



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE  
CON EXTRACTO DE PROPÓLEO COMO AGENTE ANTIFÚNGICO, EN  
LA CONSERVACIÓN DE *Fragaria vesca* (frutilla).**

**Tesis previa a la obtención del Título de:  
Ingeniero Agroindustrial**

**AUTOR: Néstor Ricardo Quilo Inlago**

**DIRECTORA: Dra. Lucía Yépez, MSc.**

**Ibarra – Ecuador**

**2016**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**Y AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE  
CON EXTRACTO DE PROPÓLEO COMO AGENTE ANTIFÚNGICO, EN  
LA CONSERVACIÓN DE *Fragaria vesca* (frutilla).**

Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su presentación  
como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**APROBADA:**

Dra. Lucía Yépez Vásquez MSc.

**DIRECTORA DE TESIS**

**FIRMA**

Ing. Nicolás Pinto

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**FIRMA**

Lic. Harold Ceballos

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**FIRMA**

Lic. Sania Ortega

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**FIRMA**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1.-IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	172161805-4
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	Quilo Inlago Néstor Ricardo
<b>DIRECCIÓN:</b>	Pichincha-Pedro Moncayo-Tupigachi-Cajas Jurídica
<b>EMAIL:</b>	quilonestor@gmail.com
<b>TELÉFONO MOVIL</b>	0986133668
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO</b>	EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE CON EXTRACTO DE PROPÓLEO COMO AGENTE ANTIFÚNGICO, EN LA CONSERVACIÓN DE <i>Fragaria vesca</i> (frutilla)
<b>AUTOR:</b>	Quilo Inlago Néstor Ricardo
<b>FECHA: AAAMMDD</b>	2016-07-22
<b>PROGRAMA</b>	X PREGRADO      POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA</b>	Ingeniero Agroindustria
<b>DIRECTORA</b>	Dra. Lucía Yépez, MSc.

## **2.-AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Quilo Inlago Néstor Ricardo cedula de ciudadanía N° 172161805-4, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## **3.-CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar los derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 19 de Julio del 2016.

Autor



-----  
Néstor Quilo

C.C. 172161805-4

Facultado por resolución de Consejo Universitario



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo Néstor Ricardo Quilo Inlago, con cedula de ciudadanía N° 172161805-4, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado **EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE CON EXTRACTO DE PROPÓLEO COMO AGENTE ANTIFÚNGICO, EN LA CONSERVACIÓN DE *Fragaria vesca*** (frutilla), que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial, quedando la Universidad Facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

-----  
Quilo Inlago Néstor Ricardo  
172161805-4  
Ibarra, a 22 de Julio del 2016.

## DECLARACIÓN

Manifiesto que la siguiente obra es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica Del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

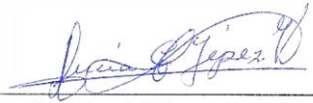


-----  
Quilo Inlago Néstor Ricardo

172161805-4

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Néstor Ricardo Quilo Inlago, con cedula de ciudadanía 172161805-4 bajo mi supervisión



Dra. Lucía Yépez MSc.  
**DIRECTORA DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

*A Dios.*

*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

*A mis padres*

*Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.*

*A mis maestros.*

*Por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis, por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.*



## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente a Dios por siempre estar conmigo y ser mi guía, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte por su amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida

A mis padres por haberme dado la vida y ser mi apoyo, a mi Mamá, Nicolasa, a mi Papá, Néstor, a mis hermanos, Milton, Juan, Sisa y David, por haberme apoyado en todo momento, por sus sabios consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor y confianza. A la Dra. Lucía Yépez, quien con su apoyo y conocimiento me guió para lograr con éxito la culminación de mi tesis.

A mis maestros, no solo a los que estuvieron en el proceso dentro de lo cual fue mi carrera, sino a todos los de la vida, porque cada uno de ellos aportaron a formar parte de lo que soy, son parte fundamental de este crecimiento como persona y como profesional Gracias por brindarme todos sus conocimientos.

.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 HIPÓTESIS .....	3
1.4.1 Hipótesis nula.....	3
1.4.2 Hipótesis alternativa.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 FRUTILLA.....	4
2.1.1 Origen .....	4
2.1.2 Zonas y condiciones de cultivo .....	4
2.1.3 Características botánicas .....	5
2.1.4 Taxonomía de la frutilla .....	5
2.1.5 Composición de la frutilla .....	6
2.1.6 Cosecha y postcosecha .....	9
2.1.7 Enfermedades y daños de poscosecha .....	13
2.2 PROPÓLEO.....	17
2.2.1 Origen .....	17
2.2.2 Cantidades recolectadas .....	17
2.2.3 Composición .....	17
2.2.4 Características físicas del propóleo .....	18

2.2.5	Composición química del propóleo .....	18
2.2.6	Mecanismo de acción antimicrobiana del propóleo.....	19
2.2.7	Propóleo como agente antifúngico .....	20
2.2.8	Propiedades del propóleo .....	21
2.2.9	Toxicología .....	22
2.2.10	Empleo de un recubrimiento formulado con propóleo para el manejo postcosecha de frutos de papaya (Carica papaya L. cv. Hawaiana).....	22
2.3	RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES.....	22
2.3.1	Definición .....	22
2.3.2	Propiedades funcionales de los recubrimientos comestibles.....	23
2.3.3	Tipos de recubrimientos .....	24
2.3.4	Hidrocoloides.....	25
2.3.5	Lípidos .....	28
2.3.6	Compuestos.....	29
2.3.7	Modo de empleo.....	30
2.3.8	Efecto de un recubrimiento comestible y de diferentes empaques durante el almacenamiento refrigerado de mango Tommy Atkins mínimamente procesado.	

31

CAPÍTULO III .....	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	32
3.1 Caracterización del área de estudio .....	32
3.1.1 Localización y ubicación del experimento .....	32
3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas .....	33
3.3 Métodos .....	34
3.3.1 Factores en estudio.....	34
3.3.2 Tratamientos .....	35
3.3.3 Diseño experimental.....	37
3.3.4 Características de la unidad experimental.....	37
3.3.5 Esquema del análisis estadístico.....	38
3.3.6 Variables evaluadas.....	38

3.3.7	Manejo específico del experimento. ....	39
3.3.8	Diagrama de flujo de la obtención del extracto alcohólico de propóleo39	
3.3.9	Recubrimiento comestible.....	41
3.3.10	Diagrama de flujo de la aplicación del recubrimiento comestible en frutilla 47	
3.3.11	Determinación de Sólidos Solubles (°Brix). ....	54
3.3.12	Determinación del pH. ....	54
3.3.13	Acidez titulable .....	54
3.3.14	Recuento de Mohos y Levaduras.....	54
3.3.15	Determinación de la tasa respiratoria por titulación.....	55
3.3.16	Determinación de las variables cualitativas. ....	57
CAPÍTULO IV .....		58
4	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	58
4.1	Tratamientos a 18 °C.....	59
4.1.1	Sólidos solubles (Grados Brix).....	59
4.1.2	pH (Potencial Hidrógeno) .....	61
4.1.3	Acidez titulable .....	63
4.1.4	Medias del logaritmo de la población de Mohos a 18 °C.....	65
4.1.5	Medias del logaritmo de la población de levaduras a 18 °C.....	66
4.1.6	Tasa de respiración de la fruta.....	67
4.2	Tratamientos a 8 °C.....	70
4.2.1	Sólidos solubles (Grados Brix).....	70
4.2.2	pH (Potencial Hidrógeno) .....	72
4.2.3	Acidez titulable .....	74
4.2.4	Medias del logaritmo de la población de Mohos a 8°C.....	77
4.2.5	Medias del logaritmo de la población de levaduras a 8°C.....	78
4.2.6	Tasa de respiración de la fruta.....	79
4.3	Tratamientos a 0°C.....	81
4.3.1	Sólidos solubles (Grados Brix).....	81
4.3.2	pH (Potencial Hidrógeno) .....	84

4.3.3	Acidez titulable .....	86
4.3.4	Medias del logaritmo de la población de Mohos a 0°C.....	89
4.3.5	Medias del logaritmo de la población de levaduras a 0°C.....	90
4.3.6	Tasa de respiración de la fruta.....	92
4.4	Características organolépticas .....	94
4.4.1	Características organolépticas día 2.....	94
4.4.2	Características organolépticas día 5.....	98
4.4.3	Características organolépticas día 13.....	101
4.5	Costos de producción.....	103
CAPÍTULO V .....		105
5. CONCLUSIONES .....		105
CAPÍTULO VI .....		107
6. RECOMENDACIONES .....		107
7. BIBLIOGRAFÍA .....		108
8. ANEXOS .....		116
Anexos 1. Ficha de análisis sensorial.....		116
Anexo 2. Rangos para la característica color en el día 2. ....		118
Anexo 3. Rangos para la característica olor en el día 2. ....		119
Anexo 4. Rangos para la característica sabor en el día 2.....		120
Anexo 5. Rangos para la característica textura en el día 2. ....		121
Anexo 6. Rangos para la característica Aceptabilidad en el día 2. ....		122
Anexo 7. Rangos para la característica color en el día 5. ....		123
Anexo 8. Rangos para la característica olor en el día 5. ....		124
Anexo 9. Rangos para la característica sabor en el día 5.....		125
Anexo 10. Rangos para la característica textura en el día 5. ....		126
Anexo 11. Rangos para la variable aceptabilidad en el día 5.....		127
Anexo 12. Rangos para la característica color en el día 13. ....		128
Anexo 13. Rangos para la característica olor en el día 13. ....		129
Anexo 14. Rangos para la característica sabor en el día 13.....		130
Anexo 15. Rangos para la característica textura en el día 13.....		131

Anexo 16. Rangos para la característica aceptabilidad en el día 13.....	132
GLOSARIO DE ACRÓNIMOS .....	134

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estados de maduración de la fresa a través de los colores.....	13
Figura 2. Nido de podredumbre en frutilla.....	14
Figura 3. Moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ) en frutilla .....	15
Figura 4. Observación en lupa de Moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ) en frutilla.....	15
Figura 5. Podredumbre por <i>Rhizopus stolonifer</i> .....	16
Figura 6. Observación con lupa de <i>R. stolonifer</i> .....	16
Figura 7. Diferencias sintomatológicas entre <i>Rhizopus</i> y <i>Botrytis</i> .....	16
Figura 8. <i>Antracnosis</i> en frutilla.....	17
Figura 9. Propóleo hecho bolo y endurecido .....	17
Figura 10. Trasferencia de componentes entre el medio externo y el alimento a través del recubrimiento comestible .....	24
Figura 11. Modelo de película compuesta tipo laminada .....	29
Figura 12. Modelo de película compuesta tipo emulsión .....	30
Figura 13. Comportamiento de los sólidos solubles (Grados Brix) en frutillas con y sin recubrimiento almacenadas a 18 °C.....	60
Figura 14. Comportamiento del pH en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 18 °C. ....	62
Figura 15. Comportamiento de la acidez titulable (g/100g) en frutillas con y sin recubrimiento almacenados a 18 °C.....	64
Figura 16. Comportamiento del crecimiento mohos en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 18 °C.....	65
Figura 17. Comportamiento del crecimiento de levaduras en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 18 °C.....	66
Figura 18. Comportamiento de la tasa de respiración en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 18 °C.....	69
Figura 19. Comportamiento de los sólidos solubles (°Brix) en frutillas con y sin recubrimiento almacenadas a 8 °C.....	71
Figura 20. Comportamiento del pH en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 8 °C. ....	74

Figura 21. Comportamiento de acidez titulable (g/100g) en frutillas con y sin recubrimiento comestible durante el almacenamiento a 8 °C.....	76
Figura 22. Comportamiento del crecimiento de mohos en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 8 °C.....	77
Figura 23. Comportamiento del crecimiento de levaduras en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 8 °C.....	78
Figura 24. Comportamiento de la tasa de respiración en frutillas con y sin recubrimiento comestible durante el almacenamiento a 8 °C.....	81
Figura 25. Comportamiento de los sólidos solubles (Grados Brix) en frutillas con y sin recubrimiento comestible almacenadas a 0 °C.....	83
Figura 26. Comportamiento del pH en frutillas con y sin recubrimiento comestible durante el almacenamiento a 0°C.....	86
Figura 27. Comportamiento de acidez titulable en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 0 °C.....	88
Figura 28. Comportamiento del crecimiento de mohos en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 0 °C.....	90
Figura 29. Comportamiento del crecimiento de levaduras en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 0°C.....	91
Figura 30. Comportamiento de la tasa de respiración en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 0 °C.....	94
Figura 31. Resumen de los tres mejores tratamientos para las variables .....	97
Figura 32. Resumen de los tres mejores tratamientos para las variables organolépticas día 5 .....	100
Figura 33. Resumen de los tres mejores tratamientos para las variables .....	103



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la fresa por 100 g .....	8
Tabla 2. Componentes nutricionales de la fresa por cada 100 g de porción comestible .....	9
Tabla 3. Propiedades y compuestos químicos del Propóleo .....	19
Tabla 4. Contenido de propóleo en el extracto alcohólico.....	34
Tabla 5. Descripción de todos los tratamientos .....	35
Tabla 6. Descripción de los tratamientos a 18 °C .....	36
Tabla 7. Descripción de los tratamientos a 8 °C .....	36
Tabla 8. Descripción de los tratamientos a 0 °.....	37
Tabla 9. Esquema del análisis estadístico.....	38
Tabla 10. Formulación del recubrimiento comestible para 100 g.....	41
Tabla 11. Sólidos solubles en el día 3 a 18 °C.....	59
Tabla 12. Análisis de varianza para sólidos solubles (Grados Brix) día 3 .....	59
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% día 3 de la variable sólidos Solubles (Grados Brix) .....	60
Tabla 14. Medias de la variable sólidos solubles a 18 °C .....	60
Tabla 15. pH en el día 3 a temperatura de 18 °C. ....	61
Tabla 16. Análisis de varianza para pH día 3 .....	61
Tabla 17. Medias de la variables pH en tratamientos a 18 °C.....	62
Tabla 18. Acidez titulable (g/100g) en el día 3 a 18 °C.....	63
Tabla 19. Análisis de varianza para acidez titulable día 3 .....	63
Tabla 20. Medias de la Acidez titulable (g/100g) a 18°C .....	64
Tabla 21. Medias del logaritmo de la población de Mohos a 18 °C.....	65
Tabla 22. Medias del logaritmo de la población de levaduras a 18 °C .....	66
Tabla 23. Tasa de respiración al día 3 a temperatura de 18 °C. ....	67
Tabla 24. Análisis de varianza para la tasa de respiración al día 3 .....	67
Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% día 3 de la tasa de respiración .....	68
Tabla 26. Medias de la Tasa de respiración del día 0 al 3 a temperatura de 18 °C.....	68
Tabla 27. Sólidos solubles al día 6 a temperatura de 8 °C. ....	70

Tabla 28. Análisis de varianza para sólidos solubles al día 6 .....	70
Tabla 29. Prueba de Tukey al 5% día 6 de la variable sólidos soluble .....	71
Tabla 30. Medias de la variable sólidos solubles a temperatura de 8 °C.....	71
Tabla 31. pH al día 6 a temperatura de 8 °C.....	72
Tabla 32. Análisis de varianza para pH día 6 .....	73
Tabla 33. Medias del pH a temperatura de 8 °C .....	73
Tabla 34. Acidez titulable (g/100g) al día 6 a temperatura de 8 °C .....	74
Tabla 35. Análisis de varianza para acidez titulable día 6 .....	74
Tabla 36. Prueba de Tukey al 5% día 6 de la variable acidez.....	75
Tabla 37. Medias de la Acidez titulable (g/100g) a 8 °C .....	75
Tabla 38. Medias del logaritmo de la población de Mohos a 8 °C.....	77
Tabla 39. Medias del logaritmo de la población de levaduras a 8 °C .....	78
Tabla 40. Tasa de respiración al día 6 a temperatura de 8 °C. ....	79
Tabla 41. Análisis de varianza para la tasa de respiración día 6.....	79
Tabla 42. Prueba de Tukey al 5% de la variable tasa de respiración al día 6.....	80
Tabla 43. Medias de la tasa de respiración del día 0 al 6 a temperatura de 8 °C.....	80
Tabla 44. Sólidos solubles al día 13 a temperatura de 0 °C .....	81
Tabla 45. Análisis de varianza para sólidos solubles día 13 .....	82
Tabla 46. Prueba de Tukey al 5% día 13 de la variable sólidos solubles.....	82
Tabla 47. Medias de los sólidos solubles a 0°C.....	83
Tabla 48. pH al día 13 a temperatura de 0 °C.....	84
Tabla 49. Análisis de varianza para pH día 13 .....	84
Tabla 50. Prueba de Tukey al 5% del pH día 13 .....	85
Tabla 51. Medias del pH en tratamientos a 0°C .....	85
Tabla 52. Acidez titulable (g/100g) al día 13 a temperatura de 0 °C. ....	86
Tabla 53. Análisis de varianza para acidez titulable día 13 .....	87
Tabla 54. Prueba de Tukey al 5% día 13 de la variable acidez.....	87
Tabla 55. Medias de la acidez titulable (g/100g) a 0°C .....	88
Tabla 56. Medias del logaritmo de la población de Mohos a 0°C.....	89
Tabla 57. Medias del logaritmo de la población de levaduras a 0°C .....	90

Tabla 58. Tasa de respiración al día 13 a temperatura de 0 ° C. ....	92
Tabla 59. Análisis de varianza para la tasa de respiración al día 13 .....	92
Tabla 60. Prueba de Tukey al 5% de la variable tasa de respiración al día 13 .....	93
Tabla 61. Medias de la tasa de respiración del día 0 al 13 a temperatura de 0° C. ....	93
Tabla 62. Resumen de significación para variables organolépticas al día 2 .....	95
Tabla 63. Resumen de significación para variables organolépticas día 5 .....	98
Tabla 64. Resumen de significación para variables organolépticas día 13 .....	101
Tabla 65. Balance de materiales para la producción de 100 g de extracto alcohólico de propóleo al 5% .....	103
Tabla 66. Balance de materiales para la producción de 1 kg recubrimiento comestible con 5% de extracto alcohólico de propóleo.....	104
Tabla 67. Balance de materiales para la producción de 500 g de frutillas recubiertas y empacadas en bandejas pet. ....	104

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Pesado del propóleo.....	40
Fotografía 2. Macerado del propóleo .....	40
Fotografía 3. Extracto alcohólico de propóleo al 15 % .....	41
Fotografía 4. Dispersión del almidón de yuca con agua destilada.....	43
Fotografía 5. Gelatinización del almidón de yuca .....	43
Fotografía 6. Mezclado de la; glicerina, agua destilada y extracto alcohólico de propóleo.....	44
Fotografía 7. Adición del gel de almidón.....	44
Fotografía 8. Mezclado de la mezcla 1.....	45
Fotografía 9. Mezclado del: ácido esteárico, cera de carnauba y aceite de canola....	45
Fotografía 10. Formación de la emulsión.....	46
Fotografía 11. Recubrimiento comestible .....	46
Fotografía 12. Frutillas de la variedad oso .....	48
Fotografía 13. Balde de frutillas.....	48
Fotografía 14. Clasificación de las fruta .....	49
Fotografía 15. Pesado de las fruta .....	49
Fotografía 16. Lavado de la fruta.....	50
Fotografía 17. Desinfección.....	50
Fotografía 18. Escurrido y secado.....	51
Fotografía 19. Frutillas sumergidas en el recubrimiento .....	51
Fotografía 20. Escurrido y secado del recubrimiento .....	52
Fotografía 21. Envasado .....	52
Fotografía 22. Pesado .....	53
Fotografía 23. Almacenado.....	53

## RESUMEN

La *Fragaria vesca* es reconocida por sus propiedades nutricionales y sensoriales; no obstante su elevada velocidad de respiración y su extremada fragilidad, lo que ocasiona que una cantidad considerable se pierda durante el manejo postcosecha, produciendo bajos rendimientos y pérdidas económicas a los agricultores que dependen de esta actividad. En los últimos años, para incrementar la vida en anaquel del fruto se ha implementado el uso de recubrimientos comestibles como agentes antimicrobianos y antioxidantes, que actúan mejorando la conservación del producto sin alterar sus características. En este trabajo se evaluó el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible con extracto de propóleo como agente antifúngico, en la conservación de *Fragaria vesca* (frutilla). En la fase experimental se empleó el Diseño Completamente al Azar D.C.A, donde Factor A corresponde a las Dosis de extracto de propóleo que se adiciono a la formulación del recubrimiento comestible (0 %, 5 % y 15 %) y el Factor B corresponde a los niveles de temperatura de almacenamiento (18°C, 0 °C y 8°C). El efecto de los recubrimientos en la frutilla se determinó mediante análisis: microbiológicos (recuento de mohos y levaduras), físico-químicos (pH, Grados Brix, tasa respiratoria de la fruta, acidez titulable) y organolépticos (color, olor, textura, sabor, aceptabilidad). El uso combinado del recubrimiento comestible y refrigeración, aumentaron el tiempo de vida útil de las frutillas, a 8°C en el tratamiento T6 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% a temperatura de almacenamiento 8°C) se prolongó en 4 días más que el testigo, y a 0 °C el tratamiento T5 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% a temperatura de almacenamiento 0°C) en 7 días más que el testigo, esto se debe a que el recubrimiento actúa como barrera a la transferencia de agua y gases, lo que reduce la velocidad de respiración, además inhibe el crecimiento microbiano, de esta manera retardan el proceso de deterioro que conlleva a la senescencia de la frutilla.

## SUMMARY

The *Fragaria vesca* is recognized for its nutritional and sensorial properties; however its high speed of breathing and its extreme fragility has caused that a considerable quantity is lost during the handling, producing low performance and economic losses to the farmers who depend on this activity. In recent years, to increase the storage life of the fruit the use of edible coatings as vehicles of agents antimicrobial and antioxidants, among others have been implemented. The effect of the application of an edible coatings was evaluated in the work with propolis extract as an antifungal agent, in the conservation of *Fragaria vesca* (strawberry). In the experimental phase, the Completely Design to the Radom is employed D.C.A, where Factor A corresponds to the Dose of extract propolis to that is added to the formulation of the coating edible (0%, 5% & 15%) and the effect Factor B corresponds to levels of temperature of storage (18 ° C, 0 ° C and 8 ° C). The effect of the coatings is determined through analysis: microbiological (count of molds and yeasts), physicochemical (pH, degrees Brix, respiratory rate of fruit , titratable acidity) and organoleptic (colour, smell, texture, taste, acceptability). The combined use of the coating edible and cooling, increase the time of useful life of the strawberries, to 8 ° C in the treatment T6 (strawberry +coating edible with extract of propolis to the 5% of temperature of storage 8 ° C) in 4 days more than witness was extended, and to and 0 °C the treatment T5 (strawberry + coating edible with of propolis to the 5% to temperature of storage 0 °C) at 7 days rather than the witness, this is because the coating acts as a barrier to the transfer gases water, which reduces the speed of respiration , also inhibits microbial growth, thus retarding the process of deterioration associated with senescence of strawberry.

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 PROBLEMA**

En la actualidad en el Ecuador, la carencia de tecnologías adecuadas ha ocasionado que una cantidad considerable de frutilla se pierda durante el manejo postcosecha, produciendo bajos rendimientos y pérdidas económicas, generando un bajo nivel de ingresos económicos en los agricultores que dependen de esta actividad (Muñoz & Naranjo, 2013). La FAO reporta que “... es difícil calcular las pérdidas de producción en los países en desarrollo, pero algunas autoridades estiman las pérdidas en no menos del 50 por ciento”. Las pérdidas en postcosecha no son estrictamente reconocidas como tales, por parte de los agricultores y productores en el campo, la falta de previsión en estos aspectos pueden llegar a causar hasta un 100% de pérdida del producto (FAO, 1993). La mayoría de productores no tienen capacitación para este tipo de tareas como son: procesos de selección, embalaje, almacenamiento, manejo de cuartos fríos, etc.; especialmente en los productos perecibles como es la frutilla (InfoAgro.com). Debido a la elevada velocidad de respiración, que presenta la frutilla y su extremada fragilidad, impide tratamientos efectivos de limpieza después de la recolección, por lo que es inevitable la presencia de hongos que generan cambios físico y químicos en la fruta, en la mayoría de veces es el resultado de una infección precosecha, mientras que las infecciones postcosecha ocurren ocasionalmente cuando las frutas sanas se contaminan a través de lesiones de una fruta enferma, esto limita significativamente la vida en anaquel y el periodo de comercialización (Vidal, 2008).

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador el clima es un factor natural que afecta a la producción agrícola. Su influencia en un cultivo determinado depende de las características de la localidad geográfica y de las condiciones de producción. El Ecuador por su posición geográfica dentro del globo terrestre posee diferentes pisos climáticos, sin ser la excepción la provincia de Imbabura, particularmente la parroquia González Suarez sector identificado como potencial productor de Frutilla (El Comercio, 2011). Su principal desventaja son sus condiciones climáticas especiales y su humedad relativa, factores negativos que influyen en la cosecha y manejo postcosecha de este rubro agrícola, incrementado la presencia de plagas y enfermedades (mohos y levaduras).

La frutilla se considerara una fruta que reúne condiciones nutricionales interesantes, contribuye un rubro importante en el ámbito nacional e internacional CAZCO, (1996) citado por Muyulema & Muyulema, (2015), al mismo tiempo que sus características organolépticas dan lugar a que se puedan obtener una serie de productos agroindustriales que podrían satisfacer las más variadas exigencias, se ha seleccionado para esta investigación.

La baja rentabilidad que se obtiene en el manejo postcosecha de la frutilla se ha desarrollado el presente trabajo de investigación enfocándose en la búsqueda del diseño, aplicación, y transferencia de una tecnología alternativa sobre técnica y manejo postcosecha de la frutilla, a través de la aplicación de recubrimientos comestibles. Algunos estudios similares ya se ha llevado a cabo en otros países, pero en el Ecuador, aún no se han determinado la metodología más adecuada para la elaboración de un recubrimiento comestible de este tipo y; el uso del propóleo como parte de los mismos no se ha considerado.



## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible con extracto de propóleo como agente antifúngico, en la conservación de *Fragaria vesca* (frutilla).

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de extracto de propóleo en el recubrimiento comestible, mediante análisis microbiológicos, físicos–químicos y fisiológicos de *Fragaria vesca* (frutilla).
- Evaluar el proceso de deterioro de *Fragaria vesca* (frutilla) mediante curvas de acidez en función de ácido cítrico.
- Evaluar el producto final, mediante análisis organolépticos de *Fragaria vesca* (frutilla), durante su conservación.

## **1.4 HIPÓTESIS**

### **1.4.1 Hipótesis nula**

La aplicación de un recubrimiento comestible con extracto de propóleo como agente antifúngico no influye significativamente en el tiempo de conservación de *Fragaria vesca* (frutilla).

### **1.4.2 Hipótesis alternativa**

La aplicación de un recubrimiento comestible con extracto de propóleo como agente antifúngico influye significativamente en el tiempo de conservación de *Fragaria vesca* (frutilla).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 FRUTILLA**

##### **2.1.1 Origen**

Según Bolaños & Rina, (2010), el género *Fragaria* aparece en estado silvestre en América, Asia y Europa. En este último continente aparecen referencias sobre su consumo desde los tiempos de la antigua Roma. El cultivo de las fresas de fruto pequeño se extendió en Europa hasta el final del siglo XIX, momento en que comenzaron a surgir los híbridos entre las especies europeas y las americanas, con frutos de mayor tamaño y que se conocen como fresones. En Chile, antes de la llegada de los colonizadores se cultivaba la especie *F. virginiana*, de fruto grande.

##### **2.1.2 Zonas y condiciones de cultivo**

Según Muñoz & Naranjo, (2013), la producción de frutilla en el país se concentra en la Sierra, siendo la provincia de Pichincha, en el valle de Tumbaco con las parroquias de Yaruquí, Puembo, Tababela y el Quinche la principal zona, con el 90 % de la producción nacional, seguidas por las provincias de Imbabura y Tungurahua. Agronómicamente existe una diferencia en el desarrollo de variedades adaptadas para el sector pues, las que en la actualidad se están explotando provienen de California y no significa que tengan las mejores características para el tipo de clima. Las variedades cultivadas en orden de producción son Camino Real, Festival, Oso grande, Chandler, Seascape y Camarosa.

El promedio estimado en la Parroquia de San Rafael de la Laguna es de 60.000 kilos/hectárea, con volúmenes variables de producción durante todo el año destacando los meses de julio a noviembre que son los de mayor producción (Muñoz & Naranjo, 2013).

### **2.1.3 Características botánicas**

Frutilla pertenece al orden de los Rosales, a la familia Rosaceae siendo el género *Fragaria* el más cultivado mundialmente (Agrytec.com, 2014). El fruto, que se conoce como “fresa”, es en realidad un engrosamiento del receptáculo floral, siendo los puntitos (aquenios) que hay sobre ella, los auténticos frutos, este tipo de fruto se lo conoce como frutos agregados (Agrytec.com, 2014).

A la frutilla o fresa se le conoce con los siguientes nombres:

- Fresa o frutilla en español
- Fragola en latín.
- Morongo en portugués.
- Fraise en francés.
- Strawberry en inglés.
- Terdbeere en alemán.

### **2.1.4 Taxonomía de la frutilla**

Según Álvarez P. (2005) citado por Bolaños & Rina ,(2010), desde el punto de vista botánico, a la frutilla se la ubica en:

- Reino: Plantae
- División: Angiospermae
- Clase: Dicotiledóneae
- Orden: Rosales
- Familia: Rosáceas.
- Subfamilia: Rosídeas.
- Tribu: Potentillea.
- Género: *Fragaria*

- Especie: *Fragaria vesca*

## **2.1.5 Composición de la frutilla**

### **2.1.5.1 Azúcares**

Según Woodward, J.R., (1972) citado por Rengifo & Vinicio, (2010), los azúcares son uno de los principales componentes de fresas, la sacarosa, glucosa y fructosa representan más del 99% del total en los frutos maduros, encontrándose xilitol, sorbitol y xilosa en pequeñas proporciones. La glucosa y fructosa se encuentran en proporciones similares en frutos maduros y constituyen un 83% del total de los azúcares. Si bien el contenido de azúcares es variable según el cultivar, época del año y ubicación geográfica, la relación entre glucosa y fructosa se mantiene relativamente constante.

