada de repollo de 10 libras despachadas del mes de enero a diciembre del año 2011.....	10
Cuadro 8. Composición nutritiva de 100 g de parte comestible de repollo crudo.....	14
Cuadro 9. Características dimensionales del repollo (<i>Brasica oleracea capitata</i>).....	16
Cuadro 10. Aspectos productivos del repollo: Área, producción y rendimiento en la República de Guatemala.....	16
Cuadro 11. Listado de Antioxidantes y conservantes más utilizados en la preservación de los alimentos.....	20
Cuadro 12. Resultados de ensayos realizados con el extracto de semilla de toronja.....	25
Cuadro 13. Ingredientes para la elaboración de un batch de ensalada de repollo.....	32
Cuadro 14. Resultados obtenidos en el análisis microbiológico practicado por el laboratorio externo a las muestras de ensalada de repollo aplicando ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio.....	43

Cuadro 15. Resultados obtenidos en el análisis microbiológico practicado por el laboratorio externo a las muestras de ensalada de repollo aplicando ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio.....	43
Cuadro 16. Resultados obtenidos en el análisis microbiológico practicado en las instalaciones de la empresa a las muestras de ensalada de repollo aplicando ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio.....	43
Cuadro 17. Resultados obtenidos en el análisis microbiológico practicado en las instalaciones de la empresa a las muestras de ensalada de repollo aplicando antioxidante de extracto de semilla de toronja.....	44
Cuadro 18. Resultados obtenidos de la medición de pH en los días de evaluación sensorial y microbiológica.....	44
Cuadro 19. Costos comparativos de los tratamientos con mejores resultados respecto al tratamiento actual.....	44
Cuadro 20. Datos comparativos entre tratamiento B y D respecto al tratamiento actual (incremento vrs. costo).....	45
Cuadro 21. Costo de deterioro de producto por corta vida útil en planta de producción y puntos de venta, tratamiento actual.....	45
Cuadro 22. Costo por deterioro de producto por manejo con corta vida útil aplicando el tratamiento D.....	45
Cuadro 23. Costo de adición de antioxidante por mes y año de producción de ensalada de repollo.....	60
Cuadro 23. Costo de adición de antioxidante por mes y año de producción de ensalada de repollo.....	60
Cuadro 24. Costo de adición de antioxidante de extracto de semilla de toronja por batch de ensalada de repollo producida.....	60
Cuadro 25. Costo de adición de antioxidante por mes y año de producción de ensalada de repollo.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de los índices de precios al mayorista repollo blanco mediano.....	9
Figura 2. Cantidad de bolsas de ensalada de repollo de 10 libras despachadas del mes de enero a diciembre del año 2011.....	11
Diagrama 1. Diagrama de flujo general de preparación de ensalada actual.....	32
Diagrama 2. Tratamientos con antioxidantes que se realizaron para la elaboración de ensalada de repollo.....	33
Figura 3. Evaluación sensorial en el día inicial de pruebas para los cuatro sistemas.....	38
Figura 4. Evaluación sensorial en el cuarto día de pruebas para los cuatro sistemas.....	38
Figura 5. Evaluación sensorial en el quinto día de pruebas para los cuatro sistemas.....	39
Figura 6. Evaluación sensorial día inicial Etapa II del estudio, para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.....	40
Figura 7. Evaluación sensorial en el cuarto día de pruebas para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.....	40
Figura 8. Evaluación sensorial en el quinto día de pruebas para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.....	41
Figura 9. Evaluación sensorial en el sexto día de pruebas para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.....	41
Figura 10. Evaluación sensorial en el séptimo día de pruebas para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.....	42
Figura 11. Evaluación sensorial en el octavo día de pruebas para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.....	42

RESUMEN

El presente trabajo tendrá como objetivo principal la extensión de vida útil de la ensalada de repollo empacada en “bolsas de 10 libras”, siendo éste uno de los productos principales del menú de una cadena de restaurantes guatemalteca.

Los ingredientes principales para la elaboración de la ensalada de repollo fueron: mayonesa, repollo y chile pimiento verde fresco, limpio y desinfectado. Es un producto que se maneja sin un tratamiento térmico.

Se realizaron varios tratamientos de procesamiento mínimo para la extensión de su vida útil el a más de 5 días. Estos tratamientos se verificaron evaluando la conservación de las propiedades sensoriales y microbiológicas del producto, para garantizar la calidad, inocuidad y sensorialmente del alimento.

La ensalada de repollo es uno de los principales acompañamientos del menú, teniendo un perfil único apreciado por los consumidores. La extensión de su vida útil ayudará a contar con un mejor manejo de inventario del producto aumentando la cantidad de éste almacenado, reducir el costo por deterioro de producto en restaurantes y disminuir horas extras por proceso para la industria seleccionada.

Se concluyó que, utilizando un antioxidante natural de extracto de semilla de toronja es posible extender por dos días la vida útil del producto con siete días de vida útil para su consumo mantienen sus características sensoriales, fisicoquímicas y se encuentra dentro de parámetros microbiológicos que aseguran al consumidor un producto de calidad e inocuo.

I. INTRODUCCIÓN

Como se planteó anteriormente, el objetivo de este trabajo es el estudio y la determinación de la viabilidad de la extensión de vida útil de la ensalada de repollo empacada en bolsa de 10 libras, la cual, actualmente cuenta con cinco días de vida útil. Se plantearon cuatro distintos tratamientos los cuales permitiría mantener las características sensoriales y perfil único de sabor del producto así como mantener características fisicoquímicas y microbiológicas para asegurar la obtención de un producto inocuo y de calidad para ofrecer al consumidor.

Se evaluaron tres distintos tratamientos. El primero fue una combinación de Ácido Cítrico y Ácido Ascórbico. El segundo tratamiento incluía la adición de la combinación de Ácido Cítrico, Ácido Ascórbico y Sorbato de Potasio como preservantes. El tercer tratamiento consistió en la adición de Benzoato de Sodio y Sorbato de Potasio. El cuarto tratamiento consistió en añadir un antioxidante de extracto de semilla de toronja. Las pruebas de los cuatro tratamientos se trabajaron en paralelo.

Se realizaron análisis sensoriales con un panel entrenado en la escala dada en la especificación del producto para mantener el perfil característico. El estudio fue dividido en dos etapas: la primer etapa consistió en analizar muestras de los cuatro tratamientos comparados siempre contra una referencia con el fin de delimitar el estudio para una segunda etapa en la cual, con los resultados de la primera etapa se pudiera determinar que tratamientos eran los más adecuados, basándose en el haber mantenido las características sensoriales del producto.

Para la segunda etapa del estudio, se determinó que se seguiría el análisis con dos tratamientos: Tratamiento B, adición de la combinación de ácido cítrico, ácido Ascórbico y sorbato de potasio y Tratamiento D, adición de un antioxidante natural de extracto de semilla de toronja. Se procedió a analizar muestras de estos dos tratamientos de manera sensorial, fisicoquímica y microbiológicamente.

Para esta segunda etapa, las muestras fueron llevadas a uno de los puntos de venta para que el producto fuera manejado a condiciones reales y así poder obtener resultados más apegados al manejo real del producto.

Como se mencionó anteriormente, se realizaron análisis fisicoquímicos para la determinación del pH del producto en el tiempo a lo largo del tiempo de estudio para poder determinar la variación del mismo y verificar que, dicha variación no causara un impacto significativo que pudiera ser percibido como una desviación de los parámetros analizados sensorialmente, específicamente el atributo de acidez de la ensalada. En cuanto a análisis fisicoquímicos, los resultados de pH no se evidenciaron desviaciones significativas entre los dos tratamientos.

Tanto las evaluaciones sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas fueron realizadas en los días 1, 3, 5, 6, 7 y 8 de vida del producto.

Con base en los análisis microbiológicos, se realizaron por medio de un laboratorio al cual se solicitó obtener el recuento total de coliformes, E. Coli, mohos y levaduras, Salmonella sp. Paralelo a este estudio, se corrió otro análisis microbiológico en las instalaciones de la empresa para la cual se realizó este estudio.

Luego de haber obtenido los resultados sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos, se concluyó que el tratamiento más adecuado para poder realizar la extensión de vida útil del producto fue la adición de antioxidante natural de extracto de semilla de toronja. Con este tratamiento, se determinó que es posible aumentar la vida útil del producto de cinco días que tenía originalmente a ocho días de vida útil sin evidenciar desviaciones. Sin embargo, se realizó la recomendación a la industria para la cual se realizó el estudio de dar siete días de vida al producto y el día ocho mantenerlo como día de seguridad. Adicional a esto, se estimó un ahorro del 75% al lograr una disminución en costo de deterioro de producto por vencimiento y disminución de horas extras de producción ya que fue posible aumentar producción en días hábiles y realizar un aumento en el inventario.

II. ANTECEDENTES

La ensalada de repollo es uno de los productos líderes de la industria seleccionada y pertenece al top 10 de sus productos. Estudios de mercado realizados por la empresa con la cual se está trabajando el proyecto, determinó que el producto es dirigido al segmento familiar de la población, siendo el producto de gusto y consumido tanto por niños y adultos. Esta característica de consumo provoca un volumen alto de venta que implica tener un buen abastecimiento de un producto con características frescas y vida útil que ayude a su logística de distribución.

Anualmente se despachan 16.7 millones de porciones de ensalada de 2.5 oz. 46% en mesas y 54% en llevar incluyendo Autoservicio y servicio a domicilio. Por lo que se ve la necesidad de la extensión de vida útil para así poder mantener un amplio inventario para abastecer a la cadena de restaurantes garantizando la calidad e inocuidad del producto.

Desde el inicio de la humanidad el ser humano ha buscado distintas formas para lograr la conservación de sus alimentos por más tiempo, dando inicio a esa búsqueda con técnicas rudimentarias como el salado o el secado al sol. Conforme la ciencia ha ido avanzando se han empleado métodos de conservación más sofisticados y complejos en los que se realiza la aplicación de diversos factores de conservación como la temperatura, actividad de agua (aw), el pH y la adición de conservantes; sin embargo al emplearse cada uno de ellos por separado y en magnitudes elevadas se provoca un daño considerable en la calidad del producto al perderse parte de sus propiedades sensoriales, nutrimentales e inocuidad de éste. (Welti-Chanes, 2007)

Es por ello que desde hace 20 años y ante la alta demanda por parte de los consumidores de alimentos de alta calidad y lo más parecidos a un producto fresco, han surgido los alimentos denominados mínimamente procesados, en los que se aplican en forma inteligente y combinada los factores de conservación convencionales anteriormente mencionados, los cuales en dosis bajas representan obstáculos para el crecimiento microbiano, reacciones deteriorativas y pérdida de las características sensoriales del alimento. (Welti-Chanes, 2007)

Además se ha iniciado con la incorporación de nuevos factores de conservación como altas presiones, atmósferas modificadas, adición de productos antimicrobianos naturales, pulsos eléctricos, ultrasonido, etc. La era del procesamiento mínimo y el uso de la tecnología de obstáculos están abriendo las puertas a una nueva etapa en la conservación de alimentos. (Welti-Chanes, 2007)

En los últimos veinte años, la demanda de los consumidores de alimentos más convenientes, de mayor calidad, más frescos, más naturales, nutrimentalmente saludables e inocuos, con menos aditivos artificiales marcando una preferencia por lo natural, ha generado lo que se conoce como alimento mínima o parcialmente procesado (AMP) o de alta humedad autoestable. (Welti-Chanes, 2007)

Debido a las nuevas tendencias, el consumidor está prefiriendo los alimentos mínimamente procesados, el deseo de consumo de un alimento fresco libre de químicos es lo que se desea producir y consumir. Es por esto, que se da la necesidad de extender la vida útil de la ensalada de repollo recurriendo a brindarle un tratamiento que preserve el producto fresco, de calidad e inocuo.

El repollo, tiene un amplio rango de adaptabilidad que incluye altitudes de entre 400 a 2700 metros sobre el nivel del mar y temperaturas de 10°C a 30°C. Esta planta es originaria de Europa, sus tallos son erguidos y de acuerdo con la variedad, alcanza alturas de 5 a 100 centímetros, emite su tallo floral hasta el segundo año, sus hojas son de color verde violáceo o morado. Se cultiva para el aprovechamiento de sus hojas y presenta una forma de cabezas arrepolladas, se diferencia en peso y tamaños de acuerdo a la variedad, se reproduce por semillas, las cuales poseen un poder de germinación entre 5 y 6 años. (Gudiel, 2006).

Las variedades existentes más comunes son: Green Boy, que presenta un diámetro promedio de 20 centímetros y un peso promedio de nueve libras por cabeza. La variedad Copenhagen Market No. 222 C.M.F., pesa de 3 a 4 libras y tiene un diámetro de 15 a 17 centímetros. Así también existen muchas otras variedades, como lo son Gloria de Enkuisen y Mammoth Red Rock No. 220 M.R.F., su peso promedio es menor que las antes mencionadas. (Instituto de Formación Agrícola, 2009)

Para la elaboración de la ensalada de Repollo, la empresa utiliza mayormente la variedad de repollo Green Boy, el cual ha dado los mejores resultados respecto a tamaño, peso y rendimiento. Las zonas de su cultivo (repollo) se encuentran diseminadas por todo el territorio nacional, sin embargo, pueden mencionarse como los mayores productores a los departamentos de Chimaltenango, Guatemala, Huehuetenango, Jalapa, Quetzaltenango, San Marcos y Sololá. (Baca, 2001)

La producción de Repollo en el Departamento de Guatemala, se detallan los datos históricos y proyectados en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Oferta total histórica y total proyectada de la producción de repollo en la República de Guatemala
Período: 1999-2008. (En miles de Quintales)

AÑO	PRODUCCIÓN NACIONAL	IMPORTACIONES	OFERTA TOTAL
1999	850.00	0.10	850.10
2000	875.50	0.10	875.50
2001	963.10	----	963.10
2002	972.70	----	972.70
2003	958.90	----	958.90
2004	a/1,018.54	----	1018.54

Continuación Cuadro 1

AÑO	PRODUCCIÓN NACIONAL	IMPORTACIONES	OFERTA TOTAL
2005	1050.04	----	1050.04
2006	1081.54	----	1081.54
2007	1113.04	----	1113.04
2008	1144.54	----	1144.54

Fuente: Elaboración propia con base en la partida SAC 07-04-90-00 del archivo de la producción nacional, importaciones y exportaciones de repollo según datos del Banco de Guatemala.

a/ Proyección con base en la ecuación: $Y_c = 924.04 + 31.5x$, Año base: 2001.

Como se puede observar en el Cuadro 1, la producción nacional histórica presenta un comportamiento ascendente, y por esto mismo la oferta total también. En cuanto a las importaciones, según datos obtenidos por el banco de Guatemala, desde el año 2001 se dejó de importar repollo, por razones que no pudieron ser determinadas. (Rodríguez, 2006)

El cuadro anterior, muestra la producción proyectada hasta el año 2008, con base en el método de mínimos cuadrados realizado, se ve reflejada una producción cada vez mayor y por lo que se proyecta un crecimiento en la oferta de repollo. (Rodríguez, 2006)

Para la determinación de la demanda potencial del repollo en Guatemala, para efectos de cálculo se delimitó la población en un 80%, si se toma en cuenta que no todas las personas consumen repollo debido a sus hábitos alimenticios, gustos o por la edad. (Rodríguez, 2006)

La demanda interna de los productos agrícolas se integra por la cantidad que se destina al consumo humano, animal, agroindustrial como semilla. Gracias a la información estadística recopilada, se describe la siguiente información:

Cuadro 2: Demanda potencial histórica y potencial proyectada de la producción de repollo en la República de Guatemala Período: 1999-2008. (En miles de Quintales)

AÑO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN DELIMITADA	CONSUMO ANUAL PER CÁPITA a/	DEMANDA POTENCIAL
1999	11,088,362	8,870,690	0.000103	913.69
2000	11,385,339	9,108,271	0.000103	938.15
2001	11,678,411	9,342,729	0.000103	962.3
2002	11,986,800	9,589,440	0.000103	987.71

Continuación Cuadro 2

AÑO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN DELIMITADA	CONSUMO ANUAL PER CÁPITA a/	DEMANDA POTENCIAL
2003	12,299,888	9,839,910	0.000103	1,013.51
2004	b/12,595,113	10,076,000	0.000103	1,037.84
2005	12,897,564	10,318,051	0.000103	1,062.76
2006	13,200,015	10,560,012	0.000103	1,087.68
2007	13,502,466	10,801,973	0.000103	1,112.60
2008	13,804,917	11,043,934	0.000103	1,137.53

a/ Consumo Percápita según Encuesta Nacional de Consumo Aparente de Alimentos 1991 del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Comité de Acción de Apoyo al Desarrollo Económico y Social de C.A. y la Secretaría General de Planificación Económica. b/Proyección en base a la ecuación $Y_c = 11,687,760 + 302,451x$ Año base: 2001.

Fuente: Elaboración propia con base en los Censos Nacionales X de Población y V de Habitación 1994 y XI de Población y VI de Habitación 2002, del Instituto Nacional de Estadística y del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

En el Cuadro 2 se observa un crecimiento sostenido histórico respecto a la demanda potencial del repollo, esto debido a la variedad de maneras en que puede ser preparado o consumido este producto.

