



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

---

**“DESARROLLO DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE  
APLICANDO MOLÉCULAS PROTEÍCAS LÁCTEAS Y  
PRETRATAMIENTOS DE ACEITES ESENCIALES PARA  
EXTENDER LA VIDA DE ANAQUEL DE TOMATE HORTÍCOLA  
FRESCO (*Lycopersicum esculentum*)”**

---

Trabajo de Investigación (Graduación), Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI), presentado como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**Autor:** Diana Sandoval Garzón.

**Tutor:** Ing. Agr. Al. Carlos Moreno Miranda.

Ambato – Ecuador

2014

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Ing. Agr. Al. Carlos Moreno Miranda

Siendo el Tutor del Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: “DESARROLLO DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE APLICANDO MOLÉCULAS PROTEÍCAS LÁCTEAS Y PRETRATAMIENTOS DE ACEITES ESENCIALES PARA EXTENDER LA VIDA DE ANAQUEL DE TOMATE HORTÍCOLA FRESCO (*Lycopersicum esculentum*)”, por la señorita egresada Diana Elizabeth Sandoval Garzón; CERTIFICO que el estudio es idóneo y cumple con los requisitos de un trabajo de Investigación para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal de Grado designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

---

**Ing. Agr. Al. Carlos Moreno Miranda**

**TUTOR**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La responsabilidad del contenido del Proyecto de Investigación (Graduación), Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente: “DESARROLLO DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE APLICANDO MOLÉCULAS PROTEÍCAS LÁCTEAS Y PRETRATAMIENTOS DE ACEITES ESENCIALES PARA EXTENDER LA VIDA DE ANAQUEL DE TOMATE HORTÍCOLA FRESCO (*Lycopersicum esculentum*)”, corresponde exclusivamente a Diana Elizabeth Sandoval Garzón y como patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

---

Diana Elizabeth Sandoval Garzón

AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Investigación bajo el tema: “DESARROLLO DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE APLICANDO MOLÉCULAS PROTEÍCAS LÁCTEAS Y PRETRATAMIENTOS DE ACEITES ESENCIALES PARA EXTENDER LA VIDA DE ANAQUEL DE TOMATE HORTÍCOLA FRESCO (*Lycopersicum esculentum*)”, ejecutado por la señorita egresada Diana Elizabeth Sandoval Garzón, de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril de 2014

Para constancia firman:

---

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## DEDICATORIA

*Este trabajo lo dedico en primera instancia a Dios por la salud y permitirme vivir este sueño día a día.*

*Además se lo dedico profundamente a mi Familia quienes son mi fuerza y motor para ser inmensamente feliz, a mi madre Mélida quien ha sido el pilar fundamental de mi vida, el centro de todo mi universo, la fuerza total de mi vida y el ejemplo más grandioso y pleno de vida. A mi padre Ricardo por su apoyo, cariño y esfuerzo único. A mis hermanos queridos Anita, Luisito y Riki quienes son mi ejemplo, alegría, compañía; quienes con su comprensión, cariño, paciencia y amor llenan mi vida de color.*

*A mi segunda familia, mis amigos y compañeros de la carrera, con quienes hemos compartido alrededor de cinco años de enseñanzas, también a la memoria de Anita Lucía quien partió prematuramente ¡siempre te recordaremos!*

*Diana.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Ambato por abrirme las puertas para estudiar, la ciudad es muy amiga y servicial jamás me sentí fuera de casa; a la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por permitirme estudiar esta carrera que tanto me gusta, a los señores Docentes de la facultad que a lo largo de este tiempo forjaron mi camino.*

*Un agradecimiento muy especial al Ingeniero Carlos Moreno Miranda por asesorarme incansablemente en este proyecto de investigación y por brindarme su mano amiga en todo momento. Muchas gracias.*

*Y a todas las personas que compartieron conmigo este camino, brindándome su apoyo incondicional, les agradezco infinitamente a todos.*

*Esto no es un final, sin duda, es apenas un inicio.*

*Diana.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### CAPÍTULO I PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	1
1.2.1 Contextualización macro .....	1
1.2.2 Contextualización meso .....	3
1.2.3 Contextualización micro .....	3
1.2.4 Análisis crítico .....	4
1.2.5 Prognosis .....	6
1.2.6 Formulación del problema .....	6
1.2.7 Interrogantes .....	7
1.2.8 Delimitación del objeto de investigación .....	7
1.3 Justificación .....	8
1.4 Objetivos .....	9
1.4.1 General .....	9
1.4.2 Específicos .....	9

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos .....	10
2.2 Fundamentación Filosófica .....	11
2.3 Fundamentación legal .....	12
2.4 Categorías fundamentales .....	13
2.4.1 Marco Conceptual de la Variable Independiente .....	14
2.4.1.1 Moléculas proteicas lácteas .....	15
2.4.1.2 Permeabilidad al vapor de agua .....	17
2.4.1.3 Poder conservador .....	18
2.4.2 Marco Conceptual Variable Dependiente .....	23

2.4.2.1 Contaje Coliformes totales .....	28
2.4.2.2 Aceptabilidad del Recubrimiento Elaborado.....	29
2.4.2.3 Desarrollo de una Técnica de conservación natural.....	30
2.5 Hipótesis .....	31
2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis .....	32

### **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1 Enfoque .....	33
3.2 Modalidad básica de la Investigación.....	33
3.3 Nivel o tipo de investigación.....	33
3.4 Población y muestra .....	34
3.5 Operacionalización de Variables.....	38
3.6 Recolección de información .....	39
3.7 Plan de procesamiento de la investigación .....	40
3.8 Materiales y métodos.....	40
3.8.1 Desarrollo de la película comestible.....	41
3.8.2 Acondicionamiento del tomate hortícola fresco .....	41
3.8.3 Aplicación de pretratamientos de aceites esenciales en el tomate ..	42
3.8.4 Caracterización bioquímica del tomate .....	42
3.8.4.1 Determinación del potencial de hidrógeno pH.....	42
3.8.4.2 Determinación de Sólido solubles (°Brix) .....	42
3.8.4.3 Determinación de Acidez .....	43
3.8.4.4 Determinación de la permeabilidad al vapor de agua.....	43
3.8.8 Caracterización microbiológica del tomate .....	44
3.8.9 Análisis sensorial .....	45
3.8.10 Análisis de vida de anaquel .....	45

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

4.1 Análisis e interpretación de los resultados .....	46
4.1.1 pH.....	46
4.1.2 Sólidos solubles .....	48
4.1.3 Acidez.....	49
4.1.4 Índice de madurez .....	51
4.1.5 Análisis microbiológico.....	53
4.1.6 Análisis sensorial .....	55
4.1.7 Vida de anaquel .....	58
4.1.8 Permeabilidad al vapor de agua.....	61
4.1.9 Análisis Económico.....	63
4.2 Verificación de Hipótesis.....	64

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones .....	66
5.2 Recomendaciones .....	67

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1 Datos Informativos .....	69
6.2 Antecedentes de la propuesta .....	70
6.3 Justificación .....	71
6.4 Objetivos.....	72
6.4.1 Objetivo General .....	72
6.4.2 Objetivos Específicos.....	72
6.5 Análisis de factibilidad.....	72

6.6 Fundamentación .....	73
6.7 Metodología .....	73
6.8 Administración .....	76
6.9 Previsión de la evaluación .....	77
6.10 Resultados.....	78
6.11 Conclusiones .....	82
6.12 Recomendaciones .....	82

## **MATERIALES DE REFERENCIA**

Bibliografía.....	84
-------------------	----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Árbol de problemas .....	6
Gráfico 2. Organizador lógico de variables .....	13
Gráfico 3. Variación de pH vs tiempo (días).....	47
Gráfico 4. Variación de sólidos solubles (°Brix) vs tiempo (Días).....	48
Gráfico 5. Variación de la Acidez titulable (gr/100 gr) vs Tiempo (Días).50	
Gráfico 6. Variación del Índice de madurez (°Brix/Acidez titulable) vs Tiempo (Días).....	52
Gráfico 7. Variación de la pérdida de peso (%) vs Tiempo (Días).....	59
Gráfico 8. Dureza (g) vs. Tiempo (Días) .....	60
Gráfico 9. Diagrama de operaciones Planta-Piloto.....	78
Gráfico 10. Plano Planta Piloto .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor Nutricional del Tomate .....	24
Tabla 2. Principales proteínas séricas .....	16
Tabla 3. Descripción de tratamientos en el Diseño Experimental.....	36
Tabla 4. Descripción de blanco comparativo.....	37
Tabla 5. Variable Independiente: Composición del recubrimiento comestible .....	38
Tabla 6. Variable Dependiente: Tiempo de Vida de Anaquel .....	39
Tabla 7. Actividad Inhibitoria de los componentes de los Aceites Esenciales frente a patógenos alimentarios.....	54
Tabla 8. Evaluación sensorial valor Probabilístico .....	55
Tabla 9. Comparación múltiple entre grupos LSD.....	57
Tabla 10. Regresiones y tiempos de vida de anaquel para cada temperatura en pérdida de peso (%) .....	59
Tabla 11. Regresiones y tiempos de vida de anaquel para cada temperatura en dureza (g) .....	60
Tabla 12. Formulación de los recubrimientos evaluados en permeabilidad .....	62

Tabla 13. Valores de velocidad de transmisión de vapor de agua, permeabilidad y espesor de las películas evaluadas .....	62
Tabla 14. Modelo operativo .....	75
Tabla 15. Administración de la propuesta .....	76
Tabla 16. Previsión de la evaluación .....	77
Tabla 17. Análisis de tiempos y movimientos en Planta Piloto .....	79
Tabla 18. Resumen de tiempos y movimientos en Planta Piloto .....	80

## **ANEXOS**

### **ANEXO A. DIAGRAMAS DE FLUJO-HOJAS DE CATACIÓN**

Anexo A-1. Diagrama de Flujo Elaboración Película

Anexo A-2. Diagrama de Flujo Pretratamientos AE en Tomate

Anexo A-3. Hoja de catación

Anexo A-4. Lámina de referencia del parámetro color en tomate utilizado en el panel de catación

### **ANEXO B. DATOS OBTENIDOS EXPERIMENTALMENTE DE LOS ANÁLISIS: BIOQUÍMICOS (pH, °BRIX, ACIDEZ, ÍNDICE DE MADUREZ), SENSORIAL Y MICROBIOLÓGICO (COLIFORMES TOTALES)**

Tabla B-1. Datos Obtenidos de pH en los diferentes días con replicas para todos los tratamientos

Tabla B-2. Promedio entre réplicas para la variación de pH a lo largo del tiempo para todos los tratamientos

Tabla B-3. Datos Obtenidos de Sólidos solubles (°Brix) en los diferentes días con replicas para todos los tratamientos

- Tabla B-4.Promedio entre réplicas para la variación de Sólidos solubles (°Brix) a lo largo del tiempo para todos los tratamientos
- Tabla B-5.Datos Obtenidos de Acidez en los diferentes días con replicas para todos los tratamientos
- Tabla B-6.Promedio entre réplicas para la variación de Acidez a lo largo del tiempo para todos los tratamientos
- Tabla B-7.Datos Obtenidos de índice de Madurez en los diferentes días con replicas para todos los tratamientos
- Tabla B-8.Promedio entre réplicas para la variación del índice de Madurez a lo largo del tiempo para todos los tratamientos
- Tabla B-9.Codificación en detalle para los tratamientos con su descripción
- Tabla B-10.Resultados del análisis sensorial para el atributo Color
- Tabla B-11.Resultados del análisis sensorial para el atributo Olor
- Tabla B-12.Resultados del análisis sensorial para el atributo Sabor
- Tabla B-13.Resultados del análisis sensorial para el atributo Textura
- Tabla B-14.Resultados del análisis sensorial para el atributo Aceptabilidad
- Tabla B-15.Unidades formadoras de colonia (Ufc/gr) Coliformes totales durante los días de ensayo para dos diluciones
- Tabla B-16.Pérdida de peso (%) en función del tiempo por cuadruplicado para todas las temperaturas
- Tabla B-17.Pérdida de peso (%) promedio en función del tiempo para todas las temperaturas
- Tabla B-18.Dureza (g) promedio en función del tiempo para todas las temperaturas

Tabla B-19.Valores promedio de ganancia de peso para todas las formulaciones

**ANEXO C. CÁLCULOS DE LOS DATOS EXPERIMENTALES: BIOQUÍMICOS (pH, °BRIX, ACIDEZ, ÍNDICE DE MADUREZ) Y MICROBIOLÓGICO (COLIFORMES TOTALES)**

Tabla C-1.Análisis de variación de pH, tiempo inicial y final, ambas réplicas para todos los tratamientos

Tabla C-2.Variación promedio de pH por réplicas para todos los tratamientos

Tabla C-3.Análisis de variación de Sólidos solubles, tiempo inicial y final, ambas réplicas para todos los tratamientos

Tabla C-4.Variación promedio de Sólidos solubles por réplicas para todos los tratamientos

Tabla C-5.Análisis de variación de Acidez, tiempo inicial y final, ambas réplicas para todos los tratamientos

Tabla C-6.Variación promedio de Acidez por réplicas para todos los tratamientos

Tabla C-7.Análisis de variación del Índice de Madurez, tiempo inicial y final, ambas réplicas para todos los tratamientos

Tabla C-8.Variación promedio del Índice de Madurez por réplicas para todos los tratamientos

Tabla C-9.Análisis de variación del crecimiento microbiano (Ufc/gr) Coliformes totales para todos los tratamientos

**ANEXO D. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS EXPERIMENTALES (STATGRAPHICS): BIOQUÍMICOS (pH, °BRIX, ACIDEZ, ÍNDICE DE MADUREZ), SENSORIAL Y MICROBIOLÓGICO (COLIFORMES TOTALES)**

Tabla D-1. Análisis de Varianza para pH

Tabla D-2. Prueba de comparación de Tukey para pH por Glicerol

Tabla D-3. Prueba de comparación de Tukey para pH por Tipo de AE

Tabla D-4. Prueba de comparación de Tukey para pH por Modo de aplicación

Tabla D-5. Análisis de Varianza para °Brix

Tabla D-6. Prueba de comparación de Tukey para Sólidos solubles por Glicerol

Tabla D-7. Prueba de comparación de Tukey para Sólidos solubles por Tipo AE

Tabla D-8. Prueba de comparación de Tukey para Sólidos solubles por Modo de aplicación

Tabla D-9. Análisis de Varianza para Acidez

Tabla D-10. Prueba de comparación de Tukey para Acidez por Glicerol

Tabla D-11. Prueba de comparación de Tukey para Acidez por Tipo AE

Tabla D-12. Prueba de comparación de Tukey para Acidez por Modo de aplicación

Tabla D-13. Análisis de Varianza para Índice de Madurez

Tabla D-14. Prueba de comparación de Tukey para Índice de Madurez por Glicerol

Tabla D-15. Prueba de comparación de Tukey para Índice de Madurez por Tipo de AE

Tabla D-16. Prueba de comparación de Tukey para Índice de Madurez por Modo de aplicación

Tabla D-17. Análisis de Varianza para Color

Tabla D-18. Prueba comparación LSD para Color por tratamientos

Tabla D-19. Análisis de Varianza para Olor

Tabla D-20. Prueba comparación LSD para Olor por Tratamientos

Tabla D-21. Análisis de Varianza para Sabor

Tabla D-22. Prueba comparación LSD para Sabor por Tratamientos

Tabla D-23. Análisis de Varianza para Textura

Tabla D-24. Prueba comparación LSD para Textura por Tratamientos

Tabla D-25. Análisis de Varianza para Aceptabilidad

Tabla D-26. Prueba comparación LSD para Aceptabilidad por Tratamiento

Figura D-1. Medias en prueba de comparación de Fisher LSD para todos los tratamientos del atributo color

Figura D-2. Medias en prueba de comparación de Fisher LSD para todos los tratamientos del atributo olor

Figura D-3. Medias en prueba de comparación de Fisher LSD para todos los tratamientos del atributo sabor

Figura D-4. Medias en prueba de comparación de Fisher LSD para todos los tratamientos del atributo textura

Figura D-5. Medias en prueba de comparación de Fisher LSD para todos los tratamientos del atributo aceptabilidad

## **ANEXO E. BALANCE DE COSTOS PARA PELÍCULA COMESTIBLE**

Tabla E-1. Costos variables

Tabla E-2. Estimación Costo de venta

## **ANEXO F. RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE TEXTURA**

ANEXO F-1. Resultado Dureza efectuado Laboratorios LACONAL Tiempo (Día cero)

ANEXO F-2. Resultado Dureza efectuado Laboratorios LACONAL Tiempo (Día cuatro)

ANEXO F-3. Resultado Dureza efectuado Laboratorios LACONAL Tiempo (Día 7)

## **ANEXO G. MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS**

ANEXO G-1. Recomendaciones de uso Placas Petrifilm 3M

ANEXO G-2. Guía de Interpretación Placas petrifilm 3M

## **ANEXO F. FOTOGRAFÍAS**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo desarrollar una película comestible aplicando moléculas proteicas lácteas y pretratamientos de aceites esenciales para extender la vida de anaquel del tomate hortícola fresco (*Lycopersicon esculentum*), los factores en estudio fueron la cantidad de glicerol (5% y 10%), tipo de aceite esencial (salvia, orégano y clavo) y el modo de aplicación (directa o indirecta); se estudiaron propiedades bioquímicas (pH, sólidos solubles, acidez titulable e índice de madurez), análisis microbiológico (Coliformes totales), análisis sensorial, permeabilidad al vapor de agua y tiempo de vida de anaquel.

El mejor tratamiento corresponde al a1b2c1 (glicerol 5%, aceite esencial de orégano y aplicación directa), según los parámetros bioquímicos se muestra una disminución en los cambios de maduración teniendo un índice de madurez de 18,65 reduciendo en un 30,88% el índice de madurez normal aceptado en la industria; el análisis microbiológico muestra una reducción considerable de Coliformes totales, gracias al compuesto activo del aceite esencial como es el carvacrol, que causa una pérdida de ATP y se disuelve en la bicapa fosfolipídica de estas bacterias. El análisis sensorial arroja que dicho tratamiento es aceptable por el consumidor. Al realizar el análisis de la permeabilidad al vapor de agua se obtuvo que estos recubrimientos poseen una permeabilidad moderada al vapor de agua constituyendo una gran ventaja para los procesos de respiración y transpiración evitando daños por condensación. El tiempo de vida de anaquel se estudió mediante la pérdida de peso y firmeza; se alargó en 10 días más que el normal contemplado para tomate hortícola fresco, a 5°C el tiempo de vida es de 16 días, a 15°C el tiempo de vida es de 13 días, a 25°C el tiempo de vida es de 4 días. El análisis de costos muestra que el producto posee un precio de venta al público similar a los ofertados en el mercado nacional siendo de \$2,08 el kg de tomate cubierto por la película comestible. Por lo expuesto anteriormente se concluye que el producto puede ser elaborado a escala industrial.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Tema

“DESARROLLO DE UNA PELÍCULA COMESTIBLE APLICANDO MOLÉCULAS PROTEICAS LÁCTEAS Y PRETRATAMIENTOS DE ACEITES ESENCIALES PARA EXTENDER LA VIDA DE ANAQUEL DE TOMATE HORTÍCOLA FRESCO (*Lycopersicum esculentum*)”

### 1.2 Planteamiento del problema

La actividad agrícola enfrenta serias pérdidas económicas dado que muchos de los productos no llegan a manos del consumidor. Las condiciones inadecuadas de manipulación y la falta de aplicación de métodos de conservación eficaces afectan el tiempo de vida útil de frutas y vegetales reduciendo su calidad.

#### 1.2.1 Contextualización macro

Las «pérdidas de alimentos» se refieren a la disminución de la masa de alimentos comestibles en la parte de la cadena de suministro que conduce específicamente a los alimentos comestibles para el consumo humano. Las pérdidas de alimentos tienen lugar en las etapas de producción, post-cosecha y procesamiento de la cadena de suministro de alimentos (Parfitt et al., 2010). Las pérdidas de alimentos que ocurren al final de la cadena alimentaria (venta minorista y consumo final) se conocen como «desperdicio de alimentos», más relacionado con el

comportamiento de los vendedores minoristas y los consumidores (Parfitt et al., 2010).

Las pérdidas o los desperdicios «alimentarios» se miden únicamente para los productos destinados al consumo humano, por lo que quedan excluidos el pienso y los productos que no son comestibles. Por definición, las pérdidas de alimentos o el desperdicio son masas de alimentos que se desechan en la parte de las cadenas alimentarias que conducen a «productos comestibles destinados al consumo humano». Por ello, los alimentos que estaban destinados en un principio al consumo humano pero que el azar ha sacado de la cadena alimentaria humana se consideran pérdidas o desperdicio de alimentos, incluso cuando posteriormente son utilizados para un uso no alimentario (pienso, bioenergía, etc.). Este enfoque distingue entre usos no alimentarios «planeados» y usos no alimentarios «no planeados», que aquí se convierten en pérdidas (FAO, 2012).

Las pérdidas de alimentos en los países industrializadas son tan altas como en los países en desarrollo, pero hay que tener en cuenta que en los países en desarrollo más del 40 % de las pérdidas de alimentos se produce en las etapas de post-cosecha y procesamiento, mientras que en los países industrializados más del 40 % de las pérdidas de alimentos se produce en la venta minorista y el consumo (FAO, 2012).

En el grupo de frutas y hortalizas, dominan las pérdidas en la producción agrícola en los países desarrollados en la etapa de consumo con un 30 al 40%, mientras que en los países en desarrollo las pérdidas en post-cosecha son del 5 al 25% y en la etapa de procesamiento son del 25 al 40% (FAO, 2012).

### **1.2.2 Contextualización meso**

En los países latinoamericanos en donde existe una gran deficiencia en la infraestructura de mercadeo, las pérdidas post-cosecha de productos frescos varían entre 25 a 50% de la producción. Las mermas de esta magnitud representan una pérdida significativa de alimentos y un considerable daño económico para los comerciantes y especialmente para los productores (FAO, 2012).

Existe diferencia en la magnitud del daño de ambos escenarios obedece a que en los países desarrollados prevalecen condiciones ambientales de temperatura y humedad menos favorables para la ocurrencia de daños, tienen mayor disponibilidad de recursos tecnológicos y económicos para prevenir las pérdidas post-cosecha y los mercados son más exigentes, mientras que en los países latinos poseen condiciones ambientales más extremas y menores exigencias en el tratamiento de la cadena productiva hortofrutícola (INFOAGRO, 2007).

### **1.2.3 Contextualización micro**

En Ecuador el 92% de los alimentos que se producen provienen de pequeños productores. El 40% de la producción agrícola de frutas y hortalizas sufre pérdida post-cosecha. Esto significa que 4 de cada 10 productos se pudren en su camino hacia el consumidor final (MAGAP, 2012).

De las 2.600.000 hectáreas de superficie cultivada que tiene el país, 241.320 hectáreas corresponden a superficie hortifrutícola, de las cuales 123.070 hectáreas corresponden a hortalizas y 118.250 corresponden a frutas. La horticultura está presente en la sierra en un 86%, en la costa en un 13% y en el oriente en un 1%. Las provincias productoras de hortalizas

son: Tungurahua, Chimborazo, Azuay, Pichincha y Cotopaxi (Valdivieso, 2010).

El tomate es uno de los cultivos que más riesgo de contaminación presenta debido al uso excesivo de plaguicidas sobre todo para el control de enfermedades, el cual es más difícil cuando las condiciones meteorológicas son favorables a los patógenos (Salas y Sánchez s. f., 2007).

Los controles de temperatura, humedad relativa, corrientes de aire y composición atmosférica son esenciales, como lo son, también, el control del agua y de los fertilizantes, el mantenimiento del nivel de oxígeno cerca de las raíces y la sanidad del cultivo para asegurar una calidad y una productividad óptimas, aseguran Jaramillo et al. (2007).

#### **1.2.4 Análisis crítico**

Las pérdidas económicas en la comercialización de frutas y vegetales en estado fresco pueden deberse al limitado conocimiento técnico por parte del agricultor, a la escasa disponibilidad de recursos económicos y a la falta de programas gubernamentales de formación para los pequeños agricultores.

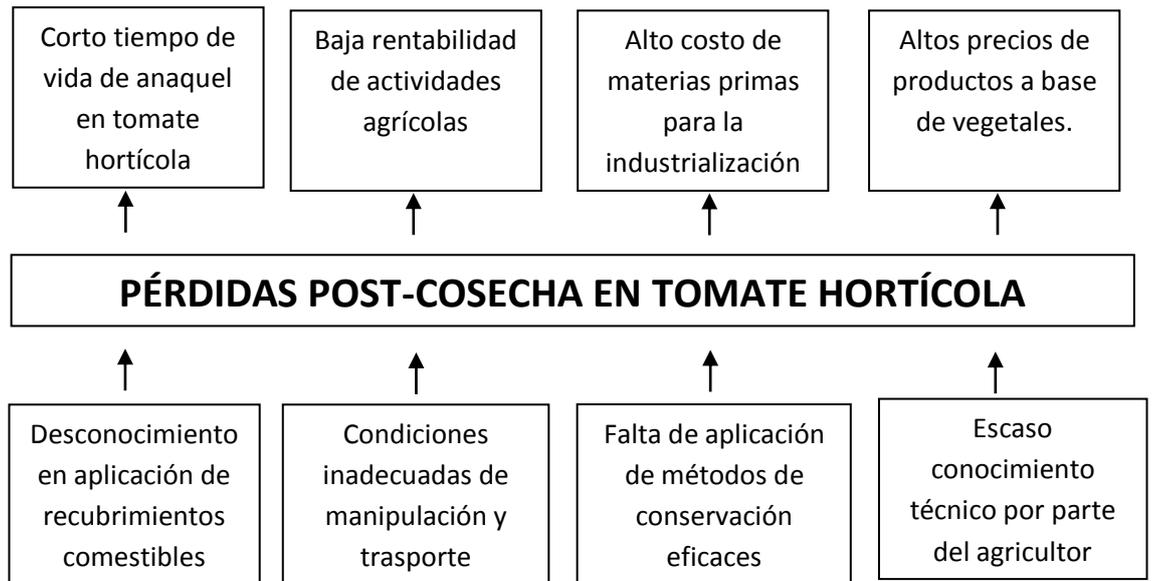
Entre los factores biológicos que causan el deterioro de las frutas se incluye la respiración, producción y acción del etileno, desórdenes fisiológicos y daños por microorganismos. También se incluyen los daños mecánicos y el déficit hídrico. La intensidad del deterioro biológico depende de los factores ambientales como temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y composición atmosférica (Kader, 2005).

Se han desarrollado técnicas para atenuar el deterioro, la implementación de las mismas no ha sido del todo exitosa en los países en vías de desarrollo por los siguientes factores:

- Inadecuado sistema de mercadeo:  
Lento despacho de productos.
- Inadecuado transporte:  
Escasez de unidades de transporte debidamente acondicionadas.
- Regulaciones gubernamentales y legislación:  
La regulación pretende proteger al productor y consumidor de manera contraproducente.
- Escasez de equipos y pobre mantenimiento de los mismos:  
Se refiere a la dificultad para adquirir contenedores, equipos de limpieza, encerado y refrigeración, ya que son difíciles de encontrar en el mercado local y generalmente son importados.
- Escasez de información:  
La mayoría de las personas involucradas en el manejo post-cosecha de productos hortícolas no tienen conciencia de la necesidad y de cómo mantener la calidad del producto. Hay poca capacitación en los fundamentos del manejo de productos perecederos.

Los gobiernos deben desempeñar un papel determinante en el diseño e implementación de la estrategia de manejo post-cosecha de vegetales, a través de la coordinación nacional e internacional, para armonizar los estándares y regulaciones, las enfermedades y plagas, restos de químicos. (Guevara, 2008).

**Gráfico 1.** Árbol de problemas



**Elaboración:** Diana Sandoval, 2014.

### 1.2.5 Prognosis

Al no ejecutar esta investigación, seguirán existiendo pérdidas post-cosecha de vegetales en las etapas de comercialización, debido al desconocimiento y la falta de aplicación de tecnologías adecuadas, traduciendo el problema en pérdidas económicas para los pequeños productores, abandono de la actividad agrícola, incremento del subempleo y una mala calidad de vida.

### 1.2.6 Formulación del problema

¿Cómo se podrían evitar las pérdidas económicas en la comercialización de vegetales en estado fresco?

### 1.2.7 Interrogantes

- ¿Cuál sería la forma de aplicación más adecuada de la película comestible elaborada sobre el tomate hortícola?
- ¿Cuál será el grado de conservación (reducción de crecimiento microbiano) que se pueda otorgar mediante el uso de aceites esenciales sobre frutas y vegetales?
- ¿Qué análisis Físico-químicos mediante pruebas en laboratorio proporcionarían resultados confiables?
- ¿Qué parámetros sensoriales mediante la aplicación de cataciones en panel de catadores semi-entrenados medirán la aceptabilidad del consumidor?
- ¿Cuál será el costo- beneficio de la elaboración y aplicación de una película de origen natural sobre vegetales?
- ¿Qué alternativa a agricultores y productores será la mejor para que optimizar el manejo post-cosecha del tomate hortícola?

### 1.2.8 Delimitación del objeto de investigación

**Campo:** Agroindustrial.

**Área:** Alimentos.

**Aspecto específico:** Conservación de Tomate Hortícola (*Lycopersicum esculentum*) mediante el desarrollo de una película comestible aplicando moléculas proteicas lácteas y pretratamientos de aceites esenciales.

**Delimitación temporal:** Marzo del 2013 hasta abril 2014

**Delimitación espacial:** Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

### **1.3 Justificación**

La actividad agrícola en Ecuador, es muy variada, tanto por sus particulares sistemas de producción primaria, como por la formación estructural de las cadenas agroalimentarias. Las hortalizas ofrecen una alternativa muy clara para los agricultores medianos y pequeños por su gran cantidad de productos distintos, lo cual permite aprovechar los diferentes nichos de mercado.

La horticultura ecuatoriana está concentrada básicamente en la sierra, tiene una tipología de carácter doméstico, por ser cultivos que se producen en la huerta y por la utilización de mano de obra familiar; son en parte para autoconsumo y sus producciones remanentes permiten acceder a los mercados locales.