### **2.1.5.2 Ácido Ascórbico o Vitamina C.**

Según De La Rúa, (2003) citado por Chacha, (2012), la vitamina C es un derivado de los hidratos de carbono y se encuentra principalmente en frutas, vegetales frescos y cereales. Debido a la estructura química, de todas las vitaminas, la vitamina C es la más inestable y la más reactiva, por lo que algunos investigadores han propuesto usar su contenido residual en los alimentos como un índice de retención de nutrimentos: se considera que si resiste el procesamiento, el almacenamiento, etc, querrá decir que todos los demás nutrientes se verán poco afectados.

### **2.1.5.3 pH**

Según García, J.M., Aguilera, C., (1995), Citado por Rengifo & Vinicio, (2010), la variación del pH con el tiempo presenta mínimas diferencias. Estudios realizados en fresas tratadas térmicamente demuestran que el valor de pH no varía significativamente, además estudios realizados en fresas almacenadas en material de envasado resaltan que la variación del pH en la fresa puede considerarse insignificante ya que no existen variaciones significativas. Tales resultados concuerdan con anteriores

investigaciones, en los que las distintas atmósferas generadas en el interior de los envases no afectan la evolución del pH con el tiempo.

#### **2.1.5.4 Antocianinas.**

El color es uno de los parámetros de calidad que más información proporciona sobre la evolución de las fresas, siendo detectable mediante colorimetría (color externo) y espectrofotometría visible (color total). El color total se mide con la concentración de antocianos, determinados como glucósido 3 - pelargonidina, por ser el mayoritario de la fresa, constituyendo el 88 % de los antocianos de la parte externa y el 96% de la interna (Rengifo & Vinicio, 2010).

Las fresas recién recolectadas presentan un color “rojo-rosáceo” vivaz y brillante, que con el tiempo y temperatura ambiente rápidamente pasa a “rojomarronáceo”, menos vivaz y más opaco. La disminución del color rojo es causada por la aparición de pardeamiento oxidativo, siendo equivalente en observación ocular a un oscurecimiento de la fresa, viéndose un color más cercano al marrón que al rojo. Se relacionan las pérdidas de color rojo y, por tanto, aparición de la coloración marronácea, con reacciones de pardeamiento enzimático, de Maillard y de degradación del ácido ascórbico, siendo variables estos cambios de coloración según las condiciones de temperatura, pH y tiempo de almacenamiento (Rengifo & Vinicio, 2010).

#### **2.1.5.5 Acidez**

Según Ellis, (1994) Warner, (1995) citado por Rengifo & Vinicio, (2010), el ácido cítrico es el más abundante de la fresa, seguido de málico, succínico y ascórbico, razón por la que los resultados de acidez titulable se expresan en cantidad de ácido cítrico, siendo que el aumento del mismo podría relacionarse con la mejor conservación del fruto cuando éste está en su estado óptimo de maduración, por existir una correlación entre el estado de madurez del fruto y el aumento o disminución del ácido cítrico. La acidez titulable es necesaria para conocer la evolución del grado de madurez en las fresas, parámetro resultante de la relación entre la cantidad de ácido cítrico presentes

respecto a la de sólidos solubles obtenidos. Para la venta y comercialización de fresas en condiciones óptimas, se recomienda un valor máximo del 0,8 %.

Según García, J.M., Aguilera , C., (1995) citado por Rengifo & Vinicio, (2010), la acidez se incrementa hasta el estado verde y luego se observa un descenso en la medida que progresa el proceso de maduración. Los niveles de acidez son variables, pudiéndose encontrar valores de 0,5 a 1,5% .Durante la maduración la acidez disminuye, siendo las variaciones en los ácidos málico y cítrico las responsables de las diferencias de acidez entre frutos maduros y sobremaduros.

**Tabla 1.** Composición química de la fresa por 100 g

<b>CONSTITUYENTE PROMEDIO</b>	<b>CONSTITUYENTE PROMEDIO</b>
<b>Sólidos totales(g )</b>	7.0 – 12.7
<b>Sólidos solubles totales (g)</b>	4.6 – 11.9
<b>Azúcares totales (g)</b>	4.1 – 6.6
<b>Azúcares reductores (g)</b>	3.7 – 5.2
<b>Sacarosa (g)</b>	0.2 – 2.5
<b>Fructosa (g)</b>	1.7 – 3.5
<b>Glucosa (g)</b>	1.4 – 3.1
<b>Pectinas solubles (g)</b>	0.2 – 0.9
<b>pH</b>	3.18 – 4.1
<b>Ácido ascórbico total o vitamina C (mg/100 g)</b>	26 – 120
<b>Fenoles totales (mg/100 g)</b>	58 – 210
<b>Antocianinas totales (mg/100 g)</b>	55 - 145

**Fuente:** Mitcham, Crisosto, & Kader, (2013)

**Tabla 2.** Componentes nutricionales de la fresa por cada 100 g de porción comestible

<b>Componente</b>	<b>Contenido</b>
<b>Energía (Kcal)</b>	30
<b>Proteína (g)</b>	0.61
<b>Grasa (g)</b>	0.37
<b>Carbohidratos (g)</b>	7.02
<b>Fibra (g)</b>	2.3
<b>Cenizas (g)</b>	0.43
<b>Folato (mg)</b>	18
<b>Magnesio (mg)</b>	10
<b>Potasio (mg)</b>	166
<b>Fósforo (mg)</b>	19
<b>Vitamina A (U I)</b>	27
<b>Calcio (mg)</b>	14
<b>Sodio (mg)</b>	1

**Fuente:** Mitcham, Crisosto, & Kader, (2013)

## **2.1.6 Cosecha y postcosecha**

### **2.1.6.1 Características fisiológicas de la frutilla que inciden en su manipulación postcosecha.**

Según Acuña, (2001) citado por Muñoz & Naranjo, (2013) fisiológicamente la recolección equivale a un trauma, debido a la dolorosa separación del fruto de la planta, sometiéndole a un estrés que determina cambios esenciales en el metabolismo y por ende a cambios bioquímicos y fisiológicos, reflejados en las características del producto. El fruto alcanza su máximo grado de desarrollo cuando llega a su tamaño definitivo, una vez terminado el crecimiento en tamaño y en número de sus células constituyentes.

Una característica importante de las frutas y hortalizas en general es el hecho de que respiran tomando oxígeno (O<sub>2</sub>) y desprendiendo Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), siendo este proceso la base biológica, del aporte energético necesario para la realización de los

procesos metabólicos que permiten el desarrollo de la vida. También transpiran, es decir pierden agua. Estos procesos continúan tras la recolección, sin la compensación que se observa mientras los vegetales se encuentran unidos a la planta pues dependen exclusivamente de sus reservas alimenticias y de su propio contenido de agua. Esto conlleva a un continuo gasto de estos minerales de reserva, produciéndose cambios en su composición interna por lo que se inicia el deterioro modificándose su estructura hasta su destrucción completa (Muñoz & Naranjo, 2013).

Knne ,(1977) citado por Muñoz & Naranjo,(2013), confirmó que la frutilla es un producto no climatérico, encontrando un paulatino descenso en la producción de etileno durante el desarrollo del fruto, y la carencia del pico climatérico en la respiración. La frutilla tiene un desarrollo en la que se presentan las fases de división celular, desarrollo y senescencia en forma continua. Una vez alcanzado el color rojo, la fruta se encamina hacia la senescencia. El contenido de agua de la frutilla recolectada en contacto con corriente de aire, va a entrar en equilibrio con el contenido de agua del aire a expensas del agua del fruto, ocasionando la pérdida de peso del fruto. Pérdidas del orden del 5% bastan para arrugar y marchitar a la fruta. Para evitar o minimizar las pérdidas de agua deben incrementarse la humedad relativa del aire, dependiendo de la temperatura. A medida que ésta desciende la cantidad de agua necesaria para saturar el mismo volumen de aire también disminuye. Para evitar la pérdida de agua del fruto debe incrementarse la humedad del aire de entorno tomando en cuenta la temperatura. Sin embargo la utilización de altas humedades, cercanas al 100%, tiene el inconveniente de favorecer el crecimiento de los hongos. La mayoría de los patógenos no se desarrollan si la humedad relativa está por debajo del 90%, y muy pocos logran desarrollarse en humedades del 85%.

#### **2.1.6.2 Postcosecha de la fresa**

La fresa se conserva durante 5 a 7 días a 0°C con 90 a 95% HR (Mc Gregor, B.M. 1989), por lo que se consideran de un grado de perecimiento muy alto (Kader, A., 1993), citados por Kitinoja & Kader (1995). Por ello se las debe enfriar tan pronto



como sea posible después de la cosecha debido a que los retrasos mayores a 1 hora reducen el porcentaje de fruta comerciable, reduciendo además la tasa de respiración, producción de etileno, e inactivación de los microorganismos causantes de la pudrición como la *Botrytis spp* y el *Rhizopus spp* (Burbano & Anrrango, 2013).

#### **2.1.6.3 Problemas postcosecha de la frutilla**

Según Muñoz & Naranjo , (2013), las pérdidas que pueden producirse en la frutilla una vez recolectada pueden depender de varios factores. En la recolección de las frutas y posterior manipulación, pueden producirse lesiones físicas o mecánicas, debido a golpes, rozaduras, aplastamiento, que pueden provocar defectos y favorecer la invasión de microorganismos patógenos como el hongo *botrytis*, el más importante de la frutilla. Al ser el fruto de piel fina y de pulpa blanda, es más susceptible que otros frutos para que se produzcan magulladuras o lesiones blandas, que junto a la inclusión de la suciedad del campo agrava este problema.

Otro factor importante sobre el deterioro del producto, puede ser la falta de una adecuada preselección, además durante el almacenamiento temporal en el campo, el producto puede sobrecalentarse y deteriorarse rápidamente. Manipulaciones poco cuidadosas y transporte terrestre por carreteras de forma irregular provocan lesiones mecánicas, en tanto el transporte sin condiciones adecuadas de temperatura provoca un sobrecalentamiento del producto y pérdida de agua. Un embalaje inadecuado da como resultado daños físicos por abrasión debido al movimiento de la fruta (Muñoz & Naranjo, 2013).

Es importante considerar que la frutilla tiene una de las más altas tasas respiratorias de todos los frutos frescos, y debido a su piel fina, es un producto con una transpiración muy elevada, razón por la cual es importante el medio de almacenamiento (Muñoz & Naranjo, 2013).

#### **2.1.6.4 Cosecha**

Según Bolaños & Torres, (2013), la cosecha de la fresa se efectúa en varias pasadas

por la plantación, seleccionando los frutos de acuerdo al mercado, en fresco o para procesamiento. Para el primer caso, la cosecha se realiza con cuidados especiales, lo que la hace más costosa, ya que los frutos tienen que conservar el cáliz y una pequeña parte del pedúnculo.

Según Casaca, (2005), citado por Bolaños & Torres, (2013), la selección de la fresa durante la cosecha para consumo en fresco se basa en el grado de maduración, tamaño, uniformidad y sanidad de las frutas. Para procesamiento, la cosecha es menos delicada y la fruta puede estar sin el cáliz, tener una excesiva maduración, defectos de formación, daños no muy severos y tamaño pequeño.

#### **2.1.6.5 Índices de cosecha**

Mitcham, (2002), citado por Bolaños & Torres, (2013), establece que la cosecha se basa principalmente en el color de la superficie de la fresa, señalando que para consumo en fresco mínimo 1/2 o 3/4 de la superficie en color rojo o rosa, dependiendo del grado de calidad.

#### **Índices de Cosecha**

Se basan en el color de la superficie de la fresa. En Estados Unidos: mínimo 1/2 ó 3/4 de la superficie en color rojo o rosa, dependiendo del grado de calidad. En California: mínimo 2/3 de la superficie en color rojo o rosa (Cantwell, 2013).

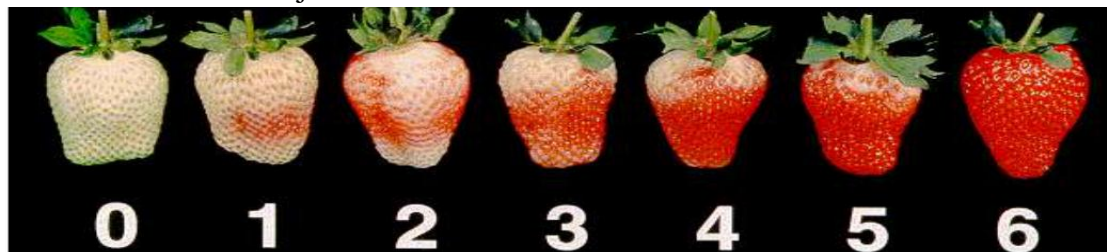
#### **Índices de Calidad**

Según Cantwell, ( 2013)

- Apariencia (color, tamaño, forma, ausencia de defectos)
- Firmeza
- Sabor (sólidos solubles, acidez titulable y compuestos aromáticos)
- Valor nutricional (Vitamina C)
- Para un sabor aceptable se recomienda un mínimo de 7% de sólidos solubles y/o un máximo de 0.8% de acidez titulable.

A continuación según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 4103, se relaciona los cambios de color de la fresa con los diferentes estados de madurez:

0. Fruto de color blanco verdoso bien desarrollado, a este estado se le conoce como madurez fisiológica.
1. El fruto es aun de color blanco verdoso, con algunas áreas de color rosa en la zona apical.
2. Se incrementa el área de color rojo intenso en la zona apical.
3. El color rojo puro cubre hasta la zona media del fruto y la zona de cáliz presenta visos rosados.
4. Aumenta el área de color rojo intenso hacia el cáliz.
5. El color rojo intenso aumenta y empieza a cubrir la zona del cáliz.
6. El color rojo intenso cubre todo el fruto.



Fuente: Norma Técnica Colombiana 4103

**Figura 1.** Estados de maduración de la fresa a través de los colores

#### **2.1.6.6 Efectos del Etileno**

El etileno no estimula los procesos que ocurren durante la maduración de la fresa (las frutas se deben cosechar cerca de la plena madurez). La eliminación del etileno de los almacenes puede reducir el desarrollo de enfermedades (Cantwell, 2013).

#### **2.1.7 Enfermedades y daños de poscosecha**

Según Mangione & Liverotti, (2014), se puede establecer una diferencia entre las distintas causas que producen el deterioro de los frutos de frutilla en poscosecha, según sea su etiología. Así, se define como alteración no evolutiva a todo daño que sea provocado por un factor abiótico (fisiológico, mecánico, etc.) y que no evoluciona con

el transcurso del tiempo y como enfermedad, a todo defecto causado por un microorganismo patógeno ya sea hongo, bacteria o virus. La sensibilidad a daños físicos y podredumbres se acentúan con las altas temperaturas; de ahí la necesidad de refrigerar el transporte de los frutos perecederos y no romper la cadena de frío desde el galpón de empaque hasta el consumidor.

Según Alcántara *et. al.*, (1995), citado por Mangione , Liverotti, (2014), una parte importante de los daños se pueden producir en el propio campo mientras la fruta espera para ser transportada a la cámara o en el mercado comercializador durante su venta. Estudios realizados en los mercados de Nueva York y Chicago, pusieron de manifiesto que durante la poscosecha de la frutilla se pueden llegar a producir pérdidas comprendidas entre 29 y 41 %, por daños mecánicos y podredumbres causadas por hongos según Kader, (1991) citado por Mangione & Liverotti, (2014)

#### **2.1.7.1 Enfermedades**

Las enfermedades son la principal causa de pérdidas poscosecha en la frutilla. No se aplican a la fruta fungicidas en poscosecha; por lo tanto, el inmediato enfriamiento, el almacenamiento a 0°C, la prevención de daños físicos y el embarque con dióxido de carbono son los mejores métodos para el control de estas enfermedades (Mangione & Liverotti, 2014).

Además, durante la cosecha se debe tener la precaución de eliminar las frutas dañadas o con infecciones ya que éstas se propagan de las frutas enfermas a las sanas formando verdaderos nidos de pudrición.



**Figura 2.** Nido de podredumbre en frutilla

**Fuente:** Laboratorio Sanidad Vegetal. CMCBA

El problema principal que afecta a la conservación de los frutos es la sensibilidad que presentan a enfermedades causadas por diferentes hongos. De forma resumida podemos decir que, algunos autores (Fraire *et al.*, 2003) han llegado a encontrar sobre los frutos de frutilla hongos pertenecientes a diez géneros: *Alternaria* Nees 1817, *Aspergillus* Wurmser 1922, *Botrytis* Whetzel 1945, *Cladosporium* Link (1816), *Epicoccum* Link 1815, *Fusarium* Kohli 1989, *Geotrichum* Badilla 1996, *Mucor* Fraga 1996, *Penicillium* Fleming 1928 y *Rhizopus* Vuill. 1902. No cabe duda que la presencia de algunos hongos como *Botrytis cinérea* Pers 1794 y *Rhizopus stolonifer* Vuill. 1902 suele ser más abundante que otros (Mangione & Liverotti, 2014).

### 2.1.7.2 Moho gris

Ataca los pecíolos de las hojas, las flores y los frutos. Aparece como manchas castaños claras para luego desarrollar un moho gris que vuela fácilmente diseminando la enfermedad. El moho gris causado por *Botrytis cinerea* es la mayor causa de pérdidas poscosecha en frutilla. Este hongo continúa creciendo aún a 0°C aunque muy lentamente (Mangione & Liverotti, 2014)



**Figura 3.** Moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutilla

**Fuente:** Laboratorio Sanidad Vegetal. CMCBA



**Figura 4.** Observación en lupa de Moho gris (*Botrytis cinerea*) en frutilla

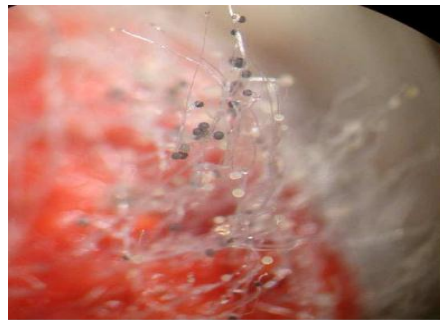
**Fuente:** Laboratorio Sanidad Vegetal. CMCBA

### 2.1.7.3 Podredumbre por *Rhizopus*

La podredumbre por *Rhizopus* es causada por el hongo *Rhizopus stolonifer*, cuyas esporas generalmente están presentes en el aire y se propagan fácilmente. Este hongo no crece a temperaturas inferiores a 4°C, por lo tanto el buen manejo de la temperatura es el método más simple de control.



**Figura 5.** Podredumbre por *Rhizopus stolonifer*



**Figura 6.** Observación con lupa de *R. stolonifer*

**Fuente:** Laboratorio Sanidad Vegetal. CMCB

**Fuente:** Laboratorio Sanidad Vegetal. CMCBA



**Figura 7.** Diferencias sintomatológicas entre *Rhizopus* y *Botrytis*

**Fuente:** Laboratorio Sanidad Vegetal. CMCBA

### 2.1.7.4 Antracnosis

Se presenta preferentemente en frutas rojas como manchas marrones, hundidas y secas. Es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*.



**Figura 8.** Antracnosis en frutilla

**Fuente 8:** <http://elmundoysusplantas.blogspot.com.ar/2010/05/antracnosis.html>

## **2.2 PROPÓLEO**

### **2.2.1 Origen**

El origen botánico y geográfico de la sustancia resinosa recolectada sobre las plantas por las abejas puede ser detectado, cuantificando los granos de polen que contiene, granos de polen idénticos a los de las mieles del mismo origen (Jean-Prost, 2007).



**Figura 9.** Propóleo hecho bolo y endurecido

**Fuente:** Arquillue, 2002

### **2.2.2 Cantidades recolectadas**

La cantidad de propóleo recolectada por las abejas varía de una a otra colonia. Una colmena puede producir hasta 300 g por año (más razonable 50g), de una mezcla de propóleo + 30% de cera (Jean-Prost, 2007).

### **2.2.3 Composición**

Según Estévez & Elizabeth, (2012), está formado por las propias abejas por la recolección de resinas de especies arbóreas y su mezcla con cera en la colmena. Los propóleos evitan pérdidas de calor durante el invierno al depositarse sobre las grietas

del nido o colmena. Las aplicaciones de los propóleos son diversas. Se emplean en la fabricación de cosméticos, barnices, pinturas, medicamentos, etc. Tiene propiedades antisépticas especialmente en infecciones de ojos, eczemas, infecciones de garganta, úlceras, enfermedades del tracto urinario, dermatología, odontología, etc.

#### **2.2.4 Características físicas del propóleo**

Según Alvarez & Rodrigo, (2013), el propóleo varía sus características físicas dependiendo del área y del tipo de vegetación que este circundando el apiario. Su consistencia es suave entre los 20 a 45 grados centígrados, flexibles y adhesivos, pero al enfriarse se endurece y se hace quebradizo alrededor de los 15 grados. Cuando esto ocurre a temperaturas de congelación, no recupera sus anteriores características. A más de 45 grados cada vez son más pegajosos se vuelven líquidos alrededor de los 60 grados, aunque hay casos que no son líquidos hasta los 100 grados centígrados. El disolvente más usado para su extracción comercial es el alcohol etílico, usándose también el éter, el glicol y el agua. La mayoría de sus componentes antibacterianos son solubles en agua y alcohol. (Polanio, C. s/f);( Limaico, 2011) citados por (Alvarez & Rodrigo, 2013).

#### **2.2.5 Composición química del propóleo**

Según Necato Vinuesa, (2005) y Piñeiro, (2007) citados por Álvarez & Rodrigo, (2013), su composición es compleja, se han identificado aproximadamente 200 compuestos diferentes.

- Resinas y Bálsamos 50-55%
- Cera 25-35%
- Aceites Volátiles 10%
- Polen 5%
- Sustancias orgánicas y minerales 5%



### 2.2.6 Mecanismo de acción antimicrobiana del propóleo.

Según Arguello et al, (2008) citado por Álvarez & Rodrigo,(2013), la compleja composición le confiere al propóleo capacidad antibacteriana, antimicótico y antiviral. Según Tovalino F et al, (2010). citado por Álvarez & Rodrigo, (2013), algunos estudios han reportado que ciertos flavonoides presentan actividad biológica contra microorganismos orales y mencionaron que el propóleo inhibe in vitro la actividad de la formación del glucano y la glucosiltransferasa demostrando la actividad antibacteriana contra el *Staphylococcus mutans*.

*Y Sobrinus*.

**Tabla 3.** Propiedades y compuestos químicos del Propóleo

<b>PROPIEDAD</b>	<b>COMPUESTO QUÍMICO</b>
<b>Antimicótico</b>	Pinocembrina, ácido acético y caféico
<b>Antibacterial</b>	Pinocembrina, Kaemferol y ácido caféico
<b>Antiséptico</b>	Ácido Benzóico
<b>Antiviral</b>	Ácido caféico, luteolina y quercetina
<b>Antimutagénica</b>	Ácido ferúlico, ácido cinámico y ácido coumárico
<b>Citotoxicidad e inhibición de Tumores</b>	Ácido Caféico, fenetil ester, quercetina y crisina
<b>Anestésico local</b>	Pinocembrina
<b>Antihemorrágico</b>	Flavonoides
<b>Curación de heridas</b>	Ácidos Fenólicos y flavonoides
<b>Efecto aglutinante</b>	Ácido Ferúlico
<b>Estimula la mitosis y aumenta la biosíntesis de las proteínas</b>	Arginina
<b>Curación de úlceras Gastroduodenales</b>	Luteolina, apigenina, pinocembrina y galangina
<b>Histaminopectica</b>	Quercetina
<b>Antioxidante</b>	Flavonoides, ácido caféico y fenetil ester
<b>Antiinflamatorio</b>	Flavonoides y ácido caféico
<b>Espasmolítico</b>	Quercetina y Kaempferide
<b>Promueve el desarrollo de colágeno y elastina</b>	Ácido ferúlico

Fuente :Vázquez, (2010), citado por Álvarez & Rodrigo,(2013)

### **2.2.7 Propóleo como agente antifúngico**

El extracto etanólico al 15% de propóleo de la abeja *Apis mellifera* procedente del apiario de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, tuvo un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de las levaduras *Candida albicans* (ATCC 14055) y *Cryptococcus neoformans*, y sobre el hongo filamentoso *Aspergillus fumigatus*, el cual fue demostrado mediante dos pruebas de susceptibilidad: difusión en agar y microdilución, lo cual sugiere el posible potencial del propóleo en el tratamiento de las enfermedades causadas no solo por hongos levaduriformes, sino, también, por hongos filamentosos (Orozco, 2008).

Estudios realizados mostraron que las concentraciones de Propóleo Etanólico presentaron actividad antibacteriana; con promedios en los halos de inhibición para el Propóleo Etanólico al 5% de 17.15 mm, para el Propóleo Etanólico al 15% de 22 mm y en menor diámetro para el propóleo Etanólico al 30% de 15.9 mm. Se concluye que el Propóleo Etanólico al 15% presentó una mayor actividad antibacteriana, mientras que al 30% se observó una disminución en esta, debido que a mayores concentraciones de Propóleo este tiende a saturarse y por lo tanto disminuir su actividad antibacteriana (Calderon, 2010).

En estudios realizados donde se evaluó la acción inhibitoria de un extracto etanólico al 15% de propóleo de la abeja *Apis mellifera*, sobre el crecimiento de *Candida albicans* (ATCC 14055), *Cryptococcus neoformans*, y *Aspergillus fumigatus*, mediante dos pruebas de susceptibilidad: difusión en agar y microdilución. Las pruebas de difusión fueron efectuadas sobre agar dextrosa Sabouraud (SDA), Müeller-Hinton con 2% de glucosa y 0,5 µg/mL de azul de metileno (MHAM: documento NCCLS M-44<sup>a</sup>) y RPMI 1640 con agar noble. Para obtener la concentración inhibitoria mínima (CIM), se realizaron pruebas de microdilución según los métodos M27-A2 (levaduras) y M38-A (filamentosos) del NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standard: ahora Institute for Clinical Laboratory Standard). Se observó actividad inhibitoria sobre el desarrollo de todos los hongos estudiados. Estos resultados sugieren el posible

potencial del propóleo como un tratamiento alternativo contra las infecciones por hongos, tanto levaduriformes como filamentosos. (Londoño , & otros, 2007)

### **2.2.8 Propiedades del propóleo**

El propóleo tiene gran acción bactericida y bacteriostática, comprobándose que los cadáveres que quedan envueltos por él en la colmena no se pudren. Según experiencias efectuadas, el propóleos actúa con efecto antibiótico frente a cocos Gram positivos: *Sarcina lutea* Goodsir, 1842, *Staphylococcus aureus* Rosenbach 1884; frente a bacilos Gram positivos: *Bacillus subtilis* Ehrenberg 1835, *Bacillus larvae* Calesnick 1952, *Corynebacterium equi* Magnusson 1923; frente a algunas especies de mohos (*Aspergillus ochraceus* Wilhelm 1877) y frente a levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) (Arquillue, 2002).

En otros ensayos se ha estudiado el efecto inhibitorio del propóleo frente a algunos virus de las plantas. La mayor sensibilidad se ha encontrado con relación al virus de la necrosis del tabaco, y la más reducida frente al virus del mosaico del pepino. El propóleo no sólo disminuye el número de lesiones en las hojas infectadas por el virus, sino que también inhibe la reproducción del virus en toda la planta. En Medicina humana se han encontrado resultados positivos al usar propóleo en el tratamiento de procesos tales como catarros de las vías respiratorias altas, gripe, sinusitis, laringitis, bronquitis, asma bronquial, neumonía crónica, tuberculosis pulmonar (dentro de las afecciones del aparato respiratorio). En odontología se utiliza para el tratamiento de abscesos bucales. En el área dermatológica es donde más aplicación encuentra, principalmente para procesos tales como abscesos, forúnculos, supuraciones diversas, sabañones, grietas, verrugas, callosidades, eczemas y psoriasis, entre otros ( Stangaci, 2011).

### **2.2.9 Toxicología**

Múltiples estudios realizados en el mundo han demostrado la buena tolerancia y la inocuidad de este producto natural administrado por vía oral, no lográndose establecer la dosis letal 50 por su alta tolerancia. (35, 36) Estudios en animales y nuestra propia experiencia en la clínica nos permiten afirmar que este producto posee una capacidad hepatoprotectora que analizaremos en el Minisimposio (Morales, s.f.).

### **2.2.10 Empleo de un recubrimiento formulado con propóleo para el manejo postcosecha de frutos de papaya (*Carica papaya L. cv. Hawaiiana*)**

La adición de un extracto de propóleo en la formulación de recubrimientos es una alternativa promisoriosa para mejorar la seguridad microbiana de frutos de papaya, en poscosecha. El recubrimiento conteniendo el extracto etanólico del propóleos al 5% inhibió el crecimiento de microorganismos mesófilos aerobios, mohos y levaduras en los frutos durante los primeros 7 días de almacenamiento a  $28 \pm 2$  °C y entre 65 y 70% de HR. Además, disminuyó el índice de deterioro de los frutos, reflejado en una mejor calidad visual de los mismos con un proceso de maduración ligeramente tardío respecto al control ( Gil, García , Durango , Barrera , & Gil , 2012).

## **2.3 RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES**

### **2.3.1 Definición**

Según Vargas, (2007) citado por Lopez , (2012), las películas comestibles se definen como una o varias capas delgadas preparadas a partir de materiales comestibles que se forman directamente sobre o entre componentes del alimento, llegan a ser parte del producto y permanecen en el mismo durante su uso y consumo. Actúan como barrera a la transferencia de agua, gases y solutos de los alimentos, de esta manera protegen al producto y prolongan su vida de anaquel.