Al igual que la demanda histórica, la proyectada muestra un comportamiento ascendente, es decir que cada año ha ido aumentando, aunque no toda la población suele consumirlo, el ritmo de crecimiento de la misma es acelerado, además del factor antes mencionado. Esto hace que la demanda sea cada vez mayor. (Rodríguez, 2006)

El consumo aparente de Repollo en Guatemala, es la estimación realizada mediante indicadores de la demanda del producto. En función de lo anterior se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro 3: Consumo aparente histórico (1999-2003) y aparente proyectado (2004-2008) de la producción de repollo en la República de Guatemala Período: 1999-2008. (En miles de Quintales)

AÑO	PRODUCCIÓN NACIONAL	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	CONSUMO APARENTE
1999	850.00	0.10	799.40	50.70
2000	875.50	0.10	821.50	54.70

Continuación Cuadro 3

AÑO	PRODUCCIÓN NACIONAL	IMPORTACIONES	EXPORTACIONES	CONSUMO APARENTE
2001	963.10	----	879.50	83.60
2002	972.70	----	747.30	225.40
2003	958.90	----	728.70	230.20
2004	b/1,018.54	----	b/730.48	288.06
2005	1,050.04	----	709.56	340.48
2006	1,081.54	----	686.48	395.06
2007	1,113.04	----	665.68	447.36
2008	1,144.54	----	644.68	499.86

Fuente: Elaboración propia con base en la partida SAC 07-04-90-00 del archivo de la producción nacional, importaciones y exportaciones de repollo según datos del Banco de Guatemala. Año base: 2001. b/ Proyección en base a la ecuación: $Yc = 795.28 + (-21.6)x$

El Cuadro 3 describe que el consumo aparente de este producto mantiene un comportamiento histórico en crecimiento, también se puede ver que se dejó de importar desde el año 2001, las exportaciones se mantuvieron en un crecimiento en los años de 1999 y 2001, en los siguientes años, éstas se manejaron de una manera muy lenta abajo del 7%, porcentaje que según el Banco de Guatemala es insuficiente para mejorar las condiciones del sector agrícola en el país, debido a que se requiere de un crecimiento promedio mínimo de 20%. (Rodríguez, 2006)

El consumo aparente proyectado revela un aumento, aunque las exportaciones muestran inestabilidad, sin embargo; conforme aumente la producción habrá más oportunidad de entrar a nuevos mercados, esto permitirá al sector agrícola recuperarse en cuanto a las exportaciones. (Rodríguez, 2006)

Existe también, una demanda insatisfecha cuando la oferta existente no iguala a la demanda del consumidor (cuando la producción es menor a lo requerido por el mercado). En un proyecto, resulta de gran utilidad determinar la demanda insatisfecha debido a que de la misma depende que el producto tenga una oportunidad en el mercado (Rodríguez, 2006).

A continuación se presenta la demanda insatisfecha histórica y proyectada.

Cuadro 4: Demanda insatisfecha histórica (1999-2003) e insatisfecha proyectada (2004-2008) de la producción de repollo en la República de Guatemala Período: 1999-2008. (En miles de Quintales)

AÑO	DEMANDA POTENCIAL	CONSUMO APARENTE	DEMANDA INSATISFECHA
1999	913.69	50.7	862.99
2000	938.15	54.1	884.05
2001	962.3	83.6	878.7
2002	987.71	225.4	762.31
2003	1,013.51	230.2	783.31
2004	1,037.84	288.06	749.78
2005	1,062.76	340.48	722.28
2006	1,087.68	395.06	692.62
2007	1,112.60	447.36	665.24
2008	1,137.53	499.86	637.67

Fuente: Elaboración propia con base en la partida SAC 07-04-90-00 del archivo de la producción nacional, importaciones y exportaciones de repollo según datos del Banco de Guatemala.

La demanda insatisfecha presenta un comportamiento histórico en decremento, esto se debe a que así como crece la demanda potencial, aumenta el consumo aparente. (Rodríguez, 2006)

Según lo anterior, se prevé una tendencia al alza del consumo aparente, esto va relacionado con el incremento de la población, mientras ésta crece, la oferta de repollo no es suficiente para satisfacer a todos los consumidores. (Rodríguez, 2006)

Cuadro 5: Precios (Quetzales) e índices mensuales (%) durante el año 2007 en Mercado “La Terminal” Guatemala.

MES	MAYORISTA (Red de 15 unidades)				CONSUMIDOR (Unidad)			
	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÁS FRECUENTE	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÁS FRECUENTE
Enero	16.31	12.00	20.00	15.00	2.35	2.00	2.50	2.50
Febrero	18.75	15.00	30.00	15.00	2.60	2.25	3.50	2.25
Marzo	28.08	25.00	30.00	30.00	3.15	2.50	3.50	3.50
Abril	29.00	25.00	30.00	30.00	3.45	3.25	3.50	3.50

Continuación Cuadro 5

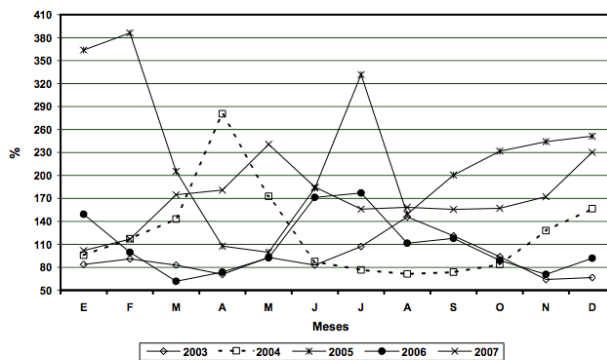
MES	MAYORISTA (Red de 15 unidades)				CONSUMIDOR (Unidad)			
	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÁS FRECUENTE	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÁS FRECUENTE
Mayo	38.46	30.00	50.00	35.00	5.65	3.50	8.00	4.50
Junio	29.62	25.00	35.00	25.00	4.38	4.00	5.00	4.00
Julio	25.00	25.00	25.00	25.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Agosto	25.38	25.00	30.00	25.00	3.69	3.50	4.00	3.50
Septiembre	25.00	20.00	30.00	25.00	3.55	3.50	4.00	3.50
Octubre	25.36	20.00	30.00	25.00	3.50	3.50	3.50	3.50
Noviembre	27.50	20.00	35.00	30.00	3.13	3.00	4.00	3.00
Diciembre	36.67	30.00	40.00	40.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Anual	27.09	12.00	50.00	---	3.62	2.00	8.00	---

^{1/} Calculado sobre su precio en U.S. \$ (Base 100 = Precio Año 2000)

(Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2007)

En el Cuadro 5, se puede observar como durante el año 2007 el precio del repollo fluctuó durante los 12 meses. Tanto los precios como la demanda de repollo, son de alto impacto para la industria que elabora la ensalada de repollo ya que depende de la disponibilidad de la materia prima, como del costo que tendrá adquirirla en cualquier época del año.

Figura 1: Evolución de los índices de precios al mayorista, repollo blanco mediano



(Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2007)

Durante el año, la oferta fue consistente con precios apegados al régimen estacional de la producción y a los flujos de la demanda, por lo que el comportamiento puede considerarse que fue normal durante el año.

Cuadro 6: Promedios mensuales de precios (Quetzales) pagados al mayorista de productos agropecuarios durante el año 2007, Mercado "La Terminal", Guatemala.

PRODUCTO	MEDIDA	E	M	M	J	A	O	D	PROMEDIO ANUAL
Repollo Blanco mediano	Red 12 a 15 U	16.31	28.08	38.46	25.00	25.38	25.36	36.67	27.09

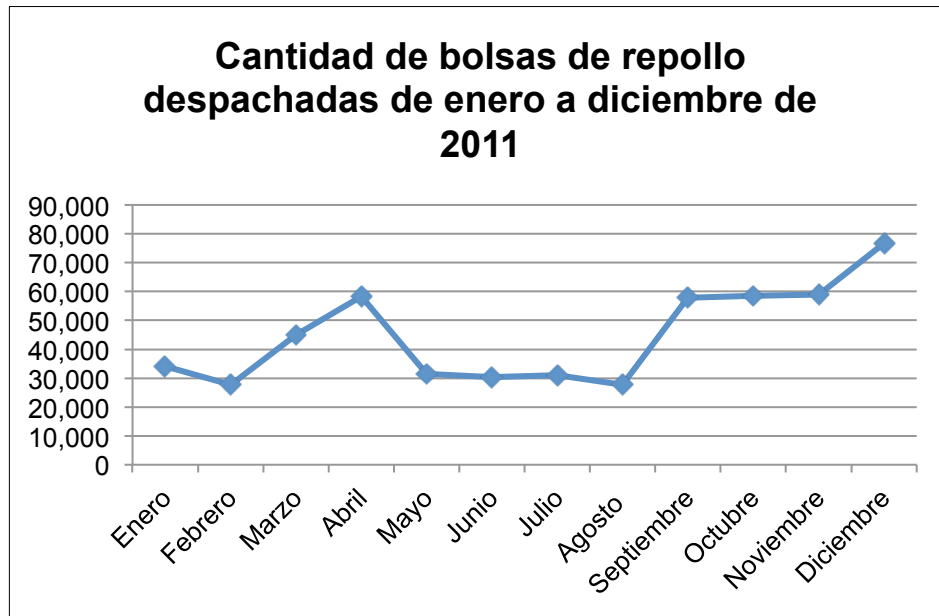
(Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2007)

Cuadro 7: Cantidad de bolsas de ensalada de repollo de 10 libras despachadas del mes de enero a diciembre del año 2011.

MES	Cantidad de bolsas de repollo despachadas
Enero	34,170
Febrero	27,650
Marzo	45,063
Abril	58,337
Mayo	31,543
Junio	30,443
Julio	31,120
Agosto	27,733
Septiembre	57,820
Octubre	58,407
Noviembre	58,857
Diciembre	76,623
TOTAL	537,767

Fuente: P.C. S.A.

Figura 2: Cantidad de bolsas de ensalada de repollo de 10 libras despachadas del mes de enero a diciembre del año 2011.



Fuente: P.C. S,A.

En la Cuadro 7 puede observarse la demanda que tiene la ensalada de repollo por parte del consumidor. En la Figura 2, se observa una tendencia creciente a partir del mes de septiembre a diciembre del año 2011.

III. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto busca la extensión de la vida útil de ensalada de repollo empacada en bolsa de 10 libras, la cual permitirá un mejor manejo de inventario del producto asegurando su calidad, disminuir la cantidad de horas extras en producción, reducir la pérdida de producto por deterioro, disminuir el despacho de producto con corta vida útil y un manejo fácil y rápido en restaurantes.

Tomando en cuenta que el producto de consumo final es crudo y que la materia prima principal es el repollo, no es posible que reciba algún tipo de tratamiento térmico que permita la eliminación de contaminantes microbiológicos y la inactivación de enzimas o compuestos químicos propios del repollo que propician a la oxidación y deterioro de sus atributos sensoriales.

Debido a esto, se deben buscar alternativas para asegurar la consistencia del repollo, características sensoriales y microbiológicas; pensando en el uso de sustancias que retarden el deterioro del mismo y así contar con una ensalada de repollo fresca y en óptimas condiciones por más tiempo, como lo es la adición de antioxidantes como el ácido cítrico y ácido ascórbico.

Al final del estudio se podrá dar una recomendación a la industria para el manejo de la ensalada de repollo a través de métodos de mínimo procesamiento y que conserven las propiedades sensoriales y microbiológicas del producto.

IV. MARCO TEÓRICO

A. El repollo

El repollo o *Brassica oleracea* var. *capitata*. es de la familia de las crucíferas, están disponibles en varias tonalidades de verde, así como también rojos o púrpuras. La forma típica del repollo varía del redondo estándar al aplanado o puntiagudo. Ha sido reconocido como una buena fuente de vitaminas (Guillén, Atlee, 2004).

El repollo verde se produce más comparado con los tipos rojos o el repollo rizado, pero el repollo rojo (lombarda) está siendo cada vez más popular para servirlo en ensaladas y platos cocinados (Guillén, Atlee, 2004).

1. Cultivo del repollo. El repollo es un vegetal duro que crece bien especialmente en suelos fértiles. Las plantas que ya han endurecido (cabeza), son tolerantes a las heladas y se pueden plantar a la entrada de la estación fría, en los huertos de vegetales. El repollo se trasplanta fácilmente a raíz desnuda o en cajas que contienen bandejas con plantas germinadas (porta plantas) (Guillén, Atlee, 2004).

2. Plagas y enfermedades que pueden dañar el repollo

- Oruga de la col
- Pulgones
- Gusanos grises
- Gorgojo de las coles
- Hernia o potra de las coles

El repollo ha sido tradicionalmente una de las más importantes cosechas producidas por el campesino del Altiplano Guatemalteco. Tiene una buena demanda a lo largo del año no sólo en Guatemala, sino también para exportar a El Salvador y otros mercados. (Guillén, Atlee, 2004).

3. Semilla y clima. El repollo puede crecer en una gran variedad de suelos y climas, se necesita de un suelo que permita el drenaje, con características arenosas presencia bastante materia orgánica. En Guatemala, la mejor calidad y cosechas son obtenidas, en alturas de 4 a 9 mil pies sobre el nivel del mar. El repollo producido en climas templados y fríos tiene la característica de un mejor sabor, mejores cualidades de embarque y mercadeo. Por esta razón, los productores del Altiplano con buen acceso a la carretera panamericana han encontrado en el repollo una de las mejores cosechas para producir y mercadear. (Guillén, Atlee, 2004).

4. Origen del repollo. El repollo es originario de una amplia zona de Europa, encontrándose formas silvestres en lugares como Dinamarca y Grecia, aunque siempre en zonas litorales y costeras. Fue cultivada al parecer por los egipcios 2.500 años a.C. y posteriormente por los griegos. En la antigüedad era considerada una planta digestiva y eliminadora de la embriaguez. (Gebhardt, S.E., R.H. Matthews, 1988)

Actualmente, el repollo es una de las hortalizas más importantes en las zonas templadas, desarrollándose además con cierto éxito en los trópicos. El tipo más cultivado es el repollo blanco; menor importancia presentan los tipos savoy y morado, los que se cultivan principalmente en Europa. Puede considerarse una especie universal en su cultivo. (Gebhardt, S.E., R.H. Matthews, 1988)

5. Composición y usos del repollo. El repollo es una hortaliza que aporta gran cantidad de vitamina C. Las hojas y tallo se consumen crudos en ensalada o cocidos acompañando diferentes platos. Con el repollo se prepara también el chucrut (sauerkraut), que es un alimento originario de Asia, consiste en la fermentación del repollo cortado en pequeños trozos con *Bacillus acidibactici* en su propio jugo, al que se debe añadir sal. En la actualidad, el repollo sigue siendo muy apreciado en Alemania, Estados Unidos y Rusia. En la mayoría de los países europeos, el repollo es una hortaliza importante en la dieta alimenticia como producto fresco o como producto procesado. (Gebhardt, S.E., R.H. Matthews, 1988)

Cuadro 8: Composición nutritiva de 100 g de parte comestible de repollo crudo

COMPONENTE	REPOLLO LISO CONTENIDO UNIDAD	REPOLLO MORADO CONTENIDO UNIDAD	REPOLLO SAVOY CONTENIDO UNIDAD
Agua	93,00%	92,00%	91,00%
Carbohidratos	5,71 g	5,71 g	5,71 g
Proteínas	1,43 g	1,43 g	1,43 g
Lípidos	Trazas	Trazas	Trazas
Calcio	47,14 mg	51,43 mg	35,71 mg
Fósforo	22,86 mg	41,43 mg	41,43 mg
Hierro	0,57 mg	0,43 mg	0,43 mg
Potasio	245,71 mg	205,71 mg	230,00 mg
Sodio	18,57 mg	11,43 mg	28,57 mg
Vitamina A (valor)	128,57 UI	42,86 UI	1000,00 UI
Niacina	0,29 mg	0,29 mg	0,29 mg
Ácido Ascórbico	47,14 mg	57,14 mg	31,43 mg
Valor Energético	21,43 cal	28,57 cal	28,57 cal

Gebhardt y Matthews, 1988.

6. Variedad de repollo. Recientemente, los híbridos se han vuelto populares por su uniformidad, rendimiento y cualidades de embarque. Las semillas, sin embargo, son mucho más caras. Las variedades más populares son: Green Boy, Roundup, King Kole y Gloria (Glory de Enkhuizen). (Gebhardt, S.E., R.H. Matthews, 1988).

La amplia variedad de formas o tipos de repollo ha llevado incluso a la distinción de subvariedades botánicas. Por otro lado, existe una amplia difusión y tradición del cultivo en el mundo, con diversos centros de mejoramiento genético que están brindando numerosos híbridos. Esto hace que repollo tenga una diversidad tal que existen centenas de cultivares; la manera más simple y útil de agruparlos es según subvariedad botánica, distinguiendo dentro de éstas los cultivares según forma, precocidad y uso (Gebhardt, S.E., R.H. Matthews, 1988).

1) Repollo Verdiblanco Liso (*B. oleracea* var. *capitata* subvar. *alba*). Conocido en otros idiomas como white cabbage (inglés), Weisskohl (alemán), chou pommé blanc (francés) y cavolo cappuccio bianco (italiano), es el repollo más común en el país, caracterizado por sus hojas lisas, que varían de color verde claro en el exterior a blancas en el interior. Copenhagen Market es el cultivar más representativo, siendo de forma redonda, precoz (90 a 120 días de siembra a cosecha), pequeño (± 2 kg) y de uso en ensalada (Gebhardt, S.E., R.H. Matthews, 1988).

2) Repollo Morado (*B. oleracea* var. *capitata* subvar. *rubra*). Conocido también como col lombarda en España, y en otros idiomas como red cabbage (inglés), Rotkohl (alemán), chou pommé rouge (francés) y cavolo cappuccio rosso (italiano), es el repollo menos cultivado en el país, aunque está presente permanentemente en los lugares de venta orientados al segmento socio-económico alto. Se caracteriza por su color rojo-púrpura o morado. Generalmente son repollos de hojas lisas, de forma redonda, de tamaño pequeño a medio (1 a 5 kg), de precocidad intermedia a tardía (120 días y más), y que se usan frescos o cocidos. (Gebhardt, S.E., R.H. Matthews, 1988)

3) Repollo Crespo o Savoy (*B. oleracea* var. *capitata* subvar. *sabauda*). Llamado en otros idiomas como savoy cabbage (inglés), Wirsing (alemán), chou de Milan (francés) y cavolo verza (italiano), esta variedad de producto sigue en importancia al cultivo de repollo liso, caracterizándose por sus hojas arrugadas o abolladas, de color verde o algo azulado debido a la menor resistencia a floración precoz y su menor rusticidad, en comparación a los repollos lisos. (Gebhardt, S.E., R.H. Matthews, 1988)

1. Características dimensionales de repollo

Cuadro 9: Características dimensionales del repollo (*Brasica oleracea capitata*)

DENOMINACIÓN EN EL MERCADO	SECCIÓN TRANSVERSAL (cm)	SECCIÓN LONGITUDINAL (cm)	PESO (gr)	VIDA DE ANAQUEL (días)
GRANDE	18 - 20	16 - 18	2,000 - 2,400	2 - 4
MEDIANO	14 - 16	10 - 12	1,600 - 2,000	
PEQUEÑO	< 14	< 10	< 1,600	
PRESENTACIÓN EN EL MERCADO	mayorista		Red 12 a 15 Unidades	
	Consumidor		Unidad	

(Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2007)

Cuadro 10: Aspectos productivos del repollo: área, producción y rendimiento en la República de Guatemala

AÑO CALENDARIO	ÁREA COSECHADA (Hectáreas)	PRODUCCIÓN (Toneladas métricas)	RENDIMIENTO (Toneladas/Hectáreas)
2005	1,155.00	53,333.97	46.18
2006	1,335.60	60,934.63	45.62
2007	1,329.30	66,531.74	50.05
2008	1,260.00	52,517.18	41.68
2009 P/	700.00	30,844.43	44.06
2010 E/	700.00	32,386.65	46.27

p/ Cifras preliminares. e/ Cifra estimada

(Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2007)

8. Principales departamentos productores de repollo. Al realizar en IV Censo Nacional Agropecuario en el año 2003, se pudo recopilar información la cual indica que el 87.1% del área cosechada a nivel nacional se encuentra en 7 departamentos del país, siendo estos: Chimaltenango (42.9%), Quetzaltenango (17.4%), Huehuetenango (7.1%), Sololá (6.7%), Alta Verapaz (5.3%), Jalapa (4.0% y en departamento de Guatemala (3.7%).