Al realizarse la producción de una manera doméstica, las pérdidas post-cosecha por el mal manejo del producto es cada vez más visible, por lo que el gobierno debe brindar capacitación a los pequeños productores para mejorar la productividad y evitar mayores pérdidas en el cultivo, baja competencia y posterior abandono de la actividad agrícola.

Por lo general el tamaño de las explotaciones en la región centro ecuatoriana dedicadas al cultivo de las frutas y hortalizas como manzana, pera, frutilla y tomate hortícola, es considerablemente pequeño, factor que por sí mismo implica un problema para el acopio, clasificación y otros procesos importantes de comercialización; adicionalmente, la dispersión geográfica del cultivo de las hortalizas, incrementa el problema de mercadeo porque los procesos de acopio y transporte se hacen lentos y costosos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Elaborar una película comestible aplicando moléculas proteicas lácteas y pretratamientos de aceites esenciales para extender la vida de anaquel de tomate hortícola fresco (*Lycopersicon esculentum*).

### **1.4.2 Específicos**

- Establecer la forma de aplicación más adecuada de la película comestible elaborada sobre el tomate hortícola.
- Medir el grado de conservación (reducción de crecimiento microbiano) conseguido al emplear diferentes tipos de aceites esenciales sobre el tomate hortícola.
- Analizar parámetros Físico-químicos mediante la aplicación de pruebas en laboratorio.
- Analizar parámetros sensoriales mediante la aplicación de cataciones en panel de catadores semi-entrenados.
- Analizar costos variables del producto y compararlo con competencia presente en el mercado ecuatoriano.
- Proponer una alternativa a agricultores y productores para que mejoren el manejo post-cosecha del tomate hortícola.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes investigativos**

El creciente interés por el desarrollo de películas y cubiertas comestibles para incrementar la conservación de alimentos se debe fundamentalmente a las exigencias, cada vez mayores, de reducir el impacto en la contaminación ambiental que se ha producido con el incremento de desechos generados por el uso de envases y plásticos de origen sintético o no biodegradables para el empaqueo y distribución de alimentos.

Bósquez (2003), define a una película comestible como aquella capa delgada de material comestible formada sobre un alimento como un recubrimiento, o colocada (lo que implica que debe ser pre-formada) sobre o entre los componentes de los alimentos. Su propósito es el de inhibir o reducir la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aromas, lípidos, pigmentos, etc.; servir como vehículo para aditivos alimentarios (antioxidantes, antimicrobianos, saborizantes, colorantes); y/o mejorar la integridad mecánica o características de manejo del alimento en cuestión. En algunos casos las películas comestibles con buenas propiedades mecánicas pueden llegar a sustituir las películas sintéticas para empaqueo.

En el caso particular de frutas y hortalizas para consumo en fresco, los recubrimientos comestibles proporcionan una cubierta protectora adicional cuyo impacto tecnológico es equivalente al de una atmósfera modificada,

por lo tanto representan una alternativa a este tipo de almacenamiento ya que es posible reducir la cinética de los cambios de calidad y pérdidas en cantidad a través de la modificación y control de la atmósfera interna en estos productos vegetales.

Estudios realizados por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato a cerca de recubrimientos comestibles concluyen lo siguiente:

Alvarado y otros (2007), estudian el efecto de recubrimiento de quitosano en el tiempo de vida útil de la naranjilla (*Solanum quitoense*, var. *Agria*), el uso de métodos de cálculo de tiempo de vida útil, resulta aplicable para el control del almacenamiento de naranjilla; retardando la pérdida de humedad y extienden el período de almacenamiento bajas temperaturas conservando las frutas alrededor de un mes.

Villagómez (2011), señala que el uso del glicerol y aceite esencial de anís en un recubrimiento comestible, para extender el tiempo de vida útil del babaco (*Carica pentagona*), presenta muchas ventajas, como el costo exequible para el agricultor y buenas propiedades organolépticas, además, afirma que la estabilidad y aceptabilidad de este recubrimiento de acuerdo al análisis microbiológico, permite que se mantenga en refrigeración como solución líquida durante 27,95 días; y el tiempo de vida útil del producto con este recubrimiento dura 29 días.

## **2.2 Fundamentación Filosófica**

Este trabajo posee un enfoque crítico propositivo ya que parte de la investigación experimental y del análisis de información bibliográfica como herramientas metodológicas básicas; las mismas que permitirán obtener resultados cuya interpretación a su vez servirá para validar una hipótesis

encaminada a la propuesta de una alternativa de solución eficaz a un problema real del entorno.

## **2.3 Fundamentación legal**

### **2.3.1 CÓDIGO INTERNACIONAL RECOMENDADO DE PRÁCTICAS PARA EL ENVASADO Y TRANSPORTE DE FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS CAC/RCP 44-1995. (FAO- OMS, 2007).**

Esta norma señala el ámbito de aplicación, diseño, estado y método de carga del equipo de transporte, así como también el envasado adecuado para mantener la calidad de los productos durante su transporte y comercialización, y finalmente prácticas de pre refrigeración.

### **2.3.2 NORMA DEL CODEX PARA EL TOMATE (CODEX STAN 293-2007)**

Esta norma indica la definición del producto, calidad, clasificación, presentación, marcado y etiquetado, contaminantes, e higiene de las variedades comerciales de tomates que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los tomates destinados a la elaboración industrial.

### **2.3.3 NTE INEN 1745. Hortalizas frescas. Tomate de riñón. Requisitos.**

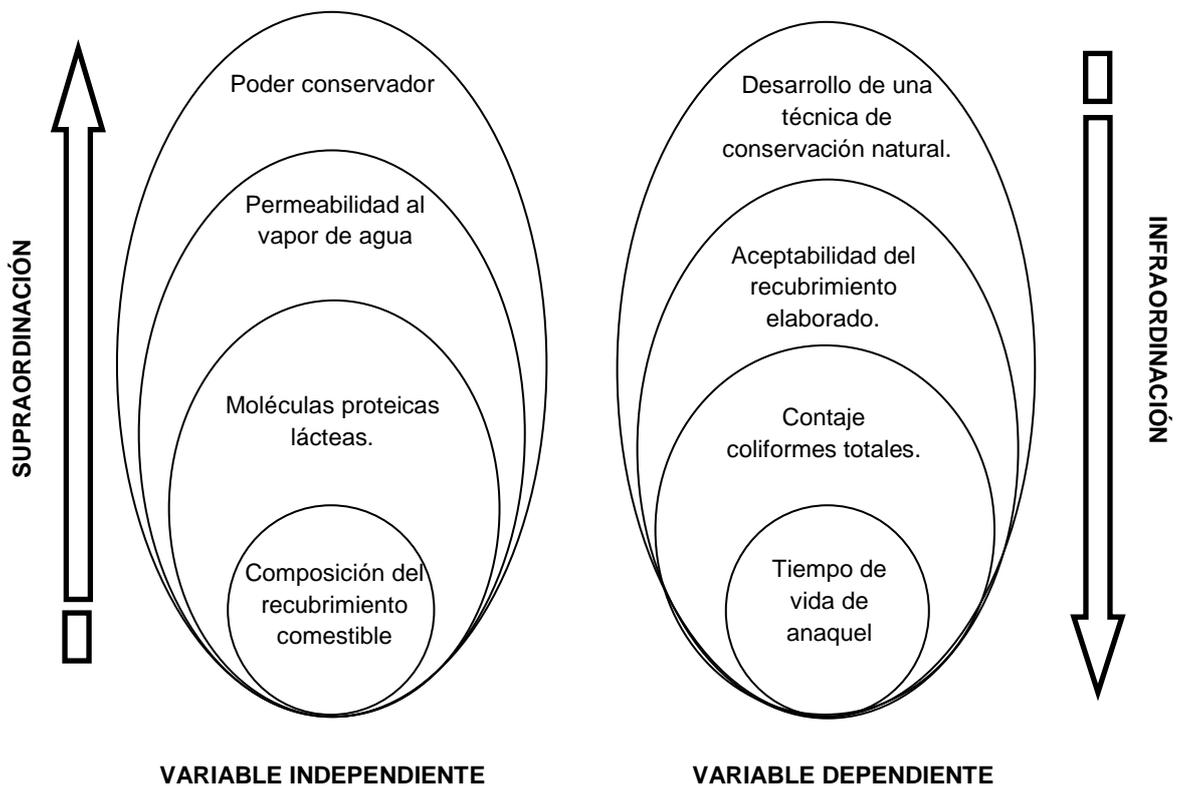
Esta norma establece la terminológica, clasificación de los tomates, disposiciones generales, requisitos, muestreo, inspección, métodos de ensayo, embalaje y el rotulado.

### 2.3.4 NTE INEN 2585. Suero de leche en polvo.

Esta norma establece el máximo de suero de leche empleado en bienes de consumo humano. Esta norma determina un porcentaje de 45% p/v o p/p como nivel máximo.

### 2.4 Categorías fundamentales

Gráfico 2. Organizador lógico de variables



Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

## **2.4.1 Marco Conceptual de la Variable Independiente**

### **Composición del recubrimiento comestible**

Se definen a los recubrimientos comestibles como un producto que envuelven un alimento, creando una barrera semipermeable a gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ) y vapor de agua.

Estos recubrimientos también mejoran las propiedades mecánicas ayudando a mantener la integridad estructural del producto que recubren, a retener compuestos volátiles y también pueden llevar aditivos alimentarios (agentes antimicrobianos, antioxidantes, etc.). Cuando los frutos son cubiertos por películas comestibles, se crea una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de respiración y por tanto retrasa el proceso de senescencia del producto. Además, crean una barrera a la transferencia al vapor de agua retrasando el deterioro del producto hortofrutícola por deshidratación (Pérez, 2008).

En general, los recubrimientos comestibles están compuestos de ceras naturales, polisacáridos y proteínas, formando un envase ideal desde el punto de vista medioambiental, puesto que son biodegradables y pueden ser consumidos con el producto. Los recubrimientos comestibles pueden aplicarse en forma de finas capas de material alrededor (y en algunos casos “dentro”) de los alimentos mediante inmersión, pulverización o envolturas, con el fin de ofrecer una barrera selectiva a la transmisión de gases, vapor de agua y otros solutos y también para proteger al alimento (Pérez, 2008).

### **2.4.1.1 Moléculas proteicas lácteas**

Las proteínas contenidas en el suero de leche son el conjunto de sustancias nitrogenadas, estas no se precipitan cuando el pH de la leche se lleva a 4.6, que corresponde al punto isoeléctrico de la caseína bruta. Por este motivo se les denomina caseínas solubles. Estas caseínas solubles representan alrededor del 20% de las proteínas de la leche (Loaiza, 2011).

El contenido proteico del suero depende en su mayor parte del tipo de coágulo y de su tratamiento y la presencia en el mismo de partículas de la cuajada que puede aumentarlo considerablemente. En la leche, el 80% de las proteínas son caseínas; sin embargo, éstas se agregan en la cuajada durante la formación del queso, mientras que las proteínas séricas no quedan retenidas en la cuajada permaneciendo disueltas en la porción acuosa (Salazar, 2012).

#### **Características**

Las proteínas séricas son incluso un grupo más heterogéneo que las caseínas, y tienen pocas características en común, por lo tanto poseen una serie de propiedades únicas que dependen de su peso molecular, de su composición y su secuencia aminoacídica (Salazar, 2012).

- Son solubles bajo condiciones que no lo son las caseínas (a pH 4,6-4,7).
- La mayoría son proteínas globulares.
- Se desnaturalizan fácilmente con el calor, mientras que las caseínas son más estables.
- Las caseínas presentan fuertes regiones hidrofóbicas mientras que las proteínas séricas poseen un mayor balance entre residuos hidrofílicos e hidrofóbicos.

- No se ven muy afectadas por el pH y las sales.
- Presentan una estructura secundaria y terciaria más organizada que las caseínas debido a una distribución más uniforme de los tipos de aminoácidos a lo largo de la cadena polipeptídica y a la presencia de puentes disulfuro (lo que implica que poseen grandes cantidades de cisteína a diferencia de lo que ocurre en las caseínas).

Una de las características más importantes de las proteínas séricas es la alta presencia de residuos de aminoácidos con grupos sulfhidrilos que les permite formar enlaces covalentes intermoleculares durante procesos a altas temperaturas (lo que provoca su desnaturalización y posterior agregación). Las proteínas del suero son solubles en un amplio rango de pH y se desnaturalizan (individualmente y en solución) entre 64 y 85 °C, y a partir de esta temperatura empiezan a agregarse y a gelificar. La desnaturalización implica la pérdida de solubilidad proteica (Salazar, 2012).

**Tabla 1.** Principales proteínas séricas

Proteínas	Conc. En suero (g/l)	Suero (%)	Pm (Kg/mol)	PI	T Desnat (°C)
B-lactoglobulina	2 – 4	48- 58	18	5,4	82
A-lactoglobulina	0,6 - 1,7	13-19	14	4,4	61
Glicomacropeptido	1,5	12-20	8,6	< 3,8	-
Proteasa peptonas	0,2 – 0,4	6	4-80	5,1 -6,0	-
Seroalbúmina	0,2 – 0,4	6	66-69	4,8 -5,1	66
Inmunoglobulina	0,5 - 1	8-12	150-1000	5 -8	72
Lactoferrina	0,1	2	77	7,9	-
Lactoperoxidasa	0,03	0,5	78	9,6	-

**Fuente:** Jelen (1992); Etzel (2004);Kilara (2004); Sulivan et al. (2008); Salzar (2012).

(Pm: Peso Molecular, pl: Punto Isoeléctrico, T Desnat: Temperatura de Desnaturalización)

## Clasificación

Dentro de todas las proteínas que se pueden encontrar contenidas en el suero de leche se pueden distinguir cuatro grupos:

1. Globulinas: Constituyen de 10 al 12% de las proteínas solubles, estas son de gran importancia inmunológica, en la actualidad se están haciendo estudios para descubrir si estos pueden extenderse hacia los seres humanos.
2. Proteasas –peptonas: Estas son proteínas sumamente resistentes al tratamiento térmico y ácido, son el 10% de las proteínas solubles.
3. Albuminas: Representan alrededor del 75% de las proteínas solubles. La  $\alpha$  - Lactoalbumina es rica en aminoácidos como la lisina, leucina, treonina, triptófano y cisteína. Su habilidad de ligarse al calcio, le proporciona protección contra la desnaturalización térmica, se cree que podría llegar a tener beneficios anticancerígenos. Su uso es de suma importancia en las fórmulas lácteas para lactantes.
4. Otras: Estas son proteínas menores que se encuentran presentes en una cantidad relativamente baja y son muy difíciles de clasificar (Guzmán, 2006).

#### 2.4.1.2 Permeabilidad al vapor de agua

Entre las propiedades de barrera se encuentra la permeabilidad al vapor de agua se define como la velocidad de transmisión de vapor de agua por unidad de área del material y por unidad de diferencia de presión entre dos superficies específicas bajo determinadas condiciones de humedad y temperatura (Escobar, 2009). Experimentalmente, la permeabilidad puede determinarse de acuerdo con la siguiente expresión (E1):

$$\text{Permeabilidad} = \frac{\text{peso del material penetrante. grosor}}{\text{Área. tiempo. diferencia de la presión parcial}} = \frac{\text{gcm}}{\text{m}^2 \cdot \text{día} \cdot \text{mmHg}}$$

Los términos “permeabilidad” y “coeficiente de permeabilidad” se usan frecuentemente como sinónimos, en algunos casos esta práctica es

válida, en otras, sin embargo, no lo es. El término “coeficiente de permeabilidad” debería usarse solamente cuando se ha establecido que la permeabilidad es constante, sin considerar gradientes de presión o concentración (estandarizados por unidad de presión o de concentración). La situación en donde el término “permeabilidad” puede ser adecuado y el de “coeficiente de permeabilidad” no lo es, se presenta cuando hay que describir la tasa a la que el vapor de agua permea a través de una película hidrofílica, ya que la permeabilidad difiere debido a la humedad relativa.

La permeabilidad al vapor de agua de un recubrimiento comestible es muy compleja dado que al adsorberse el vapor de agua se puede producir la plastificación y/o aglomeración del material de la matriz existiendo una gran dependencia de las condiciones de humedad relativa, naturaleza estructural del polímero, su capacidad de hidratación, homogeneidad de la dispersión, entre otros factores (Bósquez, 2003).

#### **2.4.1.3 Poder conservador**

Los aceites esenciales (esencias o aceites volátiles) son productos de composición generalmente muy compleja. Para extraer estos principios volátiles, existen diversos procedimientos, por ejemplo: Se utiliza la destilación con vapor de agua o la evaporación al vacío. Se les llama aceites por su apariencia física y consistencia que es bastante parecida a los aceites grasos, pero se distinguen de ellos porque al dejar caer unas gotas de esencia sobre el papel, éstas se volatilizan fácilmente sin dejar ninguna huella ni mancha grasosa (González, 2004).

Los aceites esenciales se pueden encontrar localizados en diferentes partes de la planta, por ejemplo: en las hojas (albahaca, menta, romero, etc.), en las raíces (valeriana, cálamo, etc.), en la corteza (canela, sándalo, etc.), en las flores (jazmín, rosa, etc.), en la cáscara del fruto

(limón, mandarina, naranja, etc.), en los frutos (anís, cardamomo, hinojo, etc.) (González, 2004).

## **Composición química**

Actualmente se han identificado alrededor de cuatrocientos componentes químicos constituyentes de los aceites esenciales. La mezcla compleja que integra los aceites esenciales pertenece de manera casi exclusiva a grupos característicos distintos: el grupo de los terpenos, el grupo de los compuestos derivados del fenilpropano, los terpenos originarios del ácido acético, los terpenos provenientes del ácido siquímico (aromáticos) y otros como los compuestos procedentes de la degradación de terpenos (Kubeczka, 2002).

## **Clasificación**

Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza de los compuestos mayoritarios.

Según la consistencia se dividen en:

- Esencias fluidas: Líquidos muy volátiles a temperatura ambiente.
- Bálsamos: Líquidos de consistencia espesa, poco volátiles y propensos a polimerizarse.
- Oleorresinas: Líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas.

Según su origen pueden ser:

- Naturales: Se obtienen directamente de la planta y no se somete a ninguna modificación posterior.
- Artificiales: Se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de las esencias con uno de sus componentes.
- Sintéticas: Mezcla de compuestos obtenidos sintéticamente.

Por la naturaleza de los compuestos mayoritarios:

- Monoterpenoides.

- Sesquiterpenoides
- Compuestos oxigenados.

Los monoterpenos y sesquiterpenos son terpenos de 10 y 15 átomos de carbonos. De acuerdo con su estructura se les clasifica según el número de ciclos como acíclicos, monocíclicos, bicíclicos, etc. Algunos ejemplos de monoterpenos y sesquiterpenos son:

Monoterpenos acíclicos: linalol, nerol, geraniol.

Monoterpenos monocíclicos: p-mentano, 1,4- Cineol, 1,8-Cineol, Ascaridol.

Monoterpenoides bicíclicos: carano, cis-carano y trans-carano.

Sesquiterpenos: Farnesol, nerolidol.

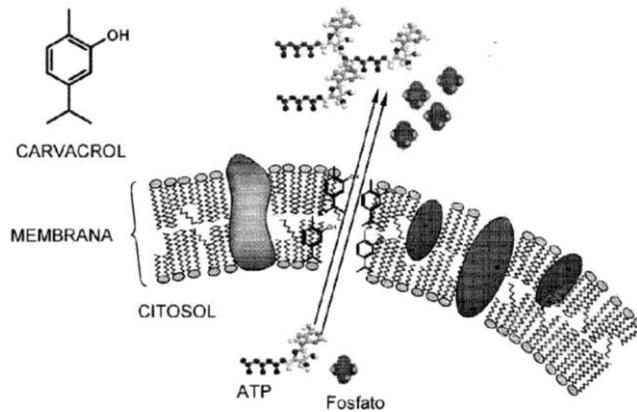
### **Efecto conservador de los aceites esenciales**

Los aceites esenciales extraídos de algunos tipos de vegetales tienen actividad bactericida y pueden ser utilizados en la preservación de alimentos (Morata, 2010). Estudios in vitro han demostrado la actividad antibacteriana de aceites esenciales frente a patógenos alimentarios como: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella disentería*, *Bacillus cereus* y *Staphylococcus aureus*. Las bacterias Gram negativas son algo menos susceptibles a estos tratamientos que las bacterias Gram positivas. Se conocen en la actualidad muchos aceites esenciales con interesantes propiedades antibacterianas: carvacrol, timol, eugenol, perillaldehído, cinamaldehído y ácido cinámico (Burt, 2004).

### **Mecanismo de acción de los aceites esenciales**

Cuando se considera la gran variabilidad de grupos químicos que presentan los aceites esenciales (aromaticidad o no, alcoholes, ésteres,

aldehídos, cetonas, etc.) lo más probable es que no exista un mecanismo concreto de acción sino que la actividad antibacteriana provenga de varias formas de ataque en varios puntos de la célula. (Carson et al, 2002).



**Figura 1.** Localización y mecanismos de ataque de los aceites esenciales a la célula bacteriana (Morata, 2010).

En la figura 1, se muestran los mecanismos de ataque de los aceites esenciales y los lugares sensibles de la célula bacteriana.

La hidrofobicidad de los aceites esenciales permite que se solubilicen en la membrana de la célula bacteriana y de la mitocondria afectando sus propiedades estructurales y facilitando su permeabilización, favoreciendo a la liberación de iones y otros metabolitos celulares, que en gran cantidad produce la muerte celular (Morata, 2010).

Los aceites esenciales con alto porcentaje de compuestos fenólicos como carvacrol, eugenol y timol, son más efectivos en la capacidad de inactivación de microorganismos patógenos. El mecanismo de acción radica en que los compuestos fenólicos condensan las proteínas o péptidos produciendo mal funcionamiento de la membrana citoplasmática, afectando la gradiente de protones, al flujo de electrones, al transporte activo y a la coagulación de proteínas celulares de naturaleza enzimática o estructural (Dorman y Deans, 2000).

Las moléculas que forman parte de los aceites esenciales también pueden actuar contra las proteínas de la membrana celular. Enzimas como la ATPasas se encuentran imbricadas en la membrana lipídica y rodeadas de lípidos, intercalándose como moléculas hidrofóbicas en la membrana y distorsionando la unión lípido proteína o bien interaccionando directamente con la parte hidrofóbica de la proteína (Morata, 2010).

Se ha estudiado el efecto del orégano (*Corydothymus capitatus*) sobre paredes y membranas celulares de *E. coli* O157:H7 (Gram negativa) y *L. monocytogenes* (Gram positiva) midiendo el pH intracelular, la concentración de ATP, la liberación de constituyentes celulares y la observación por microscopía electrónica de las paredes celulares. El tratamiento afecto la integridad de la membrana, la reducción del contenido de ATP intracelular y el aumento del contenido de constituyentes en el medio extracelular, afectando más a la *Listeria* (Oussalah, 2006).

El eugenol es el componente mayoritario del aceite esencial de clavo, inhibe la producción de amilasas y proteasas por *B. cereus* a dosis subletales, también produce deterioro de la pared celular y un alto grado de lisis celular. El grupo hidroxilo le permite unirse a proteínas impidiendo el funcionamiento de enzimas (Morata, 2010).

## **2.4.2 Marco Conceptual Variable Dependiente**

### **Tiempo de vida de anaquel**

La vida útil (VU) o vida de anaquel es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Singh, 2000).

### **Tomate hortícola (*Lycopersicum esculentum*)**

El tomate hortícola es una de las especies de mayor interés dentro del grupo de las hortalizas de fruto, es cultivada en países tropicales y subtropicales, como también bajo invernaderos. Sus sistemas de producción no son sencillos, se puede producir en cualquier época del año, siempre y cuando se disponga de agua de riego y la infraestructura necesaria. Este cultivo es consumido por todo tipo de estrato social por lo cual existe una elevada demanda (Barahona, 2000).

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada (INFOAGRO, 2003).

Jaramillo et al., 2007; reportan que, el tomate es una rica fuente de vitaminas A, B1, B2, B6, C y E, y de minerales como fósforo, potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, sodio, hierro y calcio. Tiene un

importante valor nutricional ya que incluye proteínas, hidratos de carbono, fibra, ácido fólico, ácido tartárico, ácido succínico y ácido salicílico.

En la composición química del tomate se dan grandes variaciones según el cultivar, las condiciones del cultivo, la época de producción, el grado de madurez, el almacenamiento, etc. (Escudero, 2004).

**Tabla 2.** Valor Nutricional del Tomate

<b>Elemento</b>	<b>Contenido (en 100 g de tomate)</b>
Valor Nutritivo Medio (VNM)	2.39
VNM por 100 g de materia seca	38.5
Agua	93,5 g
Proteína	0,9 g
Grasa	0,1 g
Energía	20.0 kcal
Carbohidratos	3,3 g
Fibra	0,8 g
<b><i>Cenizas</i></b>	
Fósforo	19 mg
Calcio	7 mg
Hierro	0,7 mg
<b><i>Vitaminas**</i></b>	
Vitamina A (alfa y beta caroteno)	1700 UI
Vitamina B1 (tiamina)	0,10 mg
Vitamina B2 (riboflavina)	0,02 mg
Vitamina B5 (niacina)	0.60 mg
Vitamina C (ácido ascórbico)	21,00 mg
<b>***</b>	
El pH del jugo oscila entre 4 y 4,5.	

\*\* Según Escudero (2004), el contenido vitamínico normal de los tomates para mercado nacional.

\*\*\* INFOAGRO (2003) puede existir hasta 6 g de residuos

**Fuente:** Escudero (2004); Jaramillo et al. (2007); INFOAGRO (2003).

## **Morfología**

La raíz. El sistema radical del tomate es superficial y está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias (Jaramillo et al., 2007).

El tallo. Su tallo es cilíndrico cuando joven y anguloso cuando maduro, con pelos agudos, de color verde. Su longitud es de 50 cm en los cultivares enanos, y llega hasta los 2,5 m en los cultivares de crecimiento indeterminado (Escudero 2004).

Las hojas. Son compuestas imparipinadas con siete a nueve folíolos, los cuales generalmente son peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Jaramillo et al., 2007).

Las flores. Las flores son perfectas, cada flor está compuesta por cinco sépalos y cinco pétalos de color amarillo brillante, con cinco estambres y dos pistilos, los que están unidos en sus anteras y formando un tubo que encierra el pistilo; esta conformación favorece la autopolinización. La flor posee un pedúnculo corto, cáliz gamosépalo con cinco a diez lóbulos profundos y corola gamopétala, rotácea, amarilla, con cinco o más lóbulos (Folquer, 2000).

El fruto. Posee una baya compuesta como fruto de dos a tres lóbulos, es de color amarillo, rosado, rojo o violáceo de forma globular, achatada o periforme; de superficie lisa o con surcos longitudinales con un diámetro de 3 a 16 cm (Escudero, 2004).

Los frutos del tomate, están constituidos por la epidermis o piel, la pulpa, el tejido placentario y las semillas (Jaramillo et al. 2007); el grosor de la

piel aumenta en el primer estado, mientras que adelgaza cuando madura (Anderlini, 1989).

## **Manejo**

El cultivo del tomate, como todos los productos agrícolas, debe cumplir las condiciones que le permitan al consumidor final disfrutar de alimentos sanos, inocuos y saludables, es decir, libres de tóxicos, cuyo proceso de producción sea social y ambientalmente responsable. Las nuevas tendencias del mercado, guiadas por mayores conciencia y sensibilidad del consumidor frente a estos aspectos, así como las restricciones internacionales respecto del uso de agroquímicos de síntesis, obligan a los agricultores a buscar nuevas alternativas tecnológicas que cumplan con estas exigencias (Jaramillo et al., 2007).

## **Microorganismos que lo afectan**

Jones et al., 2001, señalan que el agente causal de la Peca Bacteriana es *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, un bacilo aerobio estricto, Gram negativo, con dimensiones 0.69-0,97 x 1.8-2,8 µm. La Peca Bacteriana halla su óptimo desarrollo a temperaturas de entre 18 a 24 °C. Por otro lado, Mavunganidze et al. (s. f. citando a Devash), afirman que temperaturas superiores a 52°C pueden matar por completo al patógeno.

Blancard (1996) afirma que el microorganismo causal de la Mancha foliar en plantas de tomate es la *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, es una bacteria con forma de bacilo, no formadora de esporas, Gram negativa y aerobia. Esta enfermedad se desarrolla a temperaturas bajas y con humedades relativas altas.

La Mancha Bacteriana es causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, aunque se reporta que esta bacteria fue reclasificada

recientemente proporcionando dos nuevas especies: *Xanthomonas vesicatoria* y *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Jones et al. 2001 & Aguiar et al. 2003). El desarrollo de esta enfermedad se ve favorecido con temperaturas templadas (24-30°C) y con un óptimo de 25 °C (Blancard, 1996).

La Marchitez Bacteriana es causada por *Ralstonia solanacearum*. Según Jones et al. (2001), esta bacteria es un bacilo Gram negativo de 0.5-0.7 x 1.5-2,0 µm, móvil gracias a que presenta de uno a cuatro flagelos polares. Tanto la infección como el desarrollo de la enfermedad, son favorecidos por temperaturas altas (óptimo a 30-35°C), y humedad elevada.

El Chancro bacteriano es causado por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* David et al. (Sin. *Corynebacterium michiganense* Jensen) (Jones et al. 2001). Es una bacteria aerobia, Gram positiva, no formadora de esporas, y no "acid-fast". Existe información diversa sobre su movilidad y encapsulación, pero en general esta bacteria es considerarla negativa respecto de estas características. La enfermedad se desarrolla en condiciones de temperaturas de entre 18 a 24 °C con más del 80% de humedad el agente causal posee condiciones óptimas para su desarrollo (Blancard, 1999).

### **Control de Calidad en el Tomate**

Consiste en hacer cumplir los requisitos de seguridad y buena presentación que permitan equilibrar las posibilidades económicas y el desarrollo tecnológico. Por ello, las normas de calidad intentan incluir aquellas características importantes del producto que contribuyen a su calidad, entre los cuales tenemos:

Acidez. Los ácidos cítricos son los más importantes y abundantes de plantas comestibles. En la mayoría de las frutas, el contenido de los ácidos orgánicos disminuye durante y después del proceso de maduración.

Sólidos solubles. Los hidratos de carbono sufren cambios bioquímicos durante la maduración. La degradación de los polisacáridos de las membranas celulares, ejercen una contribución importante sobre el aumento en contenido de azúcares.