Una película comestible (PC) es una matriz preformada, delgada, que posteriormente será utilizada en forma de recubrimiento del alimento o estará ubicada entre los componentes del mismo. Dichas soluciones formadoras de PC o RC pueden estar

conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos (Películas y recubrimientos comestibles, s. f.).Según Embuscado y Huber, (2009) citado por Lopez , (2012).También se define a los recubrimientos comestibles como cualquier tipo de revestimiento utilizado para envolvimiento (capa o envoltura) de alimentos para prolongar la vida útil del producto que puede ser consumido junto con el alimento. Las películas comestibles remplazan y/o fortalecen las capas naturales para evitar pérdidas de humedad, mientras que de manera selectiva permite el intercambio controlado de gases de efecto importante, como el oxígeno, el dióxido de carbono y etileno, que están involucrados en los procesos de la respiración.

Las propiedades funcionales de los recubrimientos comestibles dependen de tres factores principales: las características de la cubierta formada, las características y grado de madurez del vegetal o fruta por recubrir y el medio ambiente que rodea. Entre estos factores se encuentran la composición y el método de elaboración de la solución recubierto, su estructura , su viscosidad y el grado de solvatación del polímero ; el grosor final de la cubierta , su polaridad y el grado de entrecruzamiento del polímero ; la composición química del alimento , su actividad acuosa y sus características físicas , bioquímicas y microbiológicas ; la humedad relativa del medio ambiente y el tiempo y la temperatura de almacenamiento del producto final (González & Alvarez, 2009).

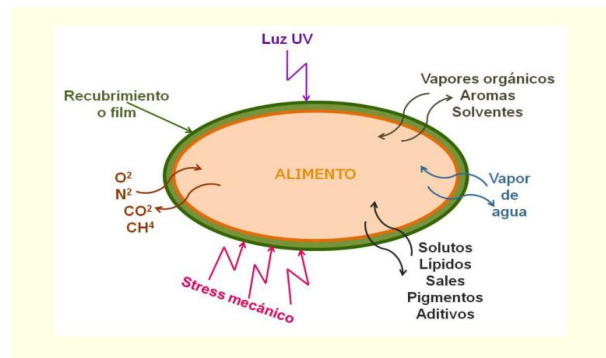
### **2.3.2 Propiedades funcionales de los recubrimientos comestibles**

Las principales propiedades funcionales de los recubrimientos comestibles son:

Según Guzmán, 2003; Bósquez, 2007; Morillon, (2002) citados por Lopez , (2012)

- Reducir pérdida de peso.
- Reducir la pérdida de humedad.
- Reducir el transporte de dióxido de carbono y oxígeno
- Reducir el paso de aceites y grasas.
- Reducir el transporte de solutos.

- Mejorar el manejo de los alimentos.
- Mejorar las propiedades mecánicas.
- Retener los componentes volátiles.
- Contener aditivos.
- Se usa en alimentos heterogéneos como barrera entre los componentes.
- Aumentar el tiempo de vida útil.
- Conservar por más tiempo las propiedades organolépticas y nutricionales de los alimentos.
- Funcionar como antimicrobianos
- Evitar la oxidación de las grasas, vitaminas, sabores y colores.
- Suprimir la respiración aeróbica en frutas y verduras frescas.
- Reforzar la integridad estructural del producto que recubren.
- Dar productos de mayor calidad



**Figura 10.** Transferencia de componentes entre el medio externo y el alimento a través del recubrimiento comestible

**Fuente:** (Parzanese, 2009)

### 2.3.3 Tipos de recubrimientos

Las propiedades que ofrecen las películas comestibles dependen de los componentes de los cuales están elaborados, los cuales incluyen materiales que deben ser dispersados y disueltos en un solvente como el agua, alcohol, mezcla de agua y alcohol o una mezcla de otros solventes, plastificantes. Agentes antimicrobianos, colores o sabores

también pueden ser añadidos en este proceso, las películas pueden estar compuestas por los siguientes componentes básicos (Lopez , 2012).

- Proteínas (gelatina, caseína, entre otros)
- Celulosa, almidón o materiales con base en dextrina.
- Alginatos y gomas.
- Ceras, lípidos o derivados de los monoglicéridos.
- La mezcla de cualquiera de estos grupos

De acuerdo a esto se puede clasificar a los recubrimientos en tres grandes categorías

#### **2.3.4 Hidrocoloides**

Debido a que se denominan hidrocoloides a aquellas sustancias solubles o dispersables en agua, este término se aplica generalmente a sustancias compuestas por polisacáridos, aunque también algunas proteínas reciben esta clasificación (Parzanese, 2009).

Son polímeros hidrofílicos (contienen grupos oxhidrilos -OH) de origen vegetal, animal o microbiano. Producen un elevado aumento de la viscosidad y en algunos casos tienen efectos gelificantes ya que se disuelven y dispersan fácilmente en agua. En la industria de alimentos se utiliza como aditivos con el fin de espesar, gelificar o estabilizar. Durante los últimos años se expandió el desarrollo de películas biodegradables utilizando hidrocoloides como materia prima, porque presentan excelentes propiedades mecánicas así como de barrera frente al O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y lípidos. La desventaja es que por ser hidrofílicos permiten el transporte de humedad (Parzanese, 2009).

Entre los más utilizados para la formulación de films y recubrimientos se encuentran:

##### **a) Los polisacáridos**

**Almidones:** su uso en la fabricación de films y recubrimientos es muy conveniente ya que son polímeros biodegradables, comestibles y sus fuentes son abundantes (maíz, trigo, papa, arroz, etc.), renovables y de bajo costo. Su funcionalidad es principalmente

servir como barrera al O<sub>2</sub> y a los lípidos, como también mejorar la textura (Parzanese, 2009).

**Alginatos:** se obtienen de diferentes especies de algas, principalmente de *Macrocystis pyrifera* Agardh 1820. Presenta la propiedad de formar geles cuando se le adicionan iones calcio (Ca<sup>2+</sup>) los cuales se utilizan en la formulación de PC y RC. Sus aplicaciones son variadas ya que poseen buenas propiedades de barrera frente al O y lípidos, una de las más destacadas es en productos cárnicos frescos o congelados para evitar su deshidratación superficial. Además se lo utiliza en recubrimientos de partículas de café liofilizadas (Parzanese, 2009).

**Pectinas:** corresponden a un grupo complejo de polisacáridos estructurales que están presentes en la mayoría de las plantas, principalmente en los cítricos. Para formar películas con este compuesto es necesario agregar una sal de calcio (cloruro de calcio) y plastificante. Debido a que son altamente permeables al agua su uso se limita a mejorar el aspecto de algunos productos como frutas secas (Parzanese, 2009).

**Quitina y Quitosano:** La quitina es el polisacárido más abundante en la naturaleza después de la celulosa. Las principales fuentes de este biopolímero son el exoesqueleto de muchos crustáceos, las alas de algunos insectos, paredes celulares de hongos, algas y otros. En cuanto a su producción industrial se basa mayormente en el tratamiento de los caparazones de crustáceos como camarones, langostas y cangrejos los cuales son obtenidos fácilmente como desechos de las plantas procesadoras de estas especies. Además la quitina constituye la fuente industrial de quitosano más importante ya que mediante un proceso de desacetilación química o enzimática (eliminación del 50% aproximadamente de sus grupos acetilos) se convierte en quitosano, pudiendo obtenerse a gran escala (Parzanese, 2009). En los últimos años el quitosano se convirtió en el aditivo de alimentos de origen biológico preferido, debido a sus propiedades antimicrobianas, a su abundancia en la naturaleza y a su capacidad para formar



películas. Estas se distinguen de las obtenidas a partir de otros polisacáridos por ser transparentes, de buenas propiedades mecánicas y de barrera frente al O<sub>2</sub>. Las PC a base de quitosano fueron aplicadas en muchos productos, principalmente frutas y hortalizas como frutillas, pimientos, pepinos, manzanas, peras, duraznos y ciruelas con el objetivo de preservar su calidad y actuar como agente antimicrobiano (Parzanese, 2009).

**Carragenanos:** se extraen de algas rojas como las especies *Chondrus* y *Gigarina*.

Al igual que los alginatos requieren de la adición de sales de calcio para la formación de geles. Como resultado se obtienen películas transparentes, incoloras y de sabor ligeramente salado. Estas se aplican principalmente para retardar la pérdida de humedad de algunos frutos (Parzanese, 2009).

**Derivados de la celulosa:** Los derivados de la celulosa son considerados buenos agentes formadores de películas debido a su estructura lineal. Generalmente las películas son sólidas y resistentes a los aceites y a la mayoría de los solventes orgánicos no polares. Se emplean para controlar la difusión de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, a fin de retrasar el proceso de maduración en frutas y vegetales (Parzanese, 2009).

## **b. Proteínas**

**Caseína:** los caseinatos son buenos formadores de películas emulsionadas por su naturaleza anfifílica, su estructura desordenada y su capacidad para formar puentes de hidrógeno. Las películas de caseinato presentan características favorables para uso en alimentos como transparencia y flexibilidad. Se desarrollaron cubiertas protectoras para brownies, cubos de chocolate y donuts a partir de caseinato de sodio, aceite de algodón, soja o maíz y un plastificante (Parzanese, 2009).

**Proteínas del suero lácteo:** Las películas basadas en proteínas del suero son excelentes barreras al O<sub>2</sub>, aunque resultan ser muy frágiles. Como solución a este inconveniente se detectó que sus propiedades mecánicas mejoran considerablemente mediante la

adición de un agente plastificante, como el glicerol. Para la fabricación de las películas y los recubrimientos se parte de un concentrado de proteínas al que se aplica calor para su desnaturalización. Tras su refrigeración se elimina el gas atrapado y se forma el material de envase. Dentro de las primeras aplicaciones consideradas en fase de experimentación se puede nombrar su uso como cobertura en productos sensibles al oxígeno, como nueces y maníes, para evitar su oxidación y prolongar su vida útil. También se investiga la formación de recubrimientos comestibles anti-moho para quesos, envases destinados a la leche en polvo y otros productos deshidratados, como barrera frente a la humedad y alternativas al colágeno de las coberturas empleadas en derivados cárnicos (Parzanese, 2009).

**Colágeno:** es el mayor constituyente de la piel, tendones y tejidos conectivos y se encuentra extensamente distribuido en las proteínas fibrosas de los animales. Las películas comestibles obtenidas a partir de este se aplican desde hace tiempo en productos y derivados cárnicos, principalmente como recubrimiento de salchichas y otros embutidos. Los beneficios que presenta este tipo de recubrimiento son evitar la pérdida de humedad y dar un aspecto uniforme al producto mejorando sus propiedades estructurales (Parzanese, 2009).

**Zeína:** es una prolamina y la principal proteína de reserva del maíz. Se caracteriza por ser un material relativamente hidrofóbico y termoplástico por lo cual forman películas fuertes, con brillo, resistentes al ataque microbiano, insolubles en agua; con propiedades antioxidantes y capacidad de adhesión (Parzanese, 2009).

### **2.3.5 Lípidos**

Contrariamente a los Hidrocoloides, los lípidos se caracterizan por ser hidrofóbicos y no poliméricos, presentando excelentes propiedades de barrera frente a la humedad. Dentro del grupo de lípidos aplicados a recubrimientos y films comestibles se pueden mencionar las ceras, esinas, ácidos grasos, monoglicéridos y diglicéridos. La

característica negativa de estas sustancias es su escasa capacidad para formar films, es decir no poseen suficiente integridad estructural ni durabilidad (Parzanese, 2009).

No obstante se los utiliza principalmente como protección de frutas, aplicándose una capa lipídica externa como suplemento a la cera natural que poseen los frutos, la cual es generalmente removida durante el lavado. Asimismo se emplean como barrera entre los distintos compuestos de un alimento heterogéneo, como soporte de aditivos liposolubles y para dar brillo a productos de confitería. (Parzanese, 2009)

### 2.3.6 Compuestos

Como su nombre lo indican los films compuestos son formulados mediante la combinación de Hidrocoloides y lípidos permitiendo aprovechar las ventajas funcionales que presenta cada uno, reduciendo las características desfavorables (Parzanese, 2009). Según la ubicación en el espacio de los lípidos respecto a los Hidrocoloides, los recubrimientos y películas compuestas pueden ser de dos tipos:

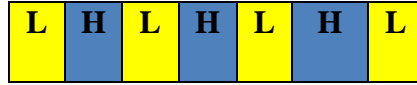
**Laminados:** se configuran mediante la superposición de una capa lipídica sobre una de hidrocoloides, formando una bicapa. De esta manera se logra una distribución homogénea de los lípidos controlando de manera satisfactoria la transferencia de agua (Parzanese, 2009).



**Figura 11.** Modelo de película compuesta tipo laminada

**Fuente:** (Parzanese, 2009)

**Emulsiones:** se trata de mezclas heterogéneas de lípidos dentro de una matriz de hidrocoloides, obtenidas por emulsión o microemulsión. Este tipo de películas son menos eficientes respecto a la transferencia de humedad ya que no se logra una distribución homogénea de los lípidos (Parzanese, 2009).



**Figura 12.** Modelo de película compuesta tipo emulsión

**Fuente:** Parzanese, 2009

### **2.3.7 Modo de empleo**

Existen distintas técnicas de aplicación de recubrimientos con los cuáles se forman finas capas de material alrededor de los alimentos, entre los principales encontramos: inmersión, aspersion de espuma, atomización y por aplicación con cepillos o esponjas impregnados de las soluciones, normalmente seguido de secado natural y en ocasiones con cepillado rotatorio para su pulitura y acabado más atractivo (Lopez , 2012).

#### **Inmersión**

Esta técnica es de bajo costo, permite obtener una distribución homogénea del recubrimiento si se la realiza adecuadamente. Sin embargo, puede originar problemas de contaminación microbiana o dilución de las emulsiones si la fruta no está previamente secada (Lopez , 2012).

#### **Aspersion de espuma**

Requiere de un equipo de aplicación que permite agilizar el proceso de aplicación. Presenta la ventaja de facilitar el secado porque permite el uso de formulaciones de alto contenido en sólidos, pero pueden dar lugar a una mala distribución del recubrimiento (Lopez , 2012).

#### **Atomización**

Requiere de un equipo especializado para su aplicación. Da buenos resultados y es una de las técnicas más usadas en las grandes industrias que utilizan recubrimientos para sus productos (Lopez , 2012).

### **Aplicación con esponjas**

Es una técnica que no requiere equipo especializado para su aplicación y por ende no incurre en grandes costos, permite una distribución homogénea del recubrimiento y reduce el tiempo de secado en comparación con la técnica de inmersión (Lopez , 2012).

### **2.3.8 Efecto de un recubrimiento comestible y de diferentes empaques durante el almacenamiento refrigerado de mango Tommy Atkins mínimamente procesado.**

Según Dussán, Torres, & Hleap, (2014) La técnica más adecuada que permite prolongar la vida útil de mango mínimamente procesado, hasta por 24 días a condiciones de refrigeración ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  y  $90\pm 2\%$  de HR), consiste en realizar inmersión en ácido ascórbico (1% v/v), ácido cítrico (1% v/v) y  $\text{CaCl}_2$  (1% v/v), posteriormente realizar el recubrimiento comestible a base de almidón de yuca, glicerol, cera de carnauba y aceite de canola y finalmente el acondicionamiento en empaque PET (polietileno tereftalato). La utilización de un recubrimiento comestible complementado con un envase adecuado como lo fue el PET, contribuye a mantener los atributos de calidad sensorial, físicos y químicos del mango MP bajo refrigeración.

Componentes	En gramos	%
Almidón de yuca	2	2
Agua destilada estéril	95	95
Glicerina	1,5	1,5
Acido esteárico	0,8	0,8
Cera de carnauba	0,3	0,3
Aceite de canola	0,4	0,4

**Fuente:** (Dussán, Torres, & Hleap, 2014)

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Caracterización del área de estudio

El experimento se realizó en las unidades eduproductivas de frutas y hortalizas de la Facultad de Ciencias Agropecuaria y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte (Ibarra, Imbabura, Ecuador)

##### 3.1.1 Localización y ubicación del experimento

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en las unidades eduproductivas de frutas y hortalizas de la Facultad de Ciencias Agropecuaria y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte; ubicadas en la Ciudadela San Andrés, de la Parroquia de El Sagrario del Cantón Ibarra. La materia prima se obtuvo del sector de Cajas. Los análisis microbiológicos y físico-químicos se realizaron en el laboratorio de análisis físico-químicos y microbiológicos de la FICAYA en la Universidad Técnica del Norte.

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	El Sagrario
Lugar:	Unidades productivas de la UTN
Temperatura:	17,4 ° C
Altitud:	2250 m.s.n.m.
Humedad relativa promedio:	73%.
Pluviosidad:	50.3 mm. Mensual
Latitud:	78°08 'Oeste

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de la ciudad de Ibarra, Granja Experimental de la Universidad Técnica del Norte (UTN) 2014.

## **3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas**

### **Equipos**

- Refrigeradora
- Balanza gramera
- Cocina
- Licuadora
- Refractómetro
- pH metro

### **Herramientas**

- Termómetros
- Agitadores
- Coladores
- Recipientes plásticos

### **Materiales de Laboratorio**

- Erlenmeyer
- Vasos de Precipitación
- Embudo de Buchner
- Balón Aforado
- Probetas
- Pinzas
- Soporte
- Bureta

### **Insumos**

- Hipoclorito de sodio
- Cera de carnauba
- Almidón de yuca
- Glicerina
- Agua destilada
- Ácido esteárico
- Etanol a 96 °
- Propóleo
- Papel aluminio

- Bandejas pet
- Aceite de canola

### Reactivos

- Fenolftaleina al 1%.
- Agua destilada.
- Ácido oxálico 0,1N (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>).
- Hidróxido de potasio 0,1N (KOH)
- Hidróxido de Bario 0,1N Ba(OH)<sub>2</sub>
- Hidroxido de sodio 0,1 N NaOH

## 3.3 Métodos

### 3.3.1 Factores en estudio

En la presente investigación se planteó como factores en estudio los siguientes:

#### Factor A: Dosis de extracto de propóleo

Se adicionaron a la formulación del recubrimiento comestible en los siguientes niveles

#### Niveles

<b>A1</b>	<b>0 %</b>
<b>A2</b>	<b>5 %</b>
<b>A3</b>	<b>15 %</b>

#### Contenido de propóleo en el extracto alcohólico

**Tabla 4.** Contenido de propóleo en el extracto alcohólico

<b>% de extracto alcohólico de propóleo</b>	<b>Extracto alcohólico en g</b>	<b>Propóleo puro en g</b>
<b>0</b>	0	0
<b>5</b>	5	0,75
<b>15</b>	15	2,25



## **Factor B: Temperatura de almacenamiento**

Se estudiaron tres temperaturas de almacenamiento

**B1** Ambiente 18°C

**B2** Refrigeración 0 °C

**B3** Refrigeración 8°C

La fuente tomada para la temperatura ambiente promedio 18 °C fue el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de la ciudad de Ibarra, Granja Experimental de la Universidad Técnica del Norte (UTN) 2014.

## **Testigo**

**Testigo** =Frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento

### **3.3.2 Tratamientos**

**Las interacciones de los niveles se presentan en el siguiente cuadro:**

**Tabla 5.** Descripción de todos los tratamientos

<b>Tratamientos</b>	<b>Combinaciones</b>	<b>Descripción</b>
T1	A1B1	Dosis de extracto de propóleo 0% + Temperatura de almacenamiento ambiente 18 °C
T2	A1B2	Dosis de extracto de propóleo 0% + Temperatura de almacenamiento 0 °C
T3	A1B3	Dosis de extracto de propóleo 0% + Temperatura de almacenamiento 8 °C
T4	A2B1	Dosis de extracto de propóleo 5% + Temperatura de almacenamiento ambiente
T5	A2B2	Dosis de extracto de propóleo 5% + Temperatura de almacenamiento 0 °C
T6	A2B3	Dosis de extracto de propóleo 5% + Temperatura de almacenamiento 8 °C
T7	A3B1	Dosis de extracto de propóleo 15 % + Temperatura de almacenamiento ambiente

T8	A3B2	Dosis de extracto de propóleo 15% + Temperatura de almacenamiento 0 °C
T9	A3B3	Dosis de extracto de propóleo 15% + Temperatura de almacenamiento 8 °C
T10	TESTIGO	Frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ Temperatura de almacenamiento ambiente 18 °C
T11	TESTIGO	Frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ Temperatura de almacenamiento ambiente 8 °C
T12	TESTIGO	Frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ Temperatura de almacenamiento ambiente 0 °C

**Tabla 6.** Descripción de los tratamientos a 18 °C

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
T1	A1B1	Dosis de extracto de propóleo 0% + Temperatura de almacenamiento ambiente 18 °C
T4	A2B1	Dosis de extracto de propóleo 5% + Temperatura de almacenamiento ambiente 18 °C
T7	A3B1	Dosis de extracto de propóleo 15 % + Temperatura de almacenamiento ambiente 18 °C
T10	TESTIGO	Frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ Temperatura de almacenamiento ambiente 18 °C

**Tabla 7.** Descripción de los tratamientos a 8 °C

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
T3	A1B3	Dosis de extracto de propóleo 0% + Temperatura de almacenamiento 8 °C
T6	A2B3	Dosis de extracto de propóleo 5% + Temperatura de almacenamiento 8 °C
T9	A3B3	Dosis de extracto de propóleo 15% + Temperatura de almacenamiento 8 °C
T11	TESTIGO	Frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ Temperatura de almacenamiento ambiente 8 °C

**Tabla 8.** Descripción de los tratamientos a 0 °

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
T2	A1B2	Dosis de extracto de propóleo 0% + Temperatura de almacenamiento 0 °C
T5	A2B2	Dosis de extracto de propóleo 5% + Temperatura de almacenamiento 0 °C
T8	A3B2	Dosis de extracto de propóleo 15% + Temperatura de almacenamiento 0 °C
T12	TESTIGO	Frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ Temperatura de almacenamiento ambiente 0 °C

### **3.3.3 Diseño experimental**

#### **Tipo de diseño**

En la presente investigación se empleó un Diseño completamente al azar D.CA, se obtuvo 3 tratamientos más un testigo dando 4 tratamientos a los cuales se les repite 3 veces.

#### **Número de repeticiones por tratamiento**

Tres (3)

#### **Número de tratamientos**

Cinco (4)

#### **Unidad experimental**

El número de unidades experimentales es  $(t \times r) = 12$

### **3.3.4 Características de la unidad experimental**

La unidad experimental está constituida por frutillas con recubrimiento comestibles adicionado extracto de propóleo, envasadas en bandejas pet plásticas con un peso de 500 g.

### 3.3.5 Esquema del análisis estadístico

El esquema del análisis estadístico se presenta en el siguiente cuadro:

**Tabla 9. Esquema del análisis estadístico.**

Fuentes de variación	Grados de libertad
TOTAL	11
Tratamientos	3
Error Experimental	8

#### **Análisis funcional**

Se calculó el Coeficiente de Variación (CV), prueba de Tukey al 5% para tratamientos y prueba de Friedman para evaluar las variables cualitativas o pruebas no paramétricas (características organolépticas), como: color, olor, textura, sabor y aceptabilidad.

### 3.3.6 Variables evaluadas

➤ **Variables Cuantitativas.**

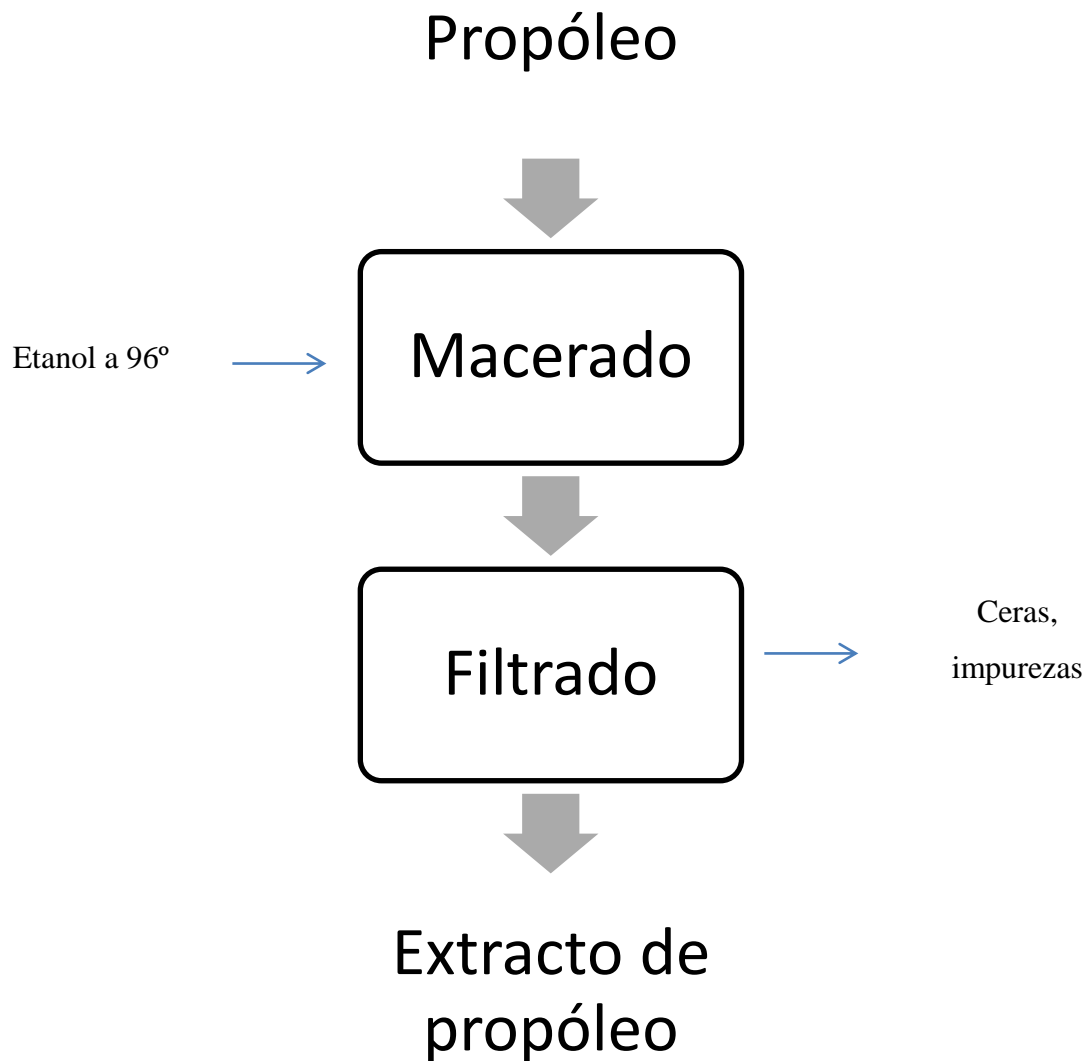
- ✓ Sólidos Solubles ( °Brix)
- ✓ pH
- ✓ Acidez titulable
- ✓ Recuento de Mohos y Levaduras
- ✓ Tasa de respiración de la fruta

➤ **Variables Cualitativas.**

- ✓ Color
- ✓ Olor
- ✓ Textura
- ✓ Sabor
- ✓ Aceptabilidad

### 3.3.7 Manejo específico del experimento.

### 3.3.8 Diagrama de flujo de la obtención del extracto alcohólico de propóleo



## **Descripción del proceso de extracción de extracto alcohólico de propóleo.**

### **Recepción de la materia prima**

Se procedió a la recepción del propóleo puro proveniente de los apicultores de la ciudad de Cayambe.



**Fotografía 1.** Pesado del propóleo

### **Macerado**

Se pesó 15 g de propóleo crudo y 85 g de etanol destilado del 96 % y se sometió a maceración a temperatura ambiente en frascos ámbar, agitando 1 hora diaria durante tres días.



**Fotografía 2.** Macerado del propóleo

### Filtrado

Filtrar la solución de propóleo a través de una gasa estéril doble, para descartar cualquier partícula sólida presente en la solución, obteniéndose el extracto etanólico de propóleo.

### Extracto de propóleo

Una vez realizada la maceración y filtrado del propóleo se obtuvo el extracto etanólico de propóleo el mismo que fue utilizado en diferentes concentraciones.



Fotografía 3. Extracto alcohólico de propóleo al 15 %

### 3.3.9 Recubrimiento comestible

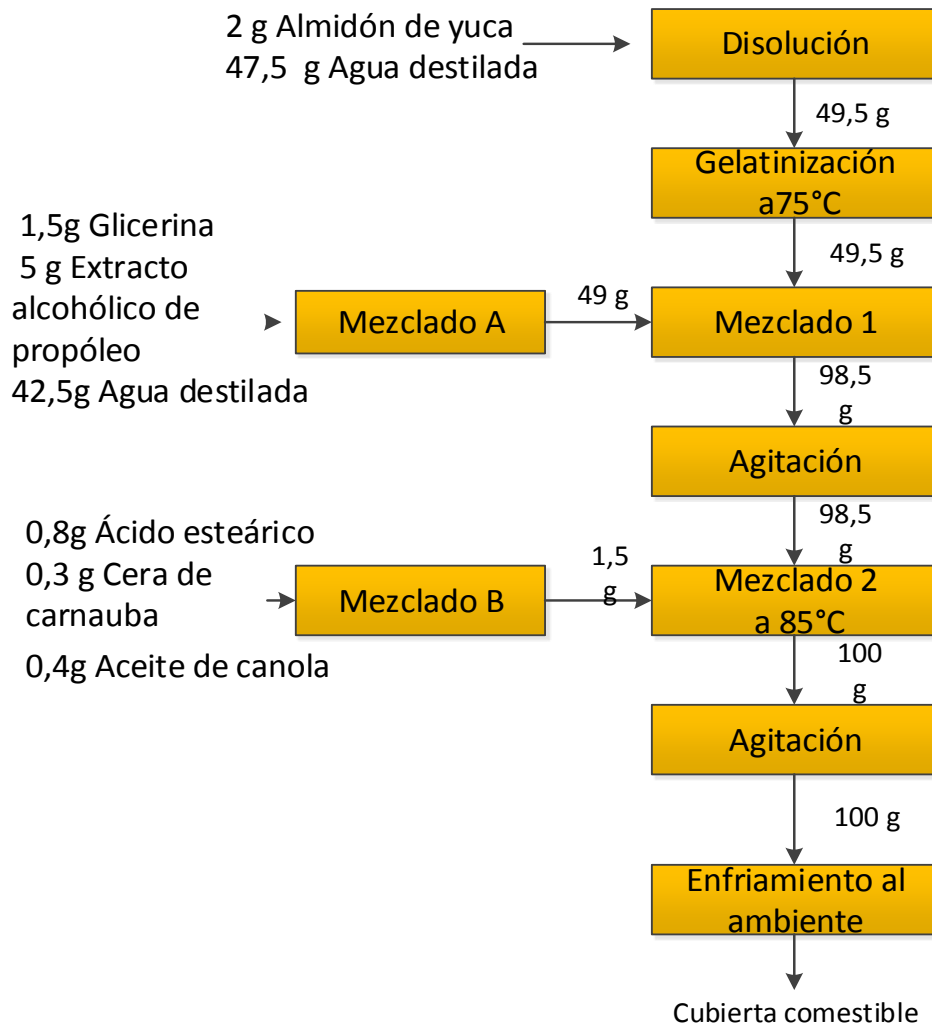
Tabla 10. Formulación del recubrimiento comestible para 100 g

Componentes	En gramos	%
Almidón de yuca	2	2
Agua destilada estéril *	95	95
Glicerina	1,5	1,5
Acido esteárico	0,8	0,8
Cera de carnauba	0,3	0,3
Aceite de canola	0,4	0,4

Fuente: (Dussán, Torres, & Hleap, 2014)

\* El extracto alcohólico de propóleo reemplazó al agua en la formulación del recubrimiento comestible.