9. Usos del repollo. El repollo se utiliza principalmente como ingrediente en ensaladas con vegetales rudos que contienen una gran cantidad completa de vitaminas, minerales y sustancias que brindan un impacto beneficioso sobre la salud humana. El repollo es a menudo utilizado en la industria de transformación del vegetal para poder realizar productos encurtidos y secos. Muchos de los informes de enlace tomas de vegetales del género Brassica, con un menor riesgo de enfermedades crónicas como las enfermedades cardiovasculares y el cáncer. Las propiedades beneficiosas biológicas de estos vegetales se han atribuido en parte a su gran contenido de antioxidantes. Estos antioxidantes son las vitaminas C y E, carotenoides y polifenoles. Además de estos compuestos antioxidantes, los vegetales del grupo Brassica proporcionan un gran grupo de glucosinolatosj que poseen gran actividad antioxidante baja, pero los productos de su hidrólisis puede proteger contra el cáncer. La col se considera como un vegetal de alta actividad antioxidante. (Podsdek, 2007)

10. Preservación del repollo. Los vegetales del grupo Brassica contienen gran cantidad de enzimas que pueden hidrolizar componentes nutricionales durante el procesamiento y almacenamiento. La hidrólisis enzimática puede causar un daño rápido en los atributos sensoriales de color, sabor, vida útil, y la calidad nutricional de dichas hortalizas. El tratamiento térmico es una práctica que se realiza a menudo para inactivar enzimas y para estabilizar la calidad del producto (C. Myojin *et al.* 2004).

El escaldado es un tratamiento térmico suave para las hortalizas crudas y se lleva a cabo principalmente a su estabilización frente al deterioro causado por la hidrólisis enzimática. Entre todas las enzimas presentes en los vegetales, es la enzima peroxidasa más estable al calor y por lo tanto se puede utilizar como un indicador de inactivación de la enzima a través del proceso de escaldado (Haizhen, 2006).

Verduras del género Brassica, incluyendo coles blancas (*Brassica oleracea L. var. Capitata*), se han reportado para tener efectos beneficiosos en la reducción de los riesgos de enfermedad cardiaca coronaria, enfermedad cardiovascular e hipertensión. Estas verduras también contienen una alta cantidad de fibra dietética y fitoquímicos con propiedades antioxidantes y actividades contra el cáncer (Yardfon, 2010). Los principales antioxidantes que se encuentran en el repollo blanco son compuestos fenólicos, vitamina C, vitamina E, y b-caroteno (Ock, 2004).

B. Vida útil

El reciente interés de los consumidores y de las organizaciones de la salud por mantener una dieta saludable, ha incrementado la demanda de frutas y hortalizas frescas que se consumen a diario, debido a que representan una fuente importante de compuestos antioxidantes que son benéficos contra enfermedades crónicas, incluyendo el cáncer y las enfermedades cardiovasculares. Esta situación ha generado nuevas oportunidades para que la industria hortícola mejore la calidad de las frutas y hortalizas a través de su valor nutricional (Welti-Chanes, 2007).

Un aspecto importante en la industria de alimentos es la “vida de anaquel” o “vida útil” del alimento. La “vida útil” de un producto alimenticio se define como el periodo que corresponde, bajo circunstancias definidas, a una tolerable disminución de su calidad; donde la calidad se define por el grado de concordancia del alimento con las normas establecidas y por la satisfacción del público consumidor. (Welti-Chanes, 2007)

Al realizar el análisis de vida útil se pueden establecer puntos débiles de un producto al someterlo a determinadas condiciones de almacenamiento, información indispensable para la mejora del producto a través de su reformulación o modificación de su empaque. En la actualidad se conoce que el principio básico de la conservación de alimentos se basa en la eliminación total o parcial de alguna de las reacciones deteriorativas o de pérdida de calidad que se pueden presentar (Welti-Chanes, 2007).

Las reacciones que provocan pérdida de la calidad y características de atributos sensoriales de un alimento se clasifican en cuatro grupos siendo estos de tipo microbiológico, enzimático, químico y físico, y las consecuencias de esta pérdida de calidad se ven reflejadas con la presencia de toxinas, microorganismos, reacciones de oxidación y rancidez y cambios de color y sabor, entre otros (Gould, 1989).

Para evitar estos cambios indeseables, la preservación de alimentos se basa en la aplicación de factores de estrés conducentes a la inhibición y/o muerte de la comunidad microbiológica así como también la prevención del establecimiento de ciertas comunidades (Alzamora, 1997).

Dentro los factores que se utilizan comúnmente para la conservación de alimentos se encuentra la aplicación de altas temperaturas como en la aplicación del proceso de la pasteurización y del tratamiento térmico, también al someter el producto a temperaturas bajas en refrigeración y congelación, la combinación de a_w y pH, el uso de agentes antimicrobianos como lo son el sorbato de potasio o benzoato de sodio (Welti-Chanes, 2007).

Los factores tradicionales de conservación de alimentos que se han estudiado en los proyectos anteriormente mencionados se tienen la a_w , el pH, la temperatura y la adición de conservadores. Y sus mecanismos de acción se han descrito de acuerdo a la información básica conocida y generada y que se describe a continuación:

- a_w : mientras más es el contenido de agua presente en un alimento, mayor es la velocidad de deterioro de éste, es por ello que para la preservación por métodos combinados el factor que aparece en la mayoría de los procesos es la reducción de la actividad de agua (Parada *et al.*, 1995).

Para cada microorganismo existe un valor crítico de actividad de agua en el cual su metabolismo se ve afectado dañando su crecimiento. Las diferencias en la tolerancia de a_w se debe entre otras cosas a la habilidad o inhabilidad de la membrana celular para excluir ciertos humectantes y a la interferencia de estos sobre la pared y membranas celulares, enzimas metabólicas, material genético y sistemas de síntesis de proteínas. Los alimentos que pueden ser conservados únicamente por la acción de a_w se debe a que la capacidad osmoreguladora de la célula microbiana ha sido excedida y su crecimiento se detiene (Alzamora, 1997).

- pH : La acidificación de alimentos afecta la conformación de las proteínas, el camino de síntesis enzimática y los productos finales del metabolismo de los microorganismos. (Alzamora, 1997).

En el caso de frutas, el pH es lo suficientemente bajo para inhibir el crecimiento de bacterias, sin embargo levaduras y hongos pueden crecer, mientras que otro tipo de alimentos como cárnicos, leche, hortalizas al tener un pH mayor a 5.6 el riesgo de crecimiento de microorganismos incluso patógenos es alto (Alzamora, 1997).

- Temperatura: El uso de temperaturas elevadas en microorganismos tiene diversos efectos en sus componentes celulares dañando letal o subletalmente el DNA, el RNA, los ribosomas, las membranas citoplasmáticas y enzimas específicas (Alzamora, 1997).

C. Aditivos

Que un consumidor acepte un alimento depende de muchos factores, entre los que resaltan el color (como primer contacto), el aroma, el sabor, la textura, la vida de anaquel y, en muchos casos, el sonido que produce al consumirse. Cada componente del alimento influye en alguna medida en estas características; sin embargo, en ocasiones éstas necesitan reforzarse con el fin de obtener mejores resultados y generar productos más atractivos y diferenciados para el consumidor

Un aditivo, ya sea natural o sintético, es una sustancia o mezcla de varias sustancias, que se adiciona intencionalmente al alimento durante las etapas de producción, envasado y conservación, para lograr ciertos beneficios (Badui, 2006).

1. Uso de aditivos para la preservación de vegetales. La calidad final de las frutas y hortalizas frescas cortadas es el resultado de una combinación inteligente de técnicas aplicadas. Así, la refrigeración durante los procesos de elaboración y distribución a una temperatura cercana a 5°C, se complementa con una buena selección de la materia prima, unas prácticas higiénicas correctas durante la elaboración y manipulación de los productos frescos cortados y selección adecuada de los envases y de la atmósfera interna que beneficie más a cada producto. (Montero, 2010)

Estas pautas básicas se complementan con la identificación y selección de tratamientos estabilizantes que permitan conservar los atributos de calidad del producto fresco recién cortado, como la incorporación de agentes antioxidantes, preferiblemente de origen natural, para conservar su color, apariencia, para mantener la firmeza sin afectar al sabor y otros parámetros de calidad, agentes antimicrobianos para minimizar el crecimiento microbiano, además de recubrimientos comestibles que por sí mismos pueden contribuir a mantener los atributos de textura, sabor, apariencia y reducir las pérdidas de fluidos y de humedad de los trozos de producto fresco cortado. (Montero, 2010)

La principal causa del deterioro de los alimentos son las reacciones de oxidación y de descomposición de los productos de la oxidación que dan como resultado una alteración de las características sensoriales y una pérdida de valor nutricional. Ralentizar este proceso de oxidación es muy importante para la industria alimentaria, desde el productor hasta el consumidor. Son varios los métodos que se utilizan para prevenir la oxidación de los alimentos tales como usar temperaturas inferiores, inactivar las enzimas que catalizan la oxidación, reducir la presión de oxígeno o mediante del uso de empaquetados específicos. (Inst. Superior de Formación del Profesorado, 2003)

Uno de los métodos más utilizados para proteger la oxidación es el uso de aditivos que la inhiban, correctamente llamados inhibidores de la oxidación y más comúnmente denominados antioxidantes. (Inst. Superior de Formación del Profesorado, 2003)

2. Conservadores de alimentos. Es un grupo muy importante de aditivos cuya finalidad es prevenir el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias. Los microorganismos también se controlan mediante la reducción del pH y la actividad del agua, por lo que los acidulantes, las gomas, la sacarosa o el cloruro de sodio, además de ejercer una acción saborizante y de espesante, controlan el crecimiento microbiano (Badui, 2006).

Cuadro 11: Listado de antioxidantes y conservantes más utilizados en la preservación de los alimentos

Número E	Sustancia/clase	Alimentos en los que se usan
E 200-203	Ácido sórbico y sorbatos	Queso, vino, fruta desecada, compotas, acompañamientos, etc.
E 210-213	Ácido benzoico y benzoatos	Verduras en vinagre, mermeladas y gelatinas bajas en azúcar, frutas confitadas, semiconservas de pescado, salsas, etc.
E 220-228	Anhídrido sulfuroso y sulfitos	Fruta desecada, frutas en conserva, productos a base de patata, vino, etc
E 235	Natamicina	Tratamiento de la cubierta exterior del queso y los embutidos
E 249-252	Nitritos y nitratos	Embutidos, tocino, jamón, foie-gras, queso, arenques en vinagre, etc.
E 214, E219	Para-Hidroxibenzoato de Etilo, Derivado Sódico del Éster Metílico del Ácido Parahidroxibenzoico.	Se encuentran en mayonesas, salsas preparadas, dressings de carnes, conservas de pescado y mariscos, mostaza, mazapanes, papas y verduras, repostería base para platos preparados. En cantidades mínimas alteran los sabores propios de los alimentos. Además son las sustancias que más alergias producen en comparación con otros aditivos.

Continuación Cuadro 11

Número E	Sustancia/clase	Alimentos en los que se usan
E220, E221, E222, E223, E224, E225, E226, E227	Anhídrido Sulfuroso o Dioxido de Azufre, Sulfito Sódico, Sulfito Ácido de Sodio, Disulfito Sódico, Metabisulfito Sódico o Pirosulfito Sódico, Disulfito Potásico, Metabisulfito Potásico o Pirosulfito Potásico, Sulfito Cálcico, Sulfito Ácido de Calcio.	El azuframiento, en cantidades inferiores a 50 mg./kg. No debe declararse en la etiqueta. Así, los siguientes alimentos pueden contenerlo: jugo de limón o naranja, mermeladas, vinagres, encurtidos y productos de pastelería. En cantidades de hasta 2.000 mg./kg. Debe declararse su adicción. Así lo contienen las frutas escarchadas, las frutas secas, gelatinas puré de papas, sopas preparadas, compotas, etc. En el vino no existe obligación de declarar el SO ₂ en las etiquetas. En las cervezas suele existir hasta 10 mg./l. de SO ₂ debido al extracto de lúpulo que contienen, ya que el mismo es tratado con SO ₂ . La dosis máxima ingerible, según la legislación actual, del E220 y sus derivados es de 0.7 mg. por kg. de peso. Para los expertos críticos estos límites son demasiado altos, ya que un niño de 6 años puede superar la dosis al comer solo 10 mg. de fruta seca (orejones por ejemplo). El impacto sobre la salud, del E220 y sus derivados es muy negativo.
E236, E237, E238	Ácido Fórmico, Formiato Sódico, Formiato Cálcico.	Se encuentran en productos elaborados con pescado y en jugos industriales (cremogenados) que luego se usan para preparar néctares y jugos; también se hallan en golosinas y encurtidos.
E250, E251, E252	Nitrito Sódico, Nitrato Sódico, Nitrato Potásico	Empleados esencialmente para conservar y salar jamones, salchichas, morcillas, quesos, conservas de pescado (anchoas, arenques) y otros embutidos. En el organismo el nitrato pasa frecuentemente a nitrito, y éste puede combinarse fácilmente con sustancias de los alimentos y generar las peligrosas nitrosaminas cancerígenas. Los nitritos pueden desencadenar alergias. En lactantes puede bloquear el transporte de oxígeno produciendo cianosis.
E280, E281, E282, E283	Ácido Propiónico, Propionato de Sodio, Propionato Cálcico, Propión Potásico	Se encuentra básicamente en el pan y la repostería envasada, tartas, pasteles, y galletas. En principio son eliminados por el cuerpo como los ácidos grasos comunes, pero las ratas alimentadas con elevadas dosis desarrollan tumores.

(Zambrano, Judith. *et al.* 2008, Badui, 2006)

3. Ácido cítrico. El ácido cítrico es un ácido orgánico tricarbóxico que está presente en la mayoría de las frutas, sobre todo en cítricos como el limón y la naranja. Su fórmula química es C₆H₈O₇. Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos alimentos como las conservas de vegetales enlatadas. La acidez del ácido cítrico es debida a los tres grupos carboxilos -COOH que

pueden perder un protón en las soluciones. Si sucede esto, se produce un ion citrato. Los citratos son unos buenos controladores del pH de soluciones ácidas. Los iones citrato forman sales llamadas con muchos iones metálicos. (Zambrano, Judith. *et al.* 2008)

El citrato de calcio a temperatura ambiente, el ácido cítrico es un polvo cristalino blanco. Puede existir en una forma anhidra (sin agua), o como monohidrato que contenga una molécula de agua por cada molécula de ácido cítrico. La forma anhidra se cristaliza en el agua caliente, mientras que la forma monohidrato cuando el ácido cítrico se cristaliza en agua fría. El monohidrato se puede convertir a la forma anhidra calentándolo sobre 74 °C. (Zambrano, Judith. *et al.* 2008)

- **Obtención del ácido cítrico**

El ácido cítrico es obtenido principalmente en la industria gracias a la fermentación de azúcares como la sacarosa o la glucosa, realizada por un microorganismo llamado *Aspergillus niger*. El proceso de obtención tiene varias fases como la preparación del sustrato de melaza, la fermentación aeróbica de la sacarosa por el aspergillus, la separación del ácido cítrico del sustrato por precipitación al añadir hidróxido de calcio o cal apagada para formar citrato de calcio. (Zambrano, Judith. *et al.* 2008)

Después se añade ácido sulfúrico para descomponer el citrato de calcio. La eliminación de impurezas se realiza con carbón activado o resinas de intercambio iónico, se continúa con la cristalización del ácido cítrico, el secado o deshidratación y el empaquetado del producto. (Zambrano, Judith. *et al.* 2008)

- **Industria de frutas y vegetales**

El ácido cítrico disminuye el pH al actuar como quelante: previene la oxidación enzimática y la degradación del color, resalta el sabor. Es un aditivo especialmente eficaz para evitar el oscurecimiento que se produce rápidamente en las superficies cortadas de algunas frutas y otros vegetales. En combinación con ácido ascórbico, previene la oxidación. (Zambrano, Judith. *et al.* 2008)

4. Ácido ascórbico. Es un compuesto blanco, cristalino o levemente amarillo, inodoro que se oscurece de manera gradual en su exposición con la luz. Estando seco, es estable al aire, pero en solución se deteriora con rapidez en presencia de aire. Tiene un punto de fusión de alrededor de 190°C. Es soluble en 1 gramo por 3 mililitros de agua o 40 mililitros de alcohol, insoluble en cloroformo, éter o benceno. En la naturaleza se puede encontrar en su forma reducida y en su forma oxidada. Los nombres químicos de la vitamina C son Ácido Ascórbico y Escorbato.