Índice de madurez. La madurez hortícola es la fase en la cual un producto ha alcanzado un estado suficiente de desarrollo como para que después de la cosecha y del manejo post-cosecha su calidad sea la aceptable.

Cuando se busca un método para determinar la madurez de un producto perecedero deben considerarse los siguientes aspectos:

- Las mediciones deben ser simples, fáciles de llevar a cabo en el campo y requerir equipo relativamente barato.
- El índice debe ser objetivo es decir una medición cuantitativa.
- El índice debe presentar un cambio progresivo con incrementos en la madurez de manera que pueda predecirse la fecha de maduración (Reina, 2008).

#### **2.4.2.1 Contaje Coliformes totales**

La detección de microorganismos coliformes se usa como un indicador de la calidad sanitaria del agua, o como un indicador general de las condiciones higiénicas del ambiente en un área de procesamiento de alimentos, además de indicar la posibilidad de haber ocurrido una

contaminación posterior a la etapa letal de eliminación de microorganismos en el alimento (Lecea, 2009).

En la actividad agropecuaria son contaminantes potenciales: los residuos animales, las sales en el agua de irrigación, toda la gama de diferentes compuestos químicos, aplicados a los cultivos, las concentraciones ganaderas, la eliminación de residuos de cosecha u otras actividades de almacenamiento, pueden ser origen de fuentes puntuales de contaminación.

En la mayor parte de las el agua para riego es también utilizada por los productores para el consumo animal y para usos domésticos, por lo que interesa conocer tanto la presencia de iones de interés para el ganado como su calidad bacteriológica, la que se determina por medio de indicadores que, entre otros, son: Número más Probable de *Coliformes Totales* y *Fecales*, Recuento de Bacterias Mesófilas en placa, presencia de *Pseudomonas* y *Enterococos* (Ortiz, 2008).

#### **2.4.2.2 Aceptabilidad del Recubrimiento Elaborado**

La aceptabilidad es un atributo que se logra evaluar mediante el análisis sensorial consiste en evaluar las propiedades organolépticas de los productos, es decir, todo lo que se puede percibir por los sentidos y determinar su aceptación por el consumidor. Es normalizado porque implica el uso de técnicas específicas perfectamente estandarizadas, con el objeto de disminuir la subjetividad en las respuestas. El instrumento de medición es el ser humano, por lo que se requiere de un tratamiento intensivo a los evaluadores sensoriales.

La objetividad de las respuestas se logra con la aplicación de un diseño experimental que evite el errores psicológicos vinculados con la presentación de muestras, lugar de trabajo y la forma de presentación y preparación de las muestras (Barda, 2010).

### 2.4.2.3 Desarrollo de una Técnica de conservación natural

Esta técnica constituye un método de conservación natural. Se ha aplicado estos recubrimientos en mandarinas “Fortune” la utilización de recubrimientos formulados con hidroxipropilmetil celulosa y cera de abejas al 60% en base seca y con un contenido en sólidos totales del 4% alargan la vida útil de las frutas al reducir su deshidratación sin alterar su calidad organoléptica. También en ciruelas “Angelino” estos recubrimientos han reducido de manera significativa las alteraciones fisiológicas manteniendo su textura en post-cosecha. En cerezas “Ambrunés” y “Burlat” las formulaciones preparadas con goma de garrofin (extraída de las semillas de *Ceratonia siliqua*, árbol autóctono del Mediterráneo), carnauba y oleína han sido las más eficaces en reducir las pérdidas de agua en las primeras semanas de almacenamiento y han mantenido una firmeza mayor con menores índices de deterioro. En albaricoques “Canino” recubiertos con la formulación citada también se ha reducido su deshidratación y se ha mejorado su calidad en comparación con la obtenida al aplicar recubrimientos a base de ésteres de glicerina y derivados de dextrina (Rojas, 2006).

Se incorporaron aceites esenciales como agentes antimicrobianos causando un efecto significativo en las características de películas elaboradas a partir de puré de manzana y de una mezcla de alginato-puré de manzana. En ambas películas, el aceite de orégano demostró ser el antimicrobiano más efectivo en el control de *E. coli* O157:H7, seguido del aceite de hierba de limón y de canela. El mismo orden de efectividad fue observado cuando se emplearon sus correspondientes compuestos activos (carvacrol, citral y cinamaldehído) (Rojas, 2006).

La presencia de alginato produjo efectos beneficiosos en la película, evidenciándose una disminución de la permeabilidad al O<sub>2</sub> de casi el 50%. Por otro lado, la incorporación de los antimicrobianos en la

formulación de alginato-puré de manzana no causó ningún efecto significativo en las propiedades de barrera de la película, aunque las propiedades mecánicas se vieron ligeramente modificadas. Los agentes antimicrobianos incorporados en recubrimientos comestibles de alginato-puré de manzana inhibieron efectivamente el crecimiento de *L. inocua* inoculada en trozos de manzana, reduciendo en algunos casos el número de colonias hasta por debajo del límite de detección (2,0 log CFU/g), así como también el crecimiento de microorganismos aerobios psicrófilos, mohos y levaduras durante el almacenamiento (Rojas, 2006).

Se ha estudiado la aplicación de aceites esenciales de orégano español, de canela china y satúrela en dosis de 1% (p/v) en forma de films comestibles elaborado a partir de alginatos con un pretratamiento del 2 o el 20% de CaCl<sub>2</sub> y aplicado sobre rebanadas de músculo cárnico de ternera para controlar *E. coli* O157:H7 *Salmonella typhymurium*. Los films con orégano y canela fueron más efectivos frente a la *Salmonella*. También se desarrolló biofilm a base de proteína láctea y con contenidos del 1% (p/v) de orégano, pimienta y mezclas para la preservación frente a patógenos de filetes de ternera conservados a 4°C. Los films con orégano presentan una elevada capacidad antioxidante. La aplicación de estos films en superficies contaminadas con 10<sup>3</sup> ufc cm<sup>-2</sup> de *E.coli* O157:H7 o *Pseudomonas* spp. mostró una mayor efectividad en los que contiene orégano con reducciones de 0,95 log para *Pseudomonas* spp. y de 1,12 log para *E.coli* O157:H7 (Morata, 2010).

## 2.5 Hipótesis

### *General:*

El uso de una película comestible elaborado a partir de moléculas lácteas contribuye al incremento del tiempo de vida de anaquel del tomate hortícola fresco.

*Específicas:*

$H_0$  = La cantidad de glicerol, aceite esencial y forma de aplicación no influyen sobre la vida de anaquel del tomate hortícola fresco.

$H_1$  = La cantidad de glicerol, aceite esencial y forma de aplicación si influyen sobre la vida de anaquel del tomate hortícola fresco.

## **2.6 Señalamiento de variables de la hipótesis**

*Variable independiente (Composición):*

- Composición del recubrimiento comestible

*Variable dependiente (Conservación):*

- Tiempo de vida de anaquel

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Enfoque**

Herrera (2010), señala que el enfoque guía todo el proceso de estudio, en el presente proyecto se ejecutó de manera cuantitativa ya que tiene hace referencia a la medición controlada, es decir, hace énfasis en la obtención de datos experimentales que permitan establecer el tiempo de vida útil del tomate hortícola fresco con un recubrimiento comestible, mediante el estudio bioquímico, sensorial y microbiológico.

#### **3.2 Modalidad básica de la Investigación**

Esta investigación tiene un sustento bibliográfico - documental y de campo. Es bibliográfico porque se consulta libros, textos, revistas, folletos, internet, a cerca de la extracción de aceites esenciales y su aplicación en películas comestible para alimentos.

Es de campo porque el perfil se elabora en el lugar en el cual se produce el objeto de estudio.

#### **3.3 Nivel o tipo de investigación**

Este estudio ha empleado los siguientes tipos de investigación: exploratoria, descriptiva, de correlación de variables e inductiva.

- Investigación exploratoria porque emplea como una de sus herramientas la búsqueda de información científica, económica y social.
- Investigación descriptiva, porque expone situaciones y resultados previos a fin de desarrollar criterios y contenidos.
- Investigación de correlación, porque busca encontrar el efecto de ciertas variables sobre una en particular, considerada de relativa importancia para el fin que desea lograr.
- Investigación inductiva porque la correlación de variables permite obtener resultados que puedan considerarse como principios generales y así dar validez a la hipótesis y mediante ella, a la propuesta de este trabajo.

### **3.4 Población y muestra**

Se aplicó un muestreo no probabilístico (basado en el criterio del investigador), según lo cual se dispuso de tomates hortícolas de variedad Daniela provenientes del Cantón Salcedo de la Provincia de Cotopaxi adquiridos en el Mercado Mayorista de la Ciudad de Latacunga.

De acuerdo a los factores que se necesita controlar para la elaboración de la película, se aplicará un diseño experimental  $A \times B \times C$ , el cual obedece al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (BC)_{jk} + (AC)_{ij} + (ABC)_{ijk} + R_l + E_{ijkl}$$

Donde:

$\mu$ =efecto global

$A_i$ = efecto del i-ésimo nivel del factor A;  $i=1,\dots,a$

$B_j$ = efecto del j-ésimo nivel del factor B;  $j=1,\dots,b$

$C_k$ = efecto del k-ésimo nivel del factor C;  $k=1,\dots,c$

$(AB)_{ij}$  = efecto de la interacción entre los factores A,B

$(AC)_{ik}$  = efecto de la interacción entre los factores A,C

$(BC)_{jk}$  = efecto de la interacción entre los factores B,C

$(ABC)_{ijk}$ = efecto de la interacción entre los factores A,B,C

$R_1$ = efecto de la replicación del experimento;  $1=1,\dots,r$

$E_{ijkl}$  = residuo o error experimental

Para este caso específico los factores a considerar son:

**Factor A:** Cantidad de glicerol

a1: 5%

a2: 10%

**Factor B:** Tipo de aceite esencial (0,03%)

b1: salvia

b2: orégano

b3: clavo

**Factor C:** Modo de aplicación

c1: directa

c2: indirecta

**Tabla 3.** Descripción de tratamientos en el Diseño Experimental

<b>T1</b>	<b>a1b1c1</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de salvia, aplicación directa
<b>T2</b>	<b>a1b1c2</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de salvia, aplicación indirecta
<b>T3</b>	<b>a1b2c1</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de orégano, aplicación directa
<b>T4</b>	<b>a1b2c2</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de orégano, aplicación indirecta
<b>T5</b>	<b>a1b3c1</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de clavo, aplicación directa
<b>T6</b>	<b>a1b3c2</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de clavo, aplicación indirecta
<b>T7</b>	<b>a2b1c1</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de salvia, aplicación directa
<b>T8</b>	<b>a2b1c2</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de salvia, aplicación indirecta
<b>T9</b>	<b>a2b2c1</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de orégano, aplicación directa
<b>T10</b>	<b>a2b2c2</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de orégano, aplicación indirecta
<b>T11</b>	<b>a2b3c1</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de clavo, aplicación directa
<b>T12</b>	<b>a2b3c2</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de clavo, aplicación indirecta

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

Luego de la aplicación de los tratamientos indicados, las muestras serán colocadas en bandejas de polipropileno y almacenadas a 10°C.

Los resultados obtenidos, se confrontarán con los observados durante el almacenamiento de las siguientes muestras blanco:

**Tabla 4.** Descripción de blanco comparativo

<b>a0b0c0</b>	Blanco1: enjuague sencillo + desinfección (cloro y metabisulfito 200 ppm)
---------------	---

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

Las variables que permitieron seleccionar el mejor tratamiento:

Parámetros físico-químicos

Aceptabilidad y

Calidad microbiológica (coliformes totales)

### 3.5 Operacionalización de Variables

**Tabla 5. Variable Independiente:** Composición del recubrimiento comestible

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítems	Test Instrumentos
La finalidad es conseguir una composición adecuada en porcentajes entre sus constituyentes tales como: lípido, proteína y polisacárido, donde se obtenga un recubrimiento en el tomate con mayor durabilidad.	Glicerol Proteína láctica Almidón de maíz	Permeabilidad al vapor de agua	¿Cuál sería la permeabilidad de la película comestible? ¿Sería factible la aplicación de un recubrimiento comestible de glicerol y proteínas lácteas para extender la vida útil de tomate hortícola durante el almacenamiento?	Determinación de la permeabilidad al vapor de agua Método norma E 96-87 (ASTM, 1986).

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Tabla 6. Variable Dependiente: Tiempo de vida de anaquel**

Conceptualización	Dimensiones	Indicador	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Es el período entre la post-cosecha, la manufactura y venta de un producto alimenticio, durante el cual el producto es de una calidad satisfactoria	Propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas.	Cambio bioquímicos.  Aceptabilidad.  Calidad microbiológica.	¿Existen cambio bioquímicos apreciables durante el almacenamiento?  ¿Los tomates conservados con la película elaborada presentan buena aceptabilidad?  ¿Los tomates conservados con la película elaborada presentan calidad microbiológica?	Brix, pH, acidez, Índice de madurez.  Análisis sensorial.  Análisis microbiológico.

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

### 3.6 Recolección de información

El trabajo de investigación tiene como técnica la experimentación en laboratorio por lo tanto, el registro de datos de los análisis microbiológicos se realizaron al inicio, durante y al final de la experiencia, los análisis físico-químicos en cuanto al pH, °Brix, acidez e índice de Madurez se realizaron cada dos días y el análisis sensorial se realizó al inicio de la experiencia; estos fueron tabulados de acuerdo al diseño experimental.

A más de ello, se buscó fuentes bibliográficas que ayudaron a comprender el fenómeno en estudio y la justificación de la selección del mejor tratamiento.

### **3.7 Plan de procesamiento de la investigación**

Los resultados de los análisis se ejecutaron en los Laboratorios de Biotecnología, Análisis sensorial y Físico-química y Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, se procesaron con el paquete informativo Office (Word, Excel) e STATGRAPHICS 2010, aplicando un ANOVA al 95% de confianza.

### **3.8 Materiales y métodos**

Se emplearon:

- 104 tomates de riñón, 8 tomates variedad Daniela por cada tratamiento (13), considerando su duplicado.
- Glicerol
- Almidón de maíz modificado
- Suero seco de leche
- Aceites esenciales marca ISABRÚ.
- Metabilsulfito de sodio
- Cloro
- Tween 80
- Empaques y platos plásticos

### **3.8.1 Desarrollo de la película comestible**

La película se elaboró mediante la mezcla de glicerol (5% y 10%) como plastificante, suero seco de leche (7%) y utilizando una solución de agua y almidón de maíz al 5%. Además se detalla las formas de aplicación de la muestra con los procesos que esto implicó (Ver metodología en el Anexo A-1).

### **3.8.2 Acondicionamiento del tomate hortícola fresco**

La etapa de acondicionamiento es crucial en este estudio y se compone de las siguientes sub-etapas:

3.8.2.1 Pesado: Se realizó un pesado inicial de la materia prima obtenida, se utilizó una balanza en kilogramos (kg).

3.8.2.2 Clasificación: Se realizó una clasificación manual y visual de la materia prima en buen estado y se descartó la materia que contenía daños mecánicos, tamaño muy pequeño y posible contaminación externa.

3.8.2.3 Lavado: Se realizó el lavado manual con agua corriente eliminando impurezas de mayor tamaño como tierra, sustancias químicas, insectos y partes de la planta como hojas y pequeños tallos.

3.8.2.4 Desinfección: Se realizó la desinfección de la materia prima mediante la inmersión de la misma en un baño de cloro y metabisulfito de sodio (200 ppm) durante 10 minutos.

### **3.8.3 Aplicación de pretratamientos de aceites esenciales en el tomate**

Luego de la etapa de acondicionamiento del tomate hortícola fresco se emplearon los diferentes aceites esenciales mediante inmersión del tomate en una solución de aceite esencial (0,03%) y tween 80. (Ver metodología en el Anexo A-2).

### **3.8.4 Caracterización bioquímica del tomate**

#### **3.8.4.1 Determinación del potencial de hidrógeno pH**

Se determinó según la norma AOAC 981.12; por lectura directa utilizando un potenciómetro manual portátil, marca HANNA HI 9126, previamente calibrado, a temperatura ambiente.

El tomate se tritura en el mortero y se obtiene el jugo, se pesan 10 g de jugo y se le agrega 40 ml de agua destilada, se introduce el electrodo en la mezcla y se determina el pH.

#### **3.8.4.2 Determinación de Sólido solubles (°Brix)**

Se determinó según la norma AOAC 970.59; en forma directa utilizando el refractómetro, con una escala de 0-30 °Brix.

La se coloca una cantidad de jugo en la parte superior del refractómetro y se mira la escala a contra luz, finalizada la lectura se lava el aditamento con agua destilada y se seca completamente para la próxima lectura.

### 3.8.4.3 Determinación de Acidez

Se determinó siguiendo el procedimiento descrito por la norma ISO 750:1998; para encontrar acidez titulable en porcentaje de ácido cítrico.

Se agregan dos gotas de fenolftaleína a una solución de 10 g de jugo de tomate en 40 ml de agua destilada, dicha mezcla se trasvasa en un matraz Erlenmeyer, se coloca debajo de la bureta que contiene NaOH 0,1 N y se titula agitando la muestra hasta alcanzar un viraje de color y la neutralidad. El procedimiento de titulación se lleva a cabo con el electrodo del pH metro sumergido todo el tiempo en la muestra.

Con el volumen de NaOH gastado se expresa la acidez en % de ácido cítrico (E2):

$$\text{Acidez titulable} = \frac{V \text{ (ml)} * N \text{ (NaOH)} * 0,064}{\text{peso del jugo (g)}} * 100$$

V=Volumen del NaOH gastado en la titulación (ml)

N =Normalidad del NaOH

Peso del jugo= peso de la mezcla (g)

0,064= peso equivalente expresado en mg de ácido cítrico

### 3.8.4.4 Determinación de la permeabilidad al vapor de agua

Se utilizó la metodología descrita en la norma E 96-87 (ASTM, 1986), los recubrimientos comestibles se colocaron en recipientes de dimensiones conocidas a modo de tapa, sellados herméticamente, dichos frascos contenían 5 g de CaCl<sub>2</sub> secado previamente en la estufa a 35°C, y se depositaron en un desecador con una solución saturada de NaCl (HR: 75%) se tapó y se registró

la ganancia de peso del  $\text{CaCl}_2$  cada 12 horas hasta que haya un aparente equilibrio. La velocidad de transmisión al vapor de agua (WVT,  $\text{g}/\text{hm}_2$ ) se calculó mediante la pendiente de la relación entre la pérdida de peso versus el tiempo dividida para el área expuesta del recubrimiento y la permeabilidad (WVP,  $\text{g mm}/\text{mmHg m}^2 \text{ día}$ ) se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$WVT = \frac{m}{A} \quad \text{E3}$$

$$WVP = \frac{WVT * I}{\frac{P_0}{100} * (HR_1 - HR_2)} \quad \text{E4}$$

m= Pendiente de la ganancia de peso

A= Área de transmisión

I= Espesor del recubrimiento en mm

$P_0$ = Presión de vapor del agua pura a la temperatura de ensayo  
mm Hg

$HR_1$ = Humedad relativa dentro del recipiente

$HR_2$ = Humedad relativa fuera del recipiente

### 3.8.8 Caracterización microbiológica del tomate

Se realizó un análisis cuantitativo de la contaminación de recuento de coliformes totales presentes en la muestra utilizando Petri films mediante por la metodología detallada por la casa fabricante (ANEXO G-1).

El método fue el siguiente: Se preparan diluciones de la muestra en agua estéril y se coloca el petrifilm en una superficie plana, se desprende la cubierta de plástico y se deposita un mililitro de la muestra a analizar en el centro circular de la placa, luego la cubierta se deja caer lentamente, tratando de no dejar burbujas,

luego se coloca el aplicador en la parte superior haciendo una ligera presión hasta que el agar gelifique, los petrifilms se depositan en la incubadora a 32°C por 24 horas y se realiza la lectura según la guía de interpretación (ANEXO G-2).

### **3.8.9 Análisis sensorial**

Se realizó el estudio mediante el semi- entrenamiento de un panel de catadores compuesto por 13 personas estudiantes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, se realizó en la parte inicial del estudio y se evaluaron los siguientes atributos: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad, los datos se procesaron mediante la aplicación de un diseño experimental de bloques incompletos para asilar el efecto del catador.

### **3.8.10 Análisis de vida de anaquel**

Se realizó el estudio del mejor tratamiento mediante el método TTT (Tolerance, Time, Temperature), descrito por Alvarado (1996), se trabajó a tres temperaturas de almacenamiento de la muestra: 5°C, 15°C y 25°C, donde se evaluó la pérdida de peso, por cuadruplicado diariamente. Además se realizó el análisis de textura cuya respuesta experimental fue la dureza mediante pruebas de laboratorio utilizando el texturómetro Brookfield CT3, las muestras se valoraron cada dos días, donde se requería un mínimo de 10 muestra para el estudio.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1 Análisis e interpretación de los resultados

Se reportan los datos de las variables estudiadas y se detallan a continuación:

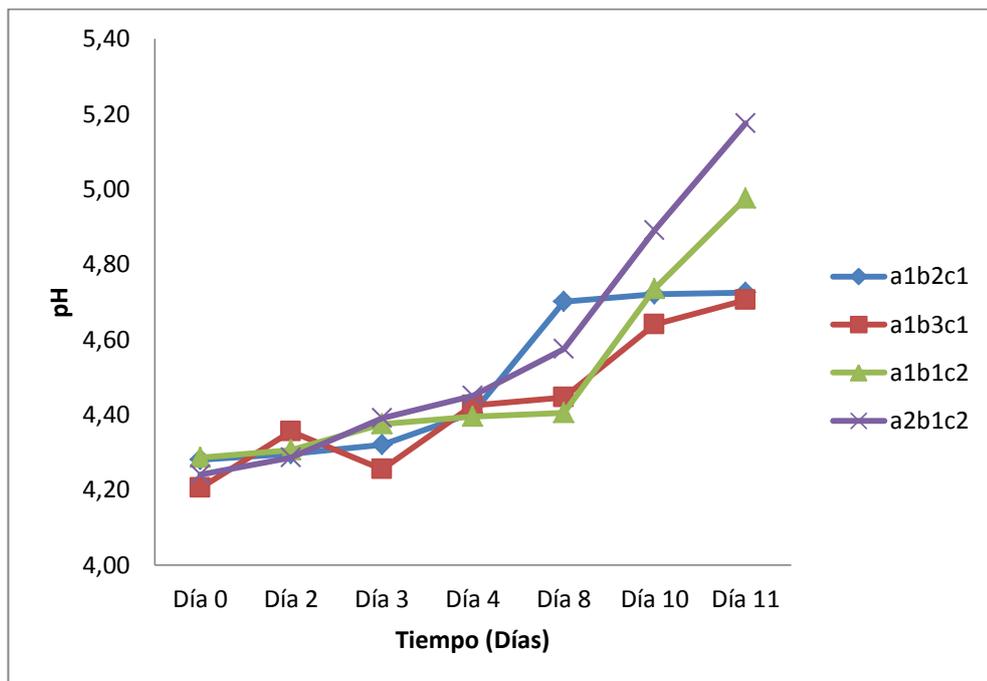
##### 4.1.1 pH

La tendencia de pH aumenta conforme transcurre el tiempo, en una relación directamente proporcional, la modificación del contenido de ácidos orgánicos presentes en la fruta es de gran importancia a nivel bioquímico ya que el pH acondiciona la actividad de un gran número de enzimas responsables en los sucesos de la maduración “ablandamiento, color entre otros” (Hernández, 2007).

La maduración más alta se produjo en los tratamientos a1b3c2 (glicerol 5 %, clavo, aplicación indirecta) y a2b1c2 (glicerol 10 %, salvia, aplicación indirecta) estos tratamientos tuvieron un aumento de pH considerable en función del tiempo; esto indica cambios bioquímicos reales probablemente desarrollados por los ácidos presentes en el tomate, los mismos se han degradado y han provocado dicho aumento en el pH.

Sin embargo, los tratamientos a1b2c1 (glicerol 5 %, orégano, aplicación directa), a1b3c1 (glicerol 5 %, clavo, aplicación directa), y

a1b1c2 (glicerol 5%, salvia, aplicación indirecta) presentaron una más tendencia lenta al incremento de pH, lo cual indica que los factores aplicados al tomate retardan la maduración, es decir la película actúa como una barrera semipermeable de gases del producto hacia el ambiente produciendo una maduración más lenta y una degradación leve de los ácidos presentes en el tomate.



**Gráfico 3.** Variación de pH vs tiempo (días)

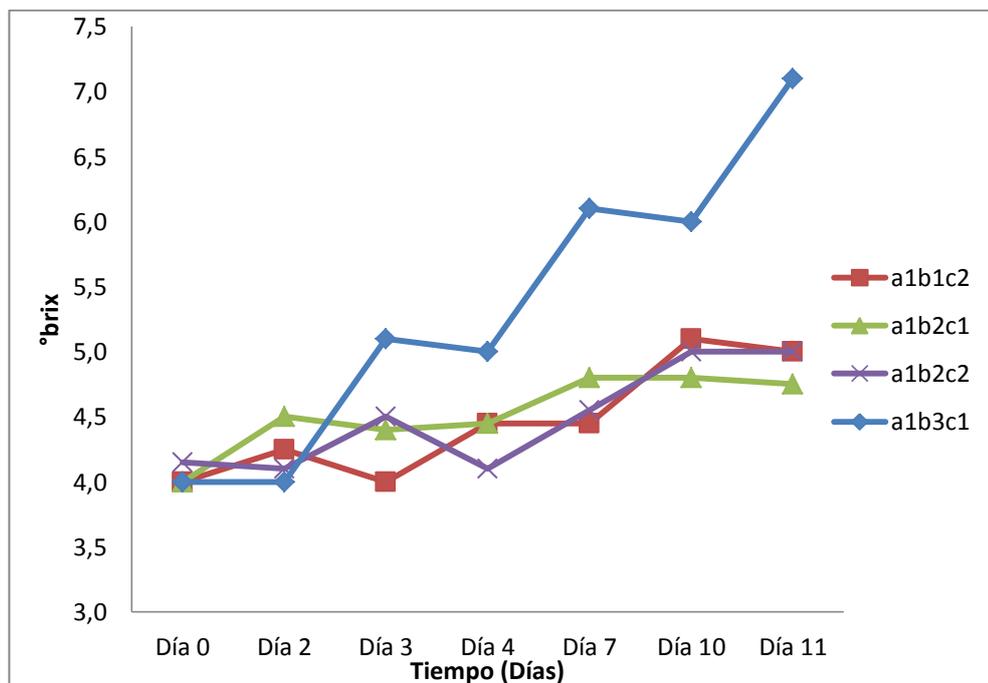
En el gráfico 3, se detalla la tendencia al aumento de pH de los mejores tratamientos descritos anteriormente en este parámetro frente al tratamiento con mayor aumento en el pH a lo largo del tiempo de investigación a2b1c2 (glicerol 10%, salvia, aplicación indirecta).

Al realizar el análisis estadístico se evidencia en la tabla D-1, que los factores que influyen significativamente en este parámetro corresponden al tipo de aceite esencial y al modo de aplicación ya que el valor de F es significativo ( $P > 0,05$ ) a un nivel de confianza del 95%.

De igual manera al ejecutar la prueba de comparación múltiple de Tukey (tablas D-2, D-3, D-4) los factores que retardan la maduración son la composición de la película del 5% de glicerol, los aceites esenciales de orégano y clavo y el modo de aplicación directo del recubrimiento.

#### 4.1.2 Sólidos solubles

En cuanto a los sólidos solubles estos poseen una tendencia a aumentar conforme la maduración se efectúa debido a que el tomate experimenta la descomposición de almidones y azúcares complejos por acción de enzimas a compuestos simples es decir los sólidos solubles.



**Gráfico 4.** Variación de sólidos solubles (°Brix) vs tiempo (Días)

El grafico 4, muestra los mejores tratamientos en cuanto al poco desarrollo de los sólidos solubles a lo largo del tiempo, frente al tratamiento con un aumento mayor de sólidos solubles.

El menor aumento a lo largo del tiempo de estudio fue de los tratamientos a1b2c1 (glicerol 5%, orégano y aplicación directa), a1b2c2 (glicerol 5%, orégano, aplicación indirecta) y a1b1c2 (glicerol 5%, salvia, aplicación directa) con apenas una variación de 1°Brix indicando que los factores influyen en el desarrollo de los sólidos solubles, mientras que el tratamiento con mayor formación de sólidos solubles fue el a1b3c1 (glicerol 5%, clavo, aplicación directa) con una variación de 3°Brix, dando a conocer que dichos factores no influyen en las muestras por tanto existe signos de maduración a velocidad normal.

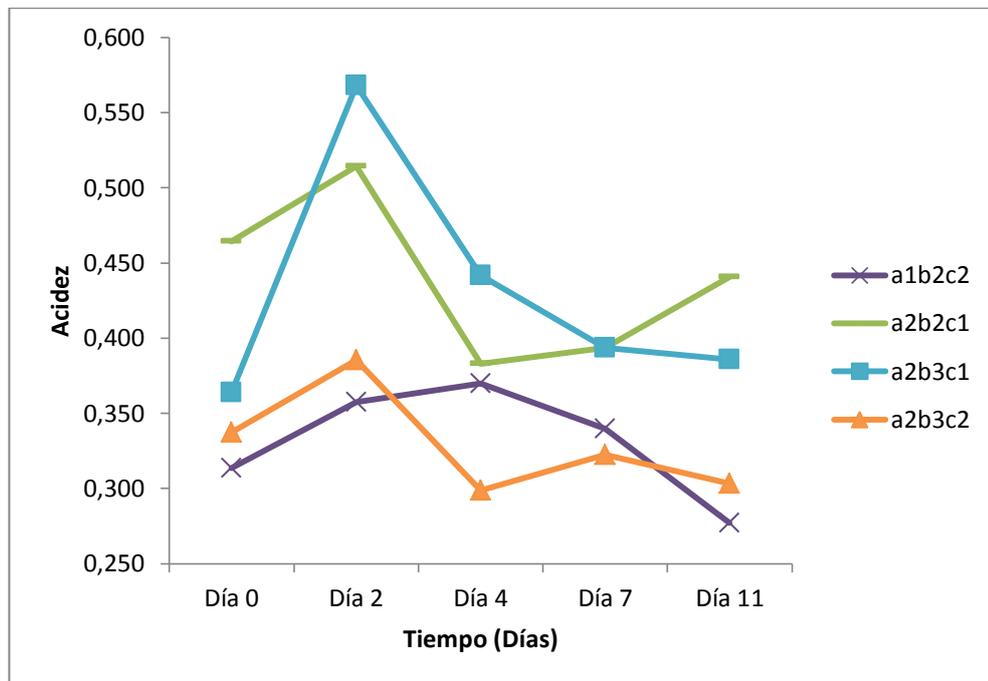
En el análisis estadístico se evidencia que existe diferencia significativa en cuanto a los factores tipo de aceite esencial y modo de aplicación (tabla D-5), ya que los valores P son menores al 0,05 a un nivel de confianza del 95%, en las pruebas de comparación múltiple de Tukey los factores que no favorecen al incremento de los sólidos solubles corresponden al tipo de aceite esencial siendo el de orégano y el de clavo (tabla-D-7), y el modo de aplicación indirecto (tabla D-8). El porcentaje de glicerol contenido en la película no influye de manera significativa al aumento de los sólidos solubles.