### Diagrama de flujo de la formación del recubrimiento comestible





## **Descripción del proceso de la formulación del recubrimiento comestible**

### **Disolución**

Para formar 100g de recubrimiento comestible se dispersaron 2g de almidón de yuca en 47,5 g de agua destilada estéril con agitación constante.



**Fotografía 4.** Dispersión del almidón de yuca con agua destilada

### **Gelatinización**

Esta mezcla se llevó a una temperatura de 75°C, obteniendo un gel de almidón de yuca.



**Fotografía 5.** Gelatinización del almidón de yuca

### **Mezclado A**

En otro recipiente, se mezcló 1,5g de glicerina con 5 g de extracto alcohólico de propóleo más 42,5 g de agua destilada, esta mezcla se le incorporó gota a gota al gel de almidón ya formado.

La concentración de extracto alcohólico de propóleo varió según el factor de estudio y se reemplazó a la concentración de agua en la formulación del recubrimiento comestible.



**Fotografía 6.** Mezclado de la; glicerina, agua destilada y extracto alcohólico de propóleo

### **Mezclado 1**

Se le incorporó gota a gota la mezcla A al gel de almidón ya formado.



**Fotografía 7.** Adición del gel de almidón

### **Agitación**

La mezcla 1 se mantuvo en agitación constante durante 10 minutos a 75 °C para formar la emulsión.



**Fotografía 8.** Mezclado de la mezcla 1

### **Mezclado B**

En otro recipiente se realizó una mezcla de ácido esteárico 0,8g, cera de carnauba 0,3 g y aceite de canola 0,4 g diluido a 85 °C que posterior se adicionó gota a gota a la mezcla 2.



**Fotografía 9.** Mezclado del: ácido esteárico, cera de carnauba y aceite de canola

### **Mezclado 2**

Se adicionó gota a gota la mezcla B con el fin de formar una emulsión.



**Fotografía 10.** Formación de la emulsión

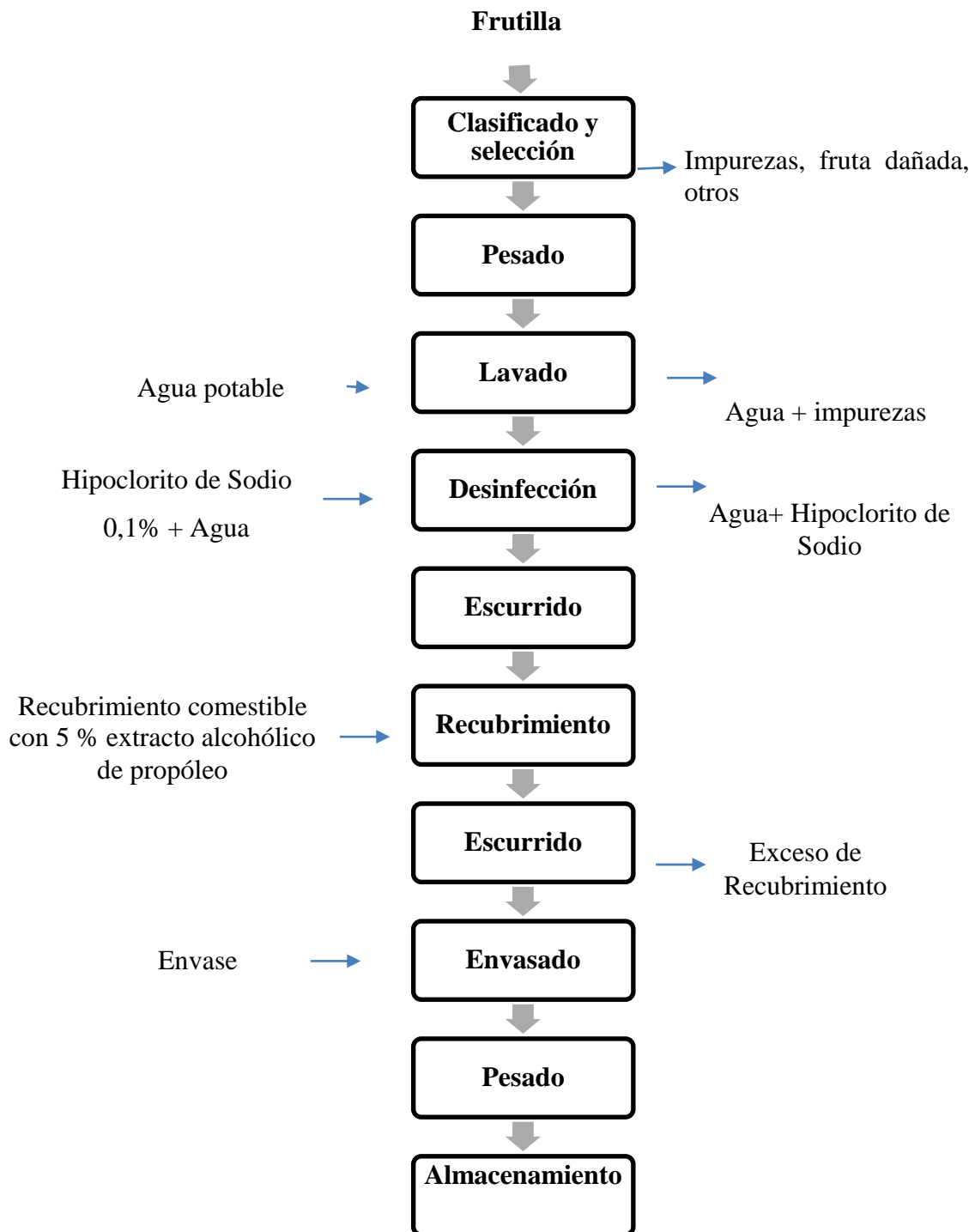
### **Agitación 2**

Finalmente se dejó el sistema en agitación constante por 3 minutos a 85°C, luego se llevó a temperatura ambiente.



**Fotografía 11.** Recubrimiento comestible

### 3.3.10 Diagrama de flujo de la aplicación del recubrimiento comestible en frutilla



## **Descripción del proceso de la aplicación del recubrimiento comestible en frutilla**

### **Materia Prima**

Las frutillas que se utilizaron en la presente investigación provinieron de los cultivos del Sra. Manuela Inlago, ubicados en el sector de Cajas, Cantón Pedro Mancayo; de la variedad oso, las características de la materia prima fueron: estado de madurez 4 de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (NCT), diámetro de la fruta de 30 a 35 milímetros, 7% de sólidos solubles mínimo y un máximo de 0.8% de acidez titulable.



**Fotografía 12.** Frutillas de la variedad oso

### **Recepción**

Se recibió las frutillas en baldes plásticos



**Fotografía 13.** Balde de frutillas

### **Clasificado y selección**

La clasificación y selección se realizaron de forma manual en una mesa agrupando a las frutillas de acuerdo a su madurez y tamaño.



**Fotografía 14.** Clasificación de las fruta

### **Pesado**

Se pesó la materia prima clasificada y seleccionada utilizando una balanza gramera digital, con la finalidad de establecer una cantidad inicial.



**Fotografía 15.** Pesado de las fruta

### **Lavado**

Se lavó con abundante agua potable con el propósito de eliminar la suciedad y todo agente contaminante de la fruta.



**Fotografía 16.** Lavado de la fruta

### **Desinfección**

La desinfección se realizó con agua potable más hipoclorito de Sodio al 0.1% (NaClO).



**Fotografía 17.** Desinfección

### **Ecurrido**

En una bandeja plástica con perforaciones se escurrió el exceso de agua.





**Fotografía 18.** Ecurrido y secado

### **Adición de cubierta**

Las frutillas escurridas fueron sumergidas durante 2 minutos en el recubrimiento comestible formulado previamente.



**Fotografía 19.** Frutillas sumergidas en el recubrimiento

### **Ecurrido**

Transcurrido 2 minutos se procedió a escurrir el exceso de recubrimiento en toallas absorbentes, a temperatura ambiente (18 °C) alrededor de 1 hora para su posterior empaclado.



**Fotografía 20.** Ecurrido y secado del recubrimiento

### **Envasado**

Las frutillas se empacaron en bandejas pet.



**Fotografía 21.** Envasado

### **Pesado**

Se pesó las frutillas envasadas, en una balanza digital para su posterior almacenamiento.



**Fotografía 22.** Pesado

### **Almacenamiento**

Se almacenó a 0°C, 8°C y a temperatura ambiente (18 °C) de acuerdo a los factores establecidos para el estudio.



**Fotografía 23.** Almacenado

### **3.3.11 Determinación de Sólidos Solubles (°Brix).**

Según INEN 380

### **3.3.12 Determinación del pH.**

Método potencio métrico, INEN 380.

### **3.3.13 Acidez titulable**

Según norma INEN 381

Se obtienen mediante la siguiente ecuación.

$$A = \frac{V_1 * N_1 * M}{V_2} * 100$$

#### **Siendo:**

A= g de ácido en 1000 cm<sup>3</sup> de producto.

V<sub>1</sub> = cm<sup>3</sup> de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N= Normalidad del Hidróxido de sodio usado

M= Peso molecular del ácido considerado como referencia.

V<sub>2</sub>= volumen de la alícuota tomada para el análisis en 6.4.

### **3.3.14 Recuento de Mohos y Levaduras**

Se realizó esta variable con el fin de determinar la vida útil de la frutilla, esta variable se la midió en los días 0, 3, 6,9 y 12.

Según norma NTE INEN 1 529-10:98

Cálculo del número (N) de unidades propagadoras (UP) de mohos y/o levaduras por centímetro cúbico ó gramo de muestra

Calcular según la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{cantidad total de muestras sembradas}}$$
$$N = \frac{\Sigma C}{V(n_1 + 0,1n_2)d}$$

**Donde:**

C = Suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas;

n1 = Número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;

n2 = Número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;

d = Dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10<sup>-2</sup>;

V = Volumen del inóculo sembrado en cada placa.

### **Determinación de la curva de crecimiento**

Para realizar las curvas de crecimiento se emplea la siguiente fórmula.

$$Ln = N_0 + \frac{ln2}{T}$$

Donde:

No= Incremento de levaduras

T= Tiempo total de conservación

### **3.3.15 Determinación de la tasa respiratoria por titulación**

Para el desarrollo de la investigación se construyó un respirómetro el cual está compuesto por:

- **Bomba de aire.** Es una bomba tipo acuario de inyección de aire, cuya función es proporcionar aire al sistema.
- **Trampa de Hidróxido de Potasio (KOH).** Este es un filtro químico cuya función es permitir el paso de oxígeno (O<sub>2</sub>), reteniendo el exceso de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), proveniente de la bomba de aire.

- **Cámara de respiración.** Es una cámara cilíndrica con una capacidad de  $5.000\text{cm}^3$  y sellada herméticamente; posee dos tubuladuras una larga que es la entrada del oxígeno ( $\text{O}_2$ ), y una corta para la salida del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). La función de esta cámara es permitir el intercambio gaseoso de la fruta durante el proceso de respiración.
- **Trampa espiralada de Hidróxido de Bario  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .** Este es un filtro químico cuya función es la de permitir que el hidróxido de bario  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  que se encuentra en el interior pueda atrapar el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) producto de la respiración de la fruta precipitándolo como carbonato de bario  $\text{BaCO}_3$ .
- **Mangueras de látex y válvulas.** Estas mangueras cumplen la función de transportar el oxígeno ( $\text{O}_2$ ) suministrado al sistema, y el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) producido por la respiración de la fruta. En el trayecto de estas mangueras se encuentra una serie de válvulas de control de flujo.

Después se deposita la muestra en la cámara de respiración y esta debe ser sellada de forma hermética para poder en marcha el equipo.

En el tubo de Petenkoffer se adicionan 50 ml de Hidróxido de Bario. Este tubo debe colocarse en forma horizontal, asegurándolo con dos pinzas a dos soportes universales, se debe dejar una inclinación hacia el lado de la cámara de respiración, de tal forma que el Hidróxido de Bario cubra la totalidad del tubo.

El sistema debe permanecer conectado una hora (1h), cumplido este tiempo el flujo de aire debe suspenderse.

Para realizar la titulación de la muestra del tubo de Petenkoffer se toman 10 ml de solución en un Erlenmeyer de 250 ml, se agregan tres gotas de fenolftaleína y 50 ml de agua destilada. En la bureta graduada de 25 ml se adiciona ácido oxálico 0,1N y se procede a titular, hasta que la solución cambie de color rosa a incolora.

Este procedimiento también se debe hacer con un blanco el cual es el Hidróxido de Bario 0,1N para efectos de cálculo.

**Cálculos:**

$$IR = \frac{(Vb - Vm) * N * 22mgCO2/meq}{(W * T)}$$

**Donde:**

IR: Intensidad respiratoria del fruto (mgCO<sub>2</sub>/kg.h)

Vb: Volumen de ácido oxálico en ml, gastado al titular el blanco (ml).

Vm: Volumen de ácido málico en ml, gastado al titular la muestra (ml).

N: Concentración del ácido oxálico (meq/ml).

W: Peso de la muestra vegetal (kg).

T: Tiempo del flujo continuo de aire a través del sistema (h).

**3.3.16 Determinación de las variables cualitativas.**

Se utilizó para la evaluación de esta variable un panel de 11 observadores, en donde se analizaron las siguientes variables: color, olor, textura y sabor para determinar la aceptabilidad. Los datos registrados se evaluaron a través de las pruebas no paramétricas de FRIEDMAN y se determinaron los mejores tratamientos.

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para realizar el presente ensayo se tomaron en cuenta las variables detalladas a continuación:

➤ **Variables Cuantitativas.**

- ✓ Sólidos Solubles ( Grados Brix)
- ✓ pH
- ✓ Acidez titulable
- ✓ Recuento de Mohos y Levaduras
- ✓ Tasa respiratoria de la fruta

➤ **Variables cualitativas**

- ✓ Color
- ✓ Olor
- ✓ Textura
- ✓ Sabor
- ✓ Aceptabilidad

La nomenclatura utilizada para el análisis de varianza es el siguiente:

- \* Significación al 5%
- \*\* Significación al 1%
- NS No significativo
- CV Coeficiente de variación



## 4.1 Tratamientos a 18 °C

### 4.1.1 Sólidos solubles (Grados Brix).

**Tabla 11.** Sólidos solubles en el día 3 a 18 °C

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	10.20	8.90	8.90	28.00	9.33
T4	9.50	9.90	9.90	29.30	9.77
T7	9.10	8.65	8.65	26.40	8.80
T10	8.20	7.50	8.00	23.70	7.90
$\Sigma r$	37.00	34.95	35.45	107.40	8.95

#### 4.1.1.1 Análisis de varianza para sólidos solubles (Grados Brix) día 3

**Tabla 12.** Análisis de varianza para sólidos solubles (Grados Brix) día 3

ADEVA							
F de V	GL	SC	CM	Fc	0.5	0.1	
TOTAL	11	7.45					
TRAT	3	5.82	1.94	9.52 **	4.07	7.59	
E Exp	8	1.63	0.20				

$$CV = 5.04 \%$$

En el análisis de la tabla 12, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, apreciando que transcurridos tres días, los tratamientos presentan valores distintos de sólidos solubles y que la aplicación del recubrimiento está directamente relacionada con las variaciones de los Grados Brix. Con un coeficiente de variación de **5.04%**.

Al existir diferencia estadística altamente significativa para tratamientos fue necesario realizar la prueba de significación de Tukey al 5%. Datos que se encuentran detallados en la siguiente tabla:

**Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% día 3 de la variable sólidos Solubles (Grados Brix)**

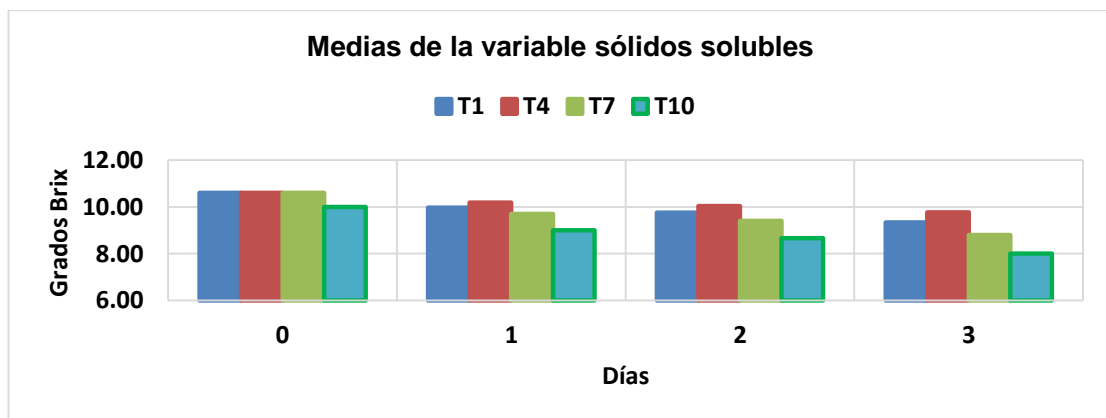
Tratamientos	Medias	Rango s
T4	9.77	a
T1	9.33	a
T7	8.8	b
T10	7.9	c

Según los datos de la tabla 13, se determina que existen 3 rangos: en el primero se ubican los tratamientos T4, T1; en el segundo el tratamiento T7 y en el tercero el tratamiento T10, siendo los mejores los tratamientos T4, T1, debido a que en estos tratamientos no se presentó una gran variación de sólidos solubles en relación a los datos iniciales.

#### 4.1.1.2 Medias de la variable sólidos solubles a 18°C

**Tabla 14. Medias de la variable sólidos solubles a 18 °C**

Tratamientos	Días			
	0	1	2	3
<b>T1</b>	10.60	9.97	9.76	9.33
<b>T4</b>	10.60	10.18	10.04	9.77
<b>T7</b>	10.60	9.70	9.40	8.80
<b>T10</b>	10.00	9.00	8.67	8.00



**Figura 13.** Comportamiento de los sólidos solubles (Grados Brix) en frutillas con y sin recubrimiento almacenadas a 18 °C.

La figura 13 muestra el comportamiento de los grados Brix durante el almacenamiento, la mayor disminución se presentó en el tratamiento T10 ( Frutillas lavadas, desinfectadas y sin recubrimiento), en relación a los tratamientos T1 , T4 que fueron los que presentaron menor disminución en sólidos solubles , debido a que las frutas con recubrimiento posee una tasa de respiración más baja, según Angueira, Sandoval, & Barreiro, (2003), durante la respiración la producción de energía de la frutas proviene de la oxidación de las propias reservas de almidón, azúcares y otros metabolitos, por lo tanto las frutillas sin recubrimiento presentan mayor pérdida de azúcares en su composición durante su almacenamiento a temperatura ambiente por el desgaste en la respiración .

#### 4.1.2 pH (Potencial Hidrógeno)

**Tabla 15.** pH en el día 3 a temperatura de 18 °C.

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	3.57	3.55	3.52	10.64	3.55
T4	3.51	3.60	3.60	10.71	3.57
T7	3.55	3.57	3.60	10.72	3.57
T10	3.50	3.60	3.60	10.70	3.57
$\Sigma r$	14.13	14.32	14.32	42.77	3.56

##### 4.1.2.1 Análisis de varianza para pH día 3

**Tabla 16.** Análisis de varianza para pH día 3

ADEVA						
F de V	Gl	SC	CM	Fc	0.5	0.1
TOTAL	11	0.02				
TRAT	3	0.00	0.00043	0.23 NS	4.07	7.59
E Exp	8	0.01	0.00183			

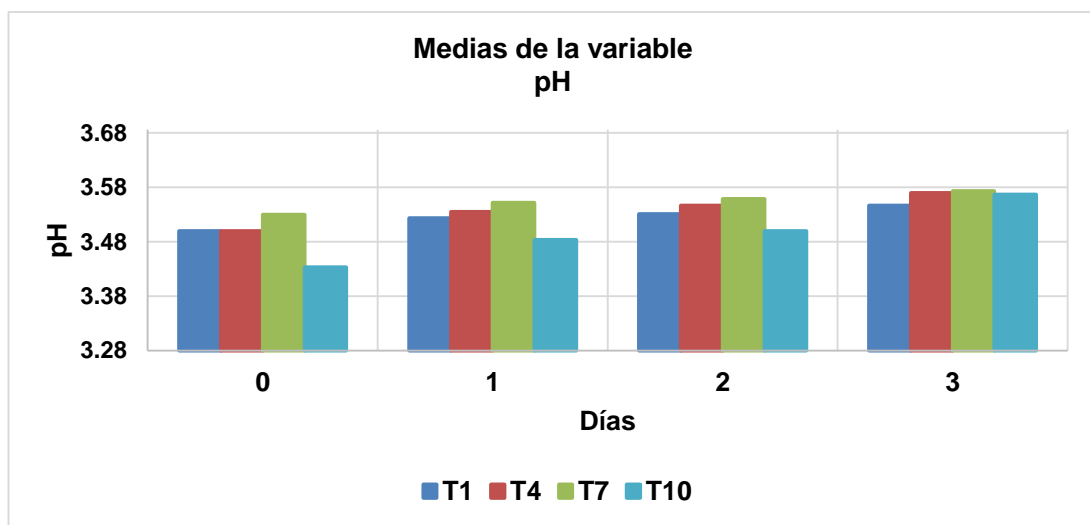
$$CV = 1,2 \%$$

Del análisis de varianza se determina que no existe diferencia significativa para tratamientos, por lo que se deduce que su influencia es igual en todos los tratamientos. Posee un coeficiente de variación de **1.2 %**.

#### 4.1.2.2 Medias de la variable pH a 18 °C

**Tabla 17.** Medias de la variables pH en tratamientos a 18 °C

		Días			
Tratamientos		0	1	2	3
pH	<b>T1</b>	3.50	3.52	3.53	3.55
	<b>T4</b>	3.50	3.54	3.55	3.57
	<b>T7</b>	3.53	3.55	3.56	3.57
	<b>T10</b>	3.43	3.48	3.50	3.57



**Figura 14.** Comportamiento del pH en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 18 °C.

En la figura 14 el pH desde el inicio hasta el final de la conservación presentó un mínimo aumento en todos los tratamientos con y sin recubrimiento a temperatura de 18 °C, pero no existió una diferencia estadística, de igual manera como lo afirma García, J.M., Aguilera, C., (1995), Citado por Rengifo & Vinicio, (2010), la variación

del pH con el tiempo presenta mínimas diferencias. Estudios realizados en fresas tratadas térmicamente demuestran que el valor de pH no varía significativamente, además estudios realizados en fresas almacenadas en material de envasado resaltan que la variación del pH en la fresa puede considerarse insignificante ya que no existen variaciones significativas. Los frutos de frutilla se tornaron menos ácidos con el transcurso del tiempo, debido a que los ácidos orgánicos son utilizados como sustrato respiratorio y para la síntesis de nuevos compuestos durante la conservación, esto provocó que los tratamientos conservados al ambiente al tercer día, presenten el desarrollo de mohos visibles.

#### 4.1.3 Acidez titulable

**Tabla 18.** Acidez titulable (g/100g) en el día 3 a 18 °C

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	0.67	0.72	0.64	2.03	0.68
T4	0.71	0.75	0.64	2.10	0.70
T7	0.70	0.65	0.74	2.09	0.70
T10	0.75	0.67	0.65	2.08	0.69
$\Sigma r$	2.83	2.80	2.67	8.29	0.69

##### 4.1.3.1 Análisis de varianza para acidez titulable día 3

**Tabla 19.** Análisis de varianza para acidez titulable día 3

ADEVA						
F de V	GI	SC	CM	Fc	0.5	0.1
TOTAL	11	0.021				
TRAT	3	0.001	0.0003	0.13 NS	4.07	7.59
E Exp	8	0.020	0.0025			

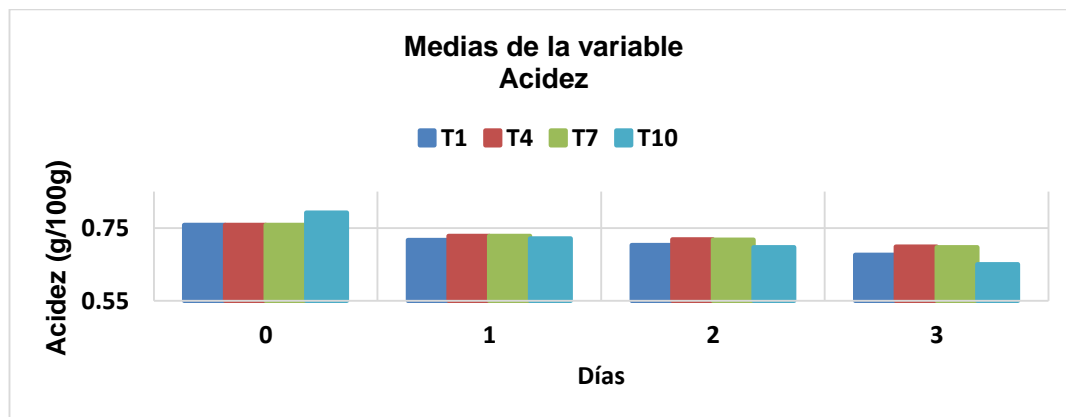
$$CV = 7.16 \%$$

En el análisis de la tabla 19, se observa que no existe diferencia significativa para tratamientos, lo que indica que todos los tratamientos contienen igual cantidad de ácidos orgánicos libres, es decir similares valores de acidez, y que la aplicación del recubrimiento comestible no influye en la presencia de estos ácidos, debido a que el deterioro por mohos es más rápido que el deterioro fisiológico de la fruta a temperatura ambiente, este comportamiento se asemeja a estudios realizados por Saavedra & Algecira, (2010) películas comestibles de almidón en frutillas, la acidez titulable para los recubrimientos utilizados no presentaron efectos significativos en recubrimientos pero sí para las variaciones de la propiedad durante el tiempo. Hasta el día 6 se observa una ligera variación, que luego tiende a su estabilización y puede ser ocasionada por el estrés al cual se ve sometido el fruto una vez cosechado y puesto el recubrimiento sobre él. El coeficiente de variación es 7.16 %.

#### 4.1.3.2 Medias de la variable Acidez titulable a 18°C

**Tabla 20.** Medias de la Acidez titulable (g/100g) a 18°C

		Días			
Tratamientos		0	1	2	3
Acidez	T1	0.76	0.72	0.70	0.68
	T4	0.76	0.73	0.72	0.70
	T7	0.76	0.73	0.72	0.70
	T10	0.79	0.72	0.70	0.65



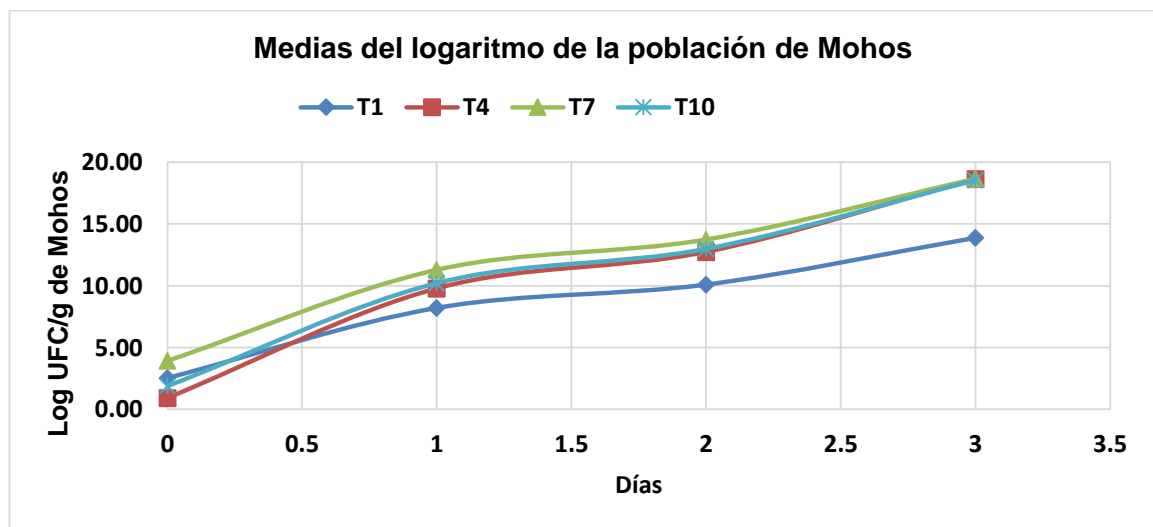
**Figura 15.** Comportamiento de la acidez titulable (g/100g) en frutillas con y sin recubrimiento almacenados a 18 °C.