Es una Lactona de seis carbonos la cual se sintetiza a partir de la glucosa en muchos animales. La Vitamina C es sintetizada en el hígado de algunos mamíferos y en el riñón de aves y reptiles. Sin embargo, varias especies, incluyendo los humanos, los primates no humanos, los murciélagos indios, entre otros, no son capaces de sintetizar

la vitamina C. Cuando no hay suficiente vitamina C en la dieta, los humanos sufren una enfermedad potencialmente letal llamada escorbuto (Remington, 2003).

El ácido ascórbico tiene un carbono con actividad óptica y la acción contra el escorbuto reside en la acción del isómero L. El enantiómero-L de ácido ascórbico se conoce como vitamina C. El nombre "ascórbico" proviene de su propiedad de prevención y curación del escorbuto. Los primates, incluido el ser humano, y algunas otras especies en todas las divisiones del reino animal, en especial el conejillo de indias, han perdido la capacidad de sintetizar el ácido ascórbico, y deben obtenerlo en la comida (Goodman, 2002).

El ácido ascórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio suelen usarse como aditivos antioxidantes de los alimentos. Estos compuestos son solubles en agua y, por tanto, no pueden proteger a las grasas de la oxidación (Goodman, 2002).

La vitamina C es un donador de electrones (agente reductor o antioxidante), y probablemente todas sus funciones bioquímicas y moleculares pueden deberse a esta función (3). Este ácido actúa como donador de electrones para 11 enzimas. Diariamente, un adulto necesita 90 mg máximo para un hombre y 75 mg máximo para una mujer. Estas dosis pueden variar de acuerdo a otros condicionantes o necesidades especiales. (INCAP, 2002).

5. Sorbato de potasio. El sorbato de Potasio es la sal de potasio del ácido sórbico ampliamente utilizado en alimentación como conservante. El ácido sórbico se encuentra en forma natural en algunos frutos. Comúnmente en la industria alimenticia se utiliza el Sorbato de Potasio ya que este es más soluble en agua que el ácido sórbico. Es un conservante fungicida y bactericida.

- **Usos**

El sorbato es utilizado para la conservación de tapas de empanadas, pasta, pre-pizzas, pizzas congeladas, salsa de tomate, margarina, quesos para untar, rellenos, yogur, jugos, frutas secas, embutidos, vinos etc. Este compuesto no debe ser utilizado en productos en cuya elaboración entra en juego la fermentación, ya que inhibe la acción de las levaduras.

En caso de utilizar combinaciones de Sorbato de Potasio con otros conservantes debe tenerse la precaución de no introducir iones de calcio ya que se produce una precipitación. Por lo tanto en las combinaciones con Sorbato de Potasio utilizar Propionato de Sodio y no de Calcio para una óptima acción sinérgica.

El Sorbato de Potasio puede ser incorporado directamente a los productos durante su preparación o por tratamiento de superficies (pulverización o sumergido).

6. Benzoato de sodio. Es la sal sódica del ácido benzoico. El ácido benzoico se encuentra en estado natural en muchas bayas comestibles. En la industria alimenticia son comúnmente utilizadas las sales alcalinas (Benzoato de Sodio) debido a que el ácido benzoico es muy poco soluble en agua.

- **Usos y dosificación**

Este conservante tiene propiedades bactericidas y fungicidas comúnmente utilizado en bebidas carbonatadas, jugos, mermeladas y jaleas, ensaladas y pasteles de fruta, caviar, margarinas, caramelos, salsas etc. Este conservante es efectivo solamente en un medio ligeramente ácido lo cual . Se emplea en la mayoría de los casos en combinación con otros conservantes. Se utiliza generalmente 0.5 - 1 gr. de Benzoato de Sodio por kilogramo de producto.

7. Antioxidante de extracto de semilla de toronja. El extracto de semilla de toronja es un producto orgánico de origen natural con un amplio espectro antimicrobiano. Este producto es altamente efectivo en bajas concentraciones como agente bactericida, fungicida y viricida. Posee propiedades antioxidantes para ser usada en la industria de alimentos y es completamente estable en presencia de materia orgánica. El producto final es una combinación de elementos naturales incluyendo bioflavonoides, aminoácidos, ácidos grasos, sacáridos, compuestos fenólicos, tocoferoles, ácido ascórbico y ácido dehidro ascórbico. Este producto es efectivo para inhibir el crecimiento de hongos y levaduras y de algunas bacterias. Este se puede aplicar en dosis de 1 – 10 mg/kg o bien de 10 ppm a 250 ppm. Se recomienda su utilización en la agricultura, pesca, comida para animales, tratamiento de aguas y alimentos. Adicional a esto, no representa peligro para el medio ambiente debido a su bajo nivel de toxicidad para el hombre y los animales (García, 2008).

El extracto de semilla de toronja es una alternativa benigna pero potente y efectiva a las sustancias químicas peligrosas para el medio ambiente que se utilizan en el ámbito diverso de productos para el consumidor, para las instituciones y para el agro y la industria. (García, 2008).

Es utilizado en la agricultura como bactericida y fungicida para tratamiento tanto anterior como posterior a la cosecha en una dosis de 50 a 250 ppm. En peces y aves se utiliza como desinfectante en pescado y en aves frescas y conservador para procesados utilizando una dosis de 100 a 1000 ppm. Para alimentos se utiliza como conservador y antioxidante en un rango de 10 a 250 ppm. (García, 2008).

Se han realizado estudios en donde se ha evidenciado que la actividad antimicrobiana del extracto de semilla de toronja se lleva a cabo en la membrana citoplasmática donde se previene la toma de aminoácidos y la desorganización de la membrana citoplasmática y la trasminación de contenidos de bajo peso molecular. (García, 2008).

La acción antioxidante es debida al alto contenido de ácido ascórbico y otros elementos trazas extractados de la semilla de toronja. Estas importantes propiedades evitan el deterioro de los compuestos protéicos y vitamínicos, manteniendo sus cualidades nutritivas, permitiendo un mejor aprovechamiento. Así mismo, garantiza la estabilidad de los insumos y alimentos preparados por períodos prolongados de almacenamiento, evitando la contaminación por microorganismos patógenos y putrefactos, inhibiendo la formación de aflatoxinas y otras micotoxinas. (García, 2008).

El extracto de semilla de toronja debe ser utilizando durante el proceso de manufactura de alimentos balanceados, especialmente aquellos preparados con insumos previamente almacenados y/o insumos que están a contaminación por bacterias y hongos. (García, 2008).

Cuadro 12: Resultados de ensayos realizados con el extracto de semilla de toronja

BACTERIAS GRAM NEGATIVAS	ORIGEN	CEPA	CIM (PPM)
Aerobacter aerogenes	CTTM	413	20
Alcalingenes faecalis	A		2000
Brucella abortus	NCTC	8226	2
Brucella intermedia	A		2
Brucella melitensis	A		2
Brucella suis	A		2
Cloaca cloacae	NCTC	8155	6
Escherichia € coli	NCTC	86	2
Escherichia € coli	ATCC	9663	6
Haemophilus influezae	A	8172	660
Klebsiella edwardsii	NCTC	7242	6
Legionella pneumoniae	ATTC		6200
Loefflerella pseudomallei	NCTC	10230	20
Moraxella dúplex	A		2
Moraxella glucidolytica	A		6
Neisseria catarrhalis	NCTC	3622	660
Pasteurella séptica	NCTC	948	2
Proteus vulgaris	ATCC	15442	2
Pseudomona aeruginosa	ATCC	12055	2000
Pseudomona capacia	C-175	8384	250
Pseudomona fluorescens	NCTC		20000
Salmonella cholerasuis	ATCC	10708	5000
Salmonella enteritidis	A	2249	2000
Salmonella typhi	NCTC	8384	6
Salmonella typhimurium	NCTC	5710	6
Salmonella paratyphi A	NCTC	5322	6
Salmonella paratyphi B	NCTC	3176	6
Salmonella pullorum	ATCC	9120	6
Serratia marcescens	A		2000
Shigella dysenteriae	NCTC	2249	2
Shigella flexneri	NCTC	8192	6
Shigella sonnei	NCTC	7240	3
Vibrio cholerae	A		200
Vibrio eltor	NCTC	8457	200

Continuación Cuadro 12

BACTERIAS GRAM POSITIVAS	ORIGEN	CEPA	CIM (PPM)
Bacillus subtilis	NCTC	8236	2
Bacillus cereus	A		60
Clostridium botulinum	NCTC	3805	60
Clostridium tetani	NCTC	9571	60
Corynebacterium diphtheriae	ATCC	6917	60
Diplococcus pneumoniae	ATCC	7465	60
Lactobacillus arabinosus	CITM	707	100
Lactobacillus casei	CITM	8014	66
Listeria monocytogenes	ATCC	15313	20
Mycobacterium tuberculosis	A		2000
Mycobacterium phlei	NCTC		6
Sarcina lutea	A	196	60
Sarcina ureae	ATCC	64732	2
Staphylococcus albus	ACTC	7292	2
Staphylococcus aureus	NCTC	7447	2
Streptococcus faecalis	NCTC	8619	200
HONGOS Y LEVADURAS	ORIGEN	CEPA	CIM (PPM)
Aspergillus niger	ATCC	6275	600
Aspergillus flavis	ATCC	9643	78
Aureobasidium pullulans	ATCC	9348	10
Candida albicans	A		60
Chaetomium globosum	ATCC	6205	3
Epidermophyton floccosum	ATCC	10227	200
Penicilium roqueforti	ATCC	6989	5
Saccharomyces cerevisiae			60
Trichophyton metagrophytes	ATCC	9533	20

(García, 2008)

- **Obtención del extracto de semilla de toronja**

Este producto está compuesto por semillas y parte de la membrana de la fruta, esto no es utilizado para la elaboración de zumo de toronja por lo que es desechado y es la base para la elaboración del antioxidante. Se utiliza glicerina vegetal como agente extractor (García, 2008).

- **Análisis sensorial**

Los ensayos sensoriales se han realizado durante el tiempo que ha habido seres humanos que evalúan la bondad y la maldad de los alimentos, el agua, las armas, los refugios, y todo lo que puede ser usado y consumido (Meilgaard, 2006).

En 1964, Pangborn recorre la historia del análisis sensorial sistemática que se basa en los esfuerzos de guerra de suministro de alimentos aceptables para las fuerzas estadounidenses y en el desarrollo de la prueba triangular en Escandinavia (Meilgaard, 2006).

Los científicos han desarrollado recientemente pruebas sensoriales como una metodología formal, estructurado y codificado, y que continúan desarrollando nuevos métodos y perfeccionar los ya existentes (Meilgaard, 2006).

Los métodos que se han desarrollado servir a los intereses económicos. Las pruebas sensoriales se puede establecer el valor de una mercancía o incluso su aceptabilidad muy. Las pruebas sensoriales evalúa cursos alternativos para seleccionar el que optimiza la relación calidad-precio (Meilgaard, 2006).

Los atributos de un artículo alimenticio normalmente se percibe en el siguiente orden:

a. Apariencia: a menudo es el único atributo que se utiliza para basar la decisión de comprar o consumir un producto (Meilgaard, 2006).

Características generales Aspecto: color, tamaño y forma, textura de la superficie, la carbonatación claridad.

b. Olor / Aroma / Fragancia: el olor de un producto es detectado cuando sus volátiles entra en el pasaje nasal, y son percibidas por el sistema olfativo. El aroma es el olor de un producto alimenticio, y la fragancia es el olor de un perfume o cosmético (Meilgaard, 2006).

c. La consistencia y textura: El tercer conjunto de atributos a considerar son aquellos que son percibidos por los sensores en la boca que no sea del gusto sentimientos y químicas. textura también es percibida por la piel y los músculos del cuerpo, aparte de las de la boca, al evaluar el cuidado personal y del hogar y productos de cuidado. Por convención, los siguientes se refieren a:

- Viscosidad (para líquidos newtonianos homogéneos)
- Consistencia (para líquidos no newtonianos o heterogéneos y semisólidos)
- Textura (para sólidos o semisólidos).
- Viscosidad se refiere a la tasa de flujo de líquidos bajo una fuerza tal como la gravedad.
- Consistencia (de fluidos tales como purés, salsas, zumos, jarabes, jaleas y cosméticos).

Textura se puede definir como la manifestación sensorial de la estructura interna de maquillaje o productos en cuanto a su:

- Reacción al estrés, medido como propiedades mecánicas (dureza tal / firmeza, adhesividad, cohesividad, gomosidad, elasticidad / resistencia, viscosidad) a través del sentido cinestésico en los músculos del te de la mano, los dedos, la lengua, la mandíbula y los labios (Meilgaard, 2006).

- Propiedades de sensación táctil, medidas como partículas geométricas (granulada, arenoso, cristalino, escamosa) o propiedades de la humedad (humedad, grasa, humedad, sequedad) por los nervios táctiles en la superficie de la piel de la mano, de los labios o la lengua (Meilgaard, 2006).

d. Sabor, como un atributo de los alimentos, bebidas y condimentos, se ha definido como la suma de las percepciones resultantes de la estimulación de los extremos de sentido que se agrupan en las entradas de la digestivo y de las vías respiratorias (Meilgaard, 2006).

e. El ruido, producido durante la masticación de los alimentos o la manipulación de tejidos o productos de papel es menor, pero no despreciable, atributo sensorial. Es común para medir el tono, el volumen y la persistencia de los sonidos producidos por los alimentos o la ropa (Meilgaard, 2006).

D. El método de espectro de análisis descriptivo

El espectro cubre nombre de un procedimiento dirigido por Civille y desarrollado a lo largo de los años en colaboración con una serie de empresas que buscaban una manera de obtener reproducible y repetible análisis sensorial descriptivo de sus productos. La filosofía de Spectrum es pragmático: proporciona las herramientas para diseñar un procedimiento descriptivo para una categoría de producto (Meilgaard, 2006).

El objetivo es seleccionar el sistema más práctico, dado que el producto en cuestión, el programa sensorial global, los objetivos específicos del proyecto en el desarrollo de un panel, y el nivel deseado de tratamiento estadístico de los datos. Por ejemplo, los panelistas pueden ser seleccionados y entrenados para evaluar sólo un producto o una variedad de productos. Los productos pueden ser descritos en términos de apariencia única, el aroma, el sabor, la textura o características. Los panelistas pueden ser entrenados para evaluar todos estos atributos. El espectro es un enfoque de diseño personalizado para el desarrollo panel, selección, formación y mantenimiento (Meilgaard, 2006).

El método del espectro difiere de otros métodos descriptivos ya que proporciona un perfil más técnico. Otros métodos difieren en la selección y formación de los panelistas, el tipo de escala y concentración del producto. El desarrollo de conceptos para los atributos es crucial a la estabilidad léxica. Léxicos se basan en la terminología común acordada por los panelistas. Clarificar el concepto, a través del uso de referencias y ejemplos, estabiliza las comunicaciones entre los miembros del jurado. Creación de concepto complejo permite panelistas para dar cuenta de las partes del todo que a su vez permite a los desarrolladores de productos de comprender qué atributos integran el concepto (Meilgaard, 2006).

El objetivo del proyecto determina el tipo de terminología necesaria. Términos de consumo reflejan el lenguaje de la población de usuarios (cremoso, refrescante, suave). Los términos técnicos proporcionar

información directa al desarrollo de productos (vainillina o vainilla). Los términos técnicos pueden estar directamente relacionados con la entrada de ingredientes y variables de proceso (Meilgaard, 2006).

Panelistas Spectrum descubrir los términos dentro de las muestras. el proceso con el cual los paneles del espectro desarrollar léxicos es:

- Los panelistas experimentar los atributos de una serie de productos (gusto, tacto, olfato, etc.)
- Los panelistas reportar términos, interpretar la experiencia, y grabar un léxico tonto.
- Los panelistas están expuestos a atribuir referencias para su aclaración.
- Los panelistas refinar la terminología precisa y validar el léxico con un par de muestras.

Proporcionar referencias intensidad va incrementando la reproducibilidad del panel y la comunicación. La gente busca los límites en la toma de decisiones sobre la cantidad. El método Spectrum ofrece estos límites mediante la definición de los límites de la experiencia sensorial. Proporcionando una serie de niveles de diferentes estímulos alienta panelistas ser consistente de tiempo para el tiempo y entre los panelistas. Además, utilizando referencias de intensidad permite una comparación universal a través de productos y categorías de productos. La elección de los términos puede ser amplia o estrecha según objetivos características de aroma únicos del grupo especial, o todas las modalidades sensoriales. Sin embargo, el método requiere que toda la terminología está desarrollado y descrito por un panel que ha sido expuesto a los principios subyacentes técnicas de cada modalidad que se describirá (Meilgaard, 2006).

Los panelistas comienzan a desarrollar su lista de los mejores descriptores por primera evaluación de una amplia gama de productos (marcas comerciales, competidores, carreras de planta piloto, etc) que definen la categoría de producto (Meilgaard, 2006).

Diferentes objetivos del proyecto pueden requerir escalas de intensidad muy diferentes. Una propiedad clave de una escala es el número de puntos de discriminación a lo largo de la escala. Si las diferencias de productos requieren un gran número de puntos de discriminación para definir claramente las diferencias de intensidad, tanto dentro como entre los atributos, el presidente de la comisión requiere una escala de 15 cm, o una categoría con 30 puntos o más, o una escala ME (Meilgaard, 2006).

La aplicación más común de la escala del espectro es el uso de 0 - 15 puntos para la mayoría de los alimentos y productos de consumo. Los panelistas escribir (o entrar) en el número real de la intensidad de cada atributo (Meilgaard, 2006).

Las herramientas del método del espectro incluyen pruebas de tiempo / intensidad, la diferencia de la prueba de control, evaluación de impacto total del sabor, y otros. La filosofía básica es entrenar al panel para definir completamente todos y cada uno de los atributos de los productos, a la tasa de intensidad de cada uno, y para incluir otros aspectos relevantes que caracterizan tales como cambios en el tiempo, las

diferencias en el orden de aparición de los atributos, y el total integrado aroma y / o el impacto del sabor (Meilgaard, 2006).

El analista sensorial creativo y diligente puede construir la técnica descriptiva óptima mediante la selección de la gama de términos, técnicas de escalamiento y otros componentes opcionales que están disponibles al comienzo de cada desarrollo panel (Meilgaard, 2006).