#### **4.1.3 Acidez**

La acidez es una característica que indica que a medida que transcurre la maduración los ácidos orgánicos (ácido cítrico) presentes en el tomate, son convertidos en azúcares disminuyendo así su contenido (Hernández, 2007). Durante la experiencia todos los

tratamientos no poseen una variación notoria de la disminución de este parámetro.

Se muestra la tendencia al decremento de la acidez en todos los tratamientos lo cual indica que ciertos factores no influyen en dicha degradación y estos ácidos se degradan a lo largo del tiempo.



**Gráfico 5.** Variación de la Acidez titulable (gr/100 gr) vs Tiempo (Días)

El gráfico 5 muestra los mejores tratamientos para este parámetro con la variación más baja de acidez a lo largo del tiempo, a1b2c2 (glicerol 5%, orégano, aplicación directa), a2b2c1 (glicerol 10%, orégano, aplicación indirecta), a2b3c1 (glicerol 10%, clavo, aplicación indirecta) y a2b3c2 (glicerol 10%, clavo, aplicación directa).

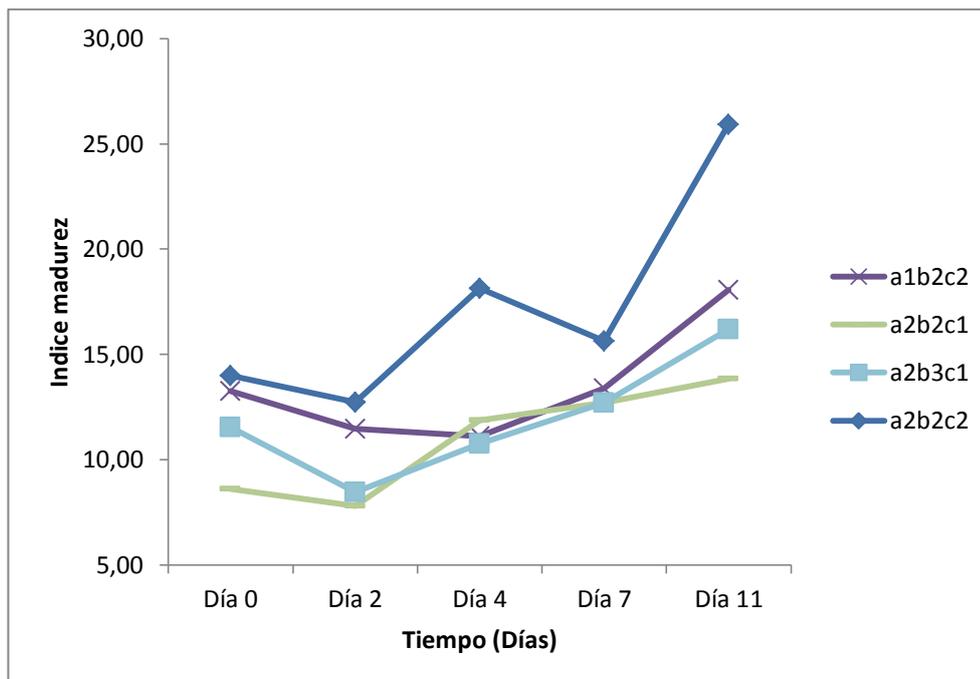
Al realizar en análisis de varianza para la acidez se detalla en la tabla D-9, que los factores si influyen de una manera significativa en la tendencia del decremento de acidez titulable, dado que los valores P son menores a 0,05 a un nivel de confianza del 95%. En la realización

de las pruebas de comparación múltiple de Tukey (tabla D-11, D-12), los factores que influyen son el tipo de aceite esencial de orégano y clavo y la forma de aplicación directa de la película comestible. El contenido de glicerol no influye en este parámetro.

#### **4.1.4 Índice de madurez**

El índice de madurez corresponde a la relación entre °Brix / acidez titulable, es decir el incremento en sólidos solubles o el decremento de la acidez titulable provoca el aumento del índice de madurez.

En el gráfico 6 se detalla la tendencia del índice de madurez a lo largo del tiempo de los mejores tratamientos y corresponden al a2b3c1 (glicerol 10%, clavo, aplicación directa), a1b2c2 (glicerol 5%, orégano, aplicación indirecta), a2b2c1 (glicerol 10%, orégano, aplicación directa), indicando que los factores aplicados influyen en la maduración retardándola, mientras que el tratamiento con mayor variación corresponde al a2b2c2 (glicerol 10%, orégano, aplicación indirecta) por tanto los factores no influyen en la tendencia normal de maduración del tomate hortícola.



**Gráfico 6.** Variación del Índice de madurez (°Brix/Acidez titulable) vs Tiempo (Días)

En el análisis estadístico del Índice de madurez se evidencia en la tabla D-13, que al existir valores P menores a 0,05 hay influencia significativa de estos factores de estudio sobre el índice de madurez a un nivel de confianza del 95%.

En las pruebas de comparación múltiple de Tukey se evidencia que el porcentaje de glicerol y el tipo de aceite esencial no influyen directamente mientras que el modo de aplicación directa de la película ayuda a reducir en índice de madurez del tomate (tabla D-14, D-15, D-16).

A partir de este resultado el tratamiento que presentó un índice de madurez menor fue el tratamiento a1b2c1 (glicerol 5%, aceite esencial de orégano, aplicación directa) con un índice de madurez de 12,89, mientras que el valor que reporta Reina (2008), es un valor de 18,65 para madurez intermedia, por lo tanto se logró reducir el índice de madurez en un 30,88%, esto es de gran beneficio para la industria ya

que se corrobora la efectividad del recubrimiento al reducir el tiempo de maduración del tomate hortícola fresco.

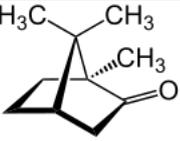
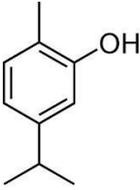
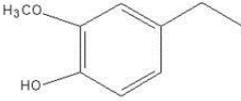
#### **4.1.5 Análisis microbiológico**

En cuanto al análisis microbiológico, se realizó al inicio de la experiencia, al día 6 y finalmente al día 12, el recuento microbiano se detalla en la tabla B-16. Se evaluó recuento de coliformes totales; el crecimiento se efectúa únicamente en seis tratamientos lo cual indica que el aceite esencial cumple con la función de bactericida, evitando así la contaminación microbiana, por otra parte existe contaminación en seis de los tratamientos.

Como se detalla en la tabla C-9, la variación es negativa solo en seis de los tratamientos a1b3c1 (glicerol 5%, clavo, aplicación indirecta), a1b3c2 (glicerol 5%, clavo, aplicación directa), a2b1c1 (glicerol 10%, salvia, aplicación indirecta), a2b3c1 (glicerol 10%, clavo, aplicación indirecta), a2b3c2 (glicerol 10%, clavo, aplicación directa) y a0b0c0 (testigo) verificando así el crecimiento de Unidades formadoras de colonia (Ufc/gr), este crecimiento se dio en la dilución  $10^{-2}$ .

En la dilución  $10^{-3}$  tres tratamientos continúan con dicha proliferación por lo tanto los tratamientos con mayor contaminación en ambas diluciones en estudio son a1b3c2 (glicerol 5%, aceite esencial de clavo y aplicación indirecta) y a2b1c1 (glicerol 10%, aceite esencial de salvia, aplicación directa) indicando así que el factor que no posee influencia en el crecimiento microbiano se atribuye al aceite esencial de clavo y salvia cuyos compuestos inhibitorios de microorganismos no afectan la actividad de los Coliformes totales.

**Tabla 7.** Actividad Inhibitoria de los componentes de AE frente a patógenos alimentarios

AE	Compuesto	M/o patógeno	MCI ( $\mu\text{ ml}^{-1}$ )	Molécula
Salvia	Alcanfor	<i>E. coli</i> <i>S. typhimurium</i>	0,45-0,9 0,22	
Orégano	Carvacrol	<i>E. coli</i> <i>S. typhimurium</i> <i>Staph. Aureus</i> <i>L. monocytogenes</i> <i>B. cereus</i>	0,22-5 0,22-0,25 0,17-0,45 0,37-5 0,19	
Clavo	Eugenol	<i>E. coli</i> <i>S. typhimurium</i> <i>L. monocitogenes</i>	1 0,5 >10	

**MCI:** Mínima concentración inhibitoria. Concentración más baja del AE, que permite una reducción o una inhibición del crecimiento de un microorganismo de referencia.

**Fuente:** Burt, 2004.

Por otra parte el aceite que presentó mayor efectividad contra estos microorganismos es el aceite esencial de orégano, como se detalla en la tabla 7, se presenta el compuesto inhibitorio frente al microorganismo de acción. El carvacrol procedente del orégano presenta mayor capacidad inhibitoria frente a más microorganismos patógenos alimentarios.

En cuanto a los coliformes totales estos son bacilos gran negativos, según afirma Morata (2010), se cree que el carvacrol actúa incrementando la permeabilidad de las membranas de estos bacilos, interacciona con la membrana celular disolviéndose en la bicapa fosfolipídica, distorsionando, expandiendo y desestabilizando la estructura física; provoca además la fuga de iones fosfato y ATP. El grupo hidroxilo permite unirse a las proteínas del citosol impidiendo el funcionamiento de enzimas.

#### 4.1.6 Análisis sensorial

En cuanto al análisis sensorial se empleó un diseño experimental de bloques incompletos equilibrados con la finalidad de aislar el efecto de fatiga de los catadores, se evaluaron los siguientes atributos color, olor, sabor, textura y aceptabilidad; en la tabla 8, se detalla la evaluación de los diferentes atributos estudiados con su probabilidad.

**Tabla 8.** Evaluación sensorial valor Probabilístico

<b>Atributo</b>	<b>Valor P</b>
Color	0,0001
Olor	0,0002
Sabor	0,0177
Textura	0,0074
Aceptabilidad	0,0130
<b>P ≤ 0,05.</b> Existe diferencia significativa	
<b>P ≥ 0,05.</b> No existe diferencia significativa	

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

En todos los atributos existe diferencia significativa por lo cual se empleó prueba de comparación múltiple entre grupos para evaluar el mejor tratamiento.

Para el caso de color se verifica tal diferencia debido a que la maduración fue diferente por lo tanto la producción de un carotenoide específico como el licopeno y demás compuestos que generan el color se desarrollaron de a diferentes velocidades. El tratamiento con mejor puntuación en el atributo color y olor fue el a2b1c2 (glicerol 10%, salvia, aplicación directa), se debe a que el catador puede distinguir visualmente la presencia del recubrimiento comestible, además con la ayuda del Anexo1 – 4, se detalla todos los colores atribuidos al tomate en las diferentes etapas de maduración.

En cuanto al olor, el aceite esencial de salvia fue el más débil, en comparación de los demás aceites esenciales de clavo y orégano, los mismos son determinantes en el atributo del olor siendo muy perceptibles para el catador.

En cuanto al atributo de sabor y textura el tratamiento con mejor puntuación correspondió al a1b3c2 (glicerol 5%, clavo, aplicación indirecta), indica que el sabor del aceite agrada mucho en combinación con el tomate, además de permanecer con una textura firme. Los cambios en la maduración que afectan al sabor y la textura son la degradación de reservas amiláceas a azúcares más simples y la degradación de pectinas y hemicelulosas (Kader, 2006).

Finalmente en cuanto al atributo de aceptabilidad el mejor tratamiento correspondió al a1b1c2 (glicerol 5%, salvia, aplicación indirecta), dicho tratamiento posee las mejores puntuaciones frente a los demás tratamientos degustados.

**Tabla 9.** Comparación múltiple entre grupos LSD

<b>Tratamientos</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Aceptabilidad</b>
a1b1c1	2,3 <sup>c</sup>	3,2 <sup>de</sup>	3,5 <sup>bcd</sup>	4,1 <sup>ab</sup>	3,8 <sup>abcd</sup>
a1b1c2	4,5 <sup>ab</sup>	3,8 <sup>bcd</sup>	4,0 <sup>abc</sup>	4,0 <sup>abc</sup>	4,4 <sup>a</sup>
a1b2c1	2,5 <sup>c</sup>	3,4 <sup>cde</sup>	4,1 <sup>abc</sup>	3,2 <sup>de</sup>	3,6 <sup>abcde</sup>
a1b2c2	4,3 <sup>ab</sup>	3,8 <sup>bcd</sup>	3,7 <sup>abcd</sup>	3,3 <sup>cde</sup>	3,9 <sup>abcd</sup>
a1b3c1	2,8 <sup>c</sup>	2,8 <sup>e</sup>	3,1 <sup>d</sup>	3,8 <sup>abcd</sup>	3,2 <sup>cde</sup>
a1b3c2	4,3 <sup>ab</sup>	4,2 <sup>abc</sup>	4,2 <sup>ab</sup>	4,2 <sup>a</sup>	3,9 <sup>abcd</sup>
a2b1c1	2,6 <sup>c</sup>	3,4 <sup>cde</sup>	3,1 <sup>d</sup>	3,8 <sup>abcd</sup>	2,9 <sup>e</sup>
a2b1c2	4,6 <sup>a</sup>	4,2 <sup>ab</sup>	3,4 <sup>bcd</sup>	3,5 <sup>bcde</sup>	4,1 <sup>ab</sup>
a2b2c1	2,5 <sup>c</sup>	2,7 <sup>e</sup>	3,5 <sup>bcd</sup>	3,4 <sup>bcde</sup>	4,3 <sup>a</sup>
a2b2c2	3,8 <sup>b</sup>	4,2 <sup>abc</sup>	3,3 <sup>cd</sup>	4,4 <sup>a</sup>	3,1 <sup>de</sup>
a2b3c1	2,1 <sup>c</sup>	2,5 <sup>e</sup>	3,1 <sup>d</sup>	4,1 <sup>ab</sup>	3,3 <sup>bcde</sup>
a2b3c2	3,8 <sup>b</sup>	4,3 <sup>abc</sup>	4,1 <sup>abc</sup>	3,8 <sup>abcd</sup>	4,0 <sup>abc</sup>
a0b0c0	4,8 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>	3,0 <sup>e</sup>	3,4 <sup>bcde</sup>

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Fuente:** Paquete Estadístico Statgraphics

Según todos los análisis realizados tanto bioquímicos, microbiológicos y sensoriales se determinó que el mejor tratamiento corresponde al a1b2c1 (glicerol 5%, aceite esencial de orégano y aplicación directa), debido a que los cambios bioquímicos químicos son mínimos en lo que a maduración se refiere, es decir se retarda de una manera adecuada la maduración normal del fruto, en cuanto al análisis microbiológico, corresponde a uno de los tratamientos que no presentó contaminación a lo largo de la experiencia, además posee el aceite esencial de orégano que es el mejor actuando contra Coliformes totales y finalmente en lo sensorial recibió calificaciones aceptables ya que la determinación se realizó al inicio de la experiencia. Por lo tanto este tratamiento cumple con lo requerido en cuanto a características bioquímicas, alargamiento de la maduración, calidad microbiológica,

no posee contaminación de Coliformes totales y es aceptada por el consumidor.

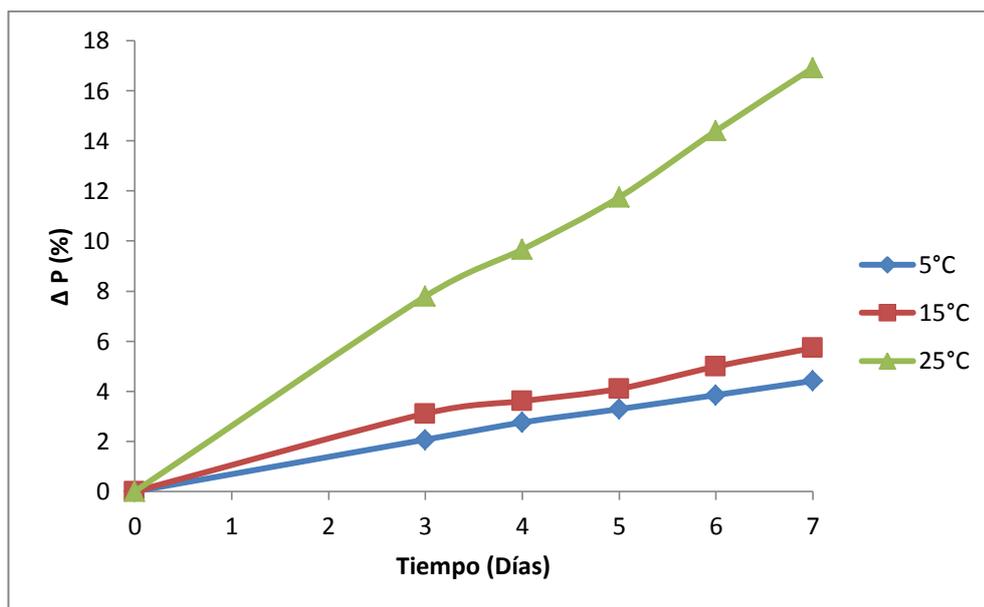
#### **4.1.7 Vida de anaquel**

Según Kader (2006), el tomate es considerado un fruto climatérico es decir, produce una fitohormona llamada etileno, esta regula muchos aspectos del desarrollo, crecimiento y senescencia; el tomate produce una tasa moderada de etileno de 1,0-10,0  $\mu\text{l} / \text{Kg} \cdot \text{h}$ , lo cual incrementa el desarrollo de fruto y por ende su temprano deterioro.

La pérdida de agua es una causa principal del deterioro ya que causa pérdidas de apariencia tales como marchitamiento, deshidratación y pérdida de la calidad de textura conocida como el ablandamiento.

Se presentó el estudio realizado al mejor tratamiento a1b2c1 (glicerol 5%, aceite esencial de orégano y aplicación directa), se analizó la pérdida de peso (%) por cuadruplicado los datos se muestran en las tabla B-17-18, y la textura se analizó mediante un texturómetro Brookfield, cuyo parámetro fue la dureza (g) se trabajó por acción de fuerza externa por punción, los datos se detallan en la tabla B-19, en condiciones de almacenamiento de refrigeración (5°C), simulación de cuartos fríos (15°C) y a temperatura ambiente (25°C).

Se utilizó el método TTT (Tolerancia, tiempo, temperatura) propuesto por Alvarado (1996), donde se relacionan las pérdidas de los parámetros mencionados en función del tiempo; de la regresión lineal se obtiene el tiempo de vida de anaquel a dicha temperatura.



**Gráfico 7.** Variación de la pérdida de peso (%) vs Tiempo (Días)

En el gráfico 7, se observa que conforme aumenta la temperatura y transcurre el tiempo, la pérdida de peso es mucho mayor, hay que recalcar que altas temperaturas secan la película y se da una mayor migración de agua; no hay mucha diferencia de pérdida de peso a 5 y 15 °C, lo cual indica que es importante mantener temperaturas bajas de almacenamiento, incidiendo en la eficiencia de la película aplicada, ya que la migración de agua al exterior es moderada.

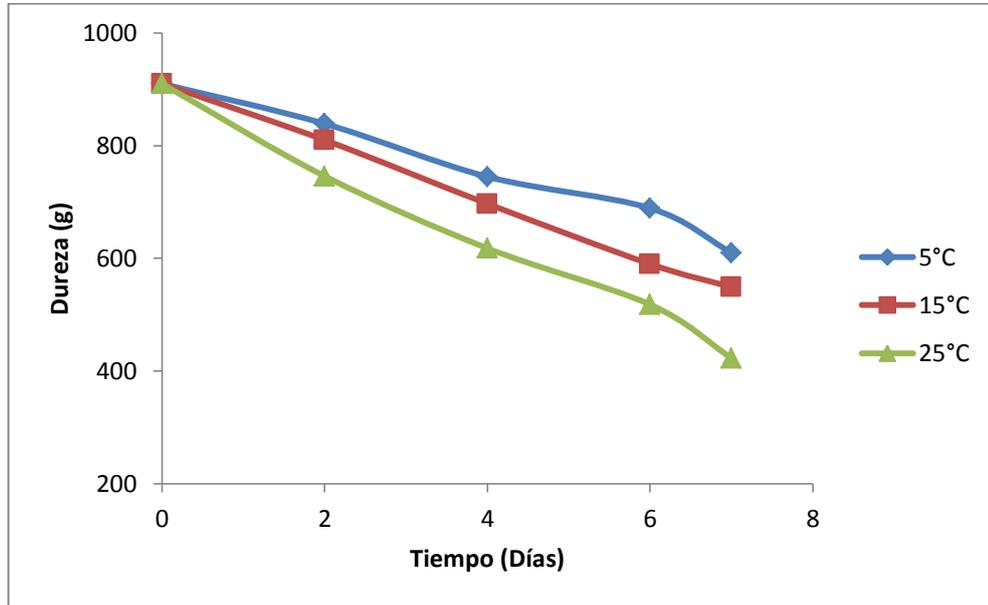
**Tabla 10.** Regresiones y tiempos de vida de anaquel para cada temperatura en pérdida de peso (%)

Temperatura (°C)	Regresión	R <sup>2</sup>	Tiempo de vida anaquel (Días)
5	$\Delta P = 0,630(t) + 0,1033$	0,9963	16
15	$\Delta P = 0,796(t) + 0,2704$	0,9829	13
25	$\Delta P = 2,381(t) + 0,1654$	0,9978	4

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

Todas las regresiones lineales poseen coeficientes de determinación altos; se tomó en cuenta una pérdida máxima de peso de 10% en

condiciones normales, a 5°C se tiene un tiempo de vida de anaquel de 16 días, a 15°C un tiempo de vida de anaquel de 13 días y finalmente a 25°C un tiempo de vida de anaquel de 4 días.



**Gráfico 8.** Dureza (g) vs. Tiempo (Días)

El gráfico 8, muestra la dureza en función del tiempo, de igual manera la temperatura de almacenamiento influye de una manera determinante en la pérdida de la dureza de la muestra, causada por la migración de humedad y pérdida de firmeza.

**Tabla 11.** Regresiones y tiempos de vida de anaquel para cada temperatura en dureza (g)

Temperatura (°C)	Regresión	R <sup>2</sup>	Tiempo de vida anaquel (Días)
5	$D = -41,201(t) + 915,16$	0,9855	16
15	$D = -52,494(t) + 910,68$	0,9989	13
25	$D = -66,585(t) + 896,02$	0,9923	10

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

Se tomó en cuenta una aplicación máxima de dureza de 250 g reportada por Coronel (2007), para provocar daño del tomate conocida como fracturabilidad para realizar el análisis, a 5°C se tiene un tiempo de vida de anaquel de 16 días, a 15°C un tiempo de vida de anaquel de 13 días y finalmente a 25°C un tiempo de vida de anaquel de 10 días.

Los tiempos de vida de anaquel para las temperaturas de 5 y 15°C coinciden para ambos análisis, sin embargo, para 25 °C en dureza, se excede el tiempo de vida de anaquel, debido a que al existir mayor pérdida de humedad al estar sometido a la mayor temperatura disminuye la dureza, sin embargo la pérdida excesiva de humedad contribuye a que los tejidos del tomate se encuentran secos y compactos teniendo una dureza algo elevada.

Según Reina (2008), el tomate hortícola fresco posee un tiempo de vida de anaquel de 6 días en condiciones de post-cosecha y expendio, por lo tanto con la aplicación de la película comestible y el manejo adecuado de temperaturas de refrigeración, se logró extender el tiempo de vida de anaquel ya que el tomate mantiene características bioquímicas, sensoriales y microbiológicas óptimas para el consumo.

#### **4.1.8 Permeabilidad al vapor de agua**

Se evaluó la permeabilidad de agua de las películas comestibles estudiadas para verificar la permeabilidad aportada por la proteína láctea, los recubrimientos A y B corresponden las formulaciones aplicadas en el diseño experimental y se añadió un control C, en cual en su formulación no contenía dicha proteína, el proceso de elaboración se detalla en el anexo A -1 y las formulaciones se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 12.** Formulación de los recubrimientos evaluados en permeabilidad

Recubrimiento	Proteína láctea (%)	Glicerol (%)	Almidón de maíz (%)
<b>A</b>	7	10	5
<b>B</b>	7	5	5
<b>C</b>	-	5	5

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla 13.** Valores de velocidad de transmisión de vapor de agua, permeabilidad y espesor de las películas evaluadas

Recubrimiento	WVT (g/h*m <sup>2</sup> )	WVP (g* mm/mmHg*m <sup>2</sup> *día)	Espesor (mm)
<b>A</b>	119,140	2,751	0,027
<b>B</b>	95,887	2,296	0,028
<b>C</b>	73,620	1,448	0,023

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

En la tabla 13, se muestran los valores de transmisión del vapor de agua a través de los recubrimientos, los recubrimientos con adición de proteína láctea son los que poseen valores más altos de transmisión indicando que esta propiedad de permeabilidad es conferida por las moléculas del suero de leche ya que forma una película porosa, de igual manera ocurre con la permeabilidad calculada, los valores altos se presentan en los recubrimientos con adición de moléculas séricas, además mayor permeabilidad posee el tratamiento con mayor cantidad de glicerol, debido a que este plastificante si se encuentra en mayor concentración agrupa y ordena la estructura de todos los componentes evaluados y confiere la característica de flexibilidad.

El tratamiento con menor cantidad de glicerol y que no poseen en su composición proteína láctea es el que presenta valores más bajos en este parámetro.

La importancia de valores altos en la permeabilidad al vapor de agua es fundamental ya que al estar dispuesta la película en la superficie externa del tomate no impide el movimiento del vapor de agua, previniendo la condensación de agua durante la maduración por lo que se evita un factor de riesgo de deterioro para el tomate.

Escobar (2009), estudió la permeabilidad al vapor de agua de películas comestibles elaboradas a partir de glicerol, aislado de proteínas de suero lácteo y sorbato de potasio, donde obtuvo valores de 3,8-4,6  $\text{g}\cdot\text{mm}/\text{mm Hg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{día}$ ; estos valores son similares a los descritos en la tabla 11, afirmando que los datos coinciden con los calculados ya que poseen similares componentes.

#### **4.1.9 Análisis Económico**

Se realizó el análisis económico del mejor tratamiento T3 (Glicerol 5%, aceite esencial de orégano y aplicación directa), dicho tratamiento brinda un alargue en el tiempo de maduración, en la tabla E-2, se detalla la estimación con un precio de venta al público de \$ 2,08 en presentación de 1 Kg.

En el mercado nacional el precio del tomate fresco empacado oscila entre \$2,00 y \$3,50 dependiendo del origen, tamaño, peso y empaque. Las empresas comercializadoras de tomate empacado y tomate orgánico empacado son Hortana y Arsaico; los precios que están empresas ofertan son un poco elevados con relación al producto propuesto, sin embargo, hay que destacar que el producto permanece mayor tiempo en mejores condiciones físicas y microbiológicas que la

competencia, lo cual es una ventaja al adquirir este producto y evitar así mermas en percha y también para el consumidor final. Siendo competencia posible para las empresas comercializadoras de tomate hortícola fresco y teniendo un precio razonable para su comercialización.

#### **4.2 Verificación de Hipótesis**

Según los resultados de la investigación en los análisis de varianza para los parámetros bioquímicos y sensoriales durante la maduración se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ : La cantidad de glicerol, aceite esencial y forma de aplicación si influyen sobre la vida útil del tomate hortícola fresco; y se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ : La cantidad de glicerol, aceite esencial y forma de aplicación no influyen sobre la vida útil del tomate hortícola fresco a un nivel de confianza del 95%.

En los análisis de varianza de los parámetros bioquímicos pH, sólidos solubles, acidez titulable e Índice de madurez se evidencia la influencia estadística significativa de la cantidad de glicerol, tipo de aceite esencial y modo de aplicación sobre dichos factores bioquímicos (tablas D-1, D-5, D-9, D-13). Ya que los valores P son menores a 0,05 a un nivel de confianza del 95%. Además se realizó pruebas de comparación múltiple de Tukey para evaluar dichas diferencias y la influencia detallada de los factores y niveles de estudio.

En el análisis estadístico de los atributos sensoriales todos los atributos tales como color, olor, sabor, textura y aceptabilidad presentaron valores P inferiores a 0,05 indicando diferencia significativa a un nivel de confianza del 95%; esto se verifica en la tabla 6. Además en la tabla 7, se detalla la prueba de comparación entre rangos de Fisher LSD, donde se evalúan los diferentes

tratamientos con su puntuación promedio y grupo según la notación en letras de la parte superior.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- La forma de aplicación más adecuada de la película comestible corresponde al mejor tratamiento a1b2c1 (glicerol 5%, aceite esencial de orégano y aplicación directa), estos factores favorecen al alargamiento del tiempo de maduración conservando sus propiedades bioquímicas, sensoriales y microbiológicas.
- Se midió el grado de conservación del tomate hortícola fresco (reducción de crecimiento microbiano) conseguido al emplear un pretratamiento de aceite esencial de orégano, este aceite contiene su compuesto activo denominado carvacrol, el cual desestabiliza la membrana celular y el metabolismo de bacterias gram negativas tales como Coliformes totales.
- Al analizar los parámetros Físico-químicos mediante la aplicación de pruebas en laboratorio, tales como pH, acidez, °Brix e Índice de madurez, se verifica que la maduración continua de una manera lenta, comprobando la efectividad de la película comestible.
- Mediante el análisis de los parámetros sensoriales se verifica que el producto es aceptado por el consumidor ya que la película no altera los atributos sensoriales, además gracias al aceite esencial aporta un aroma y sabor muy agradable.