La figura 15 muestra que en el transcurso del almacenamiento la acidez titulable presenta una ligera variación que luego tiende a su estabilización, puede ser ocasionada por el estrés al cual se ve sometido el fruto una vez cosechado y aplicado el recubrimiento. En el descenso de la acidez no existe una significación estadística ya que la contaminación por microorganismos en las frutillas es más rápido que la degradación fisiológica. Este comportamiento se asemeja a estudios realizados por Reyes, (2007) en efecto de la variedad y del procesamiento sobre la vida útil de frutillas mínimamente procesadas.

#### 4.1.4 Medias del logaritmo de la población de Mohos a 18 °C

**Tabla 21.** Medias del logaritmo de la población de Mohos a 18 °C

	Días			
	0	1	2	3
T1	2.53	8.20	10.10	13.88
T4	0.92	9.79	12.74	18.65
Mohos T7	3.92	11.29	13.74	18.65
T10	1.88	10.21	12.98	18.54

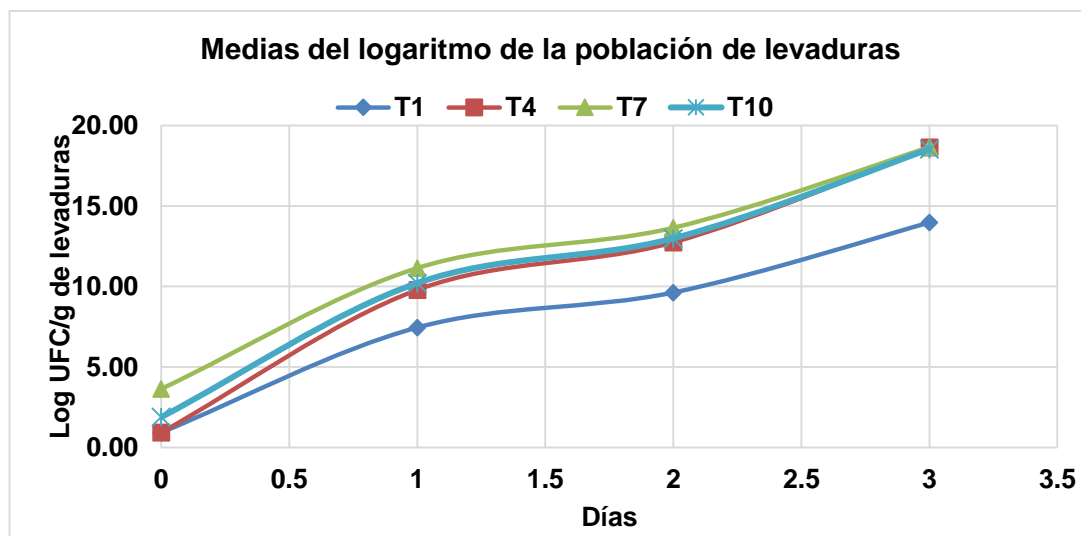


**Figura 16.** Comportamiento del crecimiento mohos en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 18 °C.

#### 4.1.5 Medias del logaritmo de la población de levaduras a 18 °C

**Tabla 22.** Medias del logaritmo de la población de levaduras a 18 °C

		Días			
Tratamientos		0	1	2	3
levaduras	T1	0.92	7.45	9.62	13.97
	T4	0.92	9.79	12.74	18.65
	T7	3.63	11.14	13.65	18.65
	T10	1.88	10.21	12.98	18.54



**Figura 17.** Comportamiento del crecimiento de levaduras en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 18 °C.

En las figuras 16 y 17 se muestra el comportamiento del crecimiento de mohos y de levaduras en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 18 °C. Se registra al inicio de la investigación una frutilla con  $10 < \text{UFC/g}$  de mohos y de levaduras; los cuales son valores normales en cualquier fruta. Todos los tratamientos durante el almacenamiento presentan un comportamiento similar, con un crecimiento exponencial hasta llegar a unidades formadoras de colonias incontables al día tres, esto se debe a que las condiciones para el crecimiento de los m/o fueron las óptimas ya que



la temperatura de almacenamiento a 18 °C, como lo afirma Camacho, (2009) el contenido de humedad y carbohidratos en la frutillas es óptimo para el crecimiento de mohos y levaduras, la mayoría de las levaduras crecen mejor con un alto contenido de humedad y elevadas concentraciones de solutos (por ejemplo carbohidratos o cloruro de sodio), El intervalo de temperaturas de crecimiento es 25 a 30°C.

#### 4.1.6 Tasa de respiración de la fruta

**Tabla 23.** Tasa de respiración al día 3 a temperatura de 18 °C.

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T1	9.02	8.80	9.46	27.28	9.09
T4	8.14	7.26	9.46	24.86	8.29
T7	8.14	8.36	7.26	23.76	7.92
T10	10.12	11.44	9.46	31.02	10.34
$\Sigma r$	35.42	35.86	35.64	106.92	8.91

##### 4.1.6.1 Análisis de varianza para la tasa de respiración al día 3

**Tabla 24.** Análisis de varianza para la tasa de respiración al día 3

ADEVA						
F de V	Gl	SC	CM	Fc	0.5	0.1
TOTAL	11	15.730				
TRAT	3	10.341	3.4472	5.11 *	4.07	7.59
E Exp	8	5.389	0.6736			

**CV= 9.21%**

En el análisis de la tabla 24, se observa que existen diferencias estadísticas al 5% para tratamientos. Esto indica que los tratamientos contienen valores distintos en mg CO<sub>2</sub>/kg.h, es decir que la aplicación del recubrimiento está directamente relacionado con la tasa de respiración de las frutillas. El coeficiente de variación es **9.21 %**.

Al presentar diferencia estadística significativa entre tratamientos fue necesario realizar la prueba de significación de Tukey al 5%. Datos que se encuentran detallados en la siguiente tabla:

**Tabla 25.** Prueba de Tukey al 5% día 3 de la tasa de respiración

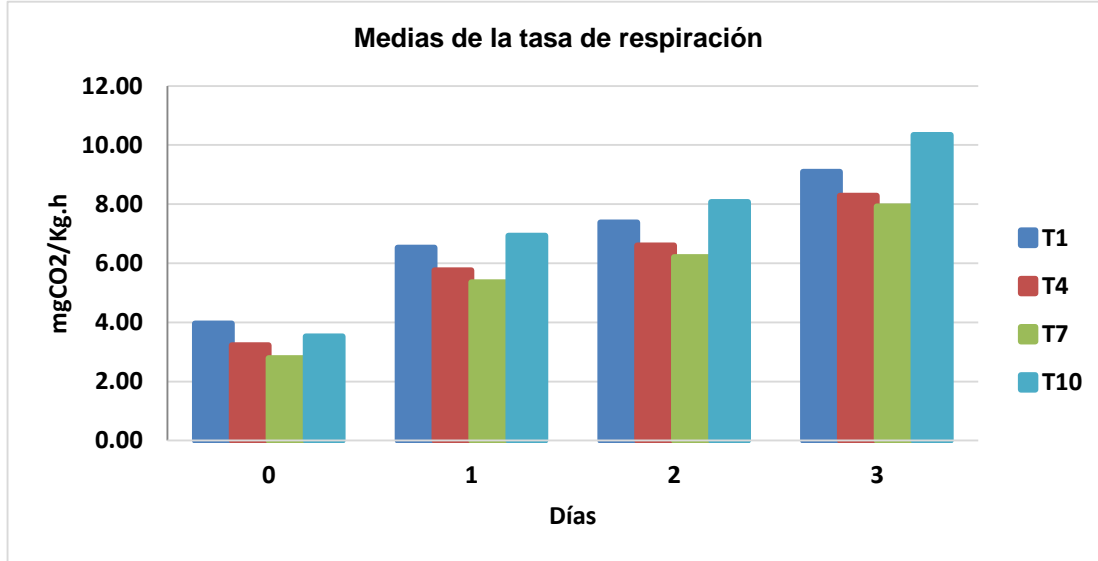
Tratamientos	Medias	Rangos
T10	10.34	a
T1	9.09	b
T4	8.29	b
T7	7.92	C

Según la tabla 25 se determina la presencia de tres rangos (a, b, c) en el primero se ubica el tratamiento T10, en el segundo se encuentran los tratamientos T1, T4, y en el último rango al T7 tomando en cuenta que para esta variable se debe analizar el tratamiento que tenga una menor media en mgCO<sub>2</sub>/kg.h en la tasa de respiración durante el transcurso de la conservación, siendo el mejor tratamiento el T7 debido a que este tratamiento tuvo la tasa de respiración más baja en comparación de los demás tratamientos .

#### 4.1.6.2 Medias de la Tasa de respiración del día 0 al 3 a temperatura de 18 °C.

**Tabla 26.** Medias de la Tasa de respiración del día 0 al 3 a temperatura de 18 °C.

Tratamientos	Días			
	0	1	2	3
Tasa de respiración (mgCO <sub>2</sub> /Kg.h)				
T1	3.96	6.53	7.38	9.09
T4	3.23	5.76	6.60	8.29
T7	2.79	5.35	6.21	7.92
T10	3.52	6.93	8.07	10.34



**Figura 18.** Comportamiento de la tasa de respiración en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 18 °C.

En la figura 18, se observa que todos los tratamientos tienen un incremento en su actividad respiratoria, dicho incremento presenta un comportamiento aparentemente similar al de un fruto climatérico en el tiempo, muy probablemente por el evidente crecimiento del moho gris en los frutos, que ocasiona daños estructurales en los tejidos, permite su ablandamiento y favorece procesos fermentativos que aportan CO<sub>2</sub>, que fue retenido en la cámara de respiración. En cambio, los recubrimientos comestibles lograron reducir la actividad respiratoria de los frutos actuando como barrera del intercambio gaseoso del fruto con su ambiente. Los resultados obtenidos tienen similitud con los registrados por Restrepo & Aristizábal, (2010), donde con la aplicación de un recubrimiento comestible de gel mucilaginoso de penca sábila y cera de carnaúba en frutillas observaron que las fresas con recubrimiento comestible muestran un leve descenso en su actividad respiratoria.

## 4.2 Tratamientos a 8 °C

### 4.2.1 Sólidos solubles (Grados Brix)

**Tabla 27.** Sólidos solubles al día 6 a temperatura de 8 °C.

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T3	9.50	9.50	9.00	28.00	9.33
T6	10.20	9.50	10.00	29.70	9.90
T9	10.00	9.90	9.00	28.90	9.63
T11	8.00	7.20	7.80	23.00	7.67
$\Sigma r$	37.70	36.10	35.80	109.60	9.13

#### 4.2.1.1 Análisis de varianza para sólidos solubles (Grados Brix) al día 6

**Tabla 28.** Análisis de varianza para sólidos solubles al día 6

ADEVA						
F de V	Gl	SC	CM	Fc	0.5	0.1
TOTAL	11	10.47				
TRAT	3	9.09	3.03	17.56**	4.07	7.59
E Exp	8	1.38	0.17			

$$CV = 4.55 \%$$

En el análisis de la tabla 28, se observa que existe alta significación estadísticas para tratamientos, esto manifiesta que los tratamientos contienen valores distintos de sólidos solubles, apreciando que transcurridos seis días, los tratamientos presentan valores distintos de sólidos solubles y que la aplicación del recubrimiento está directamente relacionada con las variaciones de los Grados Brix. El coeficiente de variación es **4.55 %**

Al presentar diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos fue necesario realizar la prueba de significación de Tukey al 5%. Datos que se encuentran detallados el siguiente cuadro:

**Tabla 29.** Prueba de Tukey al 5% día 6 de la variable sólidos soluble

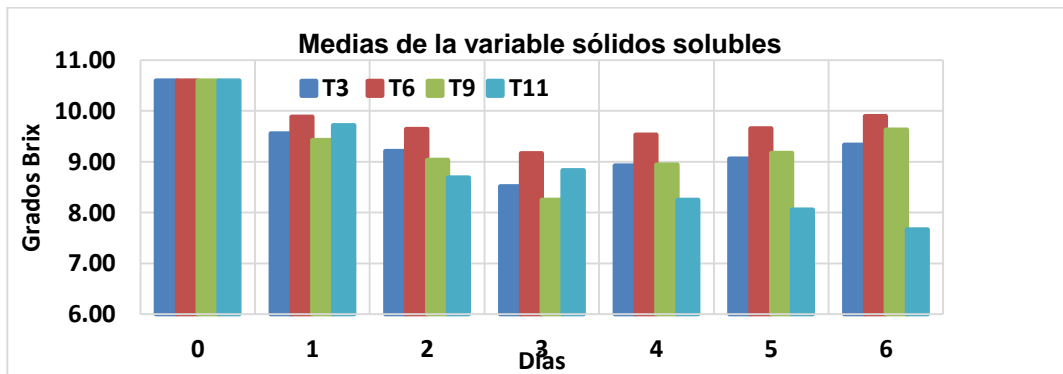
Tratamientos	Medias	Rangos
T6	9.9	a
T9	9.63	a
T3	9.33	a
T11	7.67	b

Al realizar la prueba de Tukey al 5% se puede evidenciar dos rangos (a, b, ) en el primero se ubican los tratamientos T6 , T9 y T3, siendo los mejores los tratamientos debido a que en estos tratamientos no se determinó una gran variación de sólidos solubles en relación a los datos iniciales, y en el segundo rango al tratamiento T11.

#### 4.2.1.2 Medias de los sólidos solubles (Grados Brix) a temperatura de 8 °C.

**Tabla 30.** Medias de la variable sólidos solubles a temperatura de 8 °C.

Tratamientos	Días							
	0	1	2	3	4	5	6	
T3	10.60	9.56	9.21	8.52	8.93	9.06	9.33	
T6	10.60	9.88	9.64	9.17	9.53	9.66	9.90	
Grados Brix T9	10.60	9.43	9.03	8.25	8.94	9.17	9.63	
T11	10.60	9.72	8.69	8.83	8.25	8.06	7.67	



**Figura 19.** Comportamiento de los sólidos solubles (°Brix) en frutillas con y sin recubrimiento almacenadas a 8 °C.

En la figura 19 se muestra que en los tratamientos T6, T9 y T3, el comportamiento de los sólidos solubles tiene una leve disminución en relación a los datos iniciales debido a que parte de azúcares se está utilizando en el proceso respiratorio hasta el día 3, donde hay un incremento proporcional hasta el día sexto, este incremento se debe a que el aumento de azúcares es producto de la hidrólisis de almidón y/o síntesis de sacarosa y la oxidación de ácidos, consumidos en la respiración (desdoblamiento de sustancias de reserva) (Martínez, Tejacal, León, & Soto, 2002). En cambio el tratamiento T11 presenta una disminución de sólidos soluble durante la conservación, esto se debe a que, este tratamiento no contiene recubrimiento por lo tanto la intensidad respiratoria aumenta, Según Wills et al. (1998) citado por Martínez, Tejacal, León, & Soto, (2002), una parte de azúcares se está utilizando en el proceso respiratorio; sin embargo, cabe anotar que muchas veces la síntesis de azúcares es mayor a la cantidad gastada en la respiración.

#### 4.2.2 pH (Potencial Hidrógeno)

##### 4.2.2.1 pH en el día 6 a temperatura de 8 °C.

**Tabla 31.** pH al día 6 a temperatura de 8 °C

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T3	3.60	3.70	3.50	10.80	3.60
T6	3.60	3.80	3.53	10.93	3.64
T9	3.52	3.70	3.63	10.85	3.62
T11	3.38	3.60	3.60	10.58	3.53
$\Sigma r$	14.10	14.80	14.27	43.17	3.60

#### 4.2.2.2 Análisis de varianza para el pH día 6

**Tabla 32.** Análisis de varianza para pH día 6

ADEVA							
F de V	Gl	SC	CM	Fc		0.5	0.1
TOTAL	11	0.13					
TRAT	3	0.02	0.01	0.569 NS		4.07	7.59
E Exp	8	0.11	0.01				

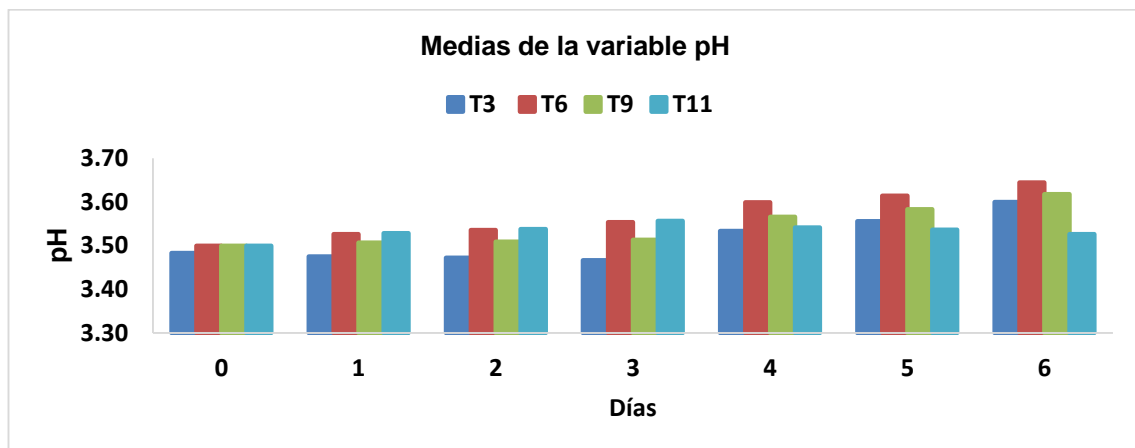
$$CV = 3.22\%$$

Del análisis de varianza se determina que no existe diferencia significativa para tratamientos, por lo que se puede decir que su influencia es igual en todos los tratamientos. La aplicación del recubrimiento no está directamente relacionada con las variaciones del pH en los tratamientos a 8° C.

#### 4.2.2.3 Medias del pH a temperatura de 8° C

**Tabla 33.** Medias del pH a temperatura de 8 °C

		Días						
Tratamientos		0	1	2	3	4	5	6
T3		3.48	3.48	3.47	3.47	3.53	3.56	3.60
T6		3.50	3.53	3.54	3.55	3.60	3.61	3.64
pH	T9	3.50	3.51	3.51	3.51	3.57	3.58	3.62
	T11	3.50	3.53	3.54	3.56	3.54	3.54	3.53



**Figura 20.** Comportamiento del pH en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 8 °C.

En la figura 20 el pH presentó un leve aumento del día cero al sexto en todos los tratamiento con y sin recubrimiento esto puede ser consecuencia del estrés al cual se somete el fruto, ya que una vez arrancado de la planta durante los primeros días se ve obligado a gastar parte de sus ácidos orgánicos como parte de sus procesos metabólicos.

#### 4.2.3 Acidez titulable

**Tabla 34.** Acidez titulable (g/100g) al día 6 a temperatura de 8 °C

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T3	0.62	0.60	0.65	1.87	0.62
T6	0.60	0.64	0.68	1.92	0.64
T9	0.60	0.57	0.58	1.75	0.58
T11	0.54	0.52	0.54	1.60	0.53
$\Sigma r$	2.36	2.33	2.45	7.14	0.60

##### 4.2.3.1 Análisis de varianza para acidez titulable (mg/100g) día 6

**Tabla 35.** Análisis de varianza para acidez titulable día 6

ADEVA						
F de V	gl	SC	CM	Fc	0.5	0.1
TOTAL	11	0.03				
TRAT	3	0.02	0.01	10.41 **	4.07	7.59
E Exp	8	0.01	0.00			



$$CV = 4.03\%$$

En el análisis de la tabla 35, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, lo que indica que todos los tratamientos contienen diferente cantidad de ácidos orgánicos libres, es decir diferentes valores de acidez, y que el recubrimiento está relacionado con la presencia de estos ácidos. El coeficiente de variación es **4.03%**

Al existir diferencia estadística altamente significativa para tratamientos fue necesario realizar la prueba de significación de Tukey al 5%. Datos que se encuentran detallados en la siguiente tabla:

**Tabla 36.** Prueba de Tukey al 5% día 6 de la variable acidez

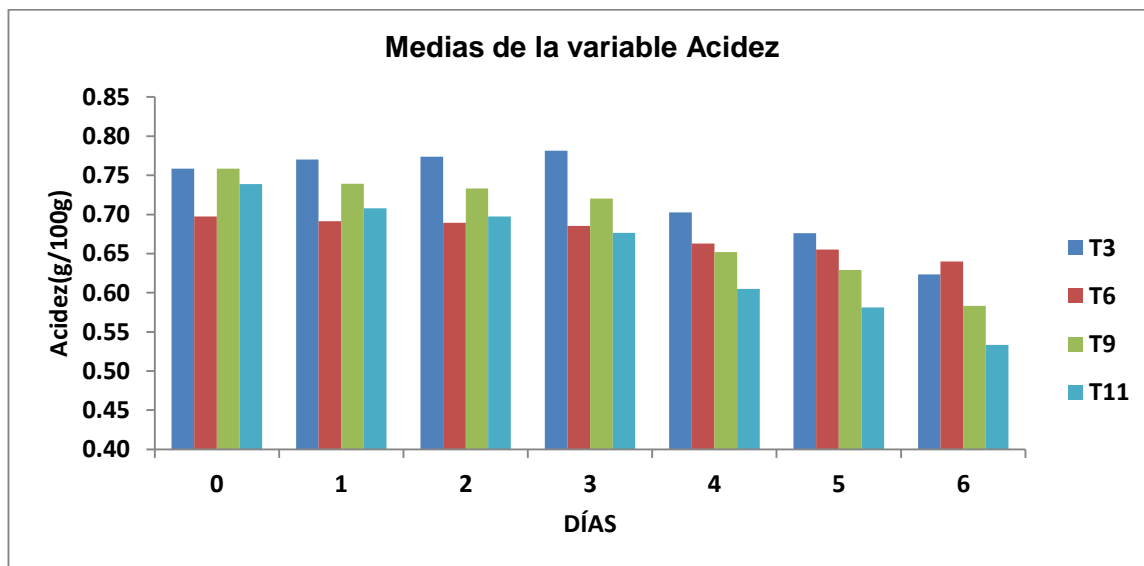
Tratamientos	Medias	Rangos
T6	0.64	a
T3	0.62	a
T9	0.58	b
T11	0.53	c

Según los datos de la tabla 36, se determina que existen 3 rangos, ubicándose en el primero los tratamientos T6, T3; estos son considerados los mejores tratamientos debido a que en estos tratamientos no se determinó una gran variación de acidez en relación a los datos iniciales. En el segundo rango al tratamiento T9 y en el tercer rango al tratamiento T11.

#### 4.2.3.2 Medias de la Acidez titulable a 8° C

**Tabla 37.** Medias de la Acidez titulable (g/100g) a 8 °C

Tratamientos	0	1	2	3	4	5	6
T3	0.76	0.77	0.77	0.78	0.70	0.68	0.62
T6	0.70	0.69	0.69	0.69	0.66	0.66	0.64
T9	0.76	0.74	0.73	0.72	0.65	0.63	0.58
Acidez T11	0.74	0.71	0.70	0.68	0.61	0.58	0.53



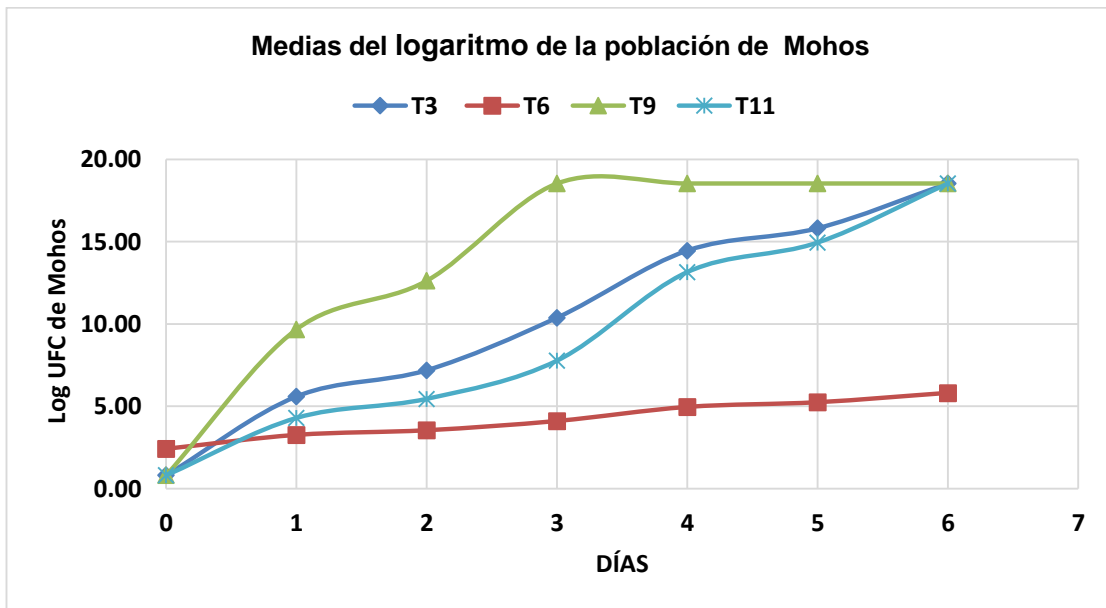
**Figura 21.** Comportamiento de acidez titulable (g/100g) en frutillas con y sin recubrimiento comestible durante el almacenamiento a 8 °C.

La figura 21 muestra que durante el almacenamiento todos los tratamientos presentaron una disminución de la acidez en función al tiempo. Se ha reportado que la reducción en el contenido de ácidos orgánicos es debido posiblemente a su uso como sustratos respiratorios como lo menciona Tucker, (1993); Wills et al., (1998). Citado por Martínez, Tejacal, León, & Soto, ( 2002). El comportamiento de la acidez en los primeros días registra cierta estabilidad y un descenso mínimo hasta el día 3, en los posteriores días el comportamiento tiende a disminuir hasta el día 6. En los tratamientos T6, T3 y T9 (tratamientos con recubrimiento comestible) la disminución fue menor con respecto a los demás tratamientos, posiblemente debido a que, en el caso de los recubrimientos comestibles, éstos ralentizan la frecuencia respiratoria de las fresas y retrasan la utilización de los ácidos orgánicos en la reacciones enzimáticas Pelayo (2003) citado por Restrepo & Aristizábal, (2010).

#### 4.2.4 Medias del logaritmo de la población de Mohos a 8°C

**Tabla 38.** Medias del logaritmo de la población de Mohos a 8 °C

		Días						
Tratamientos		0	1	2	3	4	5	6
T3		0.81	5.60	7.19	10.39	14.46	15.82	18.54
T6		2.42	3.26	3.55	4.11	4.96	5.25	5.82
Mohos T9		0.81	9.67	12.63	18.54	18.54	18.54	18.54
T11		0.81	4.29	5.45	7.78	13.16	14.95	18.54

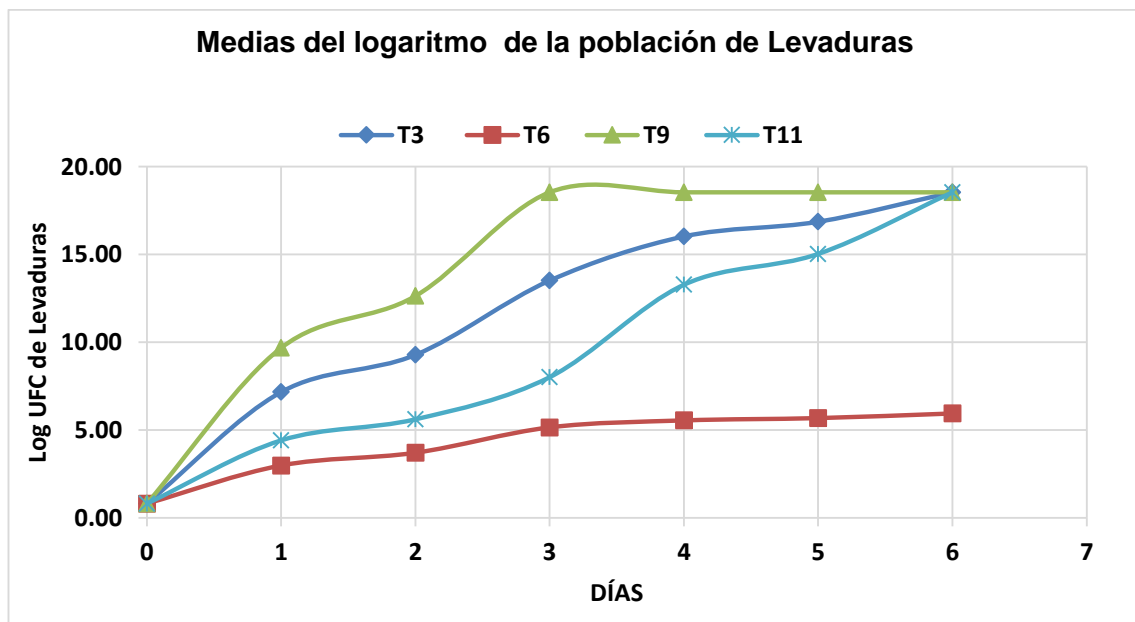


**Figura 22.** Comportamiento del crecimiento de mohos en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 8 °C.

#### 4.2.5 Medias del logaritmo de la población de levaduras a 8°C

**Tabla 39.** Medias del logaritmo de la población de levaduras a 8 °C

		Días						
Tratamientos		0	1	2	3	4	5	6
Levaduras	T3	0.81	7.16	9.27	13.51	16.02	16.86	18.54
	T6	0.81	2.98	3.70	5.15	5.54	5.68	5.94
	T9	0.81	9.67	12.63	18.54	18.54	18.54	18.54
	T11	0.81	4.41	5.61	8.01	13.27	15.03	18.54



**Figura 23.** Comportamiento del crecimiento de levaduras en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 8 °C.

En las figuras 22 y 23, se muestra el comportamiento del crecimiento de mohos y levaduras en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 8°C. Se registra al inicio de la investigación una frutilla con  $10 < \text{UFC/g}$  de mohos y levaduras; los cuales son valores normales en cualquier fruta, los tratamientos T9, T3 y T11 presentan un comportamiento similar entre sí, con un crecimiento exponencial hasta llegar a colonias formadoras incontables al día seis, en cambio en el tratamiento T6 (

frutillas recubiertas con el recubrimiento con extracto de propóleo 5% en su formulación) inhibió el crecimiento microbiano hasta el día 6, después de este día, las frutas presentaron mohos visibles. Este comportamiento se asemeja a estudios realizados por Orozco,( 2008) el extracto etanólico al 15% de propóleo de la abeja *Apis mellifera* procedente del apiario de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, tuvo un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de las levaduras *Candida albicans* y *Cryptococcus neoformans*, y sobre el hongo filamentoso *Aspergillus fumigatu*, el cual fue demostrado mediante dos pruebas de susceptibilidad: difusión en agar y microdilución.