E. Buenas Prácticas de Manufactura

Las Buenas Prácticas de Manufactura son un conjunto de regulaciones federales que se aplican en todos los procesadores, distribuidores, y almacenes de alimentos, además son la base legal para determinar si las prácticas, condiciones y controles usados para procesar, manejar o almacenar productos mantienen las características de inocuidad de los productos y determinar si las instalaciones son sanitarias y aptas para el proceso realizado. Derivado de este excelente concepto, únicamente quisiera expandir un poco más el mismo, las Buenas Prácticas de Manufactura también son la base de las operaciones de la industria farmacéutica y cosmética, pero de igual forma cualquier empresa que desee garantizar sus productos en cuanto a calidad, eficacia y aceptación también puede implementarlas aunque realmente la parte que supe estas regulaciones federales en otros tipos de procesos son las Normas Estándar ISO (Flores, 2010).

Las Buenas Prácticas de Manufactura nos facilitan una descripción de las características propias de la manufactura especializada, el proceso, el empaque, el manejo y almacenamiento de productos alimenticios, farmacéuticos y cosméticos (Flores, 2010).

Aunque estos estándares dictados por la FDA a través de las BPM, son de orden general y con contenidos mínimos, permiten con alta efectividad el control general del proceso, generalmente la industria antes mencionada también se controla a través de los SOP'S. (estándar operating procedures) o procedimientos estándares de operación, que son los que efectivamente exceden los requerimientos mínimos de las BPM y que además son de características muy específicas según sea el tipo y el proceso de industria de que se trate.

La planta de producción de alimentos para la cual se realizó este estudio, cuenta con Buenas Prácticas de Manufactura implementadas, principalmente en el área de proceso de la ensalada de repollo ya que es un producto muy susceptible a contaminación ya que no es expuesto a ningún proceso térmico que permita eliminar microorganismos, realiza auditorías periódicamente para verificar el cumplimiento de las buenas prácticas por parte del personal que tienen contacto con el producto para así asegurar la calidad e inocuidad del mismo.

V. OBJETIVOS

A. Generales:

- Incrementar de 1 a 3 días la vida de anaquel de la ensalada de repollo empacada en bolsa de 10 libras.

B. Específicos:

- Evaluar varios tratamientos que permitan ofrecer un producto fresco, con atributos sensoriales y carga microbiana óptimos que brinden seguridad al consumidor y seleccionar el mejor de ellos.
- Reducir el costo en manejo de producto con corta vida útil despachado a restaurantes, por deterioro y disminuir horas extras por proceso por lo menos en un 70%.
- Contar con un mejor manejo de inventario, aumentando la cantidad de producto almacenado teniendo un rango mayor de vida útil.

VI. METODOLOGÍA

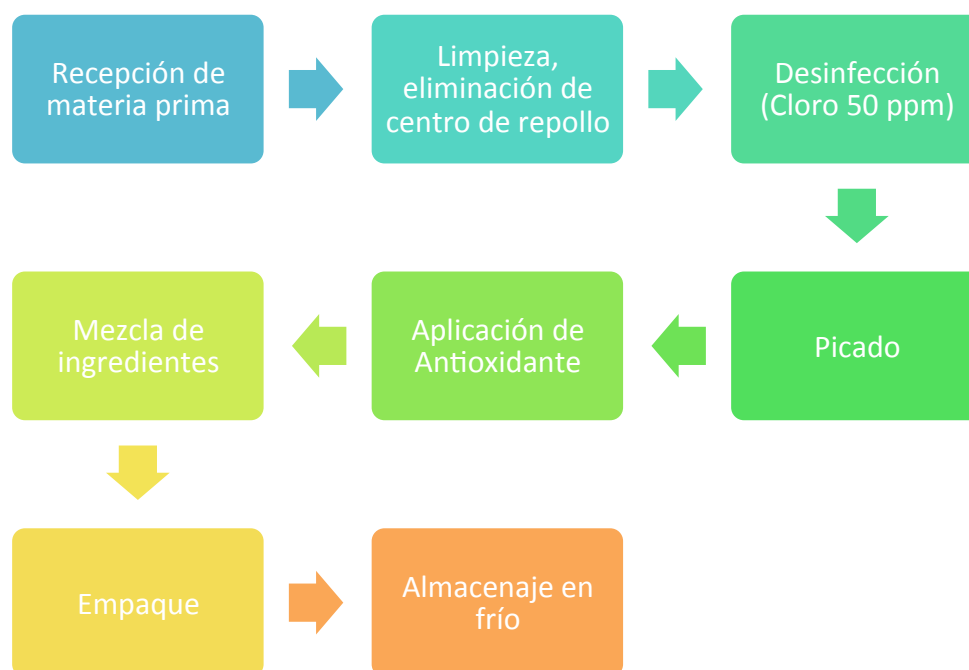
A. Elaboración de ensalada de repollo

Antes de comenzar a trabajar es de suma importancia controlar que el lugar de trabajo, los equipos y los utensilios, así como el personal destinado a la elaboración, cumplan los requisitos higiénicos indispensables, según las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) así como asegurar la correcta limpieza y sanitización tanto del área como del equipo a utilizar.

Cuadro 13: Ingredientes para la elaboración de un batch de ensalada de repollo

INGREDIENTES	% en Peso
Chile pimiento limpio	4.397
Mezcla de mayonesa	28.175
Repollo limpio	63.858
Ácido cítrico	0.4
Ácido ascórbico	0.3
Suma total	100.000

Diagrama 1: Diagrama de flujo general de preparación de ensalada actual



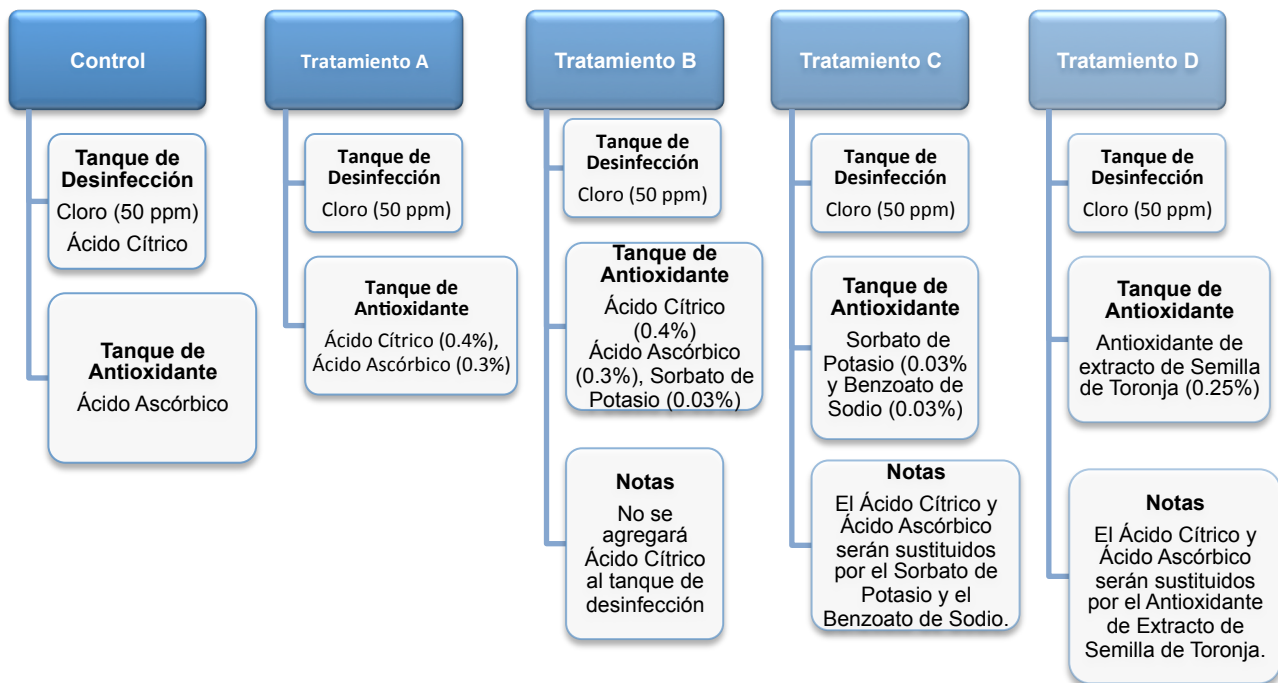
B. Tratamientos

Se analizó la necesidad de modificar el momento de aplicación de ácido cítrico y ácido ascórbico agregando ambos en el tanque de aplicación de antioxidante después de haber sido picado el repollo.

Adicional a esto se evaluó agregar un nuevo antioxidante durante el proceso de la preparación de la ensalada.

Para cada tratamiento se realizó el procedimiento de la elaboración de la ensalada de repollo anteriormente descrito con las siguientes variaciones:

Diagrama 2: Tratamientos con antioxidantes que se realizaron para la elaboración de ensalada de repollo.



Se utilizó 1 batch de producto por cada tratamiento dado (60 bolsas de 10 libras cada una) para los análisis requeridos. Las bolsas utilizadas fueron escogidas de manera aleatoria.

Los tratamientos realizados fueron evaluados en dos etapas, en la cual la primer etapa consistió en realizar una evaluación sensorial para poder determinar que tratamientos eran los que mantenían el perfil de sabor del producto. Para la etapa II se realizó un análisis sensorial, fisicoquímico y microbiológico.

1. Análisis Sensorial. Se utilizó un test descriptivo para determinar las características sensoriales de las muestras de ensalada de repollo. Se llama también Perfil Analítico porque proporciona información tanto sobre el sabor extraño, la distorsión de sabores y los cambios de intensidad del sabor. Es un método descriptivo cualitativo y cuantitativo del sabor, desarrollado por Cairncross y Sjostrom en 1950 en Cambridge Mass. (Witting, 2001)

El método utilizado para la elaboración del análisis sensorial tiene como nombre Spectrum, la empresa para la cual se realizó el estudio posee un panel sensorial entrenado basando sus prácticas en éste método con una escala estándar para el análisis de cada atributo. Así mismo, el producto ya cuenta con una especificación o ficha técnica en la cual se describen los atributos analizados como lo son el crunch del repollo.

- **Atributos de apariencia:** en este grupo se encuentran atributos evaluados mediante la vista: el color de la Ensalada de Repollo. Este color depende del estado del repollo, de la crema y aderezo agregados. (Callejo, 2010).
- **Atributos de olor:** el olor de la Ensalada de Repollo es otro de los factores determinantes en la aceptación por el consumidor. El olor debe ser característico de la ensalada, olor a repollo fresco y lácteo por presencia de aderezo y crema (Callejo, 2010).
- **Atributos de textura:** es un factor determinante de la calidad sensorial de la Ensalada de Repollo e influyen en gran medida en las decisiones de compra de los consumidores. La corta vida útil de la Ensalada de Repollo y la pérdida de frescura y crunch del repollo están fundamentalmente asociados con la oxidación y disminución en la calidad y parámetros de textura: el incremento de suavidad y pérdida de consistencia. (Callejo, 2010)
- **Atributos de sabor:** cubre el conjunto de impresiones de un alimento percibidas por vía química por medio de los sentidos en la boca. El sabor incluye por tanto, las percepciones olfatorias causadas por las sustancias volátiles percibidas en la cavidad nasal, como las percepciones causadas por las sustancias solubles percibidas en la boca como sabores básicos, como los factores sensoriales químicos (astringencia, picor, calor, frío) que estimulan las terminales nerviosas. El sabor es, por tanto, la percepción simultánea del sabor, el aroma y la respuesta del nervio trigeminal. Factores tales como el la oxidación del repollo, influyen sobre el sabor del producto final. (Callejo, 2010)
- **Materiales**
 - 30 muestras ensalada de repollo tratada
 - 30 muestras ensalada de repollo de referencia.

40 recipientes transparentes desechables
1 paquete de 100 servilletas
40 vasos de plástico
3 pichetes de plástico
1 marcador permanente
10 bandejas
100 etiquetas
16 lápices
30 boletas de test descriptivo
1 Laboratorio de análisis sensorial
30 panelistas

Los panelistas evaluaron las muestras dadas según los atributos indicados utilizando una escala de 1 a 5, siendo 2.50 el límite inferior (LI), 3.00 el estándar y 3.50 el límite superior (LS) de aceptación de dichos atributos según especificación del producto.

2. Análisis fisicoquímico

a. Determinación de pH

- Debe realizarse la calibración del Potenciómetro antes de su uso.
- Se midió pH del producto terminado de cada tratamiento. Se utilizó el Potenciómetro para verificar que se encuentre en el rango establecido por la especificación.
- El análisis se realizó los días 1, 4, 5, 6, 7 y 8 de vida del producto.

3. Análisis microbiológico Se realizaron análisis microbiológicos de los días uno, cuatro, cinco, seis, siete y ocho de producción para la determinación del día máximo de vida de la ensalada de repollo siendo inocua para el consumo.

Las muestras fueron tomadas en los días anteriormente descritos para realizar los respectivos análisis microbiológicos. Durante el período de muestreo de producto, se determinó presencia de los siguientes microorganismos:

- a. Escherichia Coli.
- b. Mohos y Levaduras
- c. Salmonella sp.
- d. Recuento total de Coliformes.

Estos análisis fueron realizados por un laboratorio externo contratado por la empresa que fue solicitado la realización de éste estudio. Paralelo a esto, se corrieron pruebas microbiológicas en las instalaciones de la empresa para poder obtener dos resultados hacer un control cruzado.

- **Procedimiento Etapa I:**

En este análisis sensorial se aplicó una prueba de perfil sensorial evaluando atributos de olor (repollo fresco, lácteo), apariencia (homogeneidad de color), textura (crunch) y sabor (repollo fresco, lácteo), así como la preferencia de cada uno de ellos por atributo.

Para ello se distribuyó muestras de ensalada de repollo, una de cada tratamiento realizado, éstas fueron comparadas con un control. El análisis se realizó en grupos de 30 personas en el laboratorio de Análisis Sensorial de la Empresa.

Debido a que la prueba se realizó con 30 panelistas, estos se dividieron en 3 grupos de diez cada uno, a los cuales se les asignó una hora específica para realizar la prueba.

A cada panelista se le asignó un puesto específico en el panel donde llevó a cabo el análisis sensorial. Al inicio de la prueba del perfil sensorial, se les dio a conocer a los panelistas el objetivo de la prueba. Cada cubículo tenía un vaso desechable con agua, servilletas, un lápiz para contestar la boleta, la boleta y la bandeja con las 4 muestras de ensalada de repollo más la muestra control.

Las muestras se sirvieron en recipientes desechables transparentes codificados con números aleatorios que contengan una porción de ensalada de repollo. Las muestras se entregaron a los panelistas a una temperatura entre 2 - 4°C.

A cada panelista se le entregaron 4 muestras codificadas de las variedades de Ensalada de Repollo; los códigos asignados serán diferentes.

Junto con las muestras, a cada panelista se le entregó una boleta numerada con las instrucciones que debió seguir durante la evaluación. Los panelistas probaron las muestras de izquierda a derecha y llenarán la boleta de acuerdo a la intensidad percibida de cada atributo.

Terminado el análisis, cada panelista entregó la boleta contestada al instructor, debió tirar los platos desechables, dejar la bandeja en el área de bandejas y abandonar el salón de forma callada para no interrumpir a los demás panelistas.

- **Procedimiento Etapa II:**

Para esta segunda etapa de evaluación, el análisis sensorial se realizó de la misma manera que en la Etapa I, descrita anteriormente.

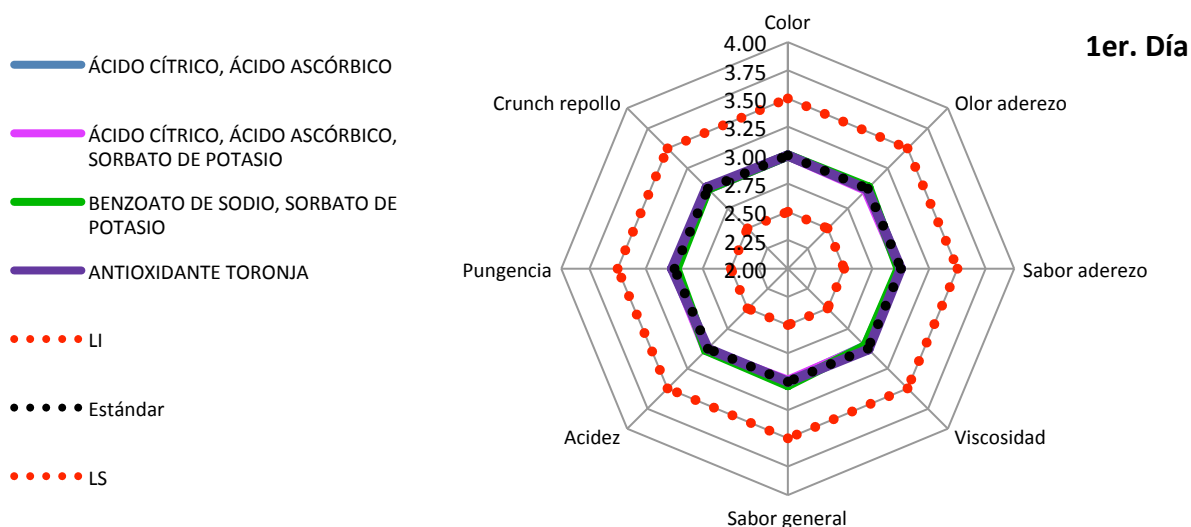
La variación para este análisis sensorial fue, que al momento de haber obtenido las muestras con los tratamientos B y D aplicados, se procedió a almacenarlas en los puntos de venta, para que, de esta manera se obtuvieran resultados más apegados a la realidad del manejo del producto.

Para la realización de las evaluaciones sensoriales se llevó acabo un muestreo aleatorio en el punto de venta, trasladando dichas muestras al panel sensorial de la empresa, manteniendo una adecuada cadena de frío para no perjudicar los atributos a evaluar del producto. La evaluación se hizo en los días 1, 4, 5, 6, 7 y 8 de producción. Al haber obtenido las boletas se procedió a realizar la tabulación de datos para así, obtener el resultado y así se determinó cual de los dos tratamientos evaluados mantenía los atributos sensoriales del producto evaluados. Adicional a esto, se procedió a realizar el análisis fisicoquímico y microbiológico en paralelo a los días de evaluación sensorial anteriormente descritos.

