



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

Efecto de la aplicación de un recubrimiento a base de gelatina y ácido cítrico en la vida útil de las fresas (*Fragaria Vesca L.*)

AUTORA:

Karina Cecibel Vélez Bravo

e-mail: karincecy_21@hotmail.com

TUTORA:

Ing. María Isabel Mantuano Cusme

Manta, Enero del 2015

DERECHO DE AUTORÍA

Yo, Karina Cecibel Vélez Bravo declaro bajo juramento que, el trabajo aquí descrito es de mi total y absoluta autoría, que no ha sido previamente presentada por ningún grado o calificación profesional, y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí, y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de dicha universidad, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Karina Cecibel Vélez Bravo

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. María Isabel Mantuano Cusme, certifico haber tutelado la tesis titulada **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO A BASE DE GELATINA Y ÁCIDO CÍTRICO EN LA VIDA ÚTIL DE LA FRESA (*Fragaria Vesca L.*)”**, que ha sido desarrollada por Karina Cecibel Vélez Bravo, previa a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Ing. María Isabel Mantuano Cusme

TUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos miembros del tribunal correspondiente, declaramos que se ha **APROBADO** la tesis titulada “**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO A BASE DE GELATINA Y ÁCIDO CÍTRICO EN LA VIDA ÚTIL DE LA FRESA (*Fragaria Vesca L.*)**”, ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Karina Cecibel Vélez Bravo, previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL de la Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí.

Ing. George García Mera
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Ítalo Bello Moreira
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. José Luis Coloma
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Sin lugar a duda resulta muy difícil agradecer a todas aquellas personas que han colaborado en esta etapa de mi vida con el desarrollo de este proyecto, pues no alcanza el tiempo, el papel ni la memoria para mencionar o dar con justicia a todos los créditos y méritos que se merecen, a pesar de esta limitación quiero agradecer a todas las personas que de una u otra manera han colaborado en el desarrollo de esta tesis, especialmente:

A Dios por darme la oportunidad de estar en este mundo, la fortaleza, humildad, sabiduría, y seguridad para enfrentarme día a día a las adversidades para alcanzar las metas propuestas.

A mis queridos padres; Ítalo y Vicenta quienes son el motor de mi inspiración y la base fundamental de enseñanza, por todo el esfuerzo realizado, por brindarme su apoyo incondicional en el estudio y haber confiado siempre en mí a pesar de mis tropiezos y equivocaciones.

A mi amado esposo Manuel, por todo su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todos los docentes quienes fueron la base de mi formación como profesional.

DEDICATORIA

Quiero dedicar con mucho cariño este trabajo que es el fruto de tanto esfuerzo a quienes lo han hecho posible gracias a su apoyo.

A mis padres por ser quienes estuvieron siempre conmigo apoyándome en todas las formas humanamente posibles, porque con su amor, consejos y apoyo incondicional me han dado esperanzas para seguir adelante y cumplir mis sueños y metas.

Con todo el amor del mundo a Manuel y Miley, los dos amores de mi vida, por ser fuente de mi inspiración para seguir luchando por mis objetivos.

De manera muy especial a mis amigos quienes estuvieron siempre conmigo apoyándome de una u otra forma, compartiendo momentos únicos de la vida.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
DERECHO DE AUTORÍA	II
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
CAPÍTULO I	2
ANTECEDENTES	2
1.1. JUSTIFICACIÓN	3
1.2. OBJETIVOS	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. TAXONOMÍA DE LA FRESA.....	6
2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.....	6
2.2.1. Raíces.	6
2.2.2. Tallo.....	6
2.2.3. Hojas.	7
2.2.4. Estolones o guías	7
2.2.5. Flores.....	7
2.2.6. Fruto.	7
2.3. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA FRESA.....	8
2.4. VARIEDADES DE FRESAS	8
2.4.1. Variedad camarosa.....	8
2.4.2. Variedad chandler.....	8
2.4.3. Variedad oso grande	8
2.4.4. Variedad pájaro	9
2.5. INDICADORES DE CALIDAD DE LA FRESAS.....	9
2.5.1. Indicadores organolépticos.....	10
2.5.2. Indicadores fisicoquímicos.....	11
2.5.3. Indicadores microbiológicos	13