#### 4.2.6 Tasa de respiración de la fruta

##### Tasa de respiración al día 6 a temperatura de 8 ° C.

**Tabla 40.**Tasa de respiración al día 6 a temperatura de 8 °C.

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T3	6.60	5.50	6.60	18.70	6.23
T6	4.90	5.06	5.40	15.36	5.12
T9	6.60	5.50	7.26	19.36	6.45
T11	9.02	8.80	8.80	26.62	8.87
$\Sigma r$	27.12	24.86	28.06	80.04	6.67

##### 4.2.6.1 Análisis de varianza para la tasa de respiración día 6

**Tabla 41.** Análisis de varianza para la tasa de respiración día 6

ADEVA						
F de V	Gl	SC	CM	Fc	0.5	0.1
TOTAL	11	25.035				
TRAT	3	22.484	7.4948	23.51 **	4.07	7.59
E Exp	8	2.550	0.3188			

$$CV= 8.46 \%$$

En el Análisis de la tabla 41, se observa que existen alta diferencias estadísticas para tratamientos, esto manifiesta que los tratamientos contienen valores distintos en

mgCO<sub>2</sub>/kg.h, es decir que la aplicación del recubrimiento está directamente relacionado con la tasa de respiración de las frutillas. El coeficiente de variación es **8.46 %**.

Al presentar diferencia estadística significativa entre tratamientos fue necesario realizar la prueba de significación de Tukey al 5%.

Datos que se encuentran detallados en la siguiente tabla:

**Tabla 42.** Prueba de Tukey al 5% de la variable tasa de respiración al día 6

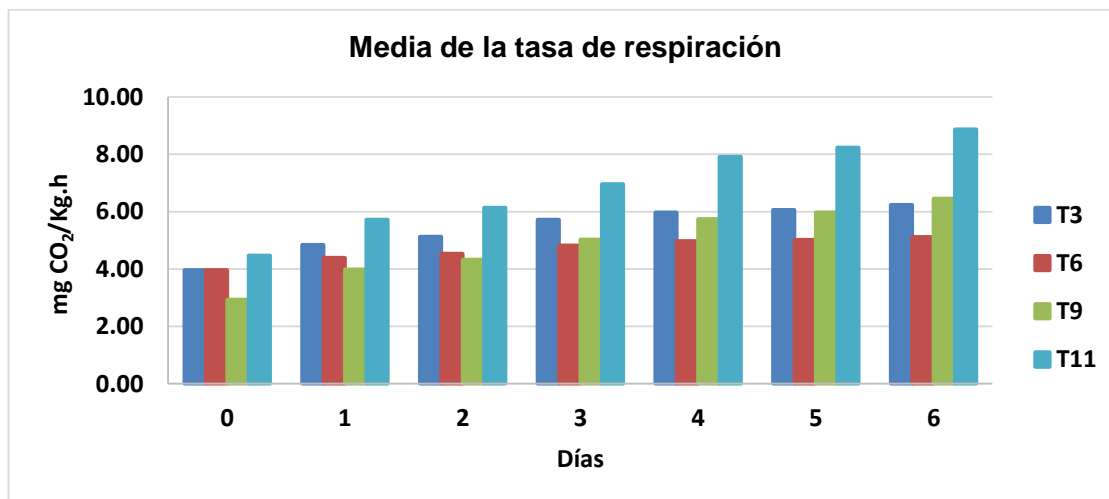
Tratamientos	Medias	Rangos
T11	8.87	a
T9	6.45	b
T3	6.23	b
T6	5.12	b

Según la tabla 42 se determina la presencia de dos rangos (a, b) en el primero se ubica el tratamiento T11, el segundo se encuentra los tratamientos T19, T3, T6 siendo estos tratamientos los mejores, tomando en cuenta que para esta variable se debe analizar el tratamiento que tenga una menor media.

#### 4.2.6.2 Medias de la tasa de respiración del día 0 al 6 a temperatura de 8 ° C.

**Tabla 43.** Medias de la tasa de respiración del día 0 al 6 a temperatura de 8 °C.

Tratamientos	Días							
	0	1	2	3	4	5	6	
T3	3.96	4.84	5.13	5.72	5.98	6.06	6.23	
T6	3.96	4.39	4.54	4.83	4.97	5.02	5.12	
T9	2.93	3.98	4.33	5.03	5.74	5.98	6.45	
T11	4.47	5.72	6.14	6.97	7.92	8.24	8.87	



**Figura 24.** Comportamiento de la tasa de respiración en frutillas con y sin recubrimiento comestible durante el almacenamiento a 8 °C.

En la figura 24 se observa que los tratamientos con el recubrimiento (T3, T6, T9) lograron reducir la actividad respiratoria, los recubrimientos actuaron como barrera para el intercambio gaseoso del fruto con su ambiente por lo tanto la actividad respiratoria se mantuvo, en cambio en el tratamiento sin recubrimiento (T11) tuvo un aumento en su tasa de respiración. Este comportamiento en la actividad respiratoria tiene similitud con los registrados por Restrepo & Aristizábal, (2010).

#### 4.3 Tratamientos a 0°C

##### 4.3.1 Sólidos solubles (Grados Brix)

**Tabla 44.** Sólidos solubles al día 13 a temperatura de 0 °C

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T2	10.40	9.90	8.90	29.20	9.73
T5	9.20	9.50	9.10	27.80	9.27
T8	7.90	9.70	8.60	26.20	8.73
T12	7.50	7.80	8.00	23.30	7.77
$\Sigma r$	35.00	36.90	34.60	106.50	8.88

#### 4.3.1.1 Análisis de varianza para sólidos solubles día 13

**Tabla 45.** Análisis de varianza para sólidos solubles día 13

ADEVA						
F de V	Gl	SC	CM	Fc	0.5	0.1
TOTAL	11	9.44				
TRAT	3	6.42	2.14	5.65 *	4.07	7.59
E Exp	8	3.03	0.38			

$$CV = 6.93 \%$$

En el Análisis de Varianza de la tabla 45, se observa que existen diferencias estadísticas al 5% para tratamientos, esto manifiesta que los tratamientos contienen valores distintos de sólidos solubles. Apreciando que transcurridos trece días, los tratamientos presentan valores distintos de sólidos solubles y que la aplicación del recubrimiento está directamente relacionado con las variaciones de los Grados Brix. El coeficiente de variación es **6.93 %**

Al presentar diferencia estadística significativa entre tratamientos fue necesario realizar la prueba de significación de Tukey al 5%. Datos que se encuentran detallados en el siguiente cuadro:

**Tabla 46.** Prueba de Tukey al 5% día 13 de la variable sólidos solubles

Tratamientos	Medias	Rangos
T2	9.73	a
T5	9.27	b
T8	8.73	b
T12	7.77	c

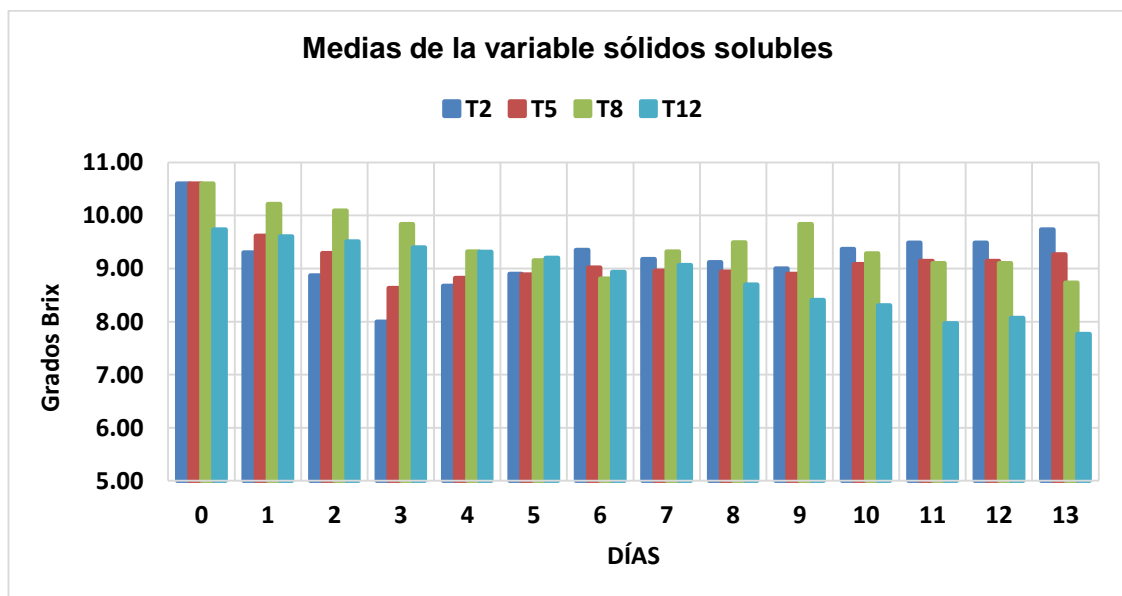
Según los datos de la tabla 46, se determina que existen 3 rangos (a, b, c) en el primero se ubica el tratamiento T2, siendo el mejor tratamiento ya que no se existe una gran variación de sólidos solubles en relación a los datos iniciales. En el segundo rango los tratamientos T5, T8; En el tercer rango tenemos al tratamiento T12 que tiene el valor más bajo de sólidos solubles.



### 4.3.1.2 Medias de los sólidos solubles a 0°C

**Tabla 47.** Medias de los sólidos solubles a 0°C

		Días													
Trat		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Grados Brix	T2	10.60	9.30	8.87	8.00	8.68	8.90	9.35	9.18	9.12	9.00	9.37	9.49	9.49	9.73
	T5	10.60	9.62	9.29	8.63	8.83	8.89	9.02	8.96	8.94	8.90	9.08	9.14	9.14	9.27
	T8	10.60	10.22	10.09	9.83	9.32	9.15	8.81	9.32	9.49	9.83	9.28	9.10	9.10	8.73
	T12	9.73	9.61	9.51	9.40	9.32	9.20	8.93	9.07	8.70	8.41	8.31	7.97	8.07	7.77



**Figura 25.** Comportamiento de los sólidos solubles (Grados Brix) en frutillas con y sin recubrimiento comestible almacenadas a 0 °C.

En la figura 25 se puede observar que durante la conservación los tratamientos T2, T5 y T8 (tratamientos con recubrimiento) presentan mínima disminución de sólidos solubles con respecto a los datos iniciales. En cambio en el tratamiento T12 presentan una disminución de sólidos soluble durante la conservación, esto se debe a que, este tratamiento no contiene el recubrimiento por lo tanto la intensidad respiratoria aumenta, Según Wills et al. (1998) citado por Martínez, Tejacal, León, & Soto, (2002)

parte de los azúcares se está utilizando en el proceso respiratorio; sin embargo, cabe anotar que muchas veces la síntesis de azúcares es mayor a la cantidad gastada en la respiración.

### 4.3.2 pH (Potencial Hidrógeno)

**Tabla 48.** pH al día 13 a temperatura de 0 °C.

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T2	3.46	3.47	3.50	10.43	3.48
T5	3.40	3.40	3.47	10.27	3.42
T8	3.46	3.50	3.56	10.52	3.51
T12	3.60	3.80	3.70	11.10	3.70
$\Sigma r$	13.92	14.17	14.23	42.32	3.53

#### 4.3.2.1 Análisis de varianza para pH día 13

**Tabla 49.** Análisis de varianza para pH día 13

ADEVA						
F de V	Gl	SC	CM	Fc	0.5	0.1
TOTAL	11	0.16				
TRAT	3	0.13	0.04	11.95 **	4.07	7.59
E Exp	8	0.03	0.00			

$$CV = 1.71\%$$

En el Análisis de la tabla 49, se observa que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, esto indica que los tratamientos presentan diferentes concentraciones de iones hidrógeno, la aplicación del recubrimiento está directamente relacionado con las variaciones de los pH en los tratamientos a 0° C. Con un coeficiente de variación de **1.71%**

Al presentar diferencia estadística significativa entre tratamientos fue necesario realizar la prueba de significación de Tukey al 5%. Datos que se encuentran detallados en la siguiente tabla:

**Tabla 50.** Prueba de Tukey al 5% del pH día 13

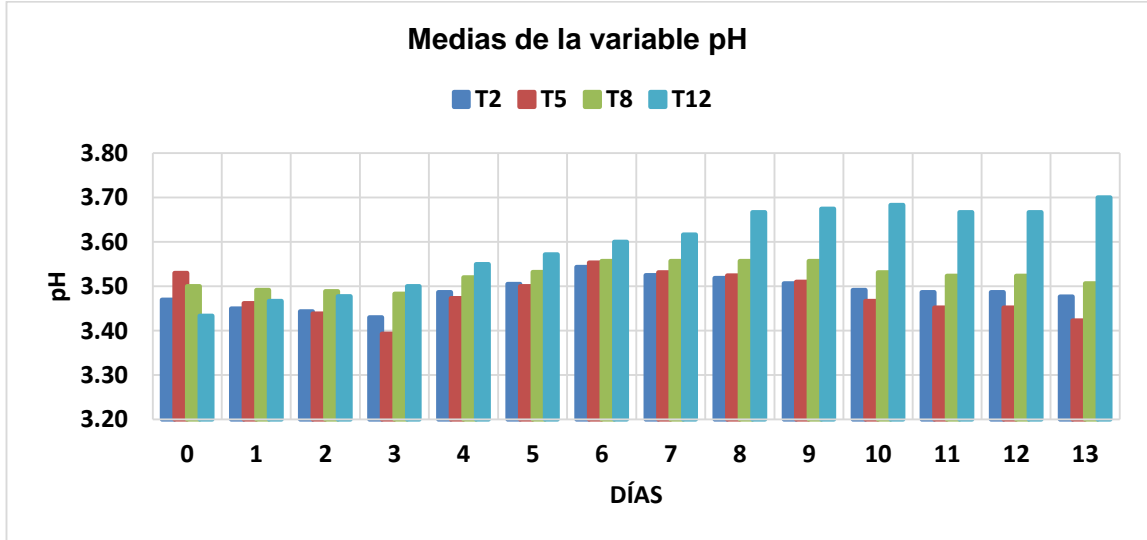
Tratamientos	Medias	Rangos
T12	3.7	a
T8	3.51	b
T2	3.48	b
T5	3.42	b

Según los datos de la tabla 50, se determina que existen 2 rangos: en el primero se ubica el tratamiento T12, en el segundo los tratamiento T8, T2 y T5, estos son considerados como mejores tratamientos debido a que no se determinó una gran variación de pH en relación a los datos iniciales, ya que el incremento del pH indica pérdida de acidez en la fruta.

#### 4.3.2.2 Medias del pH en tratamientos a 0°C

**Tabla 51.** Medias del pH en tratamientos a 0°C

Tra t	Días													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T2	3.47	3.45	3.44	3.43	3.49	3.51	3.54	3.53	3.52	3.51	3.49	3.49	3.49	3.48
T5	3.53	3.46	3.44	3.39	3.47	3.50	3.55	3.53	3.52	3.51	3.47	3.45	3.45	3.42
T8	3.50	3.49	3.49	3.48	3.52	3.53	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.55	3.55	3.51
T12	3.43	3.47	3.48	3.50	3.55	3.57	3.60	3.62	3.67	3.68	3.68	3.67	3.67	3.70



**Figura 26.** Comportamiento del pH en frutillas con y sin recubrimiento comestible durante el almacenamiento a 0°C.

La figura 26 muestra que durante el almacenamiento el pH presentó una tendencia a aumentar en el tratamiento T12 (frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento), los frutos se tornaron menos ácidos con el transcurso del tiempo, debido a que los ácidos orgánicos son utilizados como sustrato respiratorio y para la síntesis de nuevos compuestos durante la maduración, mientras que en los tratamientos T2, T5, T8, tratamientos con recubrimiento el incremento es menor.

### 4.3.3 Acidez titulable

#### 4.3.3.1 Acidez titulable (g/100g) al día 13 a temperatura de 0 °C.

**Tabla 52.** Acidez titulable (g/100g) al día 13 a temperatura de 0 °C.

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T2	0.86	0.85	0.80	2.51	0.84
T5	0.80	0.84	0.86	2.51	0.84
T8	0.96	0.86	0.85	2.67	0.89
T12	0.60	0.63	0.65	1.88	0.63
$\Sigma r$	3.22	3.18	3.17	9.56	0.80

### Análisis de varianza para acidez titulable día 13

**Tabla 53.** Análisis de varianza para acidez titulable día 13

ADEVA						
F de V	gl	SC	CM	Fc	0.5	0.1
TOTAL	11	0.13				
TRAT	3	0.12	0.04	25.71 **	4.07	7.59
E Exp	8	0.01	0.00			

$$CV = 4.99\%$$

En el Análisis de la tabla 53 se observa que existe diferencia altamente significativa para tratamientos, lo que indica que todos los tratamientos contienen diferente cantidad de ácidos orgánicos libres, es decir diferentes valores de acidez, y que el recubrimiento está relacionado con la presencia de estos ácidos. El coeficiente de variación es **4.99%**. Al existir diferencia estadística altamente significativa para tratamientos fue necesario realizar la prueba de significación de Tukey al 5%. Datos que se encuentran detallados en la siguiente tabla:

**Tabla 54.** Prueba de Tukey al 5% día 13 de la variable acidez

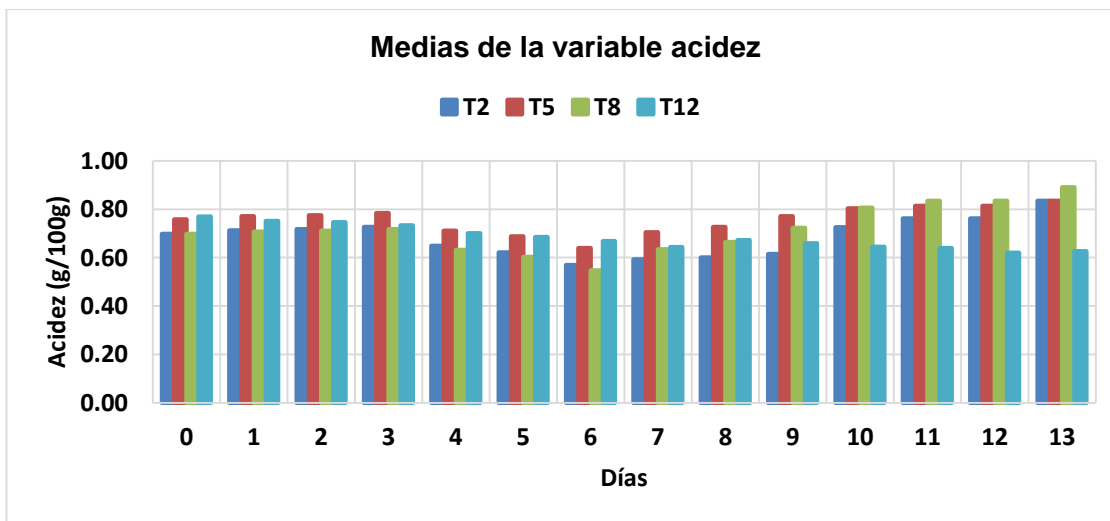
Tratamientos	Medias	Rangos
T8	0.89	a
T2	0.84	a
T5	0.83	a
T12	0.63	b

Según los datos de la tabla 54 se determina que existen 2 rangos (a,b), ubicándose en el primero los tratamientos T8, T2 y T5 siendo estos considerados como los mejores tratamientos por presentar los valores más altos de acidez, en el segundo rango al tratamiento **T12**.

### 4.3.3.2 Medias de la acidez titulable (g/100g) a 0°C

**Tabla 55.** Medias de la acidez titulable (g/100g) a 0°C

	Días													
Trat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T2	0.70	0.71	0.72	0.73	0.65	0.62	0.57	0.59	0.60	0.62	0.73	0.76	0.76	0.84
T5	0.76	0.77	0.78	0.78	0.71	0.69	0.64	0.70	0.73	0.77	0.80	0.81	0.81	0.84
Acidez T8	0.70	0.71	0.71	0.72	0.63	0.60	0.55	0.63	0.66	0.72	0.81	0.83	0.83	0.89
T12	0.77	0.75	0.75	0.73	0.70	0.69	0.67	0.64	0.67	0.66	0.65	0.64	0.62	0.63



**Figura 27.** Comportamiento de acidez titulable en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 0 °C

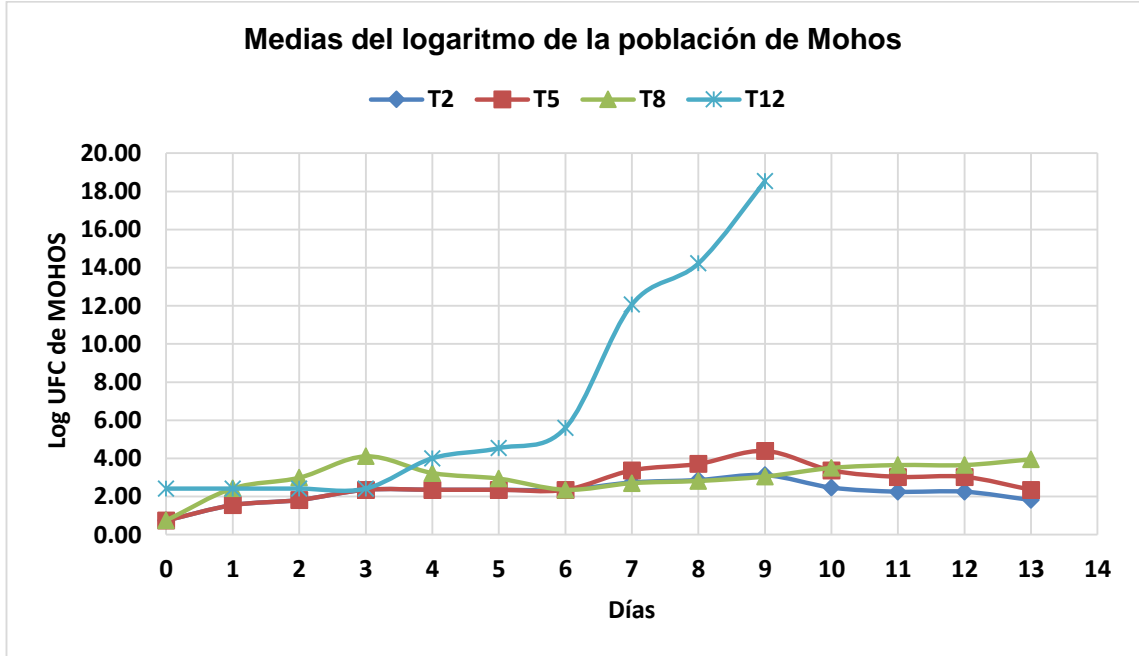
En la figura 27 se observa que la acidez disminuyó en todos los tratamientos durante la conservación hasta el día sexto. Se ha reportado que la reducción en el contenido de ácidos orgánicos se produce debido a que son utilizados en respiración o convertidos en azúcares Tucker, (1993); Wills et al., (1998), citado por Martínez, Tejacal, León, & Soto,( 2002), en el día 7 existe un ligero aumento en la acidez este aumento podría

darse por el ciclo de Krebs, o ciclo del ácido cítrico o ciclo de los ácidos tricarbónicos, toma su nombre de su descubridor, Hans Adolf Krebs, un bioquímico alemán premiado con el Nobel en el año 1953. Esta ruta metabólica es la tercera etapa de la respiración celular, el proceso de producción de energía en las células, forma parte de la respiración aerobia, es decir, se realiza en presencia de oxígeno y se desarrolla entre los procesos de glicólisis y cadena respiratoria. Su fin es la obtención de NADH, una molécula con poder reductor, que se utiliza para la producción de ATP mediante la cadena respiratoria. El ciclo de Krebs es una ruta metabólica anfibólica, ya que participa tanto en procesos catabólicos como anabólicos. Este ciclo proporciona muchos precursores para la producción de algunos aminoácidos, como por ejemplo el cetoglutarato y el oxalacetato, así como otras moléculas fundamentales para la célula.

#### 4.3.4 Medias del logaritmo de la población de Mohos a 0°C

**Tabla 56.** Medias del logaritmo de la población de Mohos a 0°C

		Días													
Trat		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Mohos	T2	0.75	1.55	1.82	2.36	2.36	2.36	2.36	2.74	2.87	3.12	2.47	2.25	2.25	1.82
	T5	0.75	1.55	1.82	2.36	2.36	2.36	2.36	3.37	3.71	4.39	3.37	3.03	3.03	2.36
	T8	0.75	2.43	2.99	4.11	3.23	2.94	2.36	2.70	2.82	3.05	3.50	3.65	3.65	3.95
	T12	2.42	2.42	2.42	2.42	4.01	4.54	5.60	12.07						



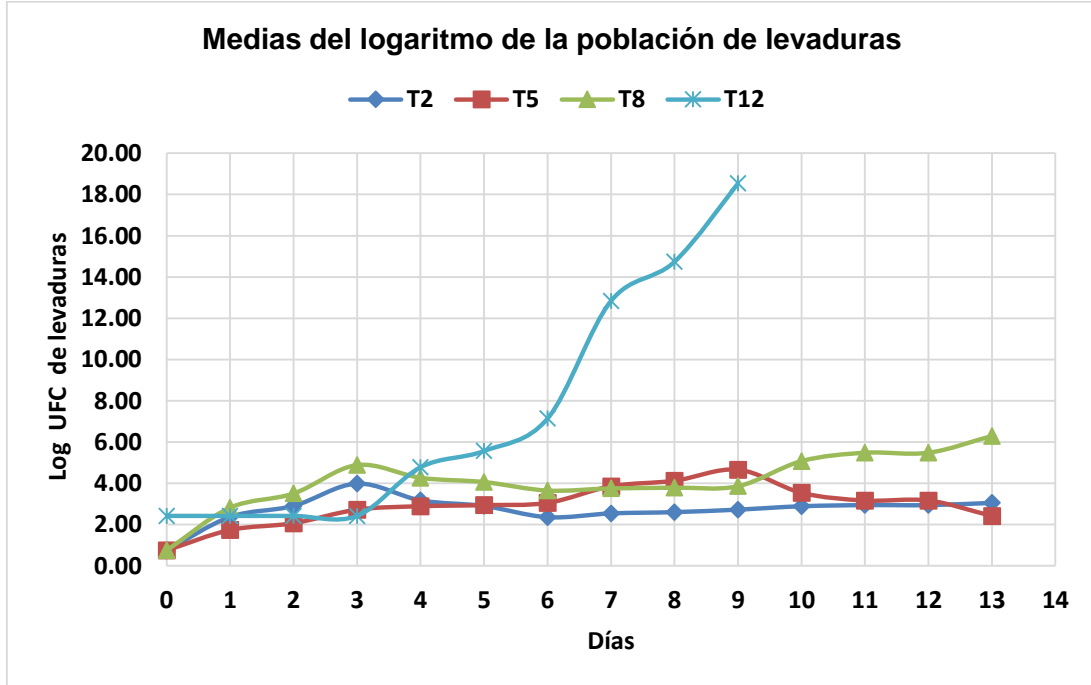
**Figura 28.** Comportamiento del crecimiento de mohos en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 0 °C

#### 4.3.5 Medias del logaritmo de la población de levaduras a 0°C

**Tabla 57.** Medias del logaritmo de la población de levaduras a 0°C

	Días													
Trat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T2	0.75	2.36	2.90	3.98	3.17	2.90	2.36	2.54	2.60	2.72	2.89	2.94	2.94	3.05
T5	0.75	1.73	2.06	2.72	2.89	2.94	3.05	3.85	4.12	4.66	3.54	3.16	3.16	2.42
T8	0.75	2.81	3.50	4.88	4.26	4.06	3.65	3.75	3.79	3.86	5.07	5.48	5.48	6.29
T11	2.42	2.42	2.42	2.42	4.78	5.56	7.14	12.84						





**Figura 29.** Comportamiento del crecimiento de levaduras en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 0°C.

En las figuras 28 y 29, se muestra el comportamiento similar del crecimiento de mohos y de levaduras, se registra al inicio de la investigación una frutilla con  $10 < \text{UFC/g}$  de mohos y de levaduras; los cuales son valores normales en cualquier fruta. En los tratamientos con recubrimiento T2, T5 y T8, el número de microorganismos permanece constante hasta el día 13 donde se descarta frutilla por daños ocasionados por el frío así como: pardeamientos internos o superficiales, debilitamiento de la resistencia a daños mecánicos, el ablandamiento de la punta y deshidratación. En cambio en el tratamiento T11 (Frutilla lavada y sin recubrimiento) en el día 7 se observa un crecimiento exponencial hasta llegar a colonias incontables.