VII. RESULTADOS

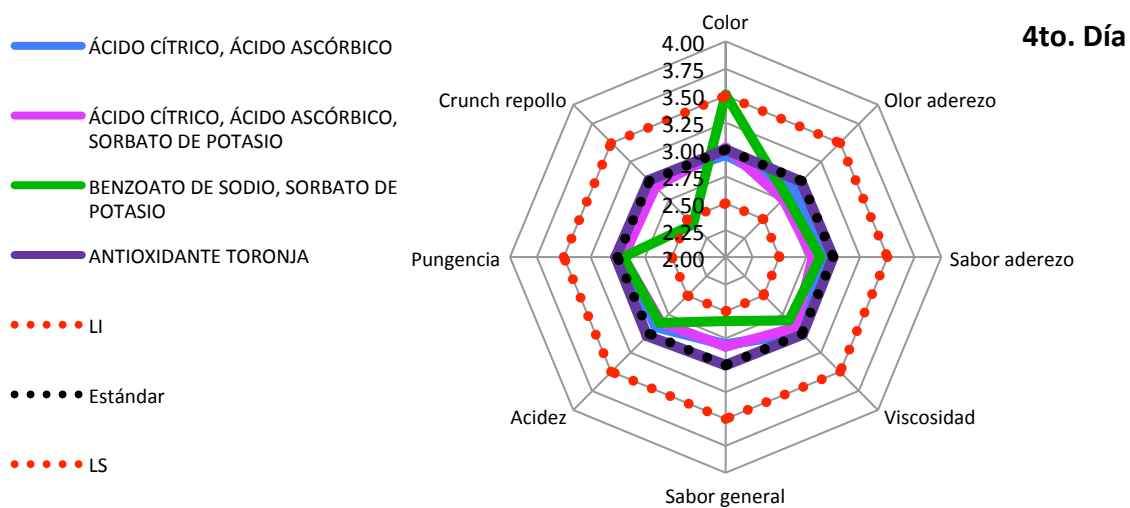
Evaluación Sensorial Etapa I:

Figura 3. Evaluación sensorial en el día inicial de pruebas para los cuatro sistemas.



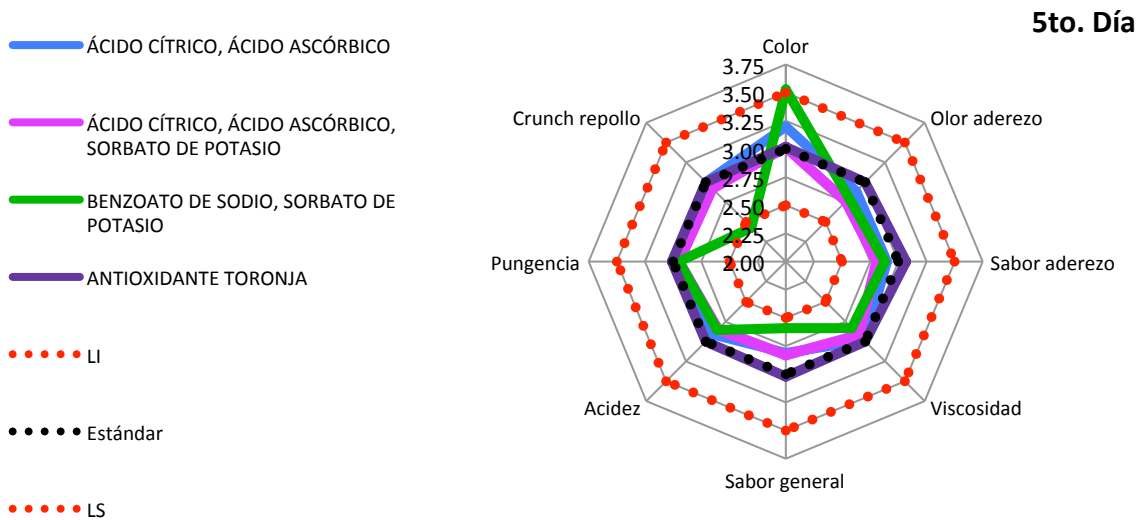
Para la evaluación se toma LI (límite mínimo de aceptación y LS como el límite máximo de aceptación de cada atributo evaluado. Las variables fueron evaluadas por un panel sensorial entrenado formado por 30 personas. Las 4 muestras se percibieron sensorialmente iguales en el día inicial.

Figura 4. Evaluación sensorial en el cuarto día de pruebas para los cuatro sistemas.



Por medio de la gráfica anterior, se puede observar el comportamiento de los cuatro tratamientos evaluados. Se pudo determinar que el tratamiento A (Ácido Cítrico y Ácido Ascórbico) y C (Benzoato de Sodio y Sorbato de Potasio) presentan desviaciones significativas comparado con la referencia, encontrándose el tratamiento C fuera de parámetros establecidos en la especificación del producto.

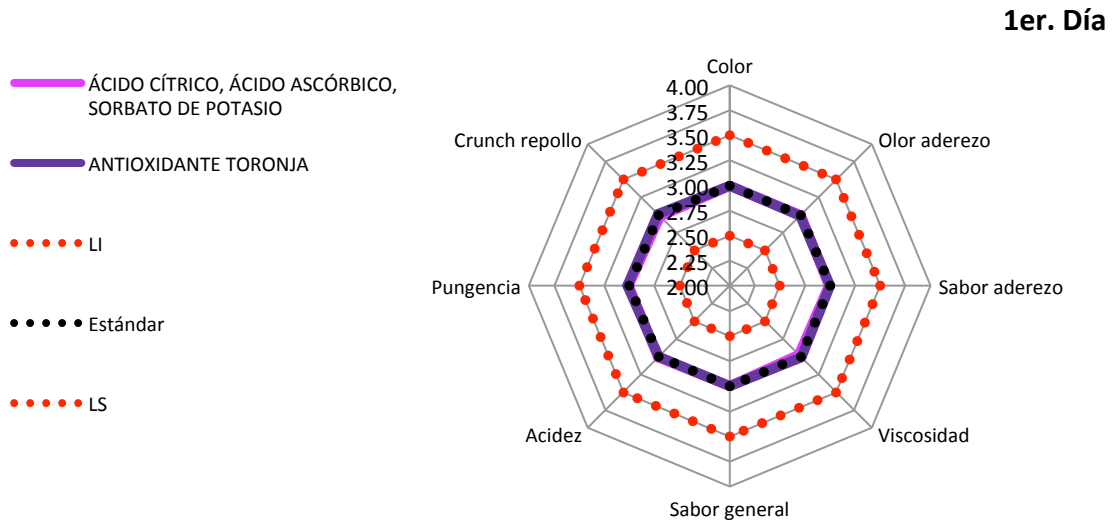
Gráfica 5. Evaluación sensorial en el quinto día de pruebas para los cuatro sistemas.



Por medio de la gráfica anterior, se puede observar el comportamiento de los cuatro tratamientos evaluados al quinto día de vida útil del producto. Se pudo determinar que el tratamiento A (Ácido Cítrico y Ácido Ascórbico) y C (Benzoato de Sodio y Sorbato de Potasio) presentan desviaciones significativas comparado con la referencia, encontrando atributos evaluados fuera de parámetros establecidos en la especificación del producto.

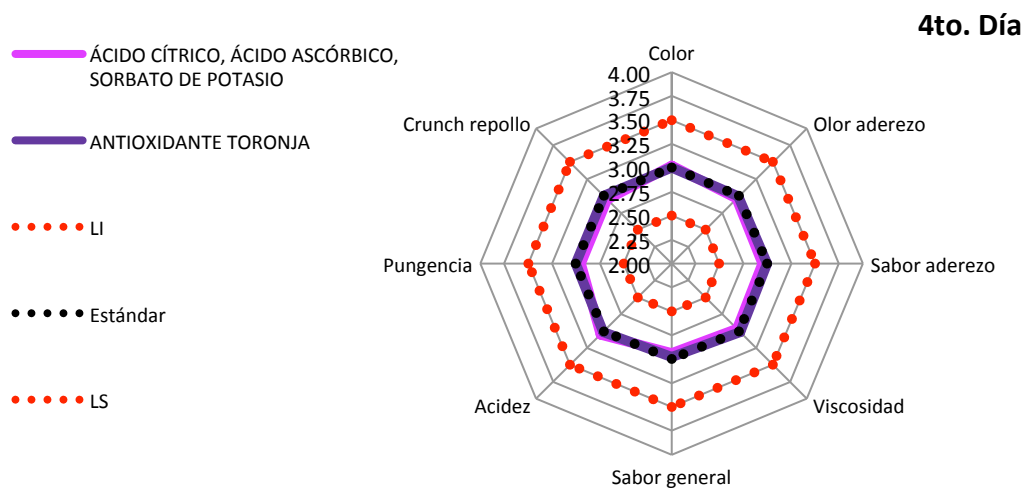
Evaluación Sensorial Etapa II:

Gráfica 6. Evaluación sensorial en el día inicial de pruebas Etapa II del estudio, para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.

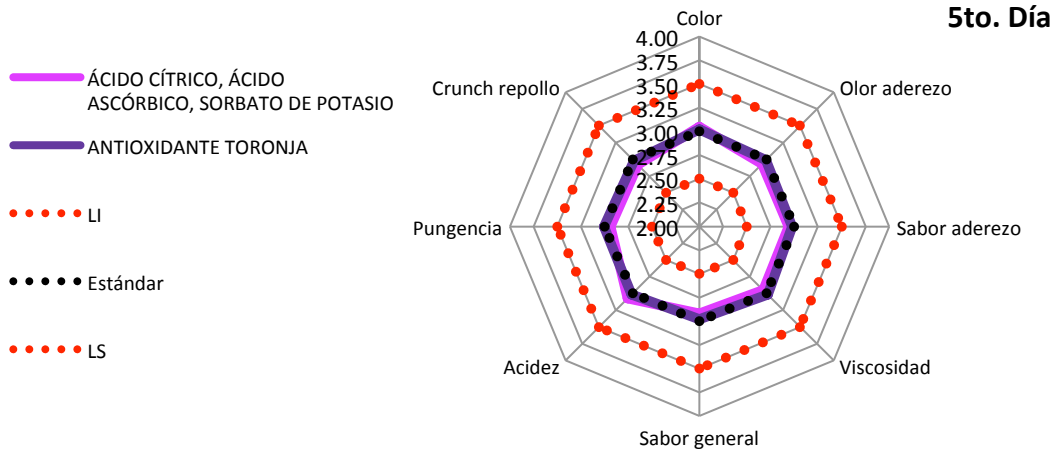


La presente gráfica nos muestra el comportamiento de los dos tratamientos elegidos por medio de una evaluación sensorial, los cuales mostraron un comportamiento similar a la referencia respecto a los atributos sensoriales analizados.

Gráfica 7. Evaluación sensorial en el cuarto día de pruebas para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.

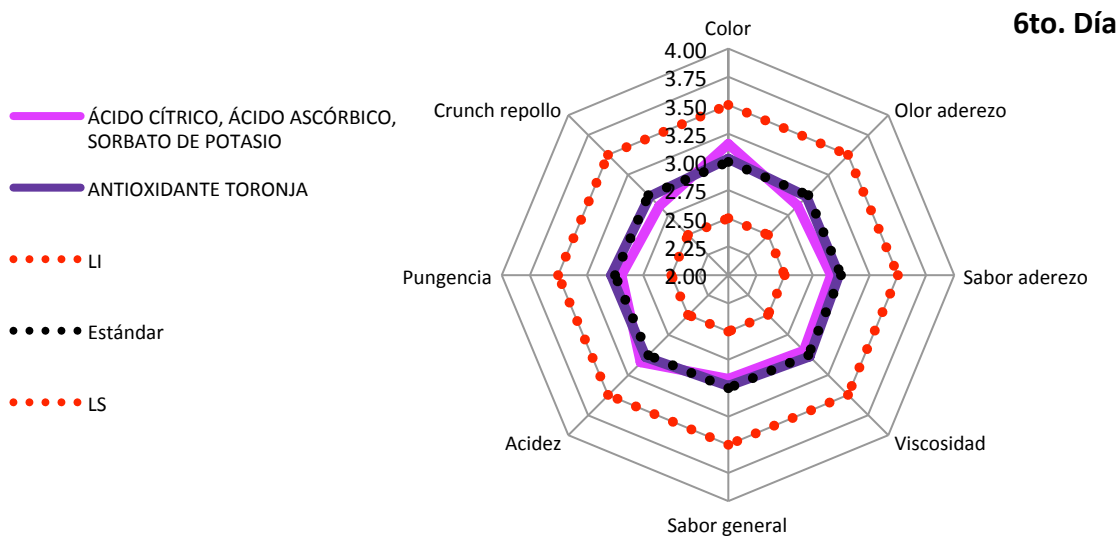


Gráfica 8. Evaluación sensorial en el quinto día de pruebas para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.



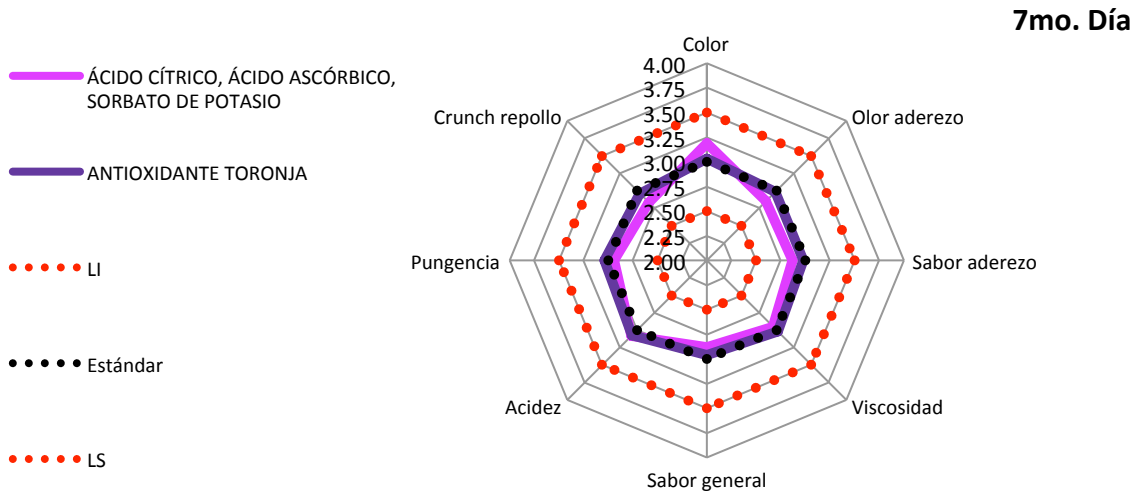
En la gráfica anterior como en la 4, se puede observar como el comportamiento de las muestras evaluadas con dos tratamientos distintos muestran un comportamiento similar a la referencia, sin evidenciar desviación alguna respecto a los atributos sensoriales evaluados.

Gráfica 9. Evaluación sensorial en el sexto día de pruebas para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.



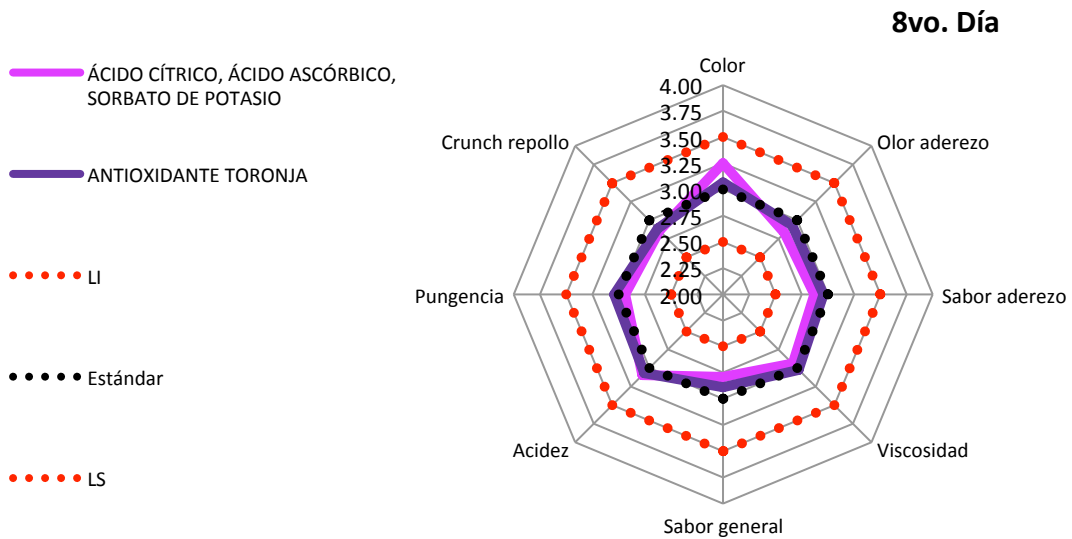
En esta gráfica, se puede observar como los atributos de color y acidez presentan una ligera desviación en la muestra tratada con ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio (tratamiento B), mientras que la muestra tratada con antioxidante de extracto de semilla de toronja (tratamiento D) presenta sigue presentando un comportamiento similar a la referencia.

Gráfica 10. Evaluación sensorial en el séptimo día de pruebas para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.



En la gráfica anterior se puede observar, como el tratamiento B y C se encuentran los atributos sensoriales evaluados dentro de los parámetros establecidos.

Gráfica 11. Evaluación sensorial en el octavo día de pruebas para los dos sistemas que presentaron características sensoriales dentro de parámetros de especificación.



En la gráfica anterior se puede observar, como el tratamiento B y C se encuentran los atributos sensoriales evaluados dentro de los parámetros establecidos.

Evaluación Microbiológica

Cuadro 14. Resultados obtenidos en el análisis microbiológico practicado por el laboratorio externo a las muestras de ensalada de repollo aplicando ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio.

MUESTRA	Recuento Coliformes Totales UFC/g	E. Coli en 25 g	Mohos y Levaduras	Salmonella sp en 25 g
Día 1	10 UFC/g *	<10 UFC/g	100 UFC/g*	Negativo
Día 4	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 5	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 6	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 7	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 8	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---

(*)Recuento Estimado

Cuadro 15. Resultados obtenidos en el análisis microbiológico practicado por el laboratorio externo a las muestras de ensalada de repollo aplicando antioxidante de extracto de semilla de toronja.