- El costo del producto en una presentación de 1 kg es de \$2,08; similar a los precios de la competencia, que ofertan tomate fresco empacado, sin embargo, constituye un precio bajo en relación al tiempo de consumo ya que la maduración se efectúa de una manera lenta estando el producto por más tiempo en percha y también para el consumo final.
- Este estudio constituye una alternativa a agricultores, productores e industriales para que mejoren el manejo post-cosecha del tomate hortícola y aportarle valor agregado a un producto muy demandado.
- El uso de moléculas proteicas lácteas y pretratamientos de aceites esenciales favorecen al alargamiento del tiempo de vida útil del tomate hortícola fresco en 16 días ya que retarda los fenómenos bioquímicos de maduración incrementando su tiempo de manipulación.

## **5.2 Recomendaciones**

- Se recomienda el uso de proteína láctea liofilizada que permita mayor homogeneidad en la mezcla y eleve el desempeño en permeabilidad de la película mejorando así su forma de aplicación.
- Se sugiere el estudio microbiológico más prolongado en la contaminación de coliformes, pues bien si se logra un control microbiano, no se detalla el tiempo máximo que el aceite esencial actuaría como bactericida.

- Se recomienda analizar otros parámetros Físico-químicos mediante la aplicación de pruebas en laboratorio, con la finalidad de evaluar de mejor manera la relación tomate recubrimiento comestible.
- En próximos estudios se recomienda realizar pruebas sensoriales más profundas en cuanto al aporte de los aceites esenciales en los atributos del producto final.
- Se sugiere la utilización de más productos de desecho industrial con la finalidad de reducir costos de producción en la elaboración del recubrimiento comestible y de venta al público del producto final.
- Se recomienda la aplicación de planes de mejora para agricultores, productores e industriales maximizando un plan conjunto que evite pérdidas y mejores el manejo del tomate hortícola fresco.
- Para próximos trabajos se sugiere la evaluación de otros almidones, plastificantes y aceites esenciales en la formulación para una diversificación del estudio.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 Datos Informativos**

**Título:** Implementación de la línea de post-cosecha hortofrutícola mediante la aplicación de la tecnología de películas comestibles a partir moléculas proteicas lácteas como método de conservación a partir del mejor tratamiento en la planta piloto de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

**Institución ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato (UTA) a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL).

**Beneficiarios:** Agricultores de hortalizas (tomate hortícola fresco) y frutas del centro del país en conjunto con la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

**Ubicación:** Ambato-Ecuador.

**Tiempo estimado para la ejecución:** 10 meses

**Equipo técnico responsable:** Egda. Diana Sandoval, Ing. Carlos Moreno Miranda.

**Costo:** \$21950,00.

## 6.2 Antecedentes de la propuesta

En nuestro país el tomate hortícola es una de las hortalizas que más crecimiento ha tenido en los últimos años, puesto que se ha dejado de cultivarlo de la manera tradicional, los rendimientos por hectárea se han incrementado notablemente debido a la incorporación de nuevas tecnologías, a través del uso de invernaderos, esperando tener un crecimiento del 16%. En las zonas de mayor producción de tomate como Ibarra, Pimampiro y Mira los agricultores han intensificado el uso de invernaderos, porque les permite aumentar la productividad, y pueden reducir los costos de producción, lo que a su vez mejora los precios de venta (Montenegro, 2010).

El tomate hortícola fresco es un cultivo tradicional que normalmente se consume en fresco, este constituye una fuente importante de carbohidratos, minerales, proteínas, vitaminas y fibra. Es un tejido vivo que está sujeto a continuos cambios después de la cosecha, por lo que durante su desarrollo se producen cuantiosas pérdidas tanto en cantidad como en calidad, las cuales son ocasionadas por varios factores como las condiciones de producción, factores mecánicos, desórdenes fisiológicos y enfermedades causadas por microorganismos.

La producción de tomate en el Ecuador se ha incrementado considerablemente, pero no todo el tomate que se cultiva llega hacia el consumidor, debido a las cuantiosas pérdidas después de la cosecha (Coronel, 2009).

La tecnología de post-cosecha es aplicada para disminuir el incremento en el metabolismo de los productos cosechados. Para ello se emplean diferentes tratamientos que incluyen preferiblemente el uso de baja temperatura, pre-enfriamiento, atmósferas modificadas, retardantes de maduración, ceras y películas comestibles entre otras

que contribuyen a hacer lentos los cambios asociados con la senescencia del producto hortícola (Hernández, 2006).

### **6.3 Justificación**

En los últimos tiempos se ha evidenciado en cultivos hortícolas enormes pérdidas post-cosecha debido a factores fisiológicos, microbiológicos, temperatura, humedad relativa, composición atmosférica, producción de etileno y luz.

Dichas pérdidas se evidencian a lo largo de la cadena productiva, del campo a la mesa, pasando por nuevas instancias como es a escala industrial en el cual se da un valor agregado al producto hortícola.

La industria en su afán de generar productos de calidad emite estándares altos para la aceptación de la materia prima por parte del agricultor.

Además las grandes cadenas comercializadoras de este tipo de productos solo exhiben en percha el producto por un tiempo determinado para garantizar la calidad, sin embargo los productos que no fueron vendidos se desechan constituyendo una cuantiosa pérdida de recursos.

Es por ello que se genera la necesidad de alargar el tiempo de vida de anaquel del tomate hortícola fresco, por medio de la aplicación de una película comestible a base de proteína láctea; ya sea desde la etapa de cosecha, hasta la etapa de consumo, constituyendo un beneficio enorme para la industria ya que dichos productos permanecerán mayor tiempo en percha y a su vez el consumidor tendrá mucho más tiempo el producto a su disposición.

## **6.4 Objetivos**

### **6.4.1 Objetivo General**

Implementar la línea de post-cosecha hortofrutícola mediante la aplicación de la tecnología de películas comestibles a partir moléculas proteicas lácteas como método de conservación a partir del mejor tratamiento en la planta piloto de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

### **6.4.2 Objetivos Específicos**

- Aplicar adecuadamente la tecnología para la producción de una película comestible a partir de moléculas proteicas lácteas para alargar el tiempo de vida de anaquel de productos hortofrutícolas.
- Proponer una distribución en planta del flujo de proceso de post-cosecha hortofrutícola en la planta piloto de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.
- Realizar un análisis de tiempos y movimientos del flujo de proceso de productos hortofrutícolas tratados con películas comestibles a base de proteínas lácteas.

## **6.5 Análisis de factibilidad**

La aplicación de películas comestibles en productos hortícolas ha contribuido a extender el tiempo de vida de anaquel, prolongando su

tiempo en percha y también el tiempo de consumo reduciendo pérdidas tanto para los agricultores, industriales y cadenas comercializadoras de productos de este tipo.

La presente propuesta está destinada a la pequeña industria que comercialice tomate hortícola fresco y en primera instancia a la implementación de esta tecnología en la planta piloto de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

## **6.6 Fundamentación**

La durabilidad de los productos hortícolas es de vital importancia para evitar pérdidas del producto por su deterioro, desde las etapas de cosecha, post-cosecha, tratabilidad, empaque, transporte, distribución, almacenamiento y venta.

Dichos procesos involucran a los pequeños productores, industriales, expendedores y consumidores; que buscan reducir pérdidas con previsión del deterioro y mediante la extensión en el tiempo de vida útil, esta aplicación se logra mediante la aplicación de una película comestible a base de proteínas proteicas lácteas que aporte dichas propiedades a un costo reducido. Cabe recalcar que el uso de las moléculas proteicas lácteas conlleva doble beneficio ya que proporciona permeabilidad a la película comestible y se utiliza este producto que es deceso por parte de la industria láctea.

## **6.7 Metodología**

Para la elaboración de la película comestible se cumplen las etapas descritas en el Anexo A- 1, se propone la aplicación del mejor

tratamiento a1b2c1 (glicerol %, aceite esencial de orégano y aplicación directa) y en la tabla 14, se detalla el modelo operativo.

**Tabla 14. Modelo operativo**

<b>Fases</b>	<b>Metas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Recursos</b>	<b>Presupuesto</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Primera:</b> Formulación de la propuesta	Elaborar una película comestible a base de moléculas proteicas lácteas	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$150,00	1 mes
<b>Segunda:</b> Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de la propuesta	Pruebas preliminares de elaboración	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$300, 00	2 meses
<b>Tercera:</b> Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Elaboración del producto	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$20000,00	2 meses
<b>Cuarta:</b> Evaluación de la propuesta	Verificación del cumplimiento	Aplicación de tecnología a escala industrial	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$1500,00	2 meses

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

## 6.8 Administración

La propuesta será coordinada por los responsables bajo la siguiente administración:

**Tabla 15.** Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Implementar la línea de producción de la Tecnología de elaboración de una película comestible a partir moléculas proteicas lácteas en la planta piloto de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.	No existencia de proyectos a ejecutar en la planta piloto de la Facultad.  No existencia de una tecnología de conservación de tomate utilizando moléculas proteicas lácteas.	Aplicar dicha tecnología en la planta piloto de la Facultad.  Implementar una nueva tecnología de conservación utilizando materiales de bajo costo y materiales de desecho como las moléculas proteicas lácteas.	Elaborar la película comestible a partir de glicerol, almidón, y moléculas proteicas lácteas.  Desarrollar la tecnología en la planta piloto a nivel industrial.  Realizar un análisis de tiempos y movimientos	Investigador

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

## 6.9 Previsión de la evaluación

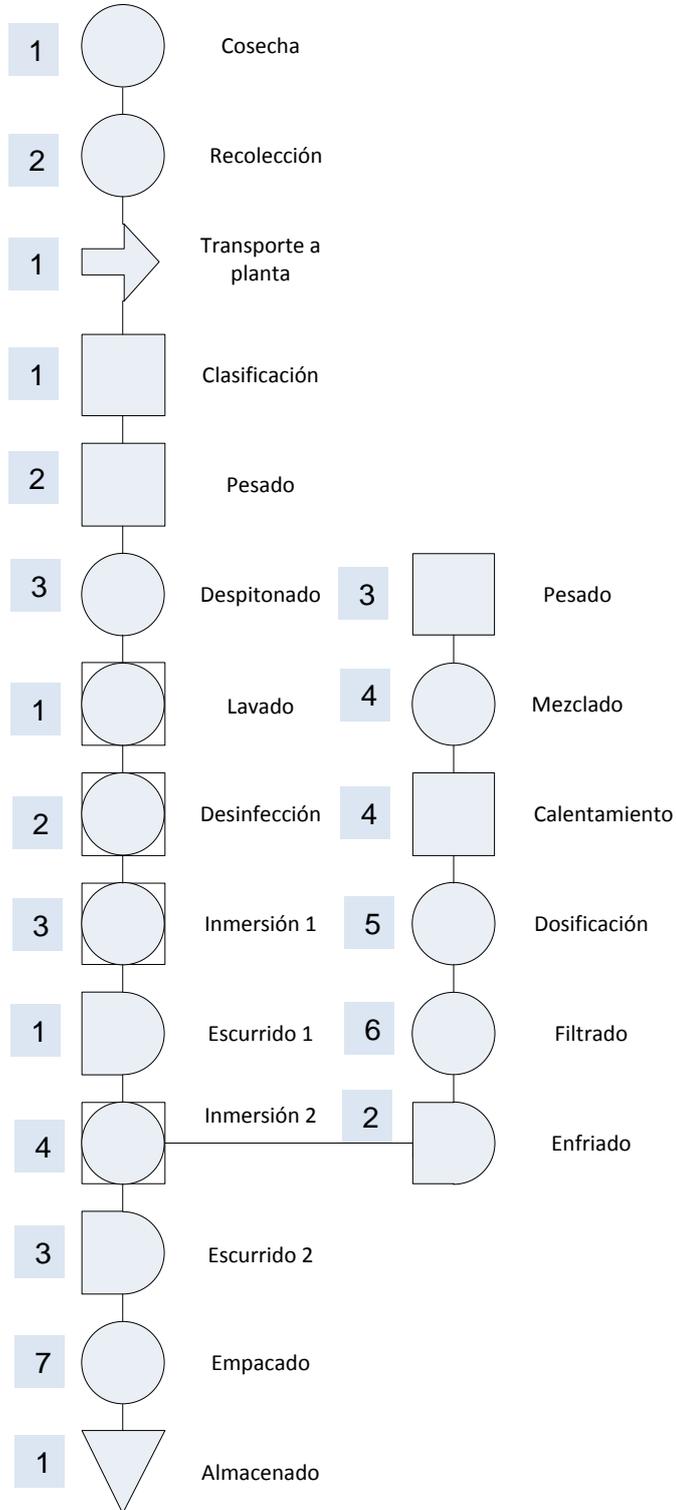
**Tabla 16.** Previsión de la evaluación

<b>¿Quiénes solicitan evaluar?</b>	Agricultores, industriales, y consumidores
<b>¿Por qué evaluar?</b>	Numerosas pérdidas post-cosecha y en percha
<b>¿Para qué evaluar?</b>	Reducción de pérdidas post-cosecha y en percha mediante el alargamiento del tiempo de vida de anaquel del tomate hortícola fresco
<b>¿Qué evaluar?</b>	Tecnología de elaboración de la película comestible, tiempo de vida útil.
<b>¿Quién evalúa?</b>	Director Tutor Calificadores
<b>¿Cuándo evaluar?</b>	Todo el tiempo desde el inicio del proyecto hasta la implementación y funcionamiento de la tecnología
<b>¿Cómo evaluar?</b>	Mediante instrumentos de evaluación
<b>¿Con quién evaluar?</b>	Revisión bibliográfica Normas nacionales e internacionales Experimentación Programas informáticos y estadísticos.

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

## 6.10 Resultados

**Gráfico 9.** Diagrama de operaciones Planta-Piloto



**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla 17.** Análisis de tiempos y movimientos en Planta Piloto

<b>Distancia</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Descripción</b>
12 km	12 h	Cosecha
	3 h	Recolección
	20'	Transporte a planta
1,5 m	10'	Clasificación
	3'	Pesado
2,0 m	5'	Despitonado
1,0 m	5'	Lavado
	10'	Desinfección
	10'	Inmersión 1 (Aceite esencial orégano)
2,0 m	12 h	Ecurrido 1
1,5 m	15'	Pesado Formulación
1,0 m	5'	Mezclado
	20'	Calentamiento
	3'	Dosificación
1,5 m	5'	Filtrado
	10'	Enfriado
1,0 m	3'	Inmersión 2 (Sol. Película comestible)
1,5 m	12h	Ecurrido 2
1,5 m	30'	Empacado
3,0 m	6h	Almacenado

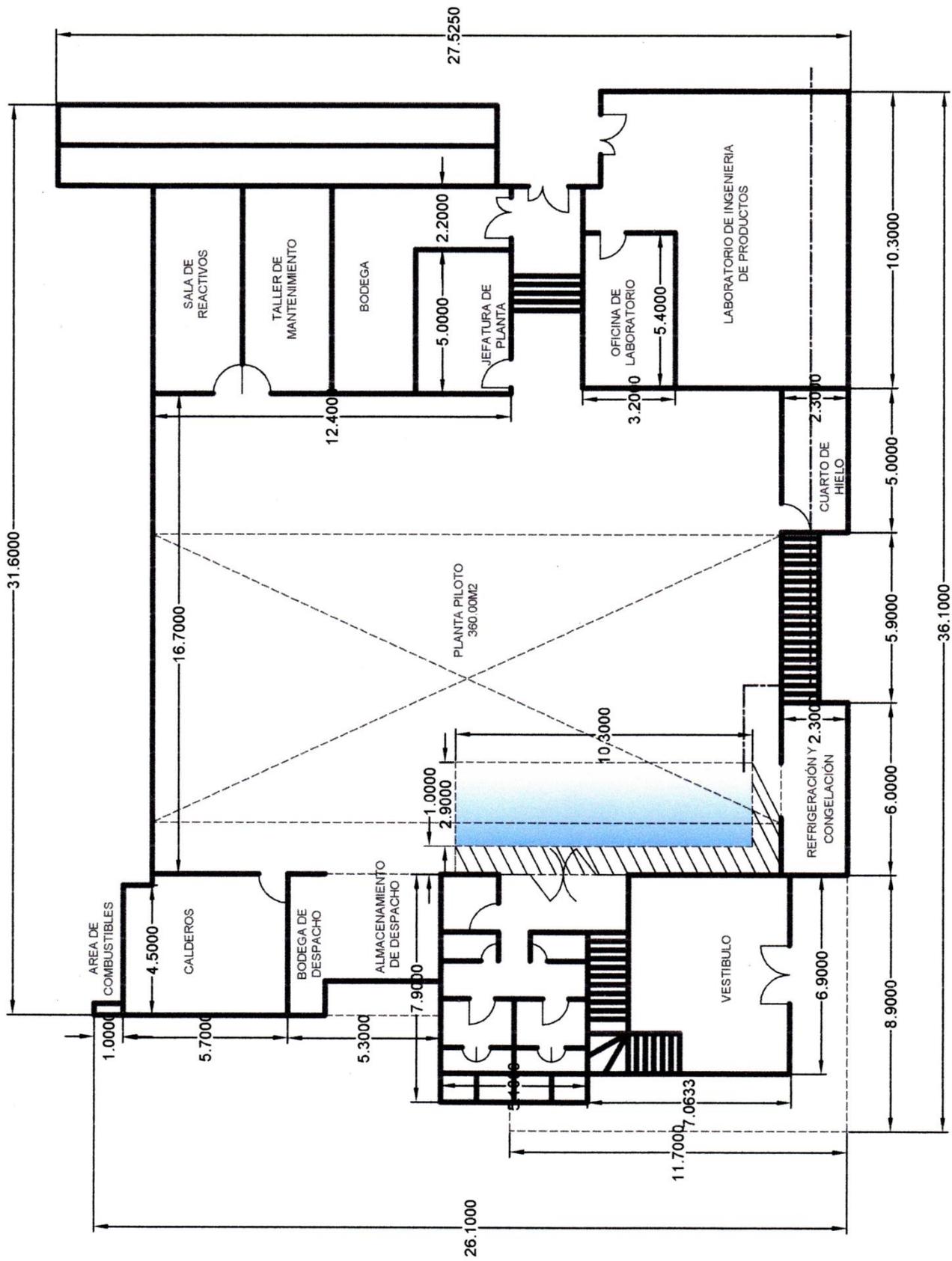
**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla 18.** Resumen de tiempos y movimientos en Planta Piloto

<b>Símbolo</b>	<b>Número</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo</b>
	7	7,0	48'
	1	3,0	20'
	4	5,5	30'
	4	4,0	28'
	3	5,0	24 h 10'
	1	3,0	6 h
<b>Total</b>	-	<b>27,5 m</b>	<b>32 h 26'</b>

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Gráfico 10.** Plano Planta Piloto



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
 ESCALA: INDICADAS  
 PLANO ORIGINAL: Arq. SANTIAGO SUAREZ ABRIL

## 6.11 Conclusiones

- Se diseñó la línea de post-cosecha aplicando la tecnología para la elaboración de una película comestible a partir moléculas proteicas lácteas como método de conservación en la planta piloto de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.
- Se propuso una distribución en planta del proceso de post-cosecha hortofrutícola en la planta piloto de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, se utilizó aproximadamente 40 m<sup>2</sup> de espacio para la línea de post-cosecha y aplicación de la película comestible, de un total de 360 m<sup>2</sup>, con esto se busca motivar la investigación a nivel de laboratorio y de planta sobre métodos de post-cosecha que permitan alargar la vida de anaquel de productos frescos que tengan como destino mercados nacionales e internacionales y utilizar de forma eficiente el espacio físico sin afectar el resto de actividades curriculares de la planta piloto de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.
- Se realizó un análisis de tiempos y movimientos para la distribución de la línea de post-cosecha, el cual propone optimizar el espacio de trabajo sin repercutir en el producto final y permitiendo que se lleven a cabo las actividades estudiantiles.

## 6.12 Recomendaciones

- Se recomienda la aplicación de esta tecnología en otros productos hortícolas que posean cáscara, para mejorar la productividad y reducir pérdidas post- cosecha de productos hortofrutícolas.

- Se recomienda realizar más proyectos dentro de la planta piloto de la Facultad ya que puede constituir un espacio muy importante para el desarrollo de nuevos productos y proyectos que ayuden a nivel de Facultad, Universidad y Comunidad.

## Bibliografía

1. Alvarado, J. 1996. "Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos". Radio Comunicaciones. Quito- Ecuador. 134pp.
2. Anderlini, R. 1989. El cultivo de tomate. Barcelona-España, Pureza, pp.1-17.
3. Barahona, M. 2000. Horticultura. Manual preparado para estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (IASA) de la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE). Sangolquí – Ecuador.
4. Barda, N. 2010. Análisis sensorial de los alimentos. Revista Fruticultura y Diversificación. Buenos Aires- Argentina. 35-37 pp.
5. Blancard, D. 1996. "Enfermedades del tomate: observar, identificar, luchar", Versión española de Antonio Peña Iglesias, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, pp: 199.
6. Bósquez, E. 2003. Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa (*Citrus latifolia Tanaka*). Tesis de Doctorado en Ciencia Biológicas, Universidad Autónoma Metropolitana. México, D.F. 109 P.
7. Burt, S. 2004. Essential oils: Their antibacterial proprieties and potencial applications in foods- a review. Int J. Food Microbiol. 2004. 94, 223-242.
8. Carson, C.; Mee, B.; Riley, T. V. 2002. Mechanism of action of *Malaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kil, lysis, leakage, and salt tolerance assays and electron microscopy. Antimicrobial Agents and Chemotherapy. 46, 1914-1920.
9. CODEX ALIMENTARIUS. Normas Técnicas Código Internacional recomendado de Prácticas para el Envasado y

- Transporte de Frutas y Hortalizas frescas CAC/RCP 44-1995. (FAO- OMS, 2007).
10. Coronel, J. 2007. "Alternativas de Mejora en el Manejo Postcosecha de Tomate Riñón Cultivados en la Provincia de Santa Elena". Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador. ESPOL. Guayaquil-Ecuador.
  11. Dorman, H. J. D.; Deans, S.G. 2000. Antimicrobials agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol*, 88, 308-316.
  12. Escobar, D. & Márquez, R. 2009. Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo: estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*. N°4-2009-in:33-36.
  13. Escudero, P. 2004. Evaluación de la Competitividad del sistema agroalimentario del tomate riñón. (en línea). SICA. Ecuador. Consultado 2008. Disponible en: [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles\\_productos/tomate.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/tomate.pdf).
  14. FAO, 2012. Pérdidas y Desperdicio de Alimentos en el Mundo. Congreso Internacional. SAVE FOOD. Düsseldorf, Alemania 002E. 8-9 pp.
  15. Folquer, F. 2000. El tomate, estudio de la planta y su producción comercial. 2da ed. Buenos aires -Argentina, Hemisferio sur, pp. 69
  16. González. L. 2004. Actividad Antifúngica de Aceites Esenciales y sus Compuestos sobre el Crecimiento de *Fusarium* sp. Aislados de Papaya (Carica papaya). *Revista Científica de la Escuela de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Oriente*, septiembre 2008, vol. 8N°3, pp 33-40.
  17. Guzmán, J. (2006), "Propiedades nutraceuticas del suero de leche"

<http://www.alfaeditores.com/carnilac/Oct%20%20Nov%202006/nutraceutcas.pdf>

18. Guevara, L. 2008. "Determinación y Caracterización de Enfermedades Bacterianas del tomate riñón (*Lycopersicon sculentum*), cultivado bajo invernadero en doce áreas de la cordillera central del Ecuador". Tesis de grado. Escuela Politécnica del Ejército. 46p.
19. Herrera, L. 2010. Tutoría de la Investigación Científica. Ecuador. Editorial Maxtudio 92.93 pp.
20. Hernández, M. 2007. Fisiología Post-cosecha. Departamento de biología. Universidad Nacional de Colombia.
1. INEN. NTE INEN 1745. Hortalizas frescas. Tomate de riñón. Requisitos.
2. INFOAGRO. 2007. "El cultivo del tomate". Disponible en : <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>
3. INFOAGRO. 2007. "deterioro de las frutas y hortalizas frescas en el periodo de post-cosecha". Disponible en : [http://www.infoagro.com/frutas/deterioro\\_poscosecha\\_frutas\\_hortalizas.htm](http://www.infoagro.com/frutas/deterioro_poscosecha_frutas_hortalizas.htm)
4. Jaramillo, J.; Rodríguez, V.; Guzmán, M.; Zapata, M.; Rengifo, T. 2007. Manual técnico: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s02.pdf>
5. Jones, J.; Jones, R.; Stall & T. Zitter. 2001. "Plagas y enfermedades del tomate", The American Phytopathological Society, Traducido por M. Jiménez y Revisado por R. Jiménez, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp: 25-30.
6. Kader, A. 2006. Biología y Tecnología de Post-cosecha: Una revisión General. Universidad de California. Publ. 3311.
7. Kader A., Nowak E., Taboada, A. and Marin-Iniesta, F. 2007. Antimicrobial activity of clove and cinnamon essential oils

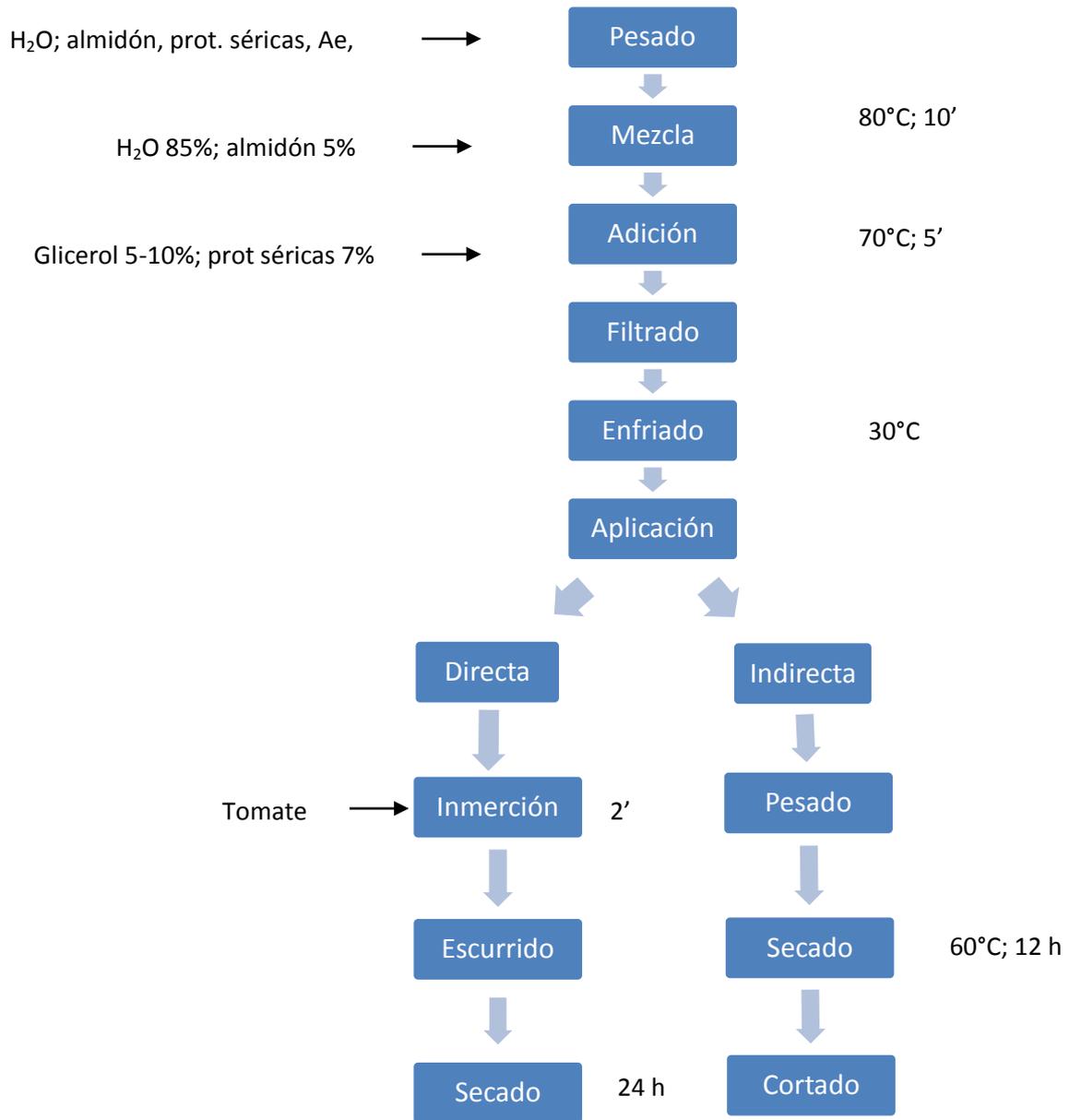
- against *Listeria monocytogenes* in pasteurized milk. *Journal of Food Protection*. 70(12): 2757-2763.
8. Kubeczka K. 2002. *Essential Oils Analysis by Capillary Gas Chromatography and Carbon-13 nmr Spectroscopy*. Segunda Edición. Nueva York, 461p.
  9. Lecea, E. 2009. Recuento de Coliformes. Disponible en: [http://solutions.3m.com.mx/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1318366179000&locale=es\\_MX&assetType=MMM\\_Image&assetId=1273696937831&blobAttribute=ImageFile](http://solutions.3m.com.mx/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1318366179000&locale=es_MX&assetType=MMM_Image&assetId=1273696937831&blobAttribute=ImageFile)
  10. Loaiza, M. 2011. "Aprovechamiento del Suero de Leche para la Elaboración de una Bebida Funcional". Tesis de grado Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos. Universidad de las Americas. Quito-Ecuador.
  11. Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca. (MAGAP). 2012. Sistema de Información. Perdidas por cultivo. Pag web ministerio.
  12. Morata, A. 2010. "Nuevas Tecnologías de Conservación de Alimentos" Segunda Edición. AMV Ediciones. Madrid- España. 187-203 pp.
  13. Ortiz, M. 2008. Contaminantes Químicos Y Bacteriológicos que Afectan la Calidad de las Fuentes de Agua de Riego En la zona Hortícola de San Cosme, Coorientes. Facultad de Ciencias Agrarias UNNE. Argentina.
  14. Oussalah, M. 2006. Antimicrobial and antioxidant effects of milk protein-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. *J Agric Food Chem* 2004, 52, 5598.
  15. Parfitt, J., Barthel, M. y Macnaughton, S. 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 365: 3065-3081(disponible en <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/365/1554/3065.full>)

16. Pérez, 2008. Recubrimientos comestibles en Frutas y Hortalizas. IVIA. Centro de poscosecha. Valencia. 19pp.
17. Proyecto SICA (Servicio de Información y Censo Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). Base de Datos del III Censo Agropecuario (en línea). Ecuador. Consultado 2010. Disponible en la URL:<http://www.sica.gov.ec/censo/index.htm>
18. Reina, C. 2008. Manejo Post-cosecha y Evaluación de Calidad de Tomate que se comercializa en la ciudad de Neiva. Universidad Sur de Colombia. Facultad de ingeniería Agrícola.
19. Rojas, 2006. Tesis Doctoral. Universidad de Lleida. Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación. 7-12 pp.
20. Salas W. & V. Sánchez, s. f. 2007. Caracterización del Manejo de Enfermedades de tomate en una Finca de Producción Orgánica. (en línea) VI Semana Científica del CATIE. Disponible en la URL:<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0292E/PDF/43.PDF>
21. Salazar, D. 2012. “Estudio del efecto de la incorporación de concentrados de proteínas del suero de quesería en la elaboración de queso fresco con reducido contenido de grasa, para promover un mayor aprovechamiento del suero generado en las queserías del cantón Pillaro, Provincia de Tungurahua”. Trabajo de Investigación Grado Académico de Magister en Gestión de la Producción Agroindustrial. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato- Ecuador.
22. Valdiviezo, J. 2010. Tesis de Grado. “Extracción del Carotenoide Licopeno a partir de los Rechazos Post Cosecha del Mercado Interno de *Citrullus Lanatus* (Sandía) para su Futura Aplicación en Alimentos”. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Pág. 39-42.