### 4.3.6 Tasa de respiración de la fruta

#### 4.3.6.1 Tasa de respiración al día 13 a temperatura de 0 ° C.

**Tabla 58.** Tasa de respiración al día 13 a temperatura de 0 ° C.

Tratamientos	Repeticiones			$\Sigma t$	$\bar{x}$
	I	II	III		
T2	2.86	2.86	2.42	8.14	2.71
T5	2.86	3.08	2.42	8.36	2.79
T8	2.42	2.42	2.64	7.48	2.49
T12	3.74	3.96	3.74	11.44	3.81
$\Sigma r$	11.88	12.32	11.22	35.42	2.95

#### 4.3.6.2 Análisis de varianza para la tasa de respiración al día 13

**Tabla 59.** Análisis de varianza para la tasa de respiración al día 13

ADEVA						
F de V	Gl	SC	CM	Fc	0.5	0.1
TOTAL	11	3.529				
TRAT	3	3.110	1.0366	19.76 **	4.07	7.59
E Exp	8	0.419	0.0524			

**CV= 7.75 %**

En el Análisis de Varianza de la tabla 59, se observa que existe alta significación estadística para tratamientos. Esto manifiesta que los tratamientos contienen valores distintos mgCO<sub>2</sub>/kg.h, la aplicación del recubrimiento está directamente relacionado con la tasa de respiración. El coeficiente de variación es **7.75 %**

Al presentar diferencia estadística significativa entre tratamientos fue necesario realizar la prueba de significación de Tukey al 5%. Datos que se encuentran detallados en la siguiente tabla:

**Tabla 60.** Prueba de Tukey al 5% de la variable tasa de respiración al día 13

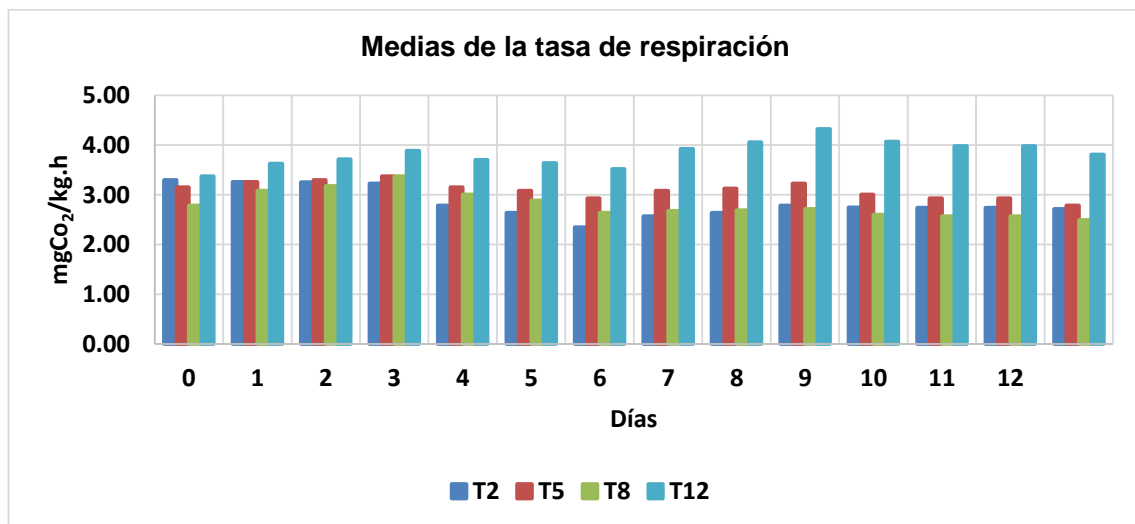
Tratamientos	Medias	Rangos
T12	3.81	a
T5	2.79	b
T2	2.71	b
T8	2.49	b

Aplicando la prueba de Tukey al 5% para la tasa de respiración, se determina que existe dos rangos (a y b) en el primero se ubica el tratamiento T12; en el segundo se encuentra los tratamientos T5, T2 y T8, siendo estos tratamientos los mejores, tomando en cuenta que para esta variable se debe analizar el tratamiento que tenga una menor media en concentración en la tasa de respiración.

#### 4.3.6.3 Medias de la tasa de respiración del día 0 al 13 a temperatura de 0° C.

**Tabla 61.** Medias de la tasa de respiración del día 0 al 13 a temperatura de 0° C.

Trat	Días														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
T2	3.30	3.26	3.25	3.23	2.79	2.64	2.35	2.57	2.64	2.79	2.75	2.74	2.74	2.71	
T5	3.15	3.26	3.30	3.37	3.15	3.08	2.93	3.08	3.13	3.23	3.01	2.93	2.93	2.79	
T8	2.79	3.08	3.18	3.37	3.01	2.88	2.64	2.68	2.69	2.71	2.60	2.57	2.57	2.49	
T12	3.37	3.63	3.72	3.89	3.70	3.64	3.52	3.92	4.06	4.33	4.07	3.98	3.98	3.81	



**Figura 30.** Comportamiento de la tasa de respiración en frutillas con y sin recubrimiento durante el almacenamiento a 0 °C.

En la figura 30, se observa que los recubrimientos comestibles reducen la actividad respiratoria de los tratamientos T2, T5, T8 actuando como barrera para el intercambio gaseoso del fruto con su ambiente, en cambio el tratamiento T12 (frutillas lavadas y desinfectadas sin recubrimiento) tuvo un aumento en su tasa de respiración. Los resultados obtenidos sobre la actividad respiratoria tienen similitud con los registrados por Restrepo & Aristizábal, (2010). Al inicio y a los 3 días de almacenamiento el ANOVA no reveló diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) entre los frutos control B y los recubiertos con mucilago de penca y Cera; sin embargo, a partir del día 5, las fresas con recubrimiento comestible muestran un leve descenso en su actividad respiratoria.

#### 4.4 Características organolépticas

##### 4.4.1 Características organolépticas día 2

Para el análisis organoléptico se evaluaron los siguientes atributos: color, olor, textura, sabor y aceptabilidad; que se encuentran descritos en la hoja de evaluación sensorial. El formato de test de degustación se encuentra en el anexo 1.

El análisis organoléptico se realizó con la colaboración de 11 panelistas a quienes se les explicó cómo deben hacer el análisis de valoración, se identificaron las

características organolépticas más relevantes de frutilla con y sin recubrimiento comestible. La valoración del test de degustación estuvo definida por una escala hedónica de 5,4, 3, 2,1.

Para determinar si existe o no significación estadística en las variables de la evaluación sensorial anteriormente descritas, se realizó el análisis de Friedman al 5% y 1%.

$$X^2 = \frac{12}{bt(t+1)} \sum R^2 - 3b(t-1)$$

Dónde:

$x^2$ = Chi Cuadrado.

r = Número de degustadores

t = Tratamientos

$\Sigma R^2$  = Sumatoria de los rangos al cuadrado

#### 4.4.1.1 Resumen de valoración de las características organolépticas al día 2

**Tabla 62.** Resumen de significación para variables organolépticas al día 2

Variables	valor calculado $X^2$	valores tabulados de $X^2$		Tratamientos
		5%	1%	
Color	11.95 NS	19.68	24.73	T6,T12,T9
Olor	5.03 NS	19.68	24.73	T1,T6,T9
Textura	8.73 NS	19.68	24.73	T4.T5,T6
Sabor	14.90 NS	19.68	24.73	T1.T6,T12
Aceptabilidad	7.88 NS	19.68	24.73	T6.T12,T5

Luego de establecer los rangos del puntaje otorgado por los panelistas para doce tratamientos se obtuvieron las siguientes significaciones para las variables organolépticas:

**Color.-** No existe significación estadística para la variable color, lo que significa que estadísticamente las doce muestras son iguales, sin embargo por criterio de los degustadores los tres mejores tratamientos son los siguientes: T6 (frutillas +

recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 8°C) con una puntuación de 8.45; T12 (frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ temperatura de almacenamiento ambiente 0 °C ) con una puntuación de 8.09 y T9 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 15% + temperatura de almacenamiento 8°C) con una puntuación de 7.23.

**Olor.-** No existe significación estadística para la variable olor, lo que significa que estadísticamente las doce muestras son iguales , sin embargo por criterio de los degustadores los tres mejores tratamientos son los siguientes: T1 ( frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 0% + temperatura de almacenamiento 18°C ) con una puntuación de 8.14 ; T6 ( frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 8°C ) con una puntuación de 7.23 y T9 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 15% + temperatura de almacenamiento 8°C) con una puntuación de 7.05.

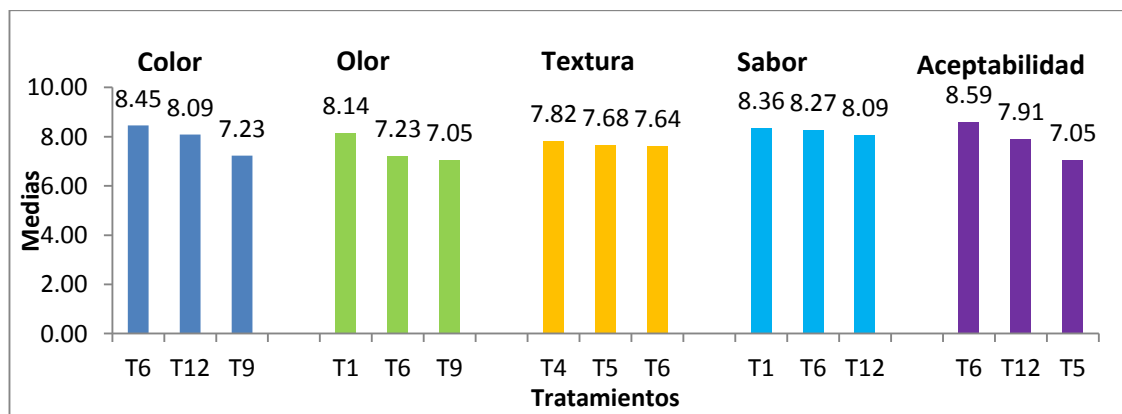
**Textura .-** No existe significación estadística para la variable textura , lo que significa que estadísticamente las doce muestras son iguales, sin embargo por criterio de los degustadores los tres mejores tratamientos son los siguientes: T4 ( frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 18°C ) con una puntuación de 7.82; T5( frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 0°C ) con una puntuación de 7.68 y T6 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 8°C) con una puntuación de 7.64.

**Sabor.-** No existe significación estadística para la variable Sabor , lo que significa que estadísticamente las doce muestras son iguales, sin embargo por criterio de los degustadores los tres mejores tratamientos son los siguientes: T1 ( frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 0% + temperatura de almacenamiento 18°C ) con una puntuación de 8.36; T6 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 8°C)

con una puntuación de 8.27; y T12 (frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ temperatura de almacenamiento ambiente 0 °C) con una puntuación de 8.09.

**Aceptabilidad .-** No existe significación estadística para la variable aceptabilidad , lo que significa que estadísticamente las doce muestras son iguales, sin embargo por criterio de los degustadores los tres mejores tratamientos son los siguientes: T6 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 8°C ) con una puntuación de 8.59, T12 (frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ temperatura de almacenamiento ambiente 0 °C ) con una puntuación de 7.91 y T5 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 0°C) con una puntuación de 7.05.

### Resumen de los tres mejores tratamientos para las variables organolépticas



**Figura 31.** Resumen de los tres mejores tratamientos para las variables organolépticas día 2

Realizados los análisis organolépticos se determinó que no existe significación estadística en las variables evaluadas, lo que significa que estadísticamente las ocho muestras son iguales, sin embargo por criterio de los degustadores el tratamiento con más puntuación fue:

T6 = frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% a temperatura de almacenamiento 8°C.

#### 4.4.2 Características organolépticas día 5

Para el análisis organoléptico se hizo referencia a los siguientes atributos: color, olor, textura que se encuentran descritos en la hoja de evaluación sensorial. El formato de test de degustación se encuentra en el anexo.

El análisis organoléptico se realizó con la colaboración de 11 panelistas a quienes se les explicó cómo deben hacer el análisis de valoración, se identificaron las características organolépticas más relevantes de frutilla con y sin recubrimiento comestible.

##### 4.4.2.1 Resumen de valoración de las características organolépticas día 5

**Tabla 63.** Resumen de significación para variables organolépticas día 5

Variables	valor calculado X <sup>2</sup>	valores tabulados de X <sup>2</sup>		Tratamientos
		5%	1%	
Color	22.60 * *	14.07	18.48	T6,T12,T5
Olor	7.18 NS	14.07	18.48	T2,T5,T12
Textura	17.14 *	14.07	18.48	T2,T5,T8
Sabor	6.21 NS	14.07	18.48	T6,T5,T2
Aceptabilidad	8.83 NS	14.07	18.48	T5,T12,T6

Luego de establecer los rangos del puntaje otorgado por los panelistas para ocho tratamientos se obtuvieron las siguientes significaciones para las variables organolépticas:

**Color.-** existe alta significación estadística para la variable color, lo que significa que estadísticamente las ocho muestras son diferentes, por criterio de los degustadores siendo los tres mejores tratamientos los siguientes: T12 (Frutillas lavadas y desinfectadas sin recubrimiento+ Temperatura de almacenamiento ambiente 0 °C ) con



una puntuación de 5.82; T6 ( frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 8°C) con una puntuación de 5.73 y T5 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 0°C ) con una puntuación de 5.14.

**Olor.-** No existe significación estadística para la variable olor, lo que significa que estadísticamente las ocho muestras son iguales , sin embargo por criterio de los degustadores los tres mejores tratamientos son los siguientes: T2 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 0% + temperatura de almacenamiento 0°C ) con una puntuación de 5.5; T5 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 0°C ) con una puntuación de 5.32 y T12 (frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ temperatura de almacenamiento ambiente 0 °C) con una puntuación de 4.82.

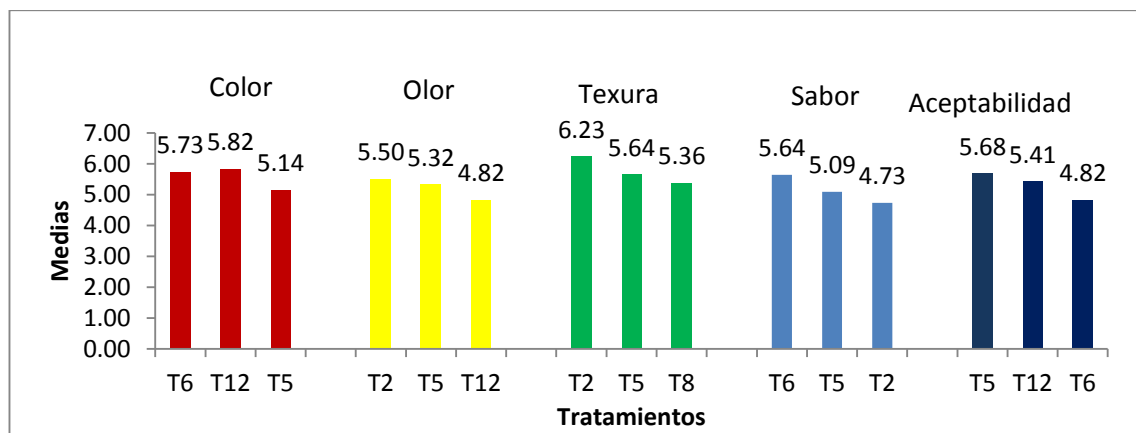
**Textura.-** existe significación estadística al 5% para la variable textura , lo que significa que estadísticamente las ocho muestras son diferentes, por criterio de los degustadores siendo los tres mejores tratamientos los siguientes: T2 ( frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 0% + temperatura de almacenamiento 0°C ) con una puntuación de 6.23 ; T5( frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 0°C ) con una puntuación de 5.64 y T8 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 15% + temperatura de almacenamiento 0°C) con una puntuación de 5.36.

**Sabor.-** No existe significación estadística para la variable sabor , lo que significa que estadísticamente las ocho muestras son iguales, sin embargo por criterio de los degustadores los tres mejores tratamientos son los siguientes: T6 ( frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 8°C ) con una puntuación de 5.64; T5( frutillas + recubrimiento

comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 0°C ) con una puntuación de 5.09 y T2 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 0% + temperatura de almacenamiento 0°C) con una puntuación de 4.73.

**Aceptabilidad.-** No existe significación estadística para la variable Aceptabilidad , lo que significa que estadísticamente las ocho muestras son iguales ,sin embargo por criterio de los degustadores los tres mejores tratamientos son los siguientes: T5 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 0°C) con una puntuación de 6.68 ; T11 (frutillas lavadas y desinfectadas y sin recubrimiento+ temperatura de almacenamiento ambiente 0 °C) con una puntuación de 5.41y T6 ( frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 8°C ) con una puntuación de 4.82

**Resumen de los tres mejores tratamientos para las variables organolépticas**



**Figura 32.** Resumen de los tres mejores tratamientos para las variables organolépticas día 5

Realizados los análisis organolépticos se determinó que el mejor tratamiento de acuerdo al análisis de Friedman y con puntuación más alta es el tratamiento:

T6 = frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% a temperatura de almacenamiento 8°C.

### 4.4.3 Características organolépticas día 13

Para el análisis organoléptico se hizo referencia a los siguientes atributos: color, olor, textura que se encuentran descritos en la hoja de evaluación sensorial. El formato de test de degustación se encuentra en el anexo.

El análisis organoléptico se realizó con la colaboración de 11 panelistas a quienes se les explicó cómo deben hacer el análisis de valoración, se identificaron las características organolépticas más relevantes de frutilla con y sin recubrimiento comestible.

#### 4.4.3.1 Resumen de valoración de las características organolépticas

**Tabla 64.** Resumen de significación para variables organolépticas día 13

Variables	valor	valores tabulados de $X^2$		Tratamientos
	calculado	5%	1%	
Color	0.55 NS	5.99	9.21	T2,T5
Olor	0.73 NS	5.99	9.21	T2,T8
Textura	0.55 NS	5.99	9.21	T2,T5
Sabor	1.95 NS	5.99	9.21	T2,T5
Aceptabilidad	13.95 **	5.99	9.21	T5,T8

Luego de establecer los rangos del puntaje otorgado por los panelistas para los tres tratamientos se obtuvieron las siguientes significaciones para las variables organolépticas:

**Olor.-** No existe significación estadística para la variable olor, lo que significa que estadísticamente los tres tratamientos son iguales, sin embargo los panelistas optaron por el mejor tratamiento que es: T2 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 0% + temperatura de almacenamiento 0 °C) con una puntuación de 2.09.

**Color.-** No existe significación estadística para la variable color, lo que significa que estadísticamente los tres tratamientos son iguales, sin embargo los panelistas optaron

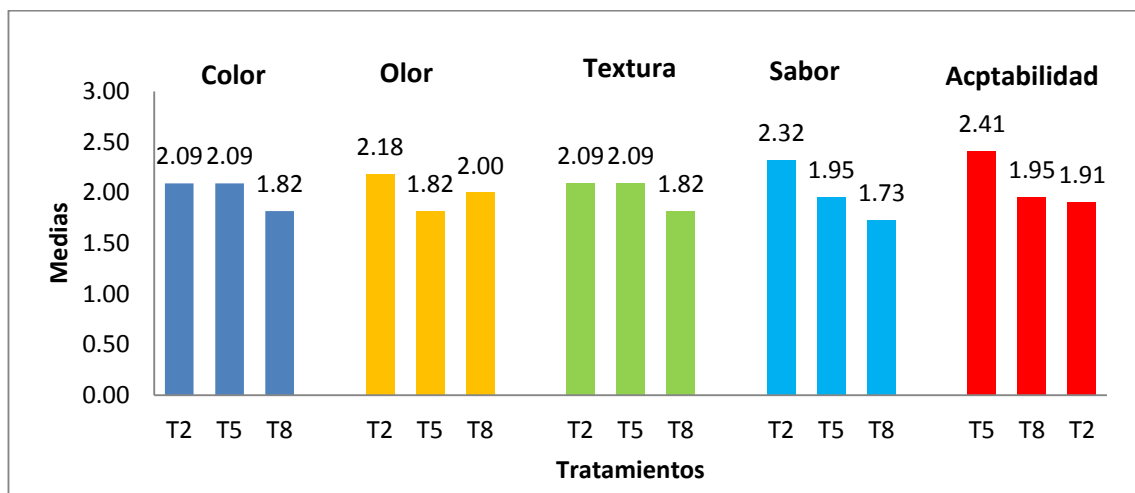
por el mejor tratamiento que es: T2 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 0% + temperatura de almacenamiento 0 °C) con una puntuación de 2.18.

**Textura.-** No existe significación estadística para la variable textura, lo que significa que estadísticamente los tres tratamientos son iguales, sin embargo los panelistas optaron por el mejor tratamiento que es: T2 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 0% + temperatura de almacenamiento 0 °C) con una puntuación de 2.09.

**Sabor.-** No existe significación estadística para la variable Sabor, lo que significa que estadísticamente las tres muestras son iguales, sin embargo los panelistas optaron por el mejor tratamiento que es: **T2** (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 0% + temperatura de almacenamiento 0 °C) con una puntuación de 2.32.

**Aceptabilidad.-** existe alta significación estadística para la variable aceptabilidad, lo que significa que estadísticamente las tres muestras son diferentes, los panelistas optaron por el mejor tratamiento que es: T5 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% + temperatura de almacenamiento 0 °C) con una puntuación de 2.41.

### Resumen de los tres mejores tratamientos para las variables organolépticas



**Figura 33.** Resumen de los tres mejores tratamientos para las variables organolépticas día 13

Realizados los análisis organolépticos se determinó que el mejor tratamiento de acuerdo al análisis de Friedman y con puntuación más alta es el tratamiento:

T5 = frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% a temperatura de almacenamiento 0 °C.

#### 4.5 Costos de producción

Para producir 100g de recubrimiento comestible se ha realizado un balance de costos, las cuales están desglosados en el siguiente cuadro.

**Tabla 65.** Balance de materiales para la producción de 100 g de extracto alcohólico de propóleo al 5%

Balance de materiales para la producción de 100 g de extracto alcohólico de propóleo al 15 %				
Materia Prima	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Etanol a 96 °	Litros	0.85	3.25	2.76
Propóleo	kg	0.15	80.00	12.00
		costo de 1 kg de extracto		14.76

**Tabla 66.** Balance de materiales para la producción de 1 kg recubrimiento comestible con 5% de extracto alcohólico de propóleo

<b>Balance de materiales para la producción del recubrimiento comestible 1 kg</b>				
<b>Materia Prima</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Cera de carnauba	kg	0.00	32.60	0.10
Almidón de yuca	kg	0.02	1.80	0.04
Glicerina	kg	0.02	3.00	0.05
Agua destilada	Litros	0.90	1.00	0.90
Ácido esteárico	kg	0.01	3.25	0.03
Aceite de canola	kg	0.00	4.25	0.02
extracto alcohólico de propóleo	kg	0.05	14.76	0.74
<b>Otros</b>				
Electricidad	Kw/h	0.10	0.08	0.01
costo de 1000 g de recubrimiento comestible				1.87

**Tabla 67.** Balance de materiales para la producción de 500 g de frutillas recubiertas y empacadas en bandejas pet.

<b>Balance de materiales para la producción de 500 g de frutillas recubiertas y empacadas en bandejas pet</b>				
<b>Materia Prima</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Agua	m <sup>3</sup>	0.50	0.10	0.05
Frutillas	kg	0.5	3	1.50
Bandejas pet	Unidad	1	0.3	0.30
Recubrimiento comestible	Kg	0.1	1.87	0.19
Costo de una bandeja pet con 500 g de frutillas recubiertas				2.04

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

Al finalizar la presente investigación, se determinan las siguientes conclusiones:

- Evaluadas las concentraciones de extracto de propóleo en el recubrimiento comestible para los diferentes tratamientos, se determinó que el recubrimiento con 5 % de extracto de propóleo fue el mejor ya que mantuvo las características físico – químicas de las frutillas en el transcurso de la conservación.
- El uso combinado del recubrimiento comestible y refrigeración aumentó el tiempo de vida útil de las frutillas, a 8°C en el tratamiento T6 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% a temperatura de almacenamiento 8°C) se prolongó en 4 días más que el testigo, a 0 °C el tratamiento T5 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% a temperatura de almacenamiento 0°C) en 7 días más que el testigo, esto se debe a que el recubrimiento actúa como barrera a la transferencia de agua y gases, lo que reduce la velocidad de respiración, además inhibe el crecimiento microbiano, de esta manera se retarda el proceso de cambios que conllevan a la senescencia de la frutilla.
- Al evaluar el proceso de deterioro de la frutilla mediante curvas de acidez en función del ácido cítrico, se evidenció que en el tratamiento T6 el ácido cítrico tuvo una reducción de 8.87 % durante la conservación siendo menor al testigo que presentó una disminución del 28%.

- El producto final con recubrimiento no presentó anomalías en sus características organolépticas: color, olor, textura, sabor y aceptabilidad por lo se concluye que la aplicación del recubrimiento no afecta las características organolépticas de las frutillas.
- De acuerdo al análisis de Friedman y con una puntuación más alta, el mejor tratamiento es T6 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% en la formulación del recubrimiento + temperatura de almacenamiento 8°C).
- Las diferentes concentraciones de extracto de propóleo en el recubrimiento comestible influyen en el tiempo de conservación de las frutillas, manteniendo los atributos de calidad sensorial, físicos y químicos de la fruta, concluyendo que se acepta la hipótesis alternativa (Hi) y se considera como mejor tratamiento T6 (frutillas + recubrimiento comestible con extracto de propóleo al 5% a temperatura de almacenamiento 8°C).



## **CAPÍTULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio de mercado de las frutillas con recubrimiento comestible para determinar la aceptabilidad del producto final.
- Estudiar el comportamiento de recubrimiento comestible con propóleo en otras frutas y alimentos.
- Dar a conocer a los productores este método para la conservación de la frutilla con el fin de alargar el tiempo de anaquel de este producto, obteniendo un beneficio económico para sus ingresos.
- Se recomienda manejar de una forma correcta la cosecha y el transporte de la frutilla para prevenir daños mecánicos y consecuentemente que sufran alteraciones físicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Angueira, M., Sandoval, A., & Barreiro, J. (Octubre de 2003). *Tasas de respiración en cuatro híbridos de pimentón (capsicum annum l.)*. Recuperado el 16 de Febrero de 2016, de scielo: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442003001000008](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003001000008)
- Elizabeth, E. (27 de Abril de 2012). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa de producción, comercialización de miel de abeja, derivados y equipos de extracción, en el sector de bellavista, parroquia san Antonio de Ibarra*. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/857>
- Gil, M., García , C., Durango , D., Barrera , E., & Gil , J. (23 de Enero de 2012). *Empleo de un Recubrimiento Formulado con Propóleos para el Manejo Poscosecha de Frutos de Papaya (.* Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v65n1/v65n1a20>
- Reyes, M. (2007). *Efecto de la variedad y del procesamiento sobre la vida útil de frutillas mínimamente procesadas*. Recuperado el 16 de Febrero de 2016, de Universidad Nacional del Litoral: [http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/51/TE\\_SIS%20COMPLETA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/51/TE_SIS%20COMPLETA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Stangaciu, S. (2011). *El Própolis, Antibiótico Natural*. Obtenido de UBI APIS - IBI SALUS: [http://propolis-sana.com/espagnol/es\\_propolis.htm](http://propolis-sana.com/espagnol/es_propolis.htm)
- Agrytec.com. (13 de Noviembre de 2014). *Manejo poscosecha de la frutilla para obtención de pulpa* . Recuperado el 12 de Diciembre de 2015, de Agrytec:

[http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com\\_content&view=article  
&id=6372:manejo-postcosecha-de-la-frutilla-para-obtencion-de-  
pulpa&catid=47:articulos-tecnicos&Itemid=34](http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=6372:manejo-postcosecha-de-la-frutilla-para-obtencion-de-pulpa&catid=47:articulos-tecnicos&Itemid=34)

Alvarez, G., & Rodrigo, L. (2013). *Determinación del poder antibiótico in vitro del extracto etanólico del propóleo sobre Staphylococcus aureus Escherichia coli presentes en metritis puerperal bovina*. Recuperado el 25 de Febrero de 2016, de Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/538>

Arquillue, C. P. (2002). *El propoleos de la abejas*. Madrid España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion.

Barrera, E. (2012). *Empleo de un Recubrimiento Formulado con Propóleos para el Manejo Poscosecha de Frutos de Papaya (Carica papaya L. cv. Hawaiana)*. Recuperado el 22 de Enero de 2015, de Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/rt/printerFriendly/30778/38190>

Bazar, M. (2004). La Uchuva : Novedoso tipo de ortaliza. . *Tatrsall*.

Benavides, P. (2008). *Estudio del comportamiento postcosecha de la uvilla (Physalis peruviana) sin capuchón*. Ibarra- ecuador: Universidad Técnica del Norte: tesis de Ingeniería Agroindustrial.

Bolaños , D., & Torres, L. (2013). *Estudio de la pre factibilidad para la implementación de una empresa procesadora de fresas en la asociación agrícola de Huaycopungo cantón Otavalo*. Recuperado el 25 de Diciembre de 2015, de Universidad Técnica del Norte :

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3444/1/03%20EIA%2035%20TESIS.pdf>

Bolaños, Á., & Rina, A. (2010). *Diagnóstico de la producción y comercialización de frutilla (Fragaria Spp.) en la parroquia de Yaruquí, provincia de Pichincha*. Recuperado el 29 de Febrero de 2016, de Universidad de Bolívar:

<http://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/962/1/022.pdf>

Bradbear, N. (2005). *FAO*. Obtenido de La apicultura y los medios de vida sostenibles:

<http://www.fao.org/docrep/008/y5110s/y5110s00.htm#Contents>

Burbano, A. M., & Anrrango, A. F. (11 de julio de 2013). *Elaboración de mermelada dietética apta para personas diabéticas utilizando mezcla de penca de nopal (Opuntia ficus indica) y fresa (Fragaria vesca L.)*. Recuperado el 25 de Enero de 2016, de Universidad Técnica del Norte:

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2051>

Calderon, A. D. (2010). *Actividad antibacteriana invitro de Soluciones de propóleo etanólico sobre dos Bacterias periodontopatógenas frecuentes En la enfermedad gingivoperiodontal*. Lima : Tesis , Universidad Nacional del Altiplano .