MUESTRA	Recuento Coliformes Totales UFC/g	E. Coli en 25 g	Mohos y Levaduras	Salmonella sp en 25 g
Día 1	10 UFC/g *	<10 UFC/g	100 UFC/g*	Negativo
Día 4	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 5	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 6	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 7	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 8	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---

(*)Recuento Estimado

Cuadro 16. Resultados obtenidos en el análisis microbiológico practicado en las instalaciones de la empresa a las muestras de ensalada de repollo aplicando ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio.

MUESTRA	Recuento Coliformes Totales UFC/g	E. Coli en 25 g	Mohos y Levaduras	Salmonella sp en 25 g
Día 1	10 UFC/g *	<10 UFC/g	100 UFC/g*	Negativo
Día 4	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 5	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 6	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 7	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 8	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---

(*)Recuento Estimado

Cuadro 17. Resultados obtenidos en el análisis microbiológico practicado en las instalaciones de la empresa a las muestras de ensalada de repollo aplicando antioxidante de extracto de semilla de toronja.

MUESTRA	Recuento Coliformes Totales UFC/g	E. Coli en 25 g	Mohos y Levaduras	Salmonella sp en 25 g
Día 1	10 UFC/g *	<10 UFC/g	100 UFC/g*	Negativo
Día 4	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 5	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 6	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 7	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---
Día 8	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<100 UFC/g	---

(*)Recuento Estimado

Evaluación fisicoquímica

Cuadro 18. Resultados obtenidos de la medición de pH en los días de evaluación sensorial y microbiológica

DÍA	TRATAMIENTO B	TRATAMIENTO D
1	4.23	4.25
4	4.21	4.25
5	4.19	4.23
6	4.15	4.22
7	4.09	4.22
8	4.05	4.20

Cuadro 19. Costos comparativos de los tratamientos con mejores resultados respecto al tratamiento actual

Tratamiento actual (acido cítrico, acido ascórbico)	Costo/mes	Costo/año	Costo /año
	Q 518.84	Q 6,226.08	\$ 759.27
B (acido cítrico, acido ascórbico, sorbato de potasio)	Costo/mes	Costo /año	Costo/año
	Q 866.37	Q 10,396.56	\$ 1,267.87
D (antioxidante de extracto de semilla de toronja)	Costo/mes	Costo /año	Costo /año
	Q 482.17	Q 5,786.08	\$ 705.67

Cuadro 20. Datos comparativos entre tratamiento B y D respecto al tratamiento actual (incremento vrs. costo)

	INCREMENTO	AHORRO	%
B (ácido cítrico, ácido ascórbico, sorbato de potasio)	\$ 508.60	---	34
D (antioxidante de extracto de semilla de toronja)	---	\$ 53.60	7

Cuadro 21. Costo de deterioro de producto por corta vida útil en planta de producción y puntos de venta, tratamiento actual.

DETERIORO	COSTO ANUAL
Planta de producción por vencimiento	Q 54,000
Punto de venta por vencimiento	Q 15,000
TOTAL	Q 69,000

Cuadro 22. Costo por deterioro de producto por manejo con corta vida útil aplicando el tratamiento D

DETERIORO	COSTO ANUAL
Planta de producción por vencimiento	Q 0.00*
Punto de venta por vencimiento	Q 0.00 *
TOTAL	Q 0.00

*Se determinó que no habrá un costo por deterioro por parte de la planta de producción como de punto de venta por manejo de producto con corta vida útil.

VIII. DISCUSIÓN

El presente estudio se realizó con el fin de determinar la viabilidad de realizar una extensión de vida útil de ensalada de repollo la cual no es sometida a ningún proceso térmico que permita la inactivación de enzimas que provocan la oxidación enzimática de los ingredientes que conforman el producto final, se evaluó el agregar distintas combinaciones de antioxidantes para poder realizar la extensión de vida.

Para la obtención de resultados positivos, el presente estudio se realizó sometiendo la materia prima utilizada para la elaboración de la ensalada de repollo a cuatro diferentes tratamientos sin cambiar el proceso de producción que ya se tiene establecido. Los cuatro tratamientos fueron elaborados con las mismas condiciones, materia prima y equipo.

El tratamiento A, consistió en utilizar los mismos antioxidantes que en el proceso actual en el que se aplica el ácido cítrico en el tanque de desinfección, variando el momento de aplicación combinando ácido cítrico y ácido ascórbico. El tratamiento B, consistió en agregar dos antioxidantes (Ácido cítrico, Ácido ascórbico) y un preservante (Sorbato de sodio) con el fin de mantener las características sensoriales evitando la oxidación del repollo y evitar el crecimiento de microorganismos en el producto. El tratamiento C, consistió en agregar dos preservante (Sorbato de potasio, Benzoato de sodio) con el fin de mantener características sensoriales y microbiológicas. El tratamiento D consistió en probar la adición de un nuevo antioxidante (extracto de semilla de toronja) que brinda acción preservante para el producto.

El proceso actual consisten en agregar ácido cítrico en el tanque de desinfección junto con cloro a 50 ppm, al haber sido picado el repollo se sumerge en una solución de ácido ascórbico. El tratamiento A consistió en agregar ácido cítrico y ácido ascórbico en el tanque de aplicación de antioxidante, el tratamiento B consistió en utilizar una mezcla de Ácido cítrico, Ácido ascórbico y sorbato de potasio, el tratamiento C se aplicó benzoato de sodio y sorbato de potasio, el tratamiento D consistió en la aplicación de antioxidante de extracto de toronja. Los tratamientos anteriormente descritos fueron agregados al tanque de desinfección con agua para luego sumergir el repollo en él por un tiempo de 5 minutos.

El análisis sensorial se realizó con un grupo de 30 panelistas entrenados en el perfil de la ensalada de repollo empleando una escala de 5 unidades como límites de aceptación conocidos por cada panelista. Actualmente existen estándares ya definidos como límites de aceptación para cada atributo: 2.5 límite inferior, 3 estándar y 3.5 límite superior; respecto a esto, es dependiente la aceptación de las muestras en la evaluación sensorial. Los atributos seleccionados para la evaluación del producto fueron: color, crunch, olor y sabor de la mezcla de mayonesa (aderezo), viscosidad, sabor general de la ensalada, acidez y pungencia. Se seleccionaron estos atributos debido a que, con el paso del tiempo, la naturaleza del alimento y el manejo de la cadena de frío, son los que sufren mayor desviación sensorial perceptible por el consumidor.

El análisis sensorial se realizó para cada uno de los tratamientos, siendo estos la muestra A (Ácido cítrico y Ácido ascórbico), B (Ácido cítrico, Ácido ascórbico y Sorbato de potasio) C (Benzoato de sodio y Sorbato de potasio) y D (Antioxidante de extracto de semilla de toronja). Dichas muestras fueron evaluadas por el panel entrenado con una referencia para poder realizar la comparación por cada uno de los atributos solicitados en la boleta. Todas las muestras se elaboraron el mismo día bajo las mismas condiciones de producción y materia prima, las evaluaciones sensoriales fueron presentadas al panel de manera simultánea con una referencia.

Se evaluó sensorialmente los cuatro tratamientos en el día uno, y posteriormente hasta el quinto día, por ser el límite de vida útil del producto actual. Un producto con desviación en ese día o antes, no podría continuar siendo considerado para el estudio, por lo que su comportamiento en los días dos a cuatro podía no tomarse en consideración. Se presentaron las muestras de producto con cada uno de los tratamientos y una referencia, tanto en el primer día para poder tener un resultado inicial y en el quinto día para determinar su comportamiento y posibles desviaciones detectadas por el panel en este día. Esto como punto de partida para considerar la adición de más días de vida útil desde la perspectiva sensorial así tener un punto de partida para analizar la adición de un sexto día.

La evaluación sensorial formó parte de la primer fase del estudio como se indica en la metodología utilizada para el estudio, y partir de sus resultados se escogieron dos tratamientos para continuar con el estudio en la fase dos. Con los resultados de esta evaluación se determinó que el tratamiento A (Ácido cítrico y Ácido ascórbico) y el tratamiento C (Sorbato de Potasio y Benzoato de Sodio) presentan desviaciones significativas en los atributos de color, sabor general de la ensalada de repollo y crunch de repollo quinto y sexto día de vida respectivamente. Mientras que para los tratamientos B (Ácido cítrico, Ácido ascórbico y sorbato de potasio) y D (antioxidante de extracto de semilla de toronja) no presentaron algún valor fuera de los límites de aceptación sensorial.

Al haber obtenido estos resultados, se procedió a eliminar el tratamiento A y C del estudio y se siguió la evaluación con los tratamientos B y D hasta el día ocho de vida del producto.

Se procedió a realizar nuevamente dos batch de producto, uno con el tratamiento B y otro con el tratamiento D para enfocar el estudio en estas dos posibilidades y determinar posibles desviaciones sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas de estos comparados con la referencia. Estas muestras fueron analizadas a partir del día uno de vida contra una referencia. Estas muestras fueron llevadas al punto de venta para poder obtener resultados apegados al manejo que se le da al producto y así poder determinar el comportamiento de éste en el punto de venta.

Como se observa en la Gráfica 6, el tratamiento B presenta una leve desviación respecto a acidez comparado con la referencia, mientras que el tratamiento D se comporta de una manera muy similar a la referencia. En los días cuatro y quinto, en las gráficas séptima y octava respectivamente puede observarse como los dos tratamientos se comportaron de manera similar a la referencia, sin evidenciar desviaciones de alguno de los atributos sensoriales evaluados.

Al realizar la evaluación en el sexto día del producto, se pudo evidenciar que, el tratamiento B presentó una leve desviación respecto a color comparado con la referencia, siendo ésta desviación más evidente en los días séptimo y

octavo de evaluación, sin embargo la calificación de dicho atributo se encuentra dentro de los límites de aceptación sensorial de este atributo comparado con la referencia. Respecto al tratamiento D, no hay evidencia de alguna desviación del producto comparado con la referencia respecto a parámetros sensoriales establecidos en la especificación de producto.

Como parte de la fase II se realizó un análisis microbiológico de muestras elaboradas con los dos tratamientos para determinar unidades formadoras de colonias por gramo de producto de Recuento de coliformes totales, E. Coli, Mohos y Levaduras y ausencia de Salmonella sp. Así poder garantizar la inocuidad del producto y asegurarle al consumidor una ensalada de calidad tanto sensorial como microbiológicamente. Se procedió a realizar un muestreo de producto en los días 1, 4, 5, 6, 7 y 8 de vida a través de un laboratorio que brinda dicho servicio de control microbiológico a la empresa para la cual se realizó el estudio (Cuadro 1 y 2).

Paralelo al estudio microbiológico realizado por el laboratorio, se corrieron pruebas de a, b, c y d en las instalaciones de la empresa para poder obtener una comparación de resultados (Cuadro 3 y 4) y de esta manera tener un control cruzado y confirmar la ausencia de microorganismos, que pudieran poner en riesgo la calidad e inocuidad del producto y así poder ampliar la vida útil del mismo.

Al obtener ambas series de análisis se pudo comparar entre ellos siendo congruentes los resultados obtenidos en ambos casos. Como se observa en el Cuadro 1 el tratamiento de producto con Ácido cítrico, Ácido ascórbico y Sorbato de Potasio, todos los resultados obtenidos se encuentran menores a 10 UFC/g para recuento de coliformes totales, E. Coli, mohos y levaduras por lo que se asegura que la cantidad de microorganismos se encuentran dentro de parámetros aceptables según se establece en la especificación del producto establecido por la industria. Para Salmonella sp. el resultado fue negativo. Por los resultados anterior mente descritos asegura la inocuidad del producto desde el día uno al día ocho de vida del mismo.

Para el producto tratado con antioxidante de extracto de semilla de toronja, en el Cuadro 2 se puede observar que los resultados ya comparados (laboratorio-empresa) que todos los resultados obtenidos se encuentran menores a 10 UFC/g para recuento de coliformes totales, E. Coli, mohos y levaduras por lo que se asegura que la cantidad de microorganismos se encuentran dentro de parámetros según se establece en la especificación de producto. Para Salmonella sp. el resultado de presencia fue negativo, por lo que se puede concluir que, ambos tratamientos brindan una protección al producto permitiendo que éste sea inocuo. La calidad depende de que sea inocuo, sensorialmente aceptable y cumpla especificaciones fisicoquímicas de acuerdo a especificaciones de la empresa según lo requiere el consumidor.

También se realizó un análisis fisicoquímico, toma de pH de muestras tomado como parámetro crítico ya que éste permite evidenciar un posible deterioro del producto con el paso del tiempo al acercarse al final de su vida útil. Se realizó un análisis por cada muestra, por cada tratamiento dado. Se determinó que, para el tratamiento B, el pH se encuentra dentro de parámetros establecidos dentro de la especificación (4.21 – 4.26) de producto utilizado por la empresa hasta el quinto día como se puede observar en el Cuadro 3, a partir del día sexto se puede observar una disminución del valor de pH. Con un valor que cercano al rango inferior aceptable.

Para el tratamiento D, se puede observar en el mismo cuadro como los resultados de pH se encuentran dentro del rango establecido en la especificación del producto, brindando un sabor agradable y un perfil ácido agradable y similar a la referencia.

Sensorialmente, microbiológicamente y fisicoquímicamente no hay una mejora de un tratamiento respecto a otro (B vrs D), pero sí hay una mejora respecto al escenario actual respecto a costo por deterioro de producto, ya que al adicionar dos días de vida útil permitirá un mejor manejo de la ensalada de repollo.

Se tomaron en cuenta las variables de costo implicadas. La primera de ellas el costo por adición de los aditivos en el proceso de producción conservando la misma proporción del resto de materias primas y el mismo proceso. Se realizó un análisis de costos por tratamiento. Como se observa en el Cuadro 6, para el tratamiento B (Ácido cítrico, Ácido ascórbico y Sorbato de potasio), se establece un costo de \$. 1,267.27 anuales. En el mismo cuadro, para el tratamiento D (antioxidante de extracto de semilla de toronja) se puede observar en el Cuadro 6, un costo de \$. 705.67 anuales. Con estos costos, se determinó que al aplicar el tratamiento D se obtendrá un ahorro del 7% comparado con el tratamiento actual que genera un costo de \$. 759.27 mientras que, aplicando el tratamiento B se tendría un aumento del 34% en el costo en cuanto a materias primas.

El deterioro de producto en planta y puntos de venta se origina debido a la corta vida útil, debido a que hay días específicos para la distribución de producto llegando éste con dos días de vida en los cuales el punto de venta deberá cumplir con una meta de venta con este producto. Para el caso puntual, en el punto de venta “Y” recibe producto el día sábado, llegando éste con un día de vida. El siguiente ingreso de producto es el día martes, teniendo el producto de ingreso sábado con cinco días de vida. Esto hace que el punto de venta no pueda contar con un inventario de seguridad alto por alta venta ya que si no lograra alcanzar dicha venta, el producto se estaría desechando. El punto de venta depende del despacho de producto del día martes. Este el caso se presenta en el 75% de puntos de venta existentes y es donde se da el desperdicio actualmente. Con la extensión de vida útil de la ensalada de repollo, el punto de venta puede contar con un inventario de seguridad de dos días hasta que recibe la próxima distribución de producto.

Con la extensión de dos días adicionales con el uso del tratamiento B o D se evitaría el desperdicio de producto en bodega por no despacharse por corta vida útil o en restaurantes por alcanzar su fecha de vencimiento. Se procedió a calcular la cantidad de producto y costo aproximado en el que incurre la empresa por producto que se va a desperdicio/deterioro por parte de la planta y puntos de venta por contar con cinco días de vida útil el cual es Q. 69,000.00 anuales.

La extensión de vida útil por dos días adicionales asegura que el punto de venta podrá vender el 100% de producto de ingreso sábado hasta el día martes (contando con inventario de seguridad) disminuyendo significativamente el desperdicio/deterioro del mismo. Así mismo, la empresa puede contar y manejar un inventario de seguridad, lo cual le permitirá aumentar la cantidad de producción diaria y eliminar la producción de los días sábado. Aumentando dicha producción permitirá que el personal operativo ya no labore los días sábado, impactando de manera favorable la disminución de horas extras cobradas. No se cuenta con un dato exacto respecto al ahorro

que se obtendrá debido a que hay producción de otros productos en planta que llevan a las labores los días sábado. El aumento de producción entre semana puede incrementar las horas extras pero no se multiplica por el factor del día sábado.

Con los datos anteriormente descritos, se determinó que, el costo de deterioro puede reducirse en un 100% anual del que actualmente se tiene. Para la determinación del 100% de reducción de costo por deterioro, se delimitó el análisis excluyendo factores que provoquen un costo por deterioro como lo es un error en el pedido que realiza el punto de venta teniendo como resultado un alto inventario de seguridad de producto, así mismo se descartó el deterioro por poca demanda de producto (ver Cuadro 11).

Considerando los resultados sensoriales, microbiológicos y fisicoquímicos, el tratamiento D se logra una extensión de dos días de vida útil adicionales al igual que con el tratamiento B. Sin embargo, el tratamiento D ofrece un beneficio económico del 7% en ahorro, mientras que con el tratamiento B se obtendría un incremento del 34%. El tratamiento D reduce el costo de gasto en antioxidante 7% por batch. Además de favorecer tener un mejor manejo de inventario dentro de su vida útil tanto para la planta de producción como para los puntos de venta.

IX. CONCLUSIONES

- A.** Se logró incrementar dos días más la vida útil de la ensalada de repollo empacada en bolsa de 10 libras aplicando un tratamiento con antioxidante de extracto de semilla de toronja.
- B.** Los tratamientos B (Ácido cítrico (0.4%), Ácido ascórbico (0.3%), Sorbato de potasio (0.03%) y D (antioxidante de semilla de toronja) presentaron los mejores resultados sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos de los 4 tratamientos aplicados, mejorando la muestra de referencia del producto.
- C.** En el análisis de rotación de producto y despachos permitió concluir que con una buena programación de inventarios de los puntos de venta y buena producción de la planta se logra eliminar al 100% el costo por desecho del producto y reducir las horas extras al no ser necesario laborar fin de semana.
- D.** Se determinó que, al contar con producto con siete días de vida útil, la bodega almacenadora de producto terminado podrá realizar un mejor manejo y control de inventario.