23. Villagomez, A. 2011. Estudio de Efecto de Glicerol y del Aceite Esencial de Anís en un Recubrimiento Comeestible, sobre el Tiempo de Vida Útil del Babaco (*Carica pentagona*). Tesis de Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato. Ambato- Ecuador. 11p.

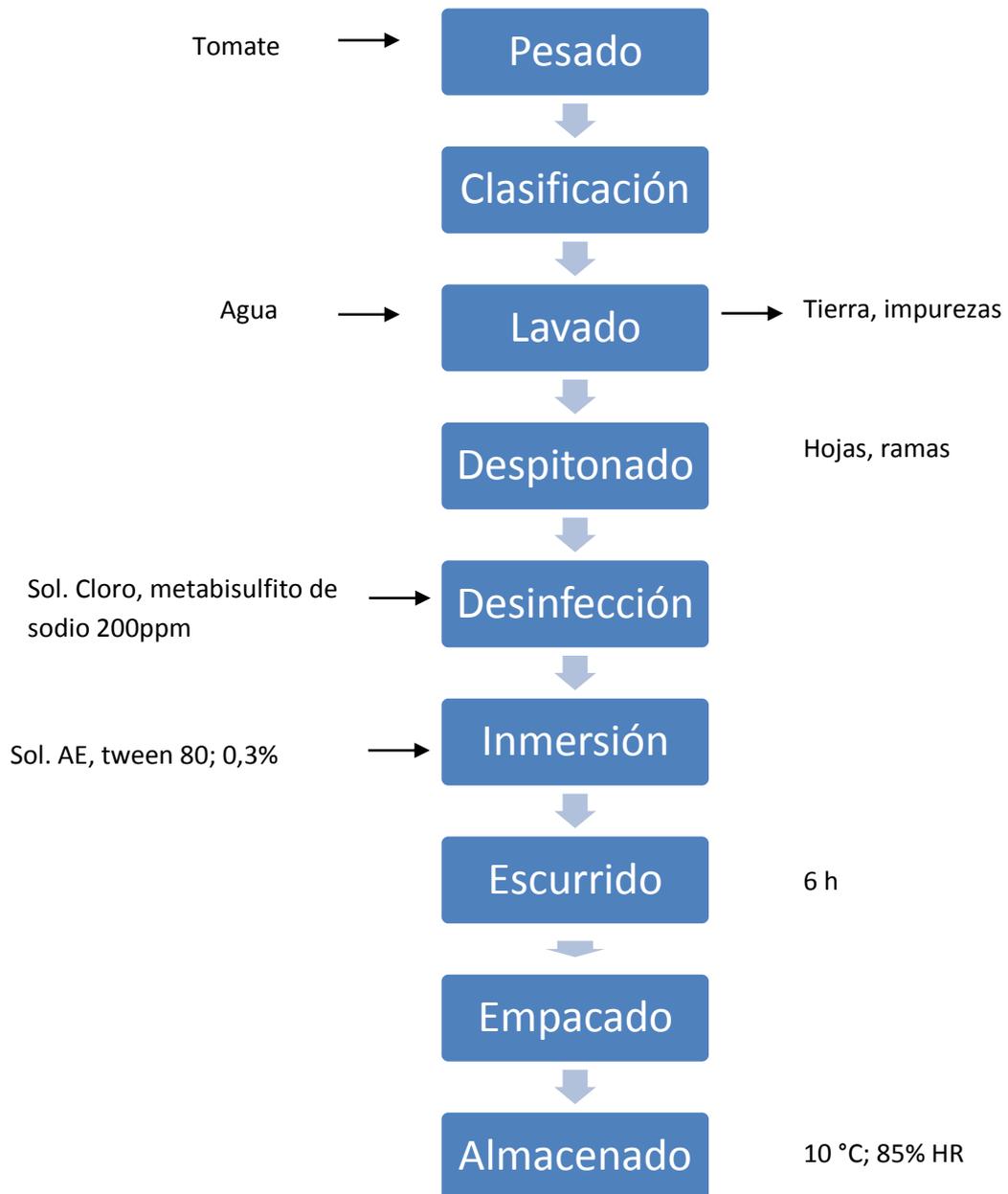
**ANEXO A**  
**DIAGRAMAS DE FLUJO-HOJAS DE CATACIÓN**

### Anexo A-1. Diagrama de Flujo Elaboración Recubrimiento



Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Anexo A-2.** Diagrama de Flujo Pretratamientos AE en Tomate



**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**ANEXO A-3.**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



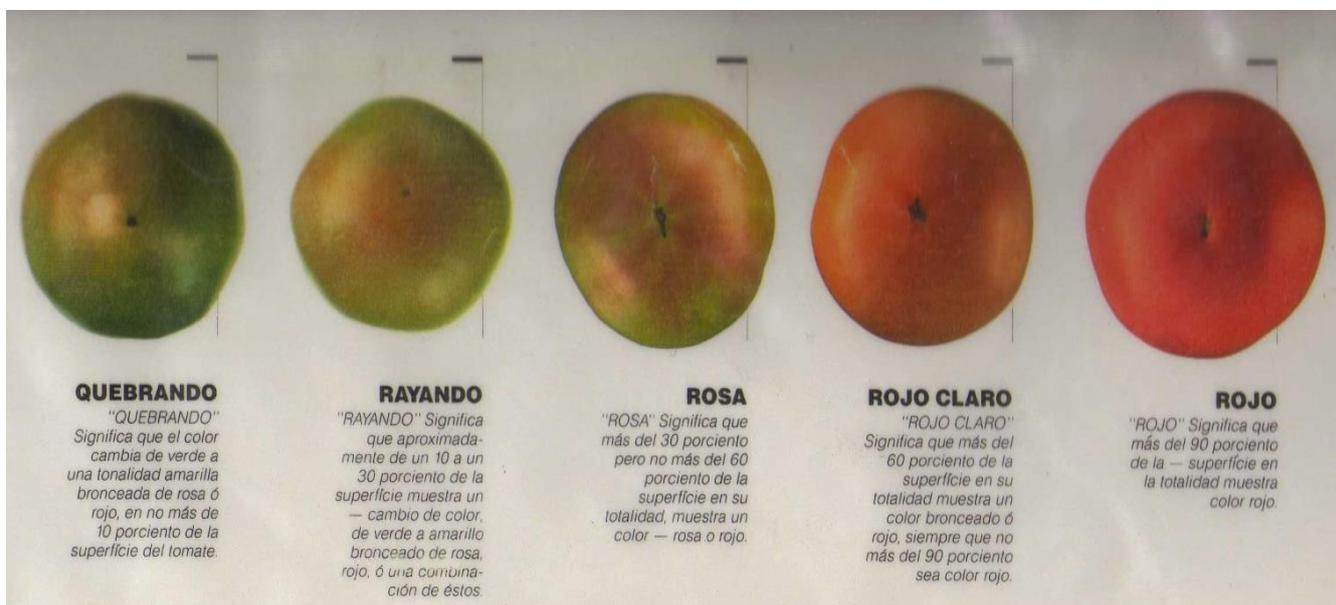
**Nombre:**

**Fecha:**

Evalué detenidamente las muestras de tomate que se presentan a continuación, después de degustar la primera muestra beba agua, enjuague su boca y siga con la siguiente muestra, repita el procedimiento hasta completar todas las muestras.

<b>PARAMETROS</b>	<b>Muestras</b>			
<b>COLOR</b>				
Rojo				
Rojo claro				
Rosa				
Rayando				
Quebrando				
<b>OLOR</b>				
Agrada mucho				
Agrada poco				
Ni agrada ni desagrada				
Desagrada				
Desagrada mucho				
<b>SABOR</b>				
Agrada mucho				
Agrada poco				
Ni agrada ni desagrada				
Desagrada				
Desagrada mucho				
<b>TEXTURA</b>				
Muy consistente				
Consistente				
Ni consistente ni blando				
Blando				
Muy blando				
<b>ACEPTABILIDAD</b>				
Muy aceptable				
Poco aceptable				
Aceptable				
Inaceptable				
Muy inaceptable				

**ANEXO A-4.** Lámina de referencia del parámetro color en tomate utilizado en el panel de catación.



## **ANEXO B**

**DATOS OBTENIDOS EXPERIMENTALMENTE DE LOS  
ANÁLISIS: BIOQUÍMICOS (pH, SÓLIDOS SOLUBLES,  
ACIDEZ, ÍNDICE DE MADUREZ), SENSORIAL Y  
MICROBIOLÓGICO (COLIFORMES TOTALES)**

## ANÁLISIS BIOQUÍMICO

**Tabla B-1.** Datos Obtenidos de pH en los diferentes días con replicas para todos los tratamientos

Tratamientos	Día 0		Día 2		Día 3		Día 4		Día 8		Día 10		Día 11	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2								
a1b1c1	4,29	4,28	4,33	4,34	4,33	4,33	4,49	4,49	4,52	4,50	4,79	4,78	5,13	5,12
a1b1c2	4,28	4,29	4,30	4,31	4,38	4,37	4,39	4,40	4,40	4,41	4,73	4,74	4,98	4,97
a1b2c1	4,28	4,28	4,29	4,30	4,32	4,32	4,40	4,41	4,70	4,70	4,72	4,72	4,72	4,73
a1b2c2	4,27	4,28	4,33	4,33	4,35	4,36	4,56	4,55	4,58	4,57	4,81	4,80	4,98	4,98
a1b3c1	4,20	4,21	4,35	4,36	4,25	4,26	4,42	4,43	4,45	4,44	4,64	4,64	4,71	4,70
a1b3c2	4,27	4,27	4,29	4,29	4,39	4,40	4,62	4,63	4,62	4,63	5,10	5,08	5,02	5,30
a2b1c1	4,32	4,31	4,36	4,35	4,31	4,31	4,60	4,60	4,65	4,65	5,05	5,06	5,13	5,11
a2b1c2	4,24	4,24	4,29	4,28	4,39	4,39	4,45	4,45	4,57	4,58	4,89	4,89	5,17	5,18
a2b2c1	4,29	4,28	4,28	4,29	4,41	4,40	4,42	4,41	4,50	4,52	4,73	4,73	4,99	5,00
a2b2c2	4,36	4,36	4,39	4,41	4,40	4,40	4,59	4,60	4,67	4,68	4,76	4,75	5,14	5,13
a2b3c1	4,13	4,12	4,38	4,39	4,34	4,33	4,50	4,51	4,57	4,56	4,79	4,80	5,00	5,01
a2b3c2	4,28	4,27	4,36	4,35	4,40	4,41	4,48	4,49	4,47	4,47	4,85	4,84	5,08	5,08
a0b0c0	4,28	4,29	4,30	4,31	4,52	4,53	4,52	4,53	4,54	4,53	5,02	5,01	5,15	5,13

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-2.** Promedio entre réplicas para la variación de pH a lo largo del tiempo para todos los tratamientos

Tratamientos	Día 0	Día 2	Día 3	Día 4	Día 8	Día 10	Día 11
a1b1c1	4,29	4,34	4,33	4,49	4,51	4,79	5,13
a1b1c2	4,29	4,31	4,38	4,40	4,41	4,74	4,98
a1b2c1	4,28	4,30	4,32	4,41	4,70	4,72	4,73
a1b2c2	4,28	4,33	4,36	4,56	4,58	4,81	4,98
a1b3c1	4,21	4,36	4,26	4,43	4,45	4,64	4,71
a1b3c2	4,27	4,29	4,40	4,63	4,63	5,09	5,16
a2b1c1	4,32	4,36	4,31	4,60	4,65	5,06	5,12
a2b1c2	4,24	4,29	4,39	4,45	4,58	4,89	5,18
a2b2c1	4,29	4,29	4,41	4,42	4,51	4,73	5,00
a2b2c2	4,36	4,40	4,40	4,60	4,68	4,76	5,14
a2b3c1	4,13	4,39	4,34	4,51	4,57	4,80	5,01
a2b3c2	4,28	4,36	4,41	4,49	4,47	4,85	5,08
a0b0c0	4,29	4,31	4,53	4,53	4,54	5,02	5,14

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-3.** Datos Obtenidos de Sólidos solubles (°Brix) en los diferentes días con replicas para todos los tratamientos

Tratamientos	Día 0		Día 2		Día 3		Día 4		Día 7		Día 10		Día 11	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2								
a1b1c1	4,0	4,0	4,5	4,4	4,5	4,5	4,8	5,0	6,0	5,8	6,0	6,2	6,0	6,3
a1b1c2	4,0	4,0	4,2	4,3	4,0	4,0	4,5	4,4	4,5	4,4	5,0	5,2	5,0	5,0
a1b2c1	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	4,3	4,5	4,4	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7
a1b2c2	4,2	4,1	4,2	4,0	4,5	4,5	4,2	4,0	4,5	4,6	5,0	5,0	5,0	5,0
a1b3c1	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,2	5,0	5,0	6,0	6,2	6,0	6,0	7,0	7,2
a1b3c2	4,2	4,0	4,2	4,2	4,5	4,5	4,8	4,6	5,0	5,1	5,0	5,1	5,2	5,3
a2b1c1	4,0	4,0	4,2	4,2	4,5	4,5	5,0	5,1	5,2	5,0	5,3	5,0	5,3	5,2
a2b1c2	4,0	4,1	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,3	5,1
a2b2c1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,6	4,5	4,6	5,0	5,0	5,3	5,0	6,0	6,2
a2b2c2	4,0	4,0	4,2	4,0	4,2	4,3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,2	5,0	5,5	5,5
a2b3c1	4,2	4,2	4,8	4,8	5,0	5,0	4,8	4,7	5,0	5,0	6,0	6,2	6,2	6,3
a2b3c2	3,2	3,2	4,0	4,0	4,0	4,2	4,0	4,0	4,2	4,0	4,6	4,4	4,6	4,7
a0b0c0	3,0	3,2	4,2	4,3	4,2	4,2	4,0	4,0	5,0	5,2	5,0	5,1	5,0	5,2

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-4.** Promedio entre réplicas para la variación de Sólidos solubles (°Brix) a lo largo del tiempo para todos los tratamientos

Tratamientos	Día 0	Día 2	Día 3	Día 4	Día 7	Día 10	Día 11
a1b1c1	4,0	4,5	4,5	4,9	5,9	6,1	6,2
a1b1c2	4,0	4,3	4,0	4,5	4,5	5,1	5,0
a1b2c1	4,0	4,5	4,4	4,5	4,8	4,8	4,8
a1b2c2	4,2	4,1	4,5	4,1	4,6	5,0	5,0
a1b3c1	4,0	4,0	5,1	5,0	6,1	6,0	7,1
a1b3c2	4,1	4,2	4,5	4,7	5,1	5,1	5,3
a2b1c1	4,0	4,2	4,5	5,1	5,1	5,2	5,3
a2b1c2	4,1	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,2
a2b2c1	4,0	4,0	4,6	4,6	5,0	5,2	6,1
a2b2c2	4,0	4,1	4,3	5,0	5,0	5,1	5,5
a2b3c1	4,2	4,8	5,0	4,8	5,0	6,1	6,3
a2b3c2	3,2	4,0	4,1	4,0	4,1	4,5	4,7
a0b0c0	3,1	4,3	4,2	4,0	5,1	5,1	5,1

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-5.** Datos Obtenidos de Acidez en los diferentes días con replicas para todos los tratamientos

Tratamientos	Día 0		Día 2		Día 4		Día 7		Día 11	
Réplicas	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
a1b1c1	0,505	0,482	0,529	0,500	0,406	0,396	0,384	0,397	0,367	0,383
a1b1c2	0,459	0,487	0,499	0,532	0,408	0,392	0,349	0,326	0,264	0,287
a1b2c1	0,512	0,541	0,586	0,549	0,418	0,431	0,384	0,403	0,365	0,372
a1b2c2	0,332	0,295	0,364	0,351	0,353	0,387	0,332	0,347	0,266	0,289
a1b3c1	0,387	0,353	0,584	0,590	0,503	0,483	0,384	0,397	0,350	0,322
a1b3c2	0,432	0,417	0,543	0,527	0,324	0,358	0,270	0,260	0,250	0,265
a2b1c1	0,478	0,438	0,532	0,518	0,467	0,447	0,320	0,326	0,243	0,220
a2b1c2	0,417	0,395	0,463	0,476	0,389	0,400	0,300	0,316	0,300	0,284
a2b2c1	0,476	0,454	0,482	0,547	0,372	0,395	0,384	0,403	0,448	0,433
a2b2c2	0,297	0,275	0,307	0,340	0,281	0,270	0,325	0,315	0,201	0,224
a2b3c1	0,369	0,359	0,543	0,593	0,452	0,432	0,384	0,403	0,379	0,393
a2b3c2	0,329	0,345	0,378	0,393	0,313	0,285	0,331	0,314	0,311	0,296
a0b0c0	0,493	0,518	0,413	0,453	0,286	0,273	0,297	0,291	0,333	0,342

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-6.** Promedio entre réplicas para la variación de Acidez a lo largo del tiempo para todos los tratamientos

Tratamientos	Día 0	Día 2	Día 4	Día 7	Día 11
a1b1c1	0,493	0,514	0,401	0,390	0,375
a1b1c2	0,473	0,515	0,400	0,338	0,275
a1b2c1	0,527	0,567	0,424	0,394	0,369
a1b2c2	0,314	0,358	0,370	0,340	0,277
a1b3c1	0,370	0,587	0,493	0,390	0,336
a1b3c2	0,424	0,535	0,341	0,265	0,257
a2b1c1	0,458	0,525	0,457	0,323	0,231
a2b1c2	0,406	0,470	0,394	0,308	0,292
a2b2c1	0,465	0,514	0,383	0,394	0,441
a2b2c2	0,286	0,323	0,276	0,320	0,213
a2b3c1	0,364	0,568	0,442	0,394	0,386
a2b3c2	0,337	0,385	0,299	0,322	0,303
a0b0c0	0,505	0,433	0,279	0,294	0,338

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-7.** Datos Obtenidos de índice de Madurez en los diferentes días con replicas para todos los tratamientos

Tratamientos	Día 0		Día 2		Día 4		Día 7		Día 11	
	R1	R2								
a1b1c1	7,925	8,306	8,509	8,807	11,817	12,629	15,625	14,617	16,350	16,434
a1b1c2	8,722	8,219	8,421	8,082	11,027	11,212	12,886	13,480	18,960	17,443
a1b2c1	7,811	7,392	7,685	8,193	10,778	10,200	12,500	11,905	13,144	12,636
a1b2c2	12,637	13,908	11,529	11,394	11,905	10,334	13,548	13,246	18,823	17,329
a1b3c1	10,337	11,323	6,849	6,775	9,949	10,344	15,625	15,625	20,028	22,332
a1b3c2	9,726	9,597	7,728	7,968	14,802	12,860	18,519	19,616	20,792	20,014
a2b1c1	8,374	9,142	7,889	8,102	10,700	11,413	16,250	15,319	21,824	23,669
a2b1c2	9,589	10,382	9,717	9,448	12,857	12,514	16,693	15,815	17,666	17,957
a2b2c1	8,411	8,818	8,307	7,311	12,112	11,654	13,021	12,401	13,393	14,310
a2b2c2	13,475	14,524	13,684	11,770	17,792	18,485	15,398	15,893	27,299	24,549
a2b3c1	11,394	11,691	8,839	8,094	10,628	10,884	13,021	12,401	16,356	16,041
a2b3c2	9,715	9,265	10,579	10,186	12,798	14,023	12,699	12,732	14,782	15,898
a0b0c0	6,090	6,183	10,161	9,490	14,005	14,650	16,829	17,893	15,000	15,194

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-8.** Promedio entre réplicas para la variación del índice de Madurez a lo largo del tiempo para todos los tratamientos

Tratamiento	Día 0	Día 2	Día 4	Día 7	Día 11
a1b1c1	8,12	8,66	12,22	15,12	16,39
a1b1c2	8,47	8,25	11,12	13,18	18,20
a1b2c1	7,60	7,94	10,49	12,20	12,89
a1b2c2	13,27	11,46	11,12	13,40	18,08
a1b3c1	10,83	6,81	10,15	15,63	21,18
a1b3c2	9,66	7,85	13,83	19,07	20,40
a2b1c1	8,76	8,00	11,06	15,78	22,75
a2b1c2	9,99	9,58	12,69	16,25	17,81
a2b2c1	8,61	7,81	11,88	12,71	13,85
a2b2c2	14,00	12,73	18,14	15,65	25,92
a2b3c1	11,54	8,47	10,76	12,71	16,20
a2b3c2	9,49	10,38	13,41	12,72	15,34
a0b0c0	6,14	9,83	14,33	17,36	15,10

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

## ANÁLISIS SENSORIAL

**Tabla B-9.** Codificación en detalle para los tratamientos con su descripción

<b>T1</b>	<b>a1b1c1</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de salvia, aplicación directa
<b>T2</b>	<b>a1b1c2</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de salvia, aplicación indirecta
<b>T3</b>	<b>a1b2c1</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de orégano, aplicación directa
<b>T4</b>	<b>a1b2c2</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de orégano, aplicación indirecta
<b>T5</b>	<b>a1b3c1</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de clavo, aplicación directa
<b>T6</b>	<b>a1b3c2</b>	5% glicerol, pretratamiento aceite esencial de clavo, aplicación indirecta
<b>T7</b>	<b>a2b1c1</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de salvia, aplicación directa
<b>T8</b>	<b>a2b1c2</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de salvia, aplicación indirecta
<b>T9</b>	<b>a2b2c1</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de orégano, aplicación directa
<b>T10</b>	<b>a2b2c2</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de orégano, aplicación indirecta
<b>T11</b>	<b>a2b3c1</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de clavo, aplicación directa
<b>T12</b>	<b>a2b3c2</b>	10% glicerol, pretratamiento aceite esencial de clavo, aplicación indirecta
<b>T13</b>	<b>a0b0c0</b>	Testigo

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-10.** Resultados del análisis sensorial para el atributo Color

Bloques	T 1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
1	2,5	4,5		4,5						3,5			
2		4,0	2,5		2,5						2,5		
3			2,5	4,5		4,0						3,5	
4				4	3		2,5						4,5
5	2,0				3	4,5		4,0					
6		5,0				4	2		2,0				
7			3,0				3,5	5		4,0			
8				4,0				5	3		2,0		
9					2,5				3	4,5		4,0	
10						4,0				4	2,0		4,5
11	2,0						2,5				2,0	4,5	
12		4,0						5,0				3,5	5,0
13	2,5		2,0						2,0				4,5
<b>Promedio</b>	<b>2,3</b>	<b>4,4</b>	<b>2,5</b>	<b>4,3</b>	<b>2,8</b>	<b>4,1</b>	<b>2,6</b>	<b>4,8</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>	<b>2,1</b>	<b>3,9</b>	<b>4,6</b>

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-11.** Resultados del análisis sensorial para el atributo Olor

Bloques	T 1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
1	3,5	3,5		3,0						3,5			
2		5,0	4,0		3,5						4,5		
3			4,0	3,5		3,5						4,5	
4				4,5	3,0		3,0						5,0
5	3,5				4,0	5,0		4,5					
6		4,0				5,0	4,5		2,5				
7			3,5				3,0	3,5		3,5			
8				4,0				5,0	3,0		2,0		
9					2,5				3,0	4,5		4,0	
10						4,0				4	2,0		4,5
11	2,0						2,5				2,0	4,5	
12		4,0						5,0				3,5	5
13	2,5		2,0						2,0				4,5
<b>Promedio</b>	<b>2,9</b>	<b>4,1</b>	<b>3,4</b>	<b>3,8</b>	<b>3,3</b>	<b>4,4</b>	<b>3,3</b>	<b>4,5</b>	<b>2,6</b>	<b>3,9</b>	<b>2,6</b>	<b>4,1</b>	<b>4,8</b>

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-12. Resultados del análisis sensorial para el atributo Sabor**

Bloques	T 1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
1	3,5	3,5		3,0						3,5			
2		5,0	4,0		4,5						4,5		
3			4,5	3,5		3,5						3,5	
4				3,5	2		2,5						3,5
5	4,0				4	5		3,5					
6		4,5				4,5	3,5		3,5				
7			4,5				3,0	3,0		3,0			
8				4,0				4,0	4,0		3,0		
9					2,5				3	3,5		4,0	
10						4,0				2,5	3		4,5
11	3,5						2,5				2,5	4,0	
12		3,5						3,5				3,5	3,5
13	3,5		4,5						4,5				5,0
<b>Promedio</b>	<b>3,6</b>	<b>4,1</b>	<b>4,4</b>	<b>3,5</b>	<b>3,3</b>	<b>4,3</b>	<b>2,9</b>	<b>3,5</b>	<b>3,8</b>	<b>3,1</b>	<b>3,3</b>	<b>3,8</b>	<b>4,1</b>

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-13. Resultados del análisis sensorial para el atributo Textura**

Bloques	T 1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
1	4,0	4,0		4,0						5,0			
2		4,5	4,0		3,5						4,0		
3			3,5	3,5		4,0						4,0	
4				3	3,5		3,5						3,0
5	4,0				3,5	3,5		3,0					
6		4,0				5,0	4,0		3,5				
7			3,0				4,0	4,0		4,5			
8				3,0				3,0	3,5		5,0		
9					4,5				3,5	4,5		4,0	
10						4,0				4,0	4,0		2,5
11	4,0						3,5				3,0	3,5	
12		4,5						4,0				4,0	3,0
13	3,5		2,5						3,5				3,0
<b>Promedio</b>	<b>3,9</b>	<b>4,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,4</b>	<b>3,8</b>	<b>4,1</b>	<b>3,8</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>4,5</b>	<b>4,0</b>	<b>3,9</b>	<b>2,9</b>

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-14.** Resultados del análisis sensorial para el atributo  
Aceptabilidad

<b>Bloques</b>	<b>T 1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>	<b>T13</b>
<b>1</b>	4,0	4,0		3,5						3,5			
<b>2</b>		5,0	3,5		3,0						4,5		
<b>3</b>			4,0	4,0		3,5						3,5	
<b>4</b>				3,5	3		2,5						3,5
<b>5</b>	4,0				4,5	5,0		4,0					
<b>6</b>		4,5				4,0	3,0		4,0				
<b>7</b>			3,5				3,0	4,5		2,5			
<b>8</b>				4,0				4,0	4,0		3,0		
<b>9</b>					3,0				4,0	3,0		4,0	
<b>10</b>						3,5				3,0	3,0		4,0
<b>11</b>	4,0						2,5				2,5	3,5	
<b>12</b>		4,5						4,5				4,5	3,0
<b>13</b>	3,5		3,5						5,0				3,0
<b>Promedio</b>	<b>3,9</b>	<b>4,5</b>	<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,4</b>	<b>4,0</b>	<b>2,8</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3</b>	<b>3,0</b>	<b>3,3</b>	<b>3,9</b>	<b>3,4</b>

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**Tabla B-15.** Unidades formadoras de colonia (Ufc/gr) Coliformes totales durante los días de ensayo para dos diluciones

Dilución	10 <sup>-2</sup>			10 <sup>-3</sup>		
	Día 0	Día 6	Día 11	Día 0	Día 6	Día 11
<b>a1b1c1</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>a1b1c2</b>	<10	<10	38,00	<10	<10	<10
<b>a1b2c1</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>a1b2c2</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>a1b3c1</b>	12,00	20,00	28,00	<10	<10	<10
<b>a1b3c2</b>	78,00	97,00	160,00	<10	18,00	35,00
<b>a2b1c1</b>	11,00	125,00	200,00	<10	12,00	25,00
<b>a2b1c2</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>a2b2c1</b>	<10	<10	<10	<10	<10	<10
<b>a2b2c2</b>	<10	75,00	160,00	<10	28,00	60,00
<b>a2b3c1</b>	14,00	25,00	156,00	<10	<10	<10
<b>a2b3c2</b>	12,00	38,00	71,00	<10	<10	<10
<b>a0b0c0</b>	11,00	49,00	62,00	<10	<10	<10

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

## TIEMPO DE VIDA DE ANAQUEL

**Tabla B-16.** Pérdida de peso (%) en función del tiempo por cuadruplicado para todas las temperaturas

T (°C)	5°C				15°C				25 °C			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
<b>0</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>3</b>	1,854	1,845	94,349	10,995	2,790	3,757	3,241	2,653	5,651	10,313	4,210	10,995
<b>4</b>	2,422	2,313	93,609	13,807	3,845	5,160	1,382	4,049	6,391	13,140	5,315	13,807
<b>5</b>	2,910	2,714	92,748	16,718	4,598	6,176	0,824	4,806	7,252	16,348	6,664	16,718
<b>6</b>	3,420	3,139	89,583	19,677	5,557	7,402	1,248	5,752	10,417	19,455	8,051	19,677
<b>7</b>	3,905	3,523	86,622	22,489	6,475	8,643	1,125	6,667	13,378	22,385	9,411	22,489