Camacho, A. (2009). *Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos*. Recuperado el 10 de Mayo de 2016, de Facultad de Química, UNAM:  
[http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-mohos-levaduras\\_6530.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Cuenta-mohos-levaduras_6530.pdf)

- Cantwell, M. (19 de octubre de 2013). *Fresa (Frutilla): Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha*. Obtenido de Universidad de California, Agricultura y Recursos Naturales: [file:///G:/tesis/Fresa%20\(Frutilla\)%20%20Recomendaciones%20para%20Mantener%20la%20Calidad%20Postcosecha%20-%20Postharvest%20Technology%20Center%20-%20UC%20Davis.htm](file:///G:/tesis/Fresa%20(Frutilla)%20%20Recomendaciones%20para%20Mantener%20la%20Calidad%20Postcosecha%20-%20Postharvest%20Technology%20Center%20-%20UC%20Davis.htm)
- Carrasco, E. ,. (2002). *Efectos de recubrimientos comestibles sobre la calidad sensorial de pimentones verdes durante el almacenamiento*.
- Cedeño , Dennys. (Diciembre de 2007). *Universidad Laica "Eloy Alfaro*. Obtenido de <http://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/26000/523/1/T-ULEAM-09-0018.pdf>
- Chacha , G. E. (23 de Febrero de 2012). *Estudio del Proceso de Rehidratación a Partir de Frutilla (Fragaria vesca) Deshidratada* . Recuperado el 14 de Marzo de 2015, de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1618#sthash.bIRifp28.dpuf>
- Cordenunsi, B. (2005). *Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars*. Food Chemistry 91.
- Dussán, S., Torres, C., & Hleap, J. (2014). *Efecto de un Recubrimiento Comestible y de Diferentes Empaques durante el Almacenamiento Refrigerado de Mango Tommy Atkins Mínimamente Procesado*. Recuperado el 10 de febrero de 2016, de Información tecnológica, 25(4), 123-130: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642014000400014&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642014000400014&script=sci_arttext)

El Comercio. (10 de Septiembre de 2011). *La frutilla es un cultivo rentable.*

Obtenido de Negocios :

<http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/frutilla-cultivo-rentable.html>

Fabara, J. (2006). Cultivo Técnico de la Uvilla Mejorada o Keniana. *Ecuador Agro Exportación* , 6-7.

FAO. (1993). *Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tuberculos.* Obtenido de Prevención de pérdidas de alimentos

poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tuberculos:

<http://www.fao.org/docrep/t0073s/t0073s00.htm>

González, G. A., & Alvarez, E. (2009). Aspectos nutricionales y sensoriales de vegetales frescos cortados.

InfoAgro.com. (s.f.). *El cultivo de la fresa.* Obtenido de InfoAgro.com:  
[http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/fresas.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/fresas.htm)

Jean-Prost, P. (2007). *Apicultura: conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena.*

Recuperado el 15 de Abril de 2016, de Apicultura:

[https://books.google.com.ec/books?id=NRnVlm\\_rp6kC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=NRnVlm_rp6kC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Londoño , O., Quintero, M., Carrillo, M., Mendoza, S., Ríos , A., Penieres, C., & Cruz , S. (7 de Julio de 2007). *Evaluación de la actividad antifúngica de un extracto de propóleo sobre hongos filamentosos y levaduriformes.*

Recuperado el 14 de Marzo de 2016, de El Chinital:

<http://elchinitalonline.blogspot.com/2007/07/ms-propoleos.html>

- Lopez , C. (2012). *Aplicación de recubrimientos comestibles en carambola (averrhoa carambola l.)*. Recuperado el Marzo de 2016, de Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad: Ciencias de la ingeniería:  
<http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5018>
- Mangione, J., & Liverotti, O. (2014). *Mercado, manejo poscosecha y enfermedades de frutilla Fragaria x ananassa (Duch.)*. Recuperado el 22 de Enero de 2016, de Corporación del Mercado Central de Buenos Aires:  
<http://www.mercadocentral.gob.ar/ziptecnicas/frutilla.pdf>
- Martínez, D., Tejacal, A., León, C., & Soto, H. (29 de Abril de 2002). *Factores fisiológicos, bioquímicos y de calidad en frutos de zapote mame y durante poscosecha*. Recuperado el 3 de Enero de 2016, de Revista Chapingo Serie Horticultura:  
<http://www.chapingo.mx/noticias/img/revistas/articulos/doc/cd350f9cdb9a0ddabd70af5219f84e87.pdf>
- Mitcham, E., Crisosto, C., & Kader, A. (13 de Agosto de 2013). *Strawberry: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality*. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de Department of Plant Sciences, University of California:  
<http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Strawberry/>
- Morales, D. W. (s.f.). *Evidencia científica del propóleos desde el punto de vista médico*. Obtenido de  
[http://www.apitel.cl/productos/propoleo/cientificospropolis/walter\\_fierro.pdf](http://www.apitel.cl/productos/propoleo/cientificospropolis/walter_fierro.pdf)

- Muñoz , S. P., & Naranjo, J. C. (11 de Julio de 2013). *Caracterización de las propiedades físico químicas y estudio de los atributos de calidad en el comportamiento pos cosecha de dos variedades de frutilla (Fragaria Chilensis) en la provincia de Imbabura*. Recuperado el 29 de Febrero de 2016, de Universidad Técnica del Norte : <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1968>
- Muyulema, H., & Muyulema, J. (Abril de 2015). *Evaluación de tres variedades de frutilla (Oso, Oso grande y Seascape), con tres densidades de siembra en la provincia de Chimborazo*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica Del Ecuador: <http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/218/1/T71485.pdf>
- Olivas, G.I., Barbosa-Canovas, G.V. (2008). *Calcium alginate films: Mechanical properties and water vapor permeability as affected by type of plasticizer and relative humidity*,. LWT-food science and technology,,.
- Orozco, A. L. (2008). *Estudio de la actividad antifúngica de un extracto de propóleo de la abeja Apis mellifera proveniente del estado de México*. México: Tecnología en Marcha.
- Parzanese, T. M. (2009). *Tecnologías para la Industria Alimentaria*. Obtenido de Alimentos Argentinos – MinAgri: [www.alimentosargentinos.gob.ar](http://www.alimentosargentinos.gob.ar)
- Propoleos. (11 de febrero de 2011). *Todo sobre el propóleo*. Obtenido de <http://www.propoleos.es/propoleo/composicion-del-propoleo.html>
- Quian, M. (2005). *Objective flavor comparison of Oregon strawberries and those from other*. Obtenido de Oregon Strawberry Commission: [www.oregon-strawberries.org/sx7/Qian-Objective-Flavor-Comparison](http://www.oregon-strawberries.org/sx7/Qian-Objective-Flavor-Comparison)



- Rengifo, B., & Vinicio, E. (2010). *Estudio de la conservación de fresas (fragaria vesca) mediante tratamientos térmicos*. Recuperado el 29 de Febrero de 2016, de Universidad Técnica de Ambato: <http://repo.uta.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/865>
- Restrepo F, J., & Aristizábal, I. D. (3 de Septiembre de 2010). *scielo*. Recuperado el 5 de Enero de 2016, de Conservación de Fresa (Fragaria x ananassa Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientocomestible de gel mucilaginosos de penca sábila (Aloe barbadensis Miller) y cera carnaúba : [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-40042010000300003&script=sci\\_arttext&tIng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-40042010000300003&script=sci_arttext&tIng=pt)
- Singh, H. (2005). *trawberry Processing Techniques*:. Obtenido de Freezing and Freeze Drying: [www.calstatela.edu/faculty/hsingh2/NTRS%20519%20topics/Strawberrie](http://www.calstatela.edu/faculty/hsingh2/NTRS%20519%20topics/Strawberrie)
- Sommer, N., Fortlage, , R. J., & Mitchell, F. G. (1973). *Reduction of postharvest losses of strawberry fruit from grey mold*. Soc. Hort.Sci.
- Vidal, C. (01 de Agosto de 2008). *Microbiología de frutas*. Obtenido de Microflora de las verduras frescas: <http://vdalmicrofrutas.blogspot.com/>

## ANEXOS

### Anexos 1. Ficha de análisis sensorial

#### UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

#### ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

#### FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL

Buenos días (tardes)

Se está realizando una investigación sobre el **EFEECTO DE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE CON EXTRACTO DE PROPÓLEO COMO AGENTE ANTIFÚNGICO, EN LA CONSERVACIÓN DE *Fragaria vesca* (frutilla).**

Necesito contar con su valiosa colaboración, para que responda el presente instructivo que está orientado a favorecer el manejo de los factores de análisis organoléptico de la frutilla, con el fin de evaluar la influencia de los factores en estudio en las propiedades organolépticas.

#### INTRODUCCIÓN

La evaluación sensorial es una valiosa técnica para resolver problemas relativos a la aceptación de un alimento.

**COLOR:** Esta característica debe ser uniforme, de color rojo anaranjado sin presentar tonos marrones o pardos, especialmente en las zonas de corte.

**OLOR:**

Debe ser atractivo característico de la fruta sin olores desagradables ni extraños.

**SABOR:** relacionado con el sabor característico de esta fruta que combina un sabor dulce con un cierto nivel de acidez.

**Firmeza:** relacionado a la fuerza que se ejerce al morder a un tejido firme, turgente.

Sin embargo, se acordó que esa firmeza no sea excesiva ya que las fresas están consideradas como frutas “tiernas” o blandas.

**ACEPTABILIDAD:**

En esta característica actuará el criterio propio de cada catador, se recomienda tomar en cuenta las características evaluadas anteriormente.

**INSTRUCCIONES PARA EL CATADOR:**

Sr. Degustador para la catación del producto, tómesese el tiempo necesario y analice detenidamente cada una de las características que se detallan a continuación.

Marque con una X en los atributos que crea correctos

Características	Alternativas	Muestras											
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
<b>COLOR</b>	Excelente												
	Muy bueno												
	Bueno												
	Regular												
	Malo												
<b>OLOR</b>	Excelente												
	Muy bueno												
	Bueno												
	Regular												
	Malo												
<b>SABOR</b>	Excelente												
	Muy bueno												
	Bueno												
	Regular												
	Malo												
<b>TEXTURA</b>	Muy Dura												
	Dura												
	Firme												
	Blanda												
	Muy blanda												
<b>ACEPTABILIDAD</b>	Excelente												
	Muy bueno												
	Bueno												
	Regular												
	Malo												

**OBSERVACIONES:**

.....

**Gracias por su colaboración.**

Firma del degustado

**Anexo 2. Rangos para la característica color en el día 2.**

Degustadores	Tratamientos												Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
1	2.5	2.5	7	7	11.5	1	7	7	11.5	7	7	7	78
2	8	2.5	2.5	2.5	8	8	8	8	8	8	2.5	12	78
3	8.5	8.5	3	8.5	8.5	8.5	3	8.5	3	8.5	1	8.5	78
4	11.5	6.5	6.5	6.5	6.5	11.5	6.5	2	6.5	1	6.5	6.5	78
5	7.5	3	1	3	7.5	7.5	3	7.5	7.5	12	7.5	11	78
6	10.5	5.5	1.5	5.5	1.5	5.5	5.5	5.5	10.5	10.5	5.5	10.5	78
7	4.5	9.5	1.5	4.5	9.5	9.5	9.5	4.5	4.5	9.5	9.5	1.5	78
8	7.5	11.5	7.5	7.5	7.5	11.5	7.5	3.5	3.5	1.5	1.5	7.5	78
9	2.5	7	2.5	7	7	11	7	2.5	2.5	7	11	11	78
10	9	9	9	3.5	3.5	9	9	3.5	12	3.5	3.5	3.5	78
11	4	6.5	10	4	4	10	1.5	10	10	6.5	1.5	10	78
Σ	76	72	52	59.5	75	93	67.5	62.5	79.5	75	57	89	858
□	6.91	6.55	4.73	5.41	6.82	8.45	6.14	5.68	7.23	6.82	5.18	8.09	

Variables	valor calculado $\chi^2$	valores tabulados de $\chi^2$		Tratamientos
		5%	1%	
Color	11.95 NS	19.68	24.73	T6,T12,T9

Anexo 3. Rangos para la característica olor en el día 2.

Degustadores	Tratamientos												Σ	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12		
1	5	1	5	10.5	10.5	10.5	5	5	5	5	5	5	10.5	78
2	10	10	1	4.5	4.5	4.5	4.5	10	4.5	10	4.5	10	10	78
3	12	2.5	8	8	2.5	8	8	8	8	8	2.5	2.5	78	
4	2.5	8	8	8	2.5	12	8	8	8	2.5	2.5	8	78	
5	11	6.5	6.5	2	11	6.5	2	6.5	11	6.5	2	6.5	78	
6	10	12	5	10	5	5	1	5	5	5	10	5	78	
7	12	10.5	6	6	10.5	6	6	6	1.5	6	1.5	6	78	
8	3.5	8.5	8.5	11.5	3.5	3.5	8.5	3.5	8.5	3.5	11.5	3.5	78	
9	7.5	2.5	11.5	7.5	2.5	7.5	11.5	2.5	7.5	2.5	7.5	7.5	78	
10	7	7	1.5	1.5	7	7	7	7	7	7	7	12	78	
11	9	2	9	5.5	2	9	5.5	5.5	11.5	5.5	11.5	2	78	
Σ	89.5	70.5	70	75	61.5	79.5	67	67	77.5	61.5	65.5	73.5	858	
□	8.14	6.41	6.36	6.82	5.59	7.23	6.09	6.09	7.05	5.59	5.95	6.68		

Variables	valor calculado X <sup>2</sup>	valores tabulados de X <sup>2</sup>		Tratamientos
		5%	1%	
Olor	5.03 NS	19.68	24.73	T1,T6,T9

**Anexo 4. Rangos para la característica sabor en el día 2.**

Degustadores	Tratamientos												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
1	4	9.5	9.5	4	4	12	4	4	4	9.5	9.5	4	78
2	11.5	3	3	7.5	7.5	3	7.5	7.5	7.5	7.5	1	11.5	78
3	12	4.5	9.5	4.5	4.5	9.5	9.5	4.5	9.5	4.5	4.5	1	78
4	5.5	10	10	2	5.5	5.5	10	10	10	2	2	5.5	78
5	6	10	2.5	2.5	6	10	6	2.5	10	2.5	10	10	78
6	10	5	10	5	1.5	10	10	5	1.5	5	5	10	78
7	10	10	2	2	10	4.5	10	6.5	4.5	2	10	6.5	78
8	11.5	4	8	8	11.5	8	4	1.5	1.5	8	4	8	78
9	8	3	8	8	3	11.5	8	3	3	8	3	11.5	78
10	7.5	3	3	3	7.5	11	7.5	7.5	11	3	3	11	78
11	6	10	6	10	10	6	3.5	1.5	1.5	10	3.5	10	78
$\Sigma$	92	72	71.5	56.5	71	91	80	53.5	64	62	55.5	89	858
$\bar{x}$	8.36	6.55	6.50	5.14	6.45	8.27	7.27	4.86	5.82	5.64	5.05	8.09	

Variables	valor calculado $\chi^2$	valores tabulados de $\chi^2$		Tratamientos
		5%	1%	
Sabor	14.90 NS	19.68	24.73	T1.T6,T12

**Anexo 5. Rangos para la característica textura en el día 2.**

Degustadores	Tratamientos												Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T13	T12	
1	6.5	10.5	6.5	6.5	12	2	2	2	6.5	6.5	6.5	10.5	78
2	7.5	11.5	4	7.5	7.5	11.5	7.5	7.5	2	2	2	7.5	78
3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	2	6.5	11.5	1	11.5	6.5	78
4	6.5	6.5	1	6.5	6.5	12	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	78
5	2	2	10.5	10.5	6	10.5	6	10.5	6	6	2	6	78
6	4.5	10	4.5	4.5	10	1	4.5	4.5	10	10	10	4.5	78
7	5	9.5	12	9.5	5	9.5	9.5	1.5	5	5	5	1.5	78
8	9	12	3.5	9	9	3.5	3.5	9	3.5	3.5	3.5	9	78
9	11	5.5	5.5	5.5	5.5	11	1	11	5.5	5.5	5.5	5.5	78
10	5	5	11	11	5	5	11	5	5	5	5	5	78
11	6.5	3	9	9	11.5	11.5	9	6.5	3	3	3	3	78
Σ	70	82	74	86	84.5	84	62.5	70.5	64.5	54	60.5	65.5	858
□	6.36	7.45	6.73	7.82	7.68	7.64	5.68	6.41	5.86	4.91	5.50	5.95	

Variables	valor calculado $\chi^2$	valores tabulados de $\chi^2$		Tratamientos
		5%	1%	
Textura	8.73 NS	19.68	24.73	T4.T5,T6

**Anexo 6. Rangos para la característica Aceptabilidad en el día 2.**

Degustadores	Tratamientos												Σ
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
1	4	4	9.5	4	9.5	12	9.5	4	4	4	9.5	4	78
2	8.5	8.5	2.5	2.5	8.5	8.5	2.5	8.5	2.5	8.5	8.5	8.5	78
3	11.5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1	11.5	78
4	3	3	3	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	1	8.5	78
5	5	5	1.5	1.5	9.5	9.5	5	5	9.5	5	9.5	12	78
6	8	8	2.5	2.5	2.5	8	8	8	8	8	2.5	12	78
7	4	1.5	1.5	4	7.5	4	7.5	11	11	11	4.5	7.5	75
8	5.5	9	11.5	11.5	9	9	5.5	2	2	2	5.5	5.5	78
9	7.5	11	7.5	7.5	3	11	7.5	3	3	3	3	11	78
10	7.5	3	3	7.5	3	7.5	7.5	11	11	11	3	3	78
11	7	10.5	10.5	7	10.5	10.5	3.5	3.5	7	3.5	1	3.5	78
Σ	71.5	69.5	59	62.5	77.5	94.5	71	70.5	72.5	70.5	49	87	855
□	6.50	6.32	5.36	5.68	7.05	8.59	6.45	6.41	6.59	6.41	4.45	7.91	

Variables	valor calculado X <sup>2</sup>	valores tabulados de X <sup>2</sup>		Tratamientos
		5%	1%	
Aceptabilidad	7.88 NS	19.68	24.73	T6.T12,T5



**Anexo 7. Rangos para la característica color en el día 5.**

Degustadores	Tratamientos								Σ
	T2	T3	T5	T6	T8	T9	T11	T12	
1	3	5	7.5	1.5	5	7.5	1.5	5	36
2	2.5	1	5.5	5.5	5.5	5.5	2.5	8	36
3	5.5	1.5	5.5	5.5	5.5	1.5	5.5	5.5	36
4	5	5	5	8	2	5	1	5	36
5	2	1	5	5	5	5	5	8	36
6	5	2.5	2.5	5	5	7.5	1	7.5	36
7	7	2.5	7	7	4.5	4.5	1	2.5	36
8	7.5	5	5	7.5	2.5	2.5	1	5	36
9	5.5	3	7.5	5.5	3	3	1	7.5	36
10	6.5	1.5	4	6.5	4	8	1.5	4	36
11	3	6	2	6	6	6	1	6	36
Σ	52.5	34	56.5	63	48	56	22	64	396
□	4.77	3.09	5.14	5.73	4.36	5.09	2.00	5.82	

Variables	valor calculado X <sup>2</sup>	valores tabulados de X <sup>2</sup>		Tratamientos
		5%	1%	
Color	22.60 **	14.07	18.48	T6,T12,T5

**Anexo 8. Rangos para la característica olor en el día 5.**

Degustadores	Tratamientos								$\Sigma$
	T2	T3	T5	T6	T8	T9	T11	T12	
1	4.5	1.5	7.5	1.5	4.5	4.5	4.5	7.5	36
2	3	3	5.5	5.5	7.5	1	3	7.5	36
3	8	5.5	2	5.5	5.5	5.5	2	2	36
4	4.5	4.5	4.5	8	4.5	4.5	1	4.5	36
5	4	4	7.5	4	4	7.5	1	4	36
6	8	4	4	4	4	1	7	4	36
7	7.5	4.5	7.5	4.5	4.5	1.5	1.5	4.5	36
8	8	6.5	3	3	3	6.5	3	3	36
9	1.5	7	8	4.5	1.5	4.5	4.5	4.5	36
10	7.5	3	5	1.5	5	5	1.5	7.5	36
11	4	1.5	4	8	6.5	1.5	6.5	4	36
$\Sigma$	60.5	45	58.5	50	50.5	43	35.5	53	396
$\bar{x}$	5.50	4.09	5.32	4.55	4.59	3.91	3.23	4.82	

Variables	valor calculado $X^2$	valores tabulados de $X^2$		Tratamientos
		5%	1%	
Olor	7.18 NS	14.07	18.48	T2,T5,T12

**Anexo 9. Rangos para la característica sabor en el día 5.**

Degustadores	Tratamientos								Σ
	T2	T3	T5	T6	T8	T9	T11	T12	
1	5	5	8	7	2	2	5	2	36
2	3	3	6	3	6	6	1	8	36
3	3.5	7	3.5	7	3.5	7	3.5	1	36
4	6.5	6.5	3	3	6.5	6.5	1	3	36
5	6	1.5	3	6	1.5	6	6	6	36
6	4	7	1.5	7	4	1.5	4	7	36
7	7	1	7	2.5	4.5	2.5	7	4.5	36
8	3.5	6	8	6	1.5	1.5	3.5	6	36
9	3	6	3	7.5	3	3	3	7.5	36
10	3	3	5.5	7.5	5.5	7.5	3	1	36
11	7.5	5.5	7.5	5.5	1.5	1.5	3.5	3.5	36
Σ	52	51.5	56	62	39.5	45	40.5	49.5	396
□	4.73	4.68	5.09	5.64	3.59	4.09	3.68	4.50	

Variables	valor calculado X <sup>2</sup>	valores tabulados de X <sup>2</sup>		Tratamientos
		5%	1%	
Sabor	6.21 NS	14.07	18.48	T6,T5,T2

**Anexo 10. Rangos para la característica textura en el día 5.**

Degustadores	Tratamientos								$\Sigma$
	T2	T3	T5	T6	T8	T9	T11	T12	
1	5.5	3.5	7.5	1.5	7.5	1.5	3.5	5.5	36
2	8	2	5.5	5.5	5.5	2	2	5.5	36
3	8	2.5	2.5	2.5	6	6	6	2.5	36
4	5.5	1	8	5.5	2.5	5.5	2.5	5.5	36
5	8	6	3	6	6	3	1	3	36
6	6.5	2.5	6.5	2.5	2.5	6.5	6.5	2.5	36
7	7	2	4	1	7	4	4	7	36
8	7	2.5	5.5	2.5	5.5	2.5	2.5	8	36
9	3.5	3.5	8	3.5	7	3.5	3.5	3.5	36
10	3.5	7.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	7.5	36
11	6	2.5	8	6	6	2.5	2.5	2.5	36
$\Sigma$	68.5	35.5	62	40	59	40.5	37.5	53	396
$\bar{x}$	6.23	3.23	5.64	3.64	5.36	3.68	3.41	4.82	

Variables	valor calculado $\chi^2$	valores tabulados de $\chi^2$		Tratamientos
		5%	1%	
Textura	17.14 *	14.07	18.48	T2,T5,T8

**Anexo 11. Rangos para la variable aceptabilidad en el día 5.**

Degustadores	Tratamientos								Σ
	T2	T3	T5	T6	T8	T9	T11	T12	
1	2.5	6	6	8	2.5	2.5	6	2.5	36
2	5.5	1.5	5.5	5.5	5.5	1.5	5.5	5.5	36
3	4	4	7.5	4	4	4	1	7.5	36
4	3.5	3.5	6.5	1	6.5	6.5	2	6.5	36
5	2.5	1	5.5	5.5	2.5	5.5	5.5	8	36
6	5.5	2	2	5.5	5.5	5.5	2	8	36
7	2	2	5.5	4	7.5	7.5	2	5.5	36
8	6	8	6	6	1.5	1.5	3.5	3.5	36
9	6	4	8	6	2	2	2	6	36
10	3	3	3	6	7.5	7.5	3	3	36
11	7	7	7	1.5	3.5	5	1.5	3.5	36
Σ	47.5	42	62.5	53	48.5	49	34	59.5	396
□	4.32	3.82	5.68	4.82	4.41	4.45	3.09	5.41	

Variables	valor calculado X <sup>2</sup>	valores tabulados de X <sup>2</sup>		Tratamientos
		5%	1%	
Aceptabilidad	8.83 NS	14.07	18.48	T5,T12,T6

**Anexo 12. Rangos para la característica color en el día 13.**

Degustadores	Tratamientos			$\Sigma$
	T2	T5	T8	
1	1	3	2	6
2	1	2.5	2.5	6
3	2	2	2	6
4	2.5	2.5	1	6
5	1	2.5	2.5	6
6	2.5	1	2.5	6
7	2.5	2.5	1	6
8	3	2	1	6
9	2.5	2.5	1	6
10	3	1.5	1.5	6
11	2	1	3	6
$\Sigma$	23	23	20	66
$\square$	2.09	2.09	1.81	

Variables	valor calculado $X^2$	valores tabulados de $X^2$		Tratamientos
		5%	1%	
Color	0.55 NS	5.99	9.21	T2,T5

**Anexo 13. Rangos para la característica olor en el día 13.**

Degustadores	Tratamientos			$\Sigma$
	T2	T5	T8	
1	1	3	2	6
2	2.5	1	2.5	6
3	1.5	1.5	3	6
4	2.5	1	2.5	6
5	1.5	3	1.5	6
6	3	1.5	1.5	6
7	2.5	2.5	1	6
8	3	1.5	1.5	6
9	2	2	2	6
10	2	2	2	6
11	2.5	1	2.5	6
$\Sigma$	24	20	22	66
$\bar{x}$	2.18	1.81	2	

Variables	valor calculado $X^2$	valores tabulados de $X^2$		Tratamientos
		5%	1%	
Olor	0.73 NS	5.99	9.21	T2,T8

**Anexo 14. Rangos para la característica sabor en el día 13.**

Degustadores	Tratamientos			Σ
	T2	T5	T8	
1	3	1.5	1.5	6
2	1	2.5	2.5	6
3	2	2	2	6
4	3	1	2	6
5	3	2	1	6
6	2.5	1	2.5	6
7	2.5	2.5	1	6
8	3	2	1	6
9	2	2	2	6
10	1	2.5	2.5	6
11	2.5	2.5	1	6
Σ	25.5	21.5	19	66
□	2.31	1.95	1.72	

Variables	valor calculado X <sup>2</sup>	valores tabulados de X <sup>2</sup>		Tratamientos
		5%	1%	
Sabor	1.95 NS	5.99	9.21	T2,T5



**Anexo 15. Rangos para la característica textura en el día 13.**

Degustadores	Tratamientos			Σ
	T2	T5	T8	
1	2	3	1	6
2	3	1.5	1.5	6
3	2	2	2	6
4	2	2	2	6
5	1	2	3	6
6	2.5	2.5	1	6
7	3	2	1	6
8	3	1.5	1.5	6
9	1.5	1.5	3	6
10	2	2	2	6
11	1	3	2	6
Σ	23	23	20	66
□	2.09	2.09	1.81	

Variables	valor calculado $\chi^2$	valores tabulados de $\chi^2$		Tratamientos
		5%	1%	
Textura	0.55 NS	5.99	9.21	T2,T5

**Anexo 16. Rangos para la característica aceptabilidad en el día 13.**

Degustadores	Tratamientos			$\Sigma$
	T2	T5	T8	
1	1.5	3	1.5	6
2	2	2	2	6
3	3	3	3	9
4	1	2.5	2.5	6
5	1.5	3	1.5	6
6	1.5	3	1.5	6
7	1	2	3	6
8	2.5	2.5	1	6
9	3	1.5	1.5	6
10	1.5	1.5	3	6
11	2.5	2.5	1	6
$\Sigma$	21	26.5	21.5	69
$\bar{x}$	1.90	2.40	1.95	

Variables	valor calculado $X^2$	valores tabulados de $X^2$		Tratamientos
		5%	1%	
Aceptabilidad	13.95 **	5.99	9.21	T5,T8

## Anexo 17. Análisis físico -químicos para el mejor tratamientos



### UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.  
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	28 - 2016
Análisis solicitado por:	Sr. Nestor Quilo
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	10 de febrero de 2016
Fecha de entrega informe:	16 de febrero de 2016
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura
Muestra:	Frutilla T6
No. de Lote	No aplica
No. Unidades Analizadas	1

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Metodo de ensayo
Humedad	%	91,2	AOAC 925.10
Cenizas	%	0,4	AOAC 923.03
Proteína Total	%	0,6	AOAC 920.87
Carbohidratos totales	%	5,3	Cálculo
Fibra Bruta	%	2,5	AOAC 978.10
Acidez (como ácido cítrico)	mg/100 g	120	AOAC 954.07
Calcio (Ca)	mg/100 g	20	Espectrofotometría Absorción Atómica
Potasio (K)	mg/100 g	180	
Recuento Coliformes totales	UFC/g	20	AOAC 989.10

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno  
Técnico de Laboratorio



#### Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María  
Córdova. Barrio El Olivo.  
Teléfono: (06)2937800  
Fax: Ext: 7711.  
Email: utn@utn.edu.ec  
www.utn.edu.ec  
Ibarra - Ecuador

## GLOSARIO DE ACRÓNIMOS

**ATP:** Adenosín trifosfato, del inglés adenosine triphosphate o ATP

**CMCBA:** Corporación del Mercado Central de la Ciudad Buenos Aires

**CIM:** Concentración inhibitoria mínima

**HR:** Humedad relativa

**IR:** Intensidad respiratoria del fruto

**NADH:** La NADH deshidrogenasa, NADH: ubiquinona oxidoreductasa o complejo I es un gran complejo multienzimático que cataliza la transferencia de electrones del NADH al coenzima Q en la cadena respiratoria.

**NTC:** Norma Técnica Colombina

**RC:** Recubrimiento comestible

**PC:** Película comestible

**SDA:** Agar Sabouraud Dextrose

**UNAM:** Universidad Nacional Autónoma de México