X. RECOMENDACIÓN

Con los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas, se recomienda realizar una prueba con consumidores para verificar que el antioxidante de de extracto de semilla de toronja mantenga el perfil sensorial conocido y aceptado por el consumidor para asegurar su aceptación y así poder comparar los resultados de consumidores contra la evaluación realizada por el panel sensorial.

Así mismo, se recomienda realizar una evaluación del producto hasta diez días de vida útil ya que, en este estudio únicamente se consideró la evaluación hasta el octavo día de producción para determinar la viabilidad de brindar más tiempo de vida al producto asegurando la inocuidad y perfil sensorial de la ensalada de repollo.

Adicional a esto, se recomienda a la industria estudiar otros tratamientos que permitan la extensión de vida del producto con otros antioxidantes que brinden un porcentaje de ahorro anual mayor al que se obtendría con la aplicación del antioxidante de extracto de semilla de toronja.

XI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

1. Alzamora SM. 1997. *Preservación I. Alimentos conservados por factores combinados*. En: *Temas en Tecnología de Alimentos*. Ed. JM Aguilera. México, D.F., CYTED, IPN, Vol.1
2. Baca Urbina, G. *Evaluación de Proyectos*. México. Editorial McGraw Hill, 4ta. Edición., Año 2,001. P. 120.
3. Badui, Salvador. "*Química de Los Alimentos*". Editorial Pearson, 4ta Edición. México, 2006.
4. Callejo, María Jesús. *Atributos sensoriales*. Universidad Politécnica de Madrid: Departamento Tecnología de Alimentos. España. 2010.
5. Casseres, Ernesto. "*Producción de Hortalizas*". Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 3ra. Edición. San José Costa Rica, 1981. PP 165-168.
6. Chiho Myojina, Tomoko Yamaguchib, Hitoshi Takamurab and Teruyoshi Matobab. "*Changes in the radical-scavenging activity of sliced red and green cabbages during storage*". International Journal of Food Sciences & Nutrition. Vol 53 No. 4. Bio Factors, 2004. PP 297-299
7. Díaz, Alejandra. "*Buenas Prácticas Agrícolas: guía para pequeños y medianos agroempresarios*". Tegucigalpa, Honduras. 2008. PP 13-14.
8. *Estadístico de Precios de Productos e Insumos Agropecuarios*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Unidad de Políticas e Información Estratégica. Sistema de Información de Mercados. Guatemala, 2007.
http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_upie/documentos/anuario_precios_agropecuarios.pdf
9. Flores R. Carlos. E. "*Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)*". Revista Ingeniería Primero. No. 20. Diciembre 2010. PP 126.
10. García Iturrioz, Mikel. "*Extracto de semilla de pomelo*" *El antimicrobiano natural*. 1ra. Edición. España, diciembre 2008.
11. Gebhardt, S.E., R.H. Matthews. 1988. "*Nutritive value of foods. USDA-HNIS*", Home and Garden Bull. 72, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, U.S.A., 72p.

12. Goodman & Gilman. 2002. *“Las bases Farmacológicas de la Terapéutica”*. McGraw Hill Interamericana. Vol II. Décima Edición. Pp 1787-1790.
13. Gould, GW. 1989. *Introduction. Mechanisms of action of food preservation procedures*. Ed. GW Gould. Essex, UK. Elsevier Applied Science.
14. Gudiel, V. M. 2006. Manual Agrícola Productos SUPERB. Casa Editora Productos Superb Agrícola S.A. Guatemala PP. 272.
15. Guillén G. Marco T., Atlee, Charles B. *“Informe Agrícola de la encuesta sobre alternativas de producción en el cultivo del repollo”*. Guatemala, Agosto 2004. PP 1-3.
16. Haizhen Mo, Min Zhang, and Jincai Sun. *“Effect of Drying Process Parameters on Dehydrated Cabbage Enriched with Selenium”*. Journal of Drying Technology, 24:, 2006. PP1657–1663.
<http://books.google.com.gt/books?id=vbhceSDHGpMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
17. INFOAGRO. © Copyright Infoagro Systems, S.L. *“Agroalimentación, Repollo. Cultivo y Manejo”*.
<http://www.infoagro.com/hortalizas/hortalizas.htm>
18. Inst. Superior de Formación del Profesorado. *“La transformación Industrial de la Producción Agropecuaria”*. Ministerio de Educación y Ciencia. España, 2003. PP 117-119.
19. Instituto de Formación Agrícola 2009. *Cultivo de Repollo*. (en línea). España. Consultado el 27 de marzo. 2012. Disponible en: <http://www.infoagro.com/Hortalizas/Repollo.html>.
20. Instituto de Nutrición de los Alimentos de Centroamérica y Panamá – INCAP-. 2002. Organización Panamericana de la Salud OPS. *“Valor Nutricional de los Alimentos de Centroamérica”*.
21. J. Majkowska-Gadomska, B. Wierzbicka. *“Content of Basic Nutrients and Minerals in Heads of Selected Varieties of Red Cabbage (Brassicca olerácea van capitata f. rubra)”*. Polish Journal of Environment Studies Vol. 17, No. 2, 2008. University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Olsztyn, Poland PP 295-298.
22. Meilgaard, Morten. Civil, Gail. Carr, B. Thomas. *“Sensory evaluation techniques”*. Taylor & Francis Group. Boca Raton, Florida. Cuarta Edición. PP 7-24, 189-253.
23. Montero, Marta. *“Internal quality profile and influence of packaging conditions on fresh-cut pineapple”*. Universitat de Lleida. Journal of Internacional Horticultur. No. 69. Portugal, 2010.

24. Ock Kyoung Chun,¹ Nancy Smith,¹ Amber Sakagawa and Chang Yong Lee. “*Antioxidant properties of raw and processed cabbages*”. International Journal of Food Sciences and Nutrition, Volume 55, Number 3, May 2004. PP 191/199.
25. Parada Arias E, Aguilera JM, Chirife J, Tapia de Daza MS y Welti Chanes J. 1995. *Alimentos de Humedad Intermedia*. Cuadernos de Nutrición. 18 (3): 21-28.
26. Podsedek Anna, Sosnowska Dorota, Redzynia Małgorzata & Koziolkiewicz Maria. “*Effect of domestic cooking on the red cabbage hydrophilic antioxidants*”. International Journal of Food Science and Technology 2007, Volume 43. PP 1770-1777. PP 11, 86, 87, 121, 131.
27. Pouch Downes, Frances. “*Compendium of methods for the microbiological examination of foods*”. Fourth Edition. Washington, 2001. PP. 69 – 80.
28. Remington. 2003. *FARMACIA*. 20° Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. PP 1688-1689, 1702-1703.
29. Rodríguez Rueda, Estuardo. “*Comercialización (Producción de Papa) y Proyecto: Producción de Repollo*”. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006. PP 68-75.
30. Welti J., Bermúdez D. “*Nuevas tendencias en el procesamiento de alimentos*”. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de las Américas Puebla, México. 2008. PP 2-15.
31. Wittig de Penna, Emma. 2001. “*Evaluación sensorial, Una metodología actual para tecnología de alimentos*”. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile. Pag 54.
32. Yamaguchi, M. 2003. World vegetables. “*Principles, production and nutritive values*”. Food Chemistry 110. AVI Pub. Co., Westport, CN, U.S.A., 415 PP.
33. Yardfon Tanongkankit, Naphaporn Chiewchan, and Sakamon Devahastin. “*Effect of Processing on Antioxidants and Their Activity in Dietary Fiber Powder from Cabbage Outer Leaves*”. Journal of Drying Technology, 28: 2010. PP 1063–1071.
34. Zambrano, Judith. *et al.* “*Effect of blanching and preservative addition on the quality of the mango pulp tipe ‘Bocado’ stored under refrigeration*”. International Journal of Food Science and Technology 43. Venezuela, 2008. PP 257-265.

XII. ANEXOS

A. MICROBIOLOGÍA

1. Recuento de Coliformes totales

Método 8.73 (Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods)

Transferencia de 1-ml de alícuotas de cada dilución para separar placas de Petri marcadas. Verter 10 ml de VRBA (hervida después de la hidratación no, autoclave, según las recomendaciones del fabricante) revenido a no más de 48 ° C y se ajustó a pH 7.0-7.2 en las placas. (VRBA a pH 6,9 o inferior no se debe utilizar como estos valores son indicativos de defectos en la preparación de medios y / o de almacenamiento).

Placas de remolino para mezclar bien y dejar solidificar. Cubra cada plato con unos VRBA 5 ml y dejar solidificar. Invertir las placas a 32 ° C para los productos lácteos. Examinar las placas con iluminación bajo una lente de aumento. Contar púrpura-rojo colonias, 0,5 mm de diámetro o más grande, rodeada por una zona de los ácidos biliares precipitados. Las placas deberían tener idealmente 15 a 150 colonias; colonias de coliformes en más concurridos placas puede permanecer pequeño, y no llegan a 0,5 mm de diámetro. Multiplique el número de colonias de coliformes presunto por el recíproco de la dilución utilizado y el informe de resultados como presunto VRBA recuento (UFC / g o ml).

La cuenta coliforme obtenido en VRBA se puede confirmar mediante la selección de colonias representativas y probarlas para la producción de gas en BGB.

Las colonias productoras de gas lactosa en BGB se confirman como organismos coliformes. Realizar una tinción de Gram en una muestra de ensayo de cualquier tubo de muestra de una película con el fin de excluir bacterias gram-positivas, bacilos fermentación de lactosa. Determinar el número confirmado de coliformes por g (o ml) multiplicando el porcentaje de tubos BGB confirmado como positiva por el presunto VRBA

2. E. Coli en 25 gramos de producto

Método 8.92 (Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods)

Si típicas colonias de E. coli están presentes en las placas L-EMB, seleccionar dos colonias de cada placa L-EMB tocando una aguja de inoculación a la parte superior central de la colonia y la transferencia de cada aislado a un recuento de placa de agar (PCA) inclinada. Si no hay colonias típicas de las placas EMB-L, recoger otras dos colonias atípicas y trasladar a sesgos PCA. Incubar tubos inclinados a 35 ° C durante 18 a 24 horas. Transferir el crecimiento de los cultivos inclinados de PCA en los caldos siguientes para la identificación por pruebas bioquímicas:

1. Caldo triptona. Incubar 24 ± 2 horas a 35 ° C y la prueba de indol usando el reactivo de indol Kovac.

2. MR-VP medio. Incubar 48 ± 2 horas a 35°C . Eliminar 1 mL en un tubo de ensayo de vidrio pequeño y prueba para acetylmethylcarbinol de ADing Voges-Proskauer reactivos (a-naftol solución del 40% de solución de KOH). Incubar resto del MR-VP un tiempo adicional de 48 horas y la prueba de la reacción de rojo de metilo mediante la adición de indicador rojo de metilo.
3. Caldo de Koser citrato. Incubar 96 horas a 35°C y un crecimiento récord (como se evidencia por la turbidez). Alternativamente, se inclina Simmon citrato (una modificación de la formulación de Koser) puede ser utilizado. La ventaja de tubos inclinados de Simmon es que la utilización de citrato es señalado por un cambio a verde brillante color azul en lugar de la turbidez. Incubar Simmon se inclina al 35°C durante 96 h.
4. Lauril sulfato triptosa (LST) de caldo. Incubar 48 ± 2 horas a 35°C . Examinar los tubos para la formación de gas a partir de lactosa.
5. La tinción de Gram. Realizar tinción de Gram en un frotis preparado 18 a 24 h inclinación PCA. coliformes no son formadores de esporas bacilos que tiñen de rojo (gram negativo); organismos gram positivos mancha púrpura.
6. Calcular MPN E. coli por g (o ml), considerando gram-negativos, varillas nonsporeforming productoras de gas en lactosa y productig (biotipo I) o (biotipo II) patrones IMViC como E. coli.

3. Mohos y Levaduras

Método 20.52 y 20.53 (Compendium of Methods for the Microbiological Examinatios of Foods)

1. Pesar 25 gramos de la muestra a analizar.
2. Incubar la muestra en caldo de preenriquecimiento a 35°C por 18-24 horas.
3. Luego de incubar por 18 horas a 35°C , transferir 0.1 mL de calda una de las diluciones seleccionadas previamente a 3 cajas petri por dilución conteniendo el agar DRBC, previamente marcadas y distribuir con una espátula de Drigalsky esteril. El factor de dilución. El factor de dilución a servir depende de la procedencia de la muestra.
4. Hacer control de esterilidad del medio de cultivo, incubando una caja que contenga agar DRBC a $25^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$.
5. Hacer el control de esterilidad del agua peptonada o el diluyente utilizado, incubando una caja que contenga 0.1 mL de agua peptonada sobre el agar DRBC.
6. Incubar a $25^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ por 5 días.
7. Seleccionar las cajas correspondientes de la misma dilución que presenten entre 25 y 250 colonias. Contar todas las colonias de la caja y multiplicar por el factor de dilución correspondiente.

- Los resultados se expresan como UFC (unidades formadoras de colonias) por gramo o mililitro según corresponda.

4. *Salmonella* sp en 25 gramos de producto

Método 37.5 (Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods)

Procedimiento:

- Pesar 25 gramos de la muestra a analizar.
- Incubar la muestra en caldo de preenriquecimiento a 35°C por 18-24 horas.
- Luego de incubar por 18 horas a 35°C, sembrar el caldo de preeriquecimiento en los medios líquidos de enriquecimiento distribuidos en cantidades de 10 mL en tubos de 16 x 160mm con tapa rosca e identificarlos.
- Inocular 1 mL en caldo Tetrionato reconstituido al momento de usarse agregando 0.2 por 10mL de solución de yodo y 0.1 por 10mL de verde brillante al 1%.
- Inocular 0.1 mL en caldo Rappaport Vassiliadis.

Siembra en agares selectivos

- Sembrar cada uno de los caldos con los cultivos en: una placa de Agar X.L.D (xilosa-lisina-dexocicolato); una placa de Agar Bismuto Sulfito (plaqueado el día antes y guardadas en oscuro a temperatura ambiente) y una placa de Agar Hektoen.
- Cada tubo de caldo de enriquecimiento se debe vortexear y con asa de 3mm (inóculo 10ul) extraer una asada e inocular las placas identificadas.
- Inocular el Hektoen Agar X.L.D. y el agar Bismuto sulfito.
- Incubar las placas invertidas con la parte inferior hacia arriba a 35°C ± 0.5 or 24 horas y realizar la lectura.
- Si las placas de Agar Bismuto no presentan desarrollo o este es escaso incubar por 24 horas más.

Identificación Bioquímica

- Picar 2 a 3 colonias por placa, con un máximo de 5 colonias a cada uno de los tres medios de cultivo.
- Agar TSI, semi_inclinados (fondo de unos 3 cm y superficie de 2 cm), agar LIA semi inclinados (fondo de 4 cm de alto debido a que la descarboxilación de la lisina es estrictamente anaerobio) y agar MIO.
- Marcar los tubos identificando la procedencia del caldo de aislamiento.

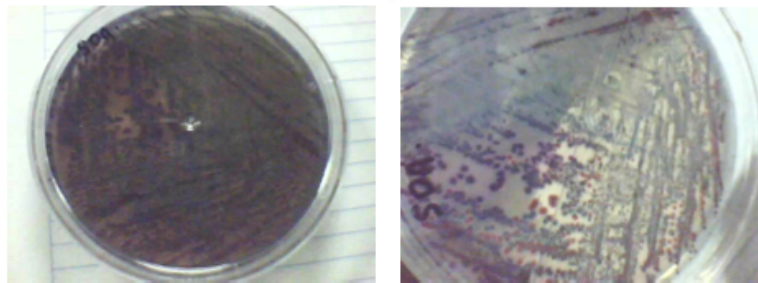
4. Toque ligeramente el centro de la colonia escogida con la aguja estéril de inocular e inocule el TSI rayando la slant y picando el fondo; quemar, inocule el LIA por picado del fondo dos veces y luego rayando la slant. Incubar los tubos con las tapas sin apretar para mantener condiciones aeróbicas en la incubación y así prevenir la producción excesiva de H₂S. En el caso del TSI, incubar un poco inclinado para evitar la producción de gas excesiva.
5. Sembrar en picadura con asa aguja los tubos de agar Movilidad indol Ornitina (MIO) cuidando no mover la aguja del asa para no romper el agar y poder leer bien la movilidad. Guardar las placas de agar selectivo a 5-8°C.
6. Incubar TSI, LIA y MIO a 35°C ± 1°C por 24 ± 2 horas.
7. Alternativamente se pueden utilizar kitbioquímicos comerciales aprobados por AOAC como API 20 E, Enterotubo II, Enterobacteriaceae, Micro-ID o Vitek GNI, para identificación presuntiva. Los kit comerciales no deben ser utilizados como sustituto de los test serológicos.

Serología

1. Confirmar con suero polivalente somático.

Informe de resultados

1. En caso de no detectar Salmonella se informa “Negativo en 25 g”.
2. En caso de detección de Salmonella, informar el Género y grupo somático o Serotipo.



Medio selectivo en placa



Identificación de colonias sospechosas

DATOS CALCULADOS

Estimación de costo

Cuadro 23. Costo de adición de antioxidante por mes y año de producción de ensalada de repollo

Precio/mes	Precio/año	Precio/año
Q 866.37	Q 10,396.56	\$ 1,267.27

Cuadro 24. Costo de adición de antioxidante de extracto de semilla de toronja por batch de ensalada de repollo producida.

ANTIOXIDANTE	PRECIO	PRESENTACIÓN	Precio/gramos	Precio/batch
Antioxidante de extracto de semilla de toronja	Q 65.82	kilo	Q 0.06	Q 3.94
TOTAL			Q 0.06	Q 3.94

Cuadro 25. Costo de adición de antioxidante por mes y año de producción de ensalada de repollo

Precio/mes	Precio/año	Precio/año
Q 482.17	Q 5,786.08	\$ 750.67