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-17.** Pérdida de peso (%) promedio en función del tiempo para todas las temperaturas

$\Delta P$ (%)	Temperatura		
Tiempo (Días)	5°C	15°C	25°C
0	0,000	0,000	0,000
3	2,070	3,110	7,792
4	2,756	3,609	9,664
5	3,289	4,101	11,745
6	3,851	4,990	14,400
7	4,417	5,727	16,916

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla B-18.** Dureza (g) promedio en función del tiempo para todas las temperaturas

Tiempo (Días)	5°C	15°C	25°C
0	910	910	910
2	839	810	746
4	745	697	618
6	689	590	518
7	610	549	423

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

## PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA

**Tabla B-19.** Valores promedio de ganancia de peso para todas las formulaciones

<b>Horas</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>48</b>	<b>60</b>	<b>72</b>	<b>84</b>	<b>96</b>	<b>108</b>
<b>A</b>	0,000	0,186	0,349	0,501	0,715	0,836	1,026	1,121	1,306	1,396
<b>B</b>	0,000	0,107	0,257	0,370	0,566	0,618	0,785	0,865	1,034	1,118
<b>C</b>	0,000	0,077	0,012	0,015	0,144	0,259	0,436	0,564	0,738	0,808

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

## **ANEXO C**

**CÁLCULOS DE LOS DATOS EXPERIMENTALES:  
BIOQUÍMICOS (pH, SÓLIDOS SOLUBLES, ACIDEZ, ÍNDICE  
DE MADUREZ) Y MICROBIOLÓGICO (COLIFORMES  
TOTALES)**

**Tabla C-1.** Análisis de variación de pH, tiempo inicial y final, ambas réplicas para todos los tratamientos

Tratamientos	R1			R2		
	Día 0	Día 11	Variación	Día 0	Día 11	Variación
a1b1c1	4,29	5,13	-0,84	4,28	5,12	-0,84
a1b1c2	4,28	4,98	-0,70	4,29	4,97	-0,68
a1b2c1	4,28	4,72	-0,44	4,28	4,73	-0,45
a1b2c2	4,27	4,98	-0,71	4,28	4,98	-0,70
a1b3c1	4,20	4,71	-0,51	4,21	4,70	-0,49
a1b3c2	4,27	5,02	-0,75	4,27	5,30	-1,03
a2b1c1	4,32	5,13	-0,81	4,31	5,11	-0,80
a2b1c2	4,24	5,17	-0,93	4,24	5,18	-0,94
a2b2c1	4,29	4,99	-0,70	4,28	5,00	-0,72
a2b2c2	4,36	5,14	-0,78	4,36	5,13	-0,77
a2b3c1	4,13	5,00	-0,87	4,12	5,01	-0,89
a2b3c2	4,28	5,08	-0,80	4,27	5,08	-0,81
a0b0c0	4,28	5,15	-0,87	4,29	5,13	-0,84

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Variación positiva=** acidificación

**Variación negativa=**maduración

**Tabla C-2.** Variación promedio de pH por réplicas para todos los tratamientos

Tratamientos	Variación		
	R1	R2	Promedio
a1b1c1	-0,84	-0,84	-0,84
a1b1c2	-0,70	-0,68	-0,69
a1b2c1	-0,44	-0,45	-0,45
a1b2c2	-0,71	-0,70	-0,71
a1b3c1	-0,51	-0,49	-0,50
a1b3c2	-0,75	-1,03	-0,89
a2b1c1	-0,81	-0,80	-0,81
a2b1c2	-0,93	-0,94	-0,94
a2b2c1	-0,70	-0,72	-0,71
a2b2c2	-0,78	-0,77	-0,77
a2b3c1	-0,87	-0,89	-0,88
a2b3c2	-0,80	-0,81	-0,81
a0b0c0	-0,87	-0,84	-0,86

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Variación positiva=** acidificación

**Variación negativa=**maduración

**Tabla C-3.** Análisis de variación de Sólidos solubles, tiempo inicial y final, ambas réplicas para todos los tratamientos

Tratamientos	R1			R2		
	Día 0	Día 11	Variación	Día 0	Día 11	Variación
a1b1c1	4,0	6,0	-2,0	4,0	6,3	-2,3
a1b1c2	4,0	5,0	-1,0	4,0	5,0	-1,0
a1b2c1	4,0	4,8	-0,8	4,0	4,7	-0,7
a1b2c2	4,2	5,0	-0,8	4,1	5,0	-0,9
a1b3c1	4,0	7,0	-3,0	4,0	7,2	-3,2
a1b3c2	4,2	5,2	-1,0	4,0	5,3	-1,3
a2b1c1	4,0	5,3	-1,3	4,0	5,2	-1,2
a2b1c2	4,0	5,3	-1,3	4,1	5,1	-1,0
a2b2c1	4,0	6,0	-2,0	4,0	6,2	-2,2
a2b2c2	4,0	5,5	-1,5	4,0	5,5	-1,5
a2b3c1	4,2	6,2	-2,0	4,2	6,3	-2,1
a2b3c2	3,2	4,6	-1,4	3,2	4,7	-1,5
a0b0c0	3,0	5,0	-2,0	3,2	5,2	-2,0

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Variación positiva=** acidificación

**Variación negativa=** maduración

**Tabla C-4.** Variación promedio de Sólidos solubles por réplicas para todos los tratamientos

Tratamientos	Variación		
	R1	R2	Promedio
a1b1c1	-2,0	-2,3	-2,2
a1b1c2	-1,0	-1,0	-1,0
a1b2c1	-0,8	-0,7	-0,8
a1b2c2	-0,8	-0,9	-0,9
a1b3c1	-3,0	-3,2	-3,1
a1b3c2	-1,0	-1,3	-1,2
a2b1c1	-1,3	-1,2	-1,3
a2b1c2	-1,3	-1,0	-1,2
a2b2c1	-2,0	-2,2	-2,1
a2b2c2	-1,5	-1,5	-1,5
a2b3c1	-2,0	-2,1	-2,1
a2b3c2	-1,4	-1,5	-1,5
a0b0c0	-2,0	-2,0	-2,0

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Variación positiva=** acidificación

**Variación negativa=** maduración

**Tabla C-5.** Análisis de variación de Acidez, tiempo inicial y final, ambas réplicas para todos los tratamientos

Tratamientos	R1			R2		
	Día 0	Día 11	Variación	Día 0	Día 11	Variación
<b>a1b1c1</b>	0,505	0,367	0,1	0,482	0,383	0,1
<b>a1b1c2</b>	0,459	0,264	0,2	0,487	0,287	0,2
<b>a1b2c1</b>	0,512	0,365	0,1	0,541	0,372	0,2
<b>a1b2c2</b>	0,332	0,266	0,1	0,295	0,289	0,0
<b>a1b3c1</b>	0,387	0,350	0,0	0,353	0,322	0,0
<b>a1b3c2</b>	0,432	0,250	0,2	0,417	0,265	0,2
<b>a2b1c1</b>	0,478	0,243	0,2	0,438	0,220	0,2
<b>a2b1c2</b>	0,417	0,300	0,1	0,395	0,284	0,1
<b>a2b2c1</b>	0,476	0,448	0,0	0,454	0,433	0,0
<b>a2b2c2</b>	0,297	0,201	0,1	0,275	0,224	0,1
<b>a2b3c1</b>	0,369	0,379	0,0	0,359	0,393	0,0
<b>a2b3c2</b>	0,329	0,311	0,0	0,345	0,296	0,0
<b>a0b0c0</b>	0,493	0,333	0,2	0,518	0,342	0,2

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Variación positiva=** maduración

**Variación negativa=**acidificación

**Tabla C-6.** Variación promedio de Acidez por réplicas para todos los tratamientos

Tratamientos	Variación		
	R1	R2	Promedio
<b>a1b1c1</b>	0,1	0,1	0,1
<b>a1b1c2</b>	0,2	0,2	0,2
<b>a1b2c1</b>	0,1	0,2	0,2
<b>a1b2c2</b>	0,1	0,0	0,0
<b>a1b3c1</b>	0,0	0,0	0,0
<b>a1b3c2</b>	0,2	0,2	0,2
<b>a2b1c1</b>	0,2	0,2	0,2
<b>a2b1c2</b>	0,1	0,1	0,1
<b>a2b2c1</b>	0,0	0,0	0,0
<b>a2b2c2</b>	0,1	0,1	0,1
<b>a2b3c1</b>	0,0	0,0	0,0
<b>a2b3c2</b>	0,0	0,0	0,0
<b>a0b0c0</b>	0,2	0,2	0,2

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

**Variación positiva=** maduración

**Variación negativa=**acidificación

**Tabla C-7.** Análisis de variación del Índice de Madurez, tiempo inicial y final, ambas réplicas para todos los tratamientos

Tratamientos	R1			R2		
	Día 0	Día 11	Variación	Día 0	Día 11	Variación
<b>a1b1c1</b>	7,925	16,350	-8,4	8,306	16,434	-8,1
<b>a1b1c2</b>	8,722	18,960	-10,2	8,219	17,443	-9,2
<b>a1b2c1</b>	7,811	13,144	-5,3	7,392	12,636	-5,2
<b>a1b2c2</b>	12,637	18,823	-6,2	13,908	17,329	-3,4
<b>a1b3c1</b>	10,337	20,028	-9,7	11,323	22,332	-11,0
<b>a1b3c2</b>	9,726	20,792	-11,1	9,597	20,014	-10,4
<b>a2b1c1</b>	8,374	21,824	-13,5	9,142	23,669	-14,5
<b>a2b1c2</b>	9,589	17,666	-8,1	10,382	17,957	-7,6
<b>a2b2c1</b>	8,411	13,393	-5,0	8,818	14,310	-5,5
<b>a2b2c2</b>	13,475	27,299	-13,8	14,524	24,549	-10,0
<b>a2b3c1</b>	11,394	16,356	-5,0	11,691	16,041	-4,3
<b>a2b3c2</b>	9,715	14,782	-5,1	9,265	15,898	-6,6
<b>a0b0c0</b>	6,090	15,000	-8,9	6,183	15,194	-9,0

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Variación positiva=** acidificación

**Variación negativa=**maduración

**Tabla C-8.** Variación promedio del Índice de Madurez por réplicas para todos los tratamientos

Tratamientos	Variación		
	R1	R2	Promedio
<b>a1b1c1</b>	-8,4	-8,1	-8,3
<b>a1b1c2</b>	-10,2	-9,2	-9,7
<b>a1b2c1</b>	-5,3	-5,2	-5,3
<b>a1b2c2</b>	-6,2	-3,4	-4,8
<b>a1b3c1</b>	-9,7	-11,0	-10,4
<b>a1b3c2</b>	-11,1	-10,4	-10,7
<b>a2b1c1</b>	-13,5	-14,5	-14,0
<b>a2b1c2</b>	-8,1	-7,6	-7,8
<b>a2b2c1</b>	-5,0	-5,5	-5,2
<b>a2b2c2</b>	-13,8	-10,0	-11,9
<b>a2b3c1</b>	-5,0	-4,3	-4,7
<b>a2b3c2</b>	-5,1	-6,6	-5,9
<b>a0b0c0</b>	-8,9	-9,0	-9,0

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Variación positiva=** acidificación

**Variación negativa=**maduración

**Tabla C-9.** Análisis de variación del crecimiento microbiano (Ufc/gr)  
Coliformes totales para todos los tratamientos

Tratamientos	10 <sup>-2</sup>			10 <sup>-3</sup>		
	Día 0	Día 11	Variación	Día 0	Día 11	Variación
<b>a1b1c1</b>	<10	<10	-	<10	<10	-
<b>a1b1c2</b>	<10	38,00	-	<10	<10	-
<b>a1b2c1</b>	<10	<10	-	<10	<10	-
<b>a1b2c2</b>	<10	<10	-	<10	<10	-
<b>a1b3c1</b>	12,00	28,00	-16,00	<10	<10	-
<b>a1b3c2</b>	78,00	160,00	-82,00	<10	35,00	-35,00
<b>a2b1c1</b>	11,00	200,00	-189,00	<10	25,00	-25,00
<b>a2b1c2</b>	<10	<10	-	<10	<10	-
<b>a2b2c1</b>	<10	<10	-	<10	<10	-
<b>a2b2c2</b>	<10	160,00	-	<10	60,00	-60,00
<b>a2b3c1</b>	14,00	156,00	-142,00	<10	<10	-
<b>a2b3c2</b>	12,00	71,00	-59,00	<10	<10	-
<b>a0b0c0</b>	11,00	62,00	-51,00	<10	<10	-

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Variación negativa=**crecimiento

## **ANEXO D**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS DATOS  
EXPERIMENTALES (STATGRAPHICS): BIOQUÍMICOS (pH,  
SÓLIDOS SOLUBLES, ACIDEZ, ÍNDICE DE MADUREZ),  
SENSORIAL Y MICROBIOLÓGICO (COLIFORMES  
TOTALES)**

## ANOVA ANÁLISIS BIOQUÍMICO

**Tabla D-1.** Análisis de Varianza para pH

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Glicerol	0,11	1	0,11	35,46	0,0001*
B:Tipo de AE	0,08	2	0,04	13,19	0,0009*
C:Modo de aplicación	0,11	1	0,11	34,62	0,0001*
INTERACCIONES					
AB	0,01	2	0,00	2,40	0,1327
AC	0,01	1	0,01	4,23	0,0622
BC	0,10	2	0,05	16,31	0,0004*
ABC	0,08	2	0,04	12,94	0,0010*
RESIDUOS	0,03	12	0,00		
TOTAL (CORREGIDO)	0,58	23			

(\*)  $P \leq 0,05$ . Existe diferencia significativa.

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-2.** Prueba de comparación de Tukey para pH por Glicerol

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Glicerol</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	12	4,94	0,01	b
10	12	5,08	0,01	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-3.** Prueba de comparación de Tukey para pH por Tipo de AE

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tipo de AE</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
orégano	8	4,95	0,02	b
clavo	8	4,98	0,02	b
salvia	8	5,09	0,02	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-4.** Prueba de comparación de Tukey para pH por Modo de aplicación

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Modo de aplicación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
directa	12	4,94	0,01	b
indirecta	12	5,08	0,01	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-5.** Análisis de Varianza para Sólidos solubles

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Glicerol	0,01	1	0,01	1,38	0,2621
B:Tipo AE	1,06	2	0,53	49,19	0,0000*
C:Modo de aplicación	4,16	1	4,16	384,62	0,0000*
INTERACCIONES					
AB	2,99	2	1,49	138,12	0,0000*
AC	0,04	1	0,04	3,85	0,0735
BC	2,56	2	1,28	118,42	0,0000*
ABC	0,95	2	0,47	44,12	0,0000*
RESIDUOS	0,13	12	0,01		
TOTAL (CORREGIDO)	11,93	23			

(\*)  $P \leq 0,05$ . Existe diferencia significativa.

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-6.** Prueba de comparación de Tukey para Sólidos solubles por Glicerol

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Glicerol</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10	12	5,49	0,03	a
5	12	5,54	0,03	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-7.** Prueba de comparación de Tukey para Sólidos solubles por Tipo AE

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tipo AE</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
orégano	8	5,33	0,03	b
salvia	8	5,40	0,03	b
clavo	8	5,81	0,03	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-8.** Prueba de comparación de Tukey para Sólidos solubles por Modo de aplicación

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Modo de aplicación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
indirecta	12	5,10	0,03	b
directa	12	5,93	0,03	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-9.** Análisis de Varianza para Acidez

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Glicerol	0,00	1	0,00	0,53	0,4798
B:Tipo AE	0,00	2	0,00	12,82	0,0011*
C:Modo de aplicación	0,04	1	0,04	248,72	0,0000*
INTERACCIONES					
AB	0,01	2	0,00	34,91	0,0000*
AC	0,00	1	0,00	0,33	0,5744
BC	0,01	2	0,00	54,59	0,0000*
ABC	0,02	2	0,01	61,31	0,0000*
RESIDUOS	0,00	12	0,00		
TOTAL (CORREGIDO)	0,10	23			

(\*)  $P \leq 0,05$ . Existe diferencia significativa.

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-10.** Prueba de comparación de Tukey para Acidez por Glicerol

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Glicerol</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
10	12	0,31	0,00	a
5	12	0,31	0,00	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-11.** Prueba de comparación de Tukey para Acidez por Tipo AE

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tipo AE</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
salvia	8	0,29	0,01	b
clavo	8	0,32	0,01	a
orégano	8	0,32	0,01	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-12.** Prueba de comparación de Tukey para Acidez por Modo de aplicación

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Modo de aplicación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
indirecta	12	0,26	0,00	b
directa	12	0,35	0,00	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-13.** Análisis de Varianza para Índice de Madurez

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Glicerol	3,72	1	3,72	3,74	0,0772
B:Tipo de AE	4,87	2	2,43	2,44	0,1290
C:Modo de aplicación	26,03	1	26,03	26,09	0,0003*
INTERACCIONES					
AB	103,30	2	51,65	51,76	0,0000*
AC	0,00	1	0,00	0,00	0,9807
BC	129,11	2	64,55	64,70	0,0000*
ABC	46,45	2	23,22	23,28	0,0001*
RESIDUOS	11,97	12	0,99		
TOTAL (CORREGIDO)	325,49	23			

(\*)  $P \leq 0,05$ . Existe diferencia significativa.

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-14.** Prueba de comparación de Tukey para Índice de Madurez por Glicerol

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Glicerol</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
5	12	17,85	0,28	a
10	12	18,64	0,28	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-15.** Prueba de comparación de Tukey para Índice de Madurez por Tipo de AE

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Tipo de AE</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
orégano	8	17,68	0,35	a
clavo	8	18,28	0,35	a
salvia	8	18,78	0,35	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-16.** Prueba de comparación de Tukey para Índice de Madurez por Modo de aplicación

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Modo de aplicación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
directa	12	17,20	0,28	b
indirecta	12	19,29	0,28	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla D-17.** Análisis de Varianza para Color

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Bloques	1,60	12	0,13	0,72	0,7200
B: tratamientos	38,10	12	3,17	17,08	0,0000*
RESIDUOS	5,01	27	0,18		
TOTAL (CORREGIDO)	53,32	51			

(\*)  $P \leq 0,05$ . Existe diferencia significativa.

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

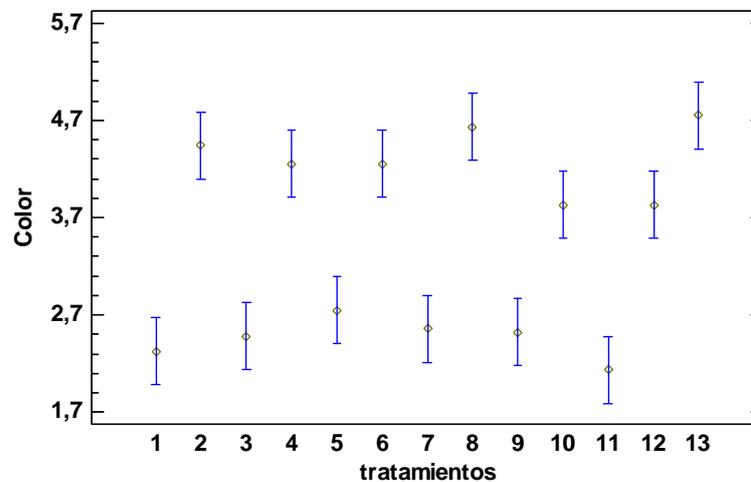
**Tabla D-18.** Prueba comparación LSD para Color por tratamientos

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a2b3c1	4	2,13	0,23	c
a1b1c1	4	2,32	0,23	c
a1b2c1	4	2,48	0,23	c
a2b2c1	4	2,51	0,23	c
a2b1c1	4	2,55	0,23	c
a1b3c1	4	2,75	0,23	c
a2b2c2	4	3,82	0,23	b
a2b3c2	4	3,82	0,23	b
a1b3c2	4	4,25	0,23	ba
a1b2c2	4	4,25	0,23	ba
a1b1c2	4	4,44	0,23	ba
a2b1c2	4	4,63	0,23	a
a0b0c0	4	4,75	0,23	a

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**Figura D-1.** Medias en prueba de comparación de Fisher LSD para todos los tratamientos del atributo color

**Tabla D-19.** Análisis de Varianza para Olor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Bloques	10,92	12	0,91	2,57	0,0205*
B: Tratamientos	22,04	12	1,83	5,18	0,0002*
RESIDUOS	9,57	27	0,35		
TOTAL (CORREGIDO)	44,76	51			

(\*)  $P \leq 0,05$ . Existe diferencia significativa.

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

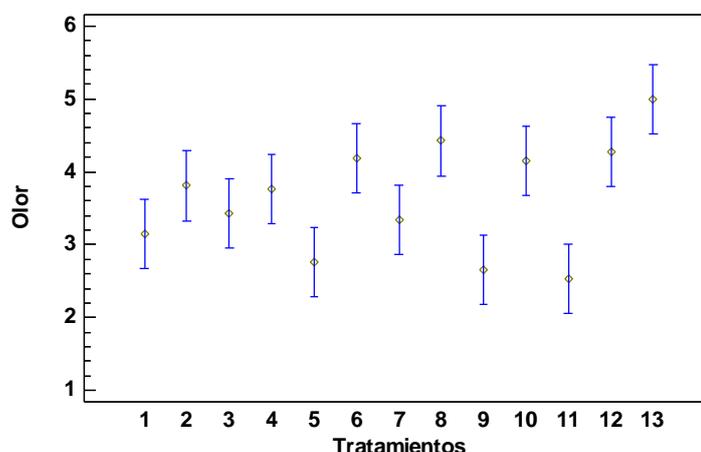
**Tabla D-20.** Prueba comparación LSD para Olor por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a2b3c1	4	2,53	0,32	e
a2b2c1	4	2,65	0,32	e
a1b3c1	4	2,76	0,32	e
a1b1c1	4	3,15	0,32	ed
a2b1c1	4	3,34	0,32	edc
a1b2c1	4	3,42	0,32	edc
a1b2c1	4	3,76	0,32	dcb
a1b1c2	4	3,80	0,32	dcb
a2b2c2	4	4,15	0,32	cba
a1b3c2	4	4,19	0,32	cba
a2b3c2	4	4,26	0,32	cba
a2b1c2	4	4,42	0,32	ba
a0b0c0	4	5,00	0,32	a

Elaborado por: Diana Sandoval, 2014.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**Figura D-2.** Medias en prueba de comparación de Fisher LSD para todos los tratamientos del atributo olor

**Tabla D-21. Análisis de Varianza para Sabor**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Bloques	8,75	12	0,72	2,98	0,0090*
B: Tratamientos	7,75	12	0,64	2,64	0,0177*
RESIDUOS	6,61	27	0,24		
TOTAL (CORREGIDO)	25,76	51			

(\*)  $P \leq 0,05$ . Existe diferencia significativa.

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

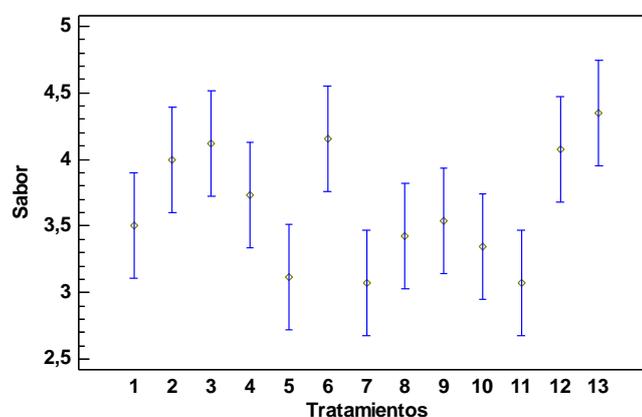
**Tabla D-22. Prueba comparación LSD para Sabor por Tratamientos**

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a2b1c1	4	3,07	0,27	d
a2b3c1	4	3,07	0,27	d
a1b3c1	4	3,11	0,27	d
a2b2c2	4	3,34	0,27	dc
a2b1c2	4	3,42	0,27	dcb
a1b1c1	4	3,50	0,27	dcb
a2b2c1	4	3,53	0,27	dcb
a1b2c2	4	3,73	0,27	dcba
a1b1c2	4	4,00	0,27	cba
a2b3c2	4	4,07	0,27	cba
a1b2c1	4	4,11	0,27	cba
a1b3c2	4	4,15	0,27	ba
a0b0c0	4	4,34	0,27	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**Figura D-3. Medias en prueba de comparación de Fisher LSD para todos los tratamientos del atributo sabor**

**Tabla D-23. Análisis de Varianza para Textura**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Bloques	3,34	12	0,27	1,48	0,1928
B: Tratamientos	6,97	12	0,58	3,08	0,0074*
RESIDUOS	5,09	27	0,18		
TOTAL (CORREGIDO)	17,74	51			

(\*)  $P \leq 0,05$ . Existe diferencia significativa.

**Elaborado por:** Diana Sandoval

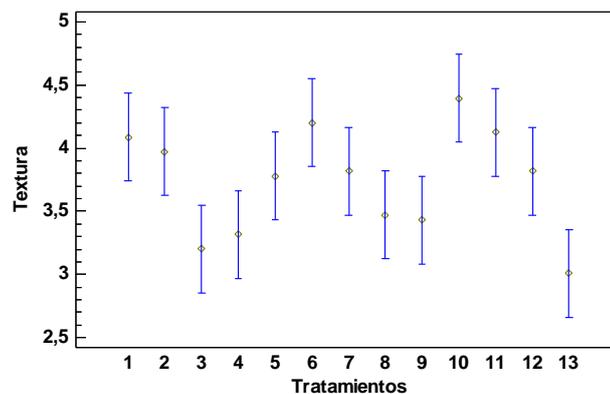
**Tabla D-24. Prueba comparación LSD para Textura por Tratamientos**

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a0b0c0	4	3,00	0,23	e
a1b2c1	4	3,20	0,23	ed
a1b2c2	4	3,31	0,23	edc
a2b2c1	4	3,43	0,23	edcb
a2b1c2	4	3,47	0,23	edcb
a1b3c1	4	3,77	0,23	dcba
a2b1c1	4	3,81	0,23	dcba
a2b3c2	4	3,81	0,23	dcba
a1b1c2	4	3,97	0,23	cba
a1b1c1	4	4,08	0,23	ba
a2b3c1	4	4,12	0,23	ba
a1b3c2	4	4,20	0,23	a
a2b2c2	4	4,39	0,23	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**Figura D-4. Medias en prueba de comparación de Fisher LSD para todos los tratamientos del atributo textura**

**Tabla D-25.** Análisis de Varianza para Aceptabilidad

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	8,7596	12	0,7299	2,79	0,0130*
B:Bloques	2,6346	12	0,2195	0,84	0,6110
RESIDUOS	7,0528	27	0,2612		
TOTAL (CORREGIDO)	22,5144	51			

(\*)  $P \leq 0,05$ . Existe diferencia significativa.

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

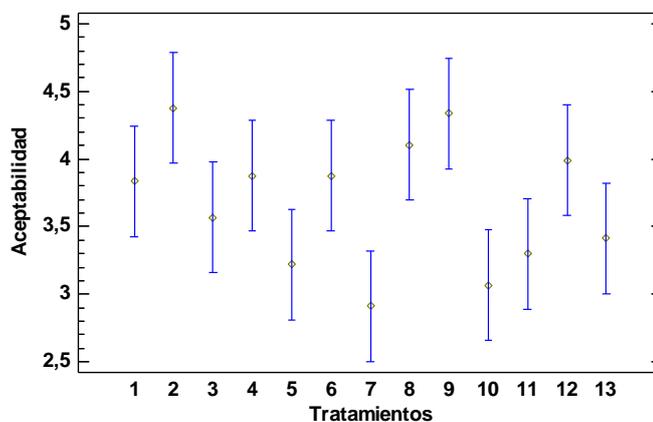
**Tabla D-26.** Prueba comparación LSD para Aceptabilidad por Tratamientos

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
a2b1c1	4	2,91	0,28	e
a2b2c2	4	3,06	0,28	ed
a1b3c1	4	3,22	0,28	edc
a2b3c1	4	3,29	0,28	edcb
a0b0c0	4	3,41	0,28	edcb
a1b2c1	4	3,56	0,28	edcba
a1b1c1	4	3,83	0,28	dcba
a1b2c2	4	3,87	0,28	dcba
a1b3c2	4	3,87	0,28	dcba
a2b3c2	4	3,99	0,28	cba
a2b1c2	4	4,10	0,28	ba
a2b2c1	4	4,33	0,28	a
a1b1c2	4	4,37	0,28	a

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

Medias y 95,0% de Fisher LSD



**Figura D-5.** Medias en prueba de comparación de Fisher LSD para todos los tratamientos del atributo aceptabilidad

**ANEXO E**  
**BALANCE DE COSTOS PARA PELÍCULA COMESTIBLE**

**Costo de producción del mejor tratamiento (Glicerol 5%, aceite esencial de orégano y aplicación directa) a1b2c1**

**Tabla E-1. Costos variables**

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
Tomate hortícola fresco	Kg	100,00	0,80	80,00
Glicerol	Kg	1,00	1,80	1,80
Aceite esencial orégano	ml	5,00	1,10	5,50
Proteína láctea sérica	Kg	1,00	2,50	2,50
Almidón modificado de maíz	Kg	1,00	1,50	1,50
Matabisulfito de sodio	g	25,00	0,02	0,50
Cloro	g	25,00	0,02	0,50
Envases plásticos	unidades	100,00	0,06	6,00
Costo por maquila	Kg	100,00	0,20	20,00
Costo mano de obra	Kg	100,00	0,15	15,00
<b>Total</b>				<b>133,30</b>

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**Tabla E-2. Estimación Costo de venta**

<b>Costo Total (\$)</b>	133,30
<b>Costo Unitario</b>	1,33
<b>Precio de fábrica (Funda 1 kg)</b>	1,73
<b>Utilidad por funda (\$)</b>	0,40
<b>Utilidad total (\$)</b>	13,20
<b>PVP Aproximado (\$)</b>	2,08

**Elaborado por:** Diana Sandoval, 2014.

**ANEXO F**  
**RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE TEXTURA**

## ANEXO F-1. Resultado Dureza efectuado Laboratorios LACONAL Tiempo (Día cero)

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS <b>LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS</b>					
Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400987 Correo: laconal@hotmail.com						
<b>CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>						
<b>Certificado No: 14-049</b>		R01-5.10 06				
Solicitud N°: 14-049		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 14 febrero 2014		Fecha de ejecución de ensayos:				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0503620361					
Representante: Diana Elizabeth Sandoval Garzón	Tlf: 0987484397					
Dirección: Río Ambato y Río Nagsiche	Email: dianasa_21@hotmail.com					
Ciudad: Ambato						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Tomate Riñon	Peso: 75 g					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: Bandeja plástica					
Lote: n/a	No de muestras: Una					
F. Elab.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: n/a					
Cierres seguridad: Ninguno X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 14feb2014					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Tomate Riñon	4914122	T- 0 dias	Ciclo Dureza 1	Texturómetro BROOKFIELD	g	910
			Ciclo Dureza 2		g	89
			Firmeza		g	91
			Masticabilidad		mJ	7,1
Conds. Ambientales: 20.2°C; 50%HR						
			DIRECTOR DE CALIDAD  Ing. Marcelo Soria V. Director de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						

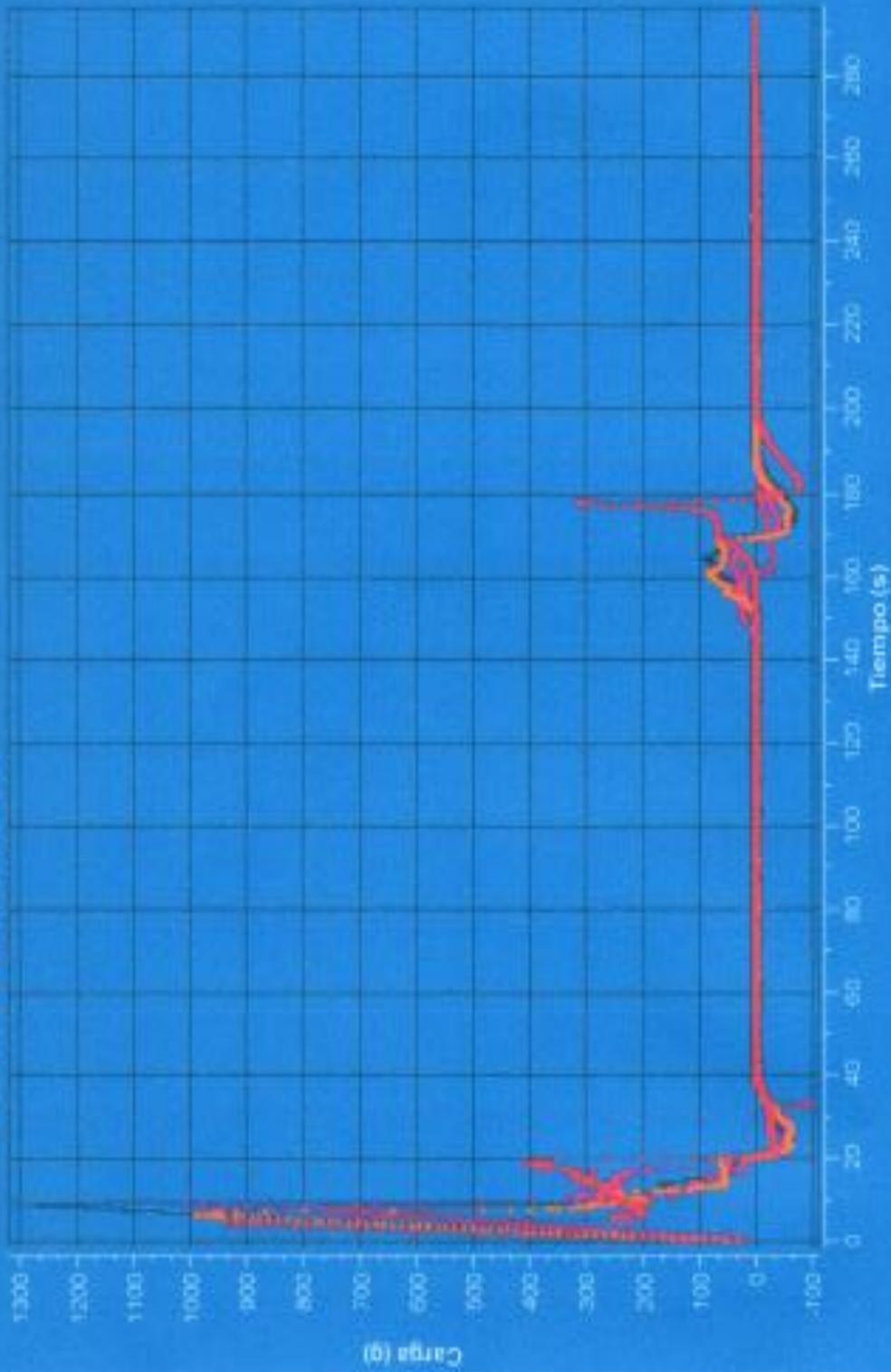
Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

## INFORME ESTADISTICO

#	Descripción Muestra Nombre Producto	N° lote	N° muestra:	Resultados			Firmeza	Masticabilidad
				Ciclo 1 Dureza	Ciclo 2 Dureza	Firmeza		
1	Tomate Ríñon	T-0 días	1	934	314	150	11,3	
2	Tomate Ríñon	T-0 días	2	991	84	150	11,7	
3	Tomate Ríñon	T-0 días	3	774	45	60	4,4	
4	Tomate Ríñon	T-0 días	4	1007	54	78	6,6	
5	Tomate Ríñon	T-0 días	5	1308	88	151	12,2	
6	Tomate Ríñon	T-0 días	6	606	31	42	2,9	
7	Tomate Ríñon	T-0 días	7	1215	105	143	11,3	
8	Tomate Ríñon	T-0 días	8	1282	34	66	5,3	
9	Tomate Ríñon	T-0 días	9	633	42	48	3,6	
10	Tomate Ríñon	T-0 días	10	353	10	21	1,6	
				<b>Mínimo</b>	10	21	1,6	
				<b>Máximo</b>	1308	151	12,2	
				<b>Promedio</b>	910	91	7,1	
				<b>Desviación Estándar</b>	317	52	4,1	

Brookfield Engineering Labs



- Archivo Datos
- 1 Carg. nº 1 Datos Carga (g)
  - 2 Carg. nº 2 Datos Carga (g)
  - 3 Carg. nº 3 Datos Carga (g)
  - 4 Carg. nº 4 Datos Carga (g)
  - 5 Carg. nº 5 Datos Carga (g)

- Producto / Lote nº / Muestra nº
- Carg. nº 1 Datos Tomate Rifón / T-0 clas / 1
  - Carg. nº 2 Datos Tomate Rifón / T-0 clas / 2
  - Carg. nº 3 Datos Tomate Rifón / T-0 clas / 3
  - Carg. nº 4 Datos Tomate Rifón / T-0 clas / 4
  - Carg. nº 5 Datos Tomate Rifón / T-0 clas / 5

## ANEXO F-2. Resultado Dureza efectuado Laboratorios LACONAL Tiempo (Día cuatro)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS**



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400987 Correo: laconal@hotmail.com

### CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

<b>Certificado No: 14-052</b>		R01-5.10 06				
Solicitud N°: 14-052		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 18 febrero 2014		Fecha de ejecución de ensayos: 19 febrero 2014				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0503620361					
Representante: Diana Elizabeth Sandoval Garzón	Tlf: 0987484397					
Dirección: Río Ambato y Río Nagsiche	Email: dianasa_21@hotmail.com					
Ciudad: Ambato						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Tomate Riñon	Peso: 56 g, 72 g					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: Bandeja plástica					
Lote: n/a	No de muestras: Dos					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: n/a					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 18feb2014					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Tomate Riñon	5214126	T-4 días 25°C	Ciclo Dureza 1	Texturómetro BROOKFIELD	g	433
			Ciclo Dureza 2		g	30
			Firmeza		g	20
			Masticabilidad		mJ	1.3
Tomate Riñon	5214127	T-4 días 5°C	Ciclo Dureza 1	Texturómetro BROOKFIELD	g	610
			Ciclo Dureza 2		g	62
			Firmeza		g	58
			Masticabilidad		mJ	5.1
Conds. Ambientales: 20.2°C; 51%HR						
			<b>DIRECTOR DE CALIDAD</b> Ing. Marcelo Soria V. Director de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: SI						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.  
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

Documento original de LACONAL.

**ANEXO F-3. Resultado Dureza efectuado Laboratorios LACONAL Tiempo  
(Día 7)**



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
UNIDAD DE INVESTIGACION Y DESARROLLO EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS**



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2400987 Correo: laconal@hotmail.com

**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**

<b>Certificado No: 14-059</b>		R01-5.10 06				
Solicitud N°: 14-059		Pag: 1 de 1				
Fecha recepción: 21 febrero 2014		Fecha de ejecución de ensayos: 21 febrero 2014				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa: n/a	C.I./RUC: 0503620361					
Representante: Diana Elizabeth Sandoval Garzón	TIE: 0987484397					
Dirección: Río Ambato y Río Nagsiche	Email: dianasa_21@hotmail.com					
Ciudad: Ambato						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Tomate Riñon	Peso: 73g, 68g					
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: Bandeja plástica					
Lote: n/a	No de muestras: Dos					
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: n/a					
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 21feb2014					
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Tomate Riñon	5914136	T-7 días 25°C	Ciclo Dureza 1	Texturómetro BROOKFIELD	g	<b>549</b>
			Ciclo Dureza 2		g	<b>41</b>
			Firmeza		g	<b>24</b>
			Masticabilidad		mJ	<b>1.6</b>
Tomate Riñon	5914137	T-7 días 5°C	Ciclo Dureza 1	Texturómetro BROOKFIELD	g	<b>609</b>
			Ciclo Dureza 2		g	<b>39</b>
			Firmeza		g	<b>51</b>
			Masticabilidad		mJ	<b>4.4</b>
Conds. Ambientales: 19.9°C; 51%HR						
			DIRECTOR DE CALIDAD Ing. Marcelo Soría V. Director de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: SI						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.  
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

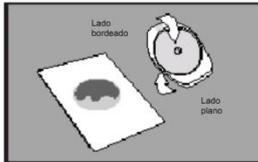
"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

**ANEXO G**  
**MÉTODOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS**  
**MICROBIOLÓGICO**

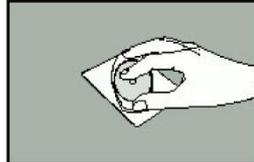
## ANEXO G-1. Recomendaciones de uso Placas Petrifilm 3M

### 3M Placas Petrifilm<sup>MR</sup> para el Recuento de Coliformes Totales

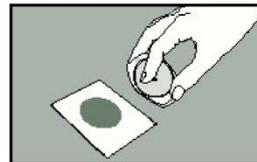
#### Recomendaciones de uso



**10** Con el lado plano hacia abajo coloque el dispensador o esparcidor sobre la película superior, como atrapando el inóculo.

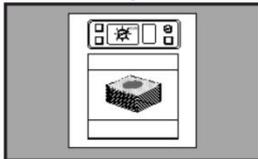


**11** Presione suavemente el dispensador o esparcidor para distribuir el inóculo sobre el área circular. No gire, ni deslice el dispensador. Recuerde distribuir el inóculo antes de inocular una siguiente placa.



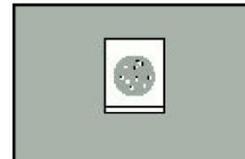
**12** Levante el dispensador o esparcidor. Espere por lo menos 1 minuto a que se solidifique el gel y proceda a la incubación.

#### INCUBACIÓN

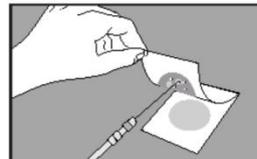


**13** Incube las placas cara arriba en grupos de hasta 20 unidades de altura. Puede ser necesario humectar el ambiente de la incubadora con un pequeño recipiente con agua estéril, para minimizar la pérdida de humedad.

#### INTERPRETACIÓN



**14** Las placas Petrifilm<sup>MR</sup> pueden ser contadas en un contador de colonias estándar u otro tipo lupa con luz. Referirse a la Guía de interpretación para leer los resultados.



**15** Las colonias pueden ser aisladas para identificación posterior. Levante el film superior y repicar la colonia del gel.

El tiempo de incubación y la temperatura varían según el método. Los métodos comúnmente aprobados son:

- **AOAC método oficial 986.33 y 989.10**  
(leche y productos lácteos)  
Incubar 24 hrs. (+/- 2 hrs) a 32°C (+/- 1°C)
- **AOAC método oficial 991.14**  
Incubar 24 hrs. (+/- 2 hrs) a 32°C (+/- 1°C)
- **NMK método 147.1993**  
Incubar 24 hrs. (+/- 2 hrs) a 37°C (+/- 1°C)
- **AFNOR método validado 3M 01/2-09/89 A y B**  
Incubar 24 hrs. (+/- 2 hrs) a 30°C (+/- 1°C)

Coliformes termotolerantes (fecales)

- **AFNOR método validado 3M 01/2-09/89C**  
Incubar 24 hrs. (+/- 2 hrs) a 44°C (+/- 1°C)

**MICROLABS**

## Comentarios Adicionales:

Si tiene preguntas llame al 1-651-733-7562 o al Representante de Ventas 3M más cercano a usted

3M Microbiology  
3M center, Bldg. 275-5W-05  
St. Paul, MN 55144-1000  
USA  
1800-228-3957  
[microbiology@mmm.com](mailto:microbiology@mmm.com)  
[www.3M.com/microbiology](http://www.3M.com/microbiology)

Petrifilm es una marca registrada de 3M  
Impreso en:  
Revisión: 2003-04  
Referencia: 70-2008-8100-4  
© **3M**

**MICROLABS**

## Anexo G-2. Guía de Interpretación Placas petrifilm 3M

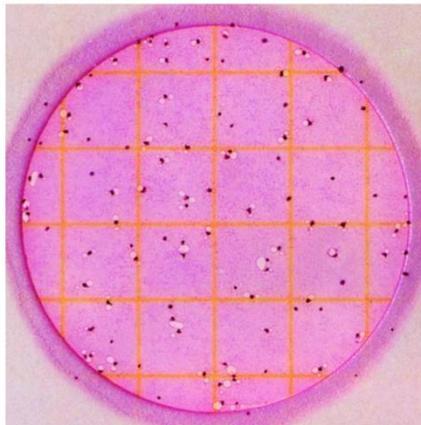
### **3M** Placas Petrifilm<sup>MR</sup> para el Recuento de Coliformes Totales

Guía de interpretación

Esta guía lo familiarizará con las Placas Petrifilm<sup>MR</sup> para el Recuento de Coliformes Totales. Para mayor información contáctese con el representante autorizado de productos microbiológicos de 3M más cercano.

La Placa Petrifilm<sup>MR</sup> para Recuento de Coliformes Totales (Coliform Count CC) contiene nutrientes de bilis rojo violeta (VRB), un agente gelificante en agua fría y un indicador (TTC = tri-phenyl tetrazolium chloride) que facilita la enumeración de las colonias. La lámina superior atrapa el gas producido por la fermentación de la lactosa de los Coliformes.

La AOAC internacional y el Manual de Bacteriología analítica (BAM) de la US FDA define Coliformes como bacilos Gram negativos que producen ácido y gas de la fermentación metabólica de la lactosa. Las colonias de Coliformes en las Placas Petrifilm<sup>MR</sup> CC durante su crecimiento van generando ácido, por lo que el indicador de pH va oscureciendo el color del gel. El gas queda atrapado alrededor de la colonia confirmando la presencia de un coliforme.



**Conteo de Coliformes totales = 69.**

Según AOAC internacional (colonias con gas)

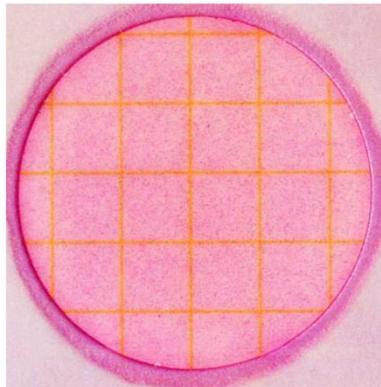
La identificación de los Coliformes puede variar por país (observe en las recomendaciones de uso sección incubación tiempo y temperaturas que se encuentran aprobadas).

Según la norma AFNOR se deberán contar todas las colonias con y sin gas. Verifique según las normas locales de su país la aplicación del sistema de conteo y referencia.

**MICROLABS**

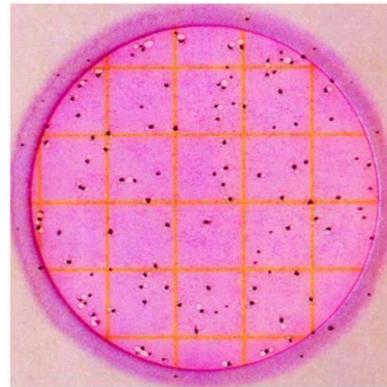
# 3M Placas Petrifilm<sup>MR</sup> para el Recuento de Coliformes Totales

Guía de interpretación



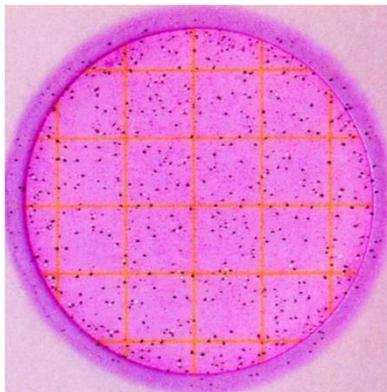
Conteo de Coliformes Totales = 0

Observe el cambio del color del gel desde la figura 2 hasta el 5. Mientras el conteo de Coliformes aumenta el color del gel se oscurece. Las burbujas de fondo son características del gel y no son resultado del crecimiento de Coliformes.



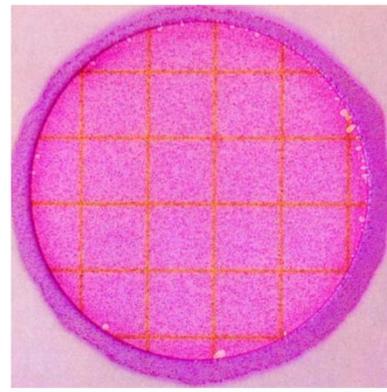
Conteo de Coliformes Totales = 79

El rango de conteo para la población total de Coliformes en la Placa Petrifilm<sup>MR</sup> CC es de 15 – 150. No cuente las colonias que han crecido en la zona de hule espuma por cuanto han sido removidas de la influencia del medio.



Conteo de Coliformes Totales = 220 "estimado"

El área circular de crecimiento es de 20 cm<sup>2</sup> aproximadamente. Conteos estimados pueden hacerse en placas que contengan más de 150 colonias, a través del conteo de cuadros representativos y determinando el promedio por cuadrado. Multiplique el promedio por 20 y determine el valor estimado por placa.



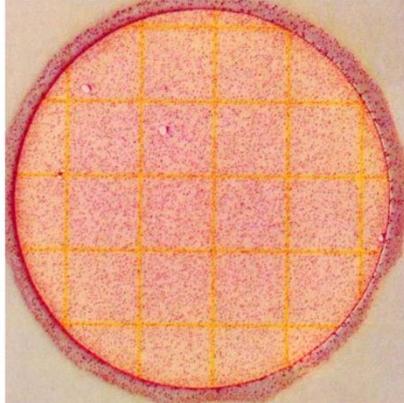
Conteo de Coliformes Totales = MNPC

La Placa Petrifilm<sup>MR</sup> CC con crecimiento excesivo (MNPC = muy numeroso para contar) tienen una de las siguientes características: Muchas colonias pequeñas, muchas burbujas de gas y/u oscurecimiento del color del gel. Para obtener mejores resultados, diluya su muestra.

**MICROLABS**

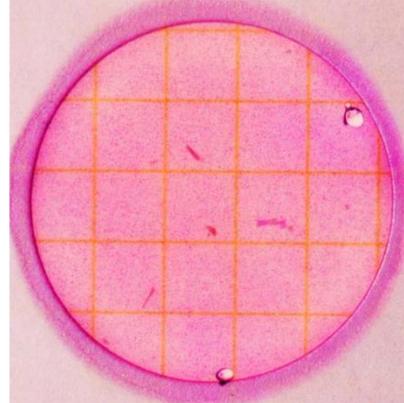
**3M Placas Petrifilm<sup>MR</sup>**  
**para el Recuento de Coliformes Totales**

Guía de interpretación



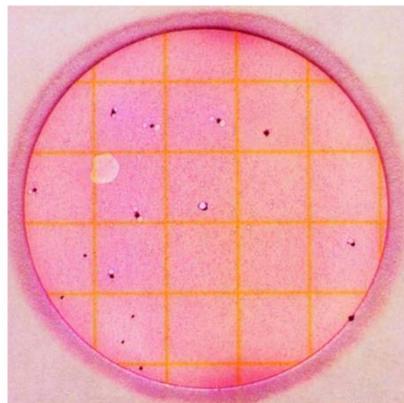
**Conteo de Coliformes Totales = 4**

Cuando existe presencia de gran número de organismos no Coliformes como *Pseudomonas* en las Placas Petrifilm<sup>MR</sup> CC, el gel cambia a color amarillento.



**Conteo de Coliformes Totales = 2**

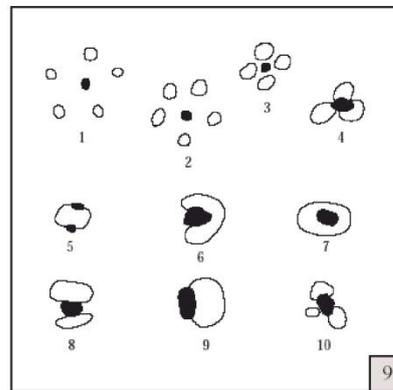
Partículas de alimento son de forma irregular y no están asociadas con burbujas de gas.



**Conteo de Coliformes Totales = 8**

La forma o patrón de las burbujas puede variar. El gas puede romper la colonia como se observa en el círculo 2 de la figura 8.

Las burbujas pueden resultar de una inoculación inadecuada de la Placa Petrifilm<sup>MR</sup>, éstas son de forma irregular y no están asociadas con una colonia roja. Vea el círculo 3 de la figura 8.



Los ejemplos 1 – 10 muestra varios patrones o formas de burbujas de gas asociadas con las colonias. Todas deben ser enumeradas.

**MICROLABS**

# 3M Placas Petrifilm<sup>MR</sup> para el Recuento de Coliformes Totales

## Recomendaciones de uso

Para detallar información sobre PRECAUCIONES, COMPENSACIONES POR GARANTÍA / GARANTÍA LIMITADA, LIMITACIONES POR RESPONSABILIDAD DE 3M, ALMACENAMIENTO Y ELIMINACIÓN, e INSTRUCCIONES DE USO, remítase al inserto de producto en el paquete.

### ALMACENAMIENTO



**1** Almacene los paquetes cerrados a una temperatura  $\leq$  a 8°C (46°F). Las placas deben usarse antes de su fecha de expiración. En áreas de alta humedad, donde la condensación puede ser un inconveniente, es recomendable que los paquetes se temperen a la temperatura del lugar de trabajo antes de abrirlos. Las Placas Petrifilm<sup>MR</sup> tienen un tiempo de vida útil de 18 meses desde su fecha de elaboración, observe la fecha de caducidad en la parte superior de la placa.



**2** Para cerrar un paquete abierto, doble el envoltorio y colóquelo una cinta adhesiva para evitar el ingreso de humedad y por lo tanto alteración de las placas.



**3** Mantenga los paquetes cerrados (según se indica en el punto 2) a temperaturas  $\leq$  a 25°C (77°F) y una humedad relativa  $\leq$  50%. No refrigere los paquetes que ya han sido abiertos. Utilice las placas Petrifilm<sup>MR</sup> máximo 1 mes después de abierto el paquete. Para almacenamiento prolongado de paquetes abiertos, una vez cerrados (según punto 2) colóquelo en un contenedor sellable (tipo funda con cierre) y almacénelo en congelación; para usar las placas saque el paquete del congelador, retire el número de placas necesarias y guarde en las mismas condiciones antes descritas.

### PREPARACIÓN DE LA MUESTRA



**4** Prepare al menos una dilución de 1:10 de la muestra. Pese o pipeteo la muestra en una funda o bolsa de Stomacher, botella de dilución o cualquier otro contenedor estéril usual.



**5** Adicione la cantidad apropiada de uno de los siguientes diluentes estériles: tampón Butterfield (tampón IDF fosfato, 0.0425 g/L de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> y con pH ajustado a 7.2), agua de peptonada al 0.1%, diluyente de sal peptonada (método ISO 6887), Buffer de agua de peptonada (método ISO 6579), solución salina (0.85 a 0.90%), caldo lctheen libre de bisulfato o agua destilada.

No utilice buffer que contengan citrato, bisulfito o tiosulfato de sodio, porque pueden inhibir el crecimiento.



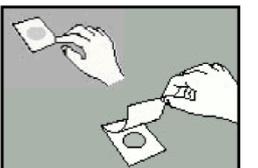
**6** Mezcle u homogenice la muestra mediante los métodos usuales.

Ajuste el pH de la muestra diluida entre 6.6 y 7.2:

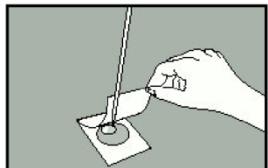
Para productos ácidos: use solución 1N de Na OH

Para productos básicos: use solución 1N de HCl

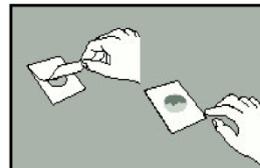
### INOCULACIÓN



**7** Coloque la Placa Petrifilm<sup>MR</sup> en una superficie plana y nivelada. Levante la lámina semitransparente superior.



**8** Con la pipeta perpendicular a la Placa Petrifilm<sup>MR</sup> coloque 1 ml de la muestra en el centro de la película cuadrículada inferior.



**9** Cuidadosamente deslice la película hacia abajo evitando atrapar burbujas de aire. No deje caer la película superior.

**MICROLABS**

**ANEXO H**  
**FOTOGRAFÍAS**



Foto 1-2. Pesado y selección de la materia prima



Foto 3-4. Lavado y desinfección Solución desinfectante



Foto 5-6. Aceites esenciales y solución aceite/Tween 80



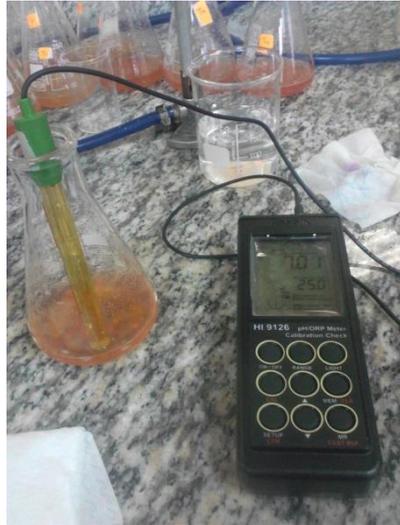
**Foto 7-8.** Inmersión en sol. Ae y escurrido de la misma



**Foto 9-10.** Elaboración películas aplicación directa e indirecta



**Foto 11-12.** Aplicación películas aplicación directa e indirecta



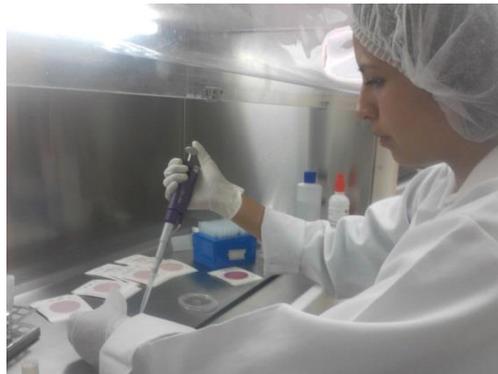
**Foto 13-14.** Medición de Potencial de hidrógeno



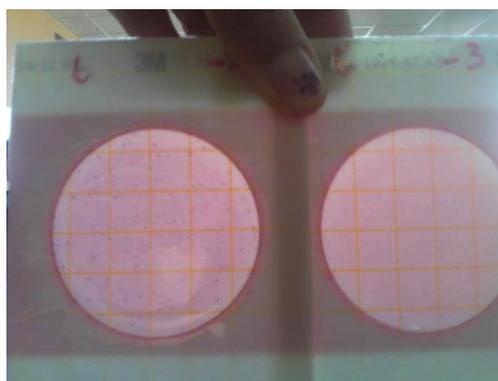
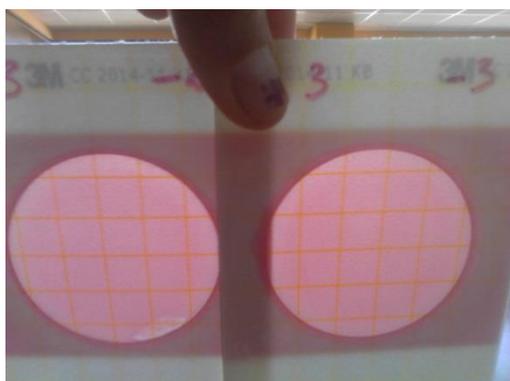
**Foto 15.** Medición de acidez titulable



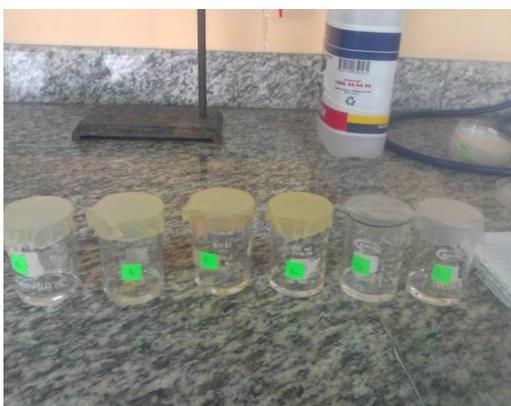
**Foto 16-17.** Evaluación sensorial



**Foto 18-19.** Análisis microbiológico



**Foto 20-21.** Recuento colonias en petrifilms



**Foto 22-23.** Análisis de permeabilidad al vapor de agua



**Foto 24.** Medida del espesor de la película comestible



**Foto 25.** Análisis de Dureza texturómetro Brookfield CT3