2.6. RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES.....	13
2.6.1. Recubrimientos de polisacáridos.....	15
2.6.2. Recubrimientos de proteínas.....	15
2.6.3. Recubrimientos de lípidos y resinas	17
2.6.4. Recubrimientos compuestos	18
2.6.5. Funciones de un recubrimiento comestible	18
2.6.6. Aditivos para la formulación de un recubrimiento	19
2.6.7. Métodos de aplicación de un recubrimiento	22
CAPÍTULO III	24
DISEÑO METODOLÓGICO.....	24
3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	24
3.2. MATERIA PRIMA, MATERIALES INSUMOS Y EQUIPOS	24
3.2.1. Materia prima.....	24
3.2.2. Materiales	24
3.2.3. Insumos	25
3.2.4. Equipos.....	25
3.3. VARIABLES EN ESTUDIO.....	25
3.3.1. Variables independientes	25
3.3.2. Variables dependientes	25
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	26
3.4.1. Factor A: concentracion de gelatina	26
3.4.2. Factor B: concentracion de ácido cítrico.....	26
3.5. TRATAMIENTOS	26
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	27
3.7. MÉTODO ESPECÍFICO DE MANEJO DEL EXPERIMENTO	27
3.7.1. Descripción del proceso de formulación del recubrimiento a base de gelatina	27
3.7.2. Descripción del proceso de aplicación del recubrimiento a base de gelatina	28
3.8. DATOS REGISTRADOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	29
3.8.1. Características fisicoquímicas de las fresas	29
3.8.2. Características microbiológicas de las fresas.....	32
3.8.3. Características organolépticas de las fresas	33
CAPÍTULO IV.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34

4.1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS INDICADORES FÍSICOQUÍMICOS EVALUADOS.....	34
4.1.1. Pérdidas de peso.....	34
4.1.2. El pH.....	37
4.1.3. Acidez titulable.....	39
4.1.4. Sólidos solubles totales (° brix).....	42
4.1.5. Textura (N)	45
4.2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS INDICADORES MICROBIOLÓGICOS EVALUADOS	49
4.2.1. Hongos (mohos y lavaduras).....	49
4.3. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS INDICADORES ORGANOLÉPTICOS EVALUADOS	52
4.4. RESULTADO DEL ANÁLISIS DEL COSTO ECONÓMICO DEL MEJOR TRATAMIENTO.....	54
4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS	55
4.5.1. Pérdidas de peso.....	55
4.5.2. El pH.....	55
4.5.3. Acidez titulable	56
4.5.4. Sólidos solubles (°Brix).....	56
4.5.5. Textura (N)	57
4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	57
4.6.1. UFC hongos	57
CAPÍTULO V.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. CONCLUSIONES.....	58
5.2. RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tratamientos en estudio	26
Tabla 2: Análisis de la varianza de las pérdidas de peso $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	34
Tabla 3: Prueba de comparación LSD Fisher de la pérdida de peso $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	35
Tabla 4: Análisis de la varianza de las variaciones del pH $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	37
Tabla 5: Prueba de comparación LSD Fisher de las variaciones del pH $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	38
Tabla 6: Análisis de la varianza de la acidez titulable $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	40
Tabla 7: Prueba de comparación LSD Fisher de la acidez titulable $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	40
Tabla 8: Análisis de la varianza de los sólidos solubles $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	43
Tabla 9: Prueba de comparación LSD Fisher de los sólidos solubles $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	43
Tabla 10: Análisis de la varianza de la textura $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	46
Tabla 11: Prueba de comparación LSD Fisher de la textura $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	46
Tabla 12: Análisis de la varianza del log. de UFC hongos $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	49
Tabla 13: Prueba de comparación LSD Fisher del log. de UFC hongos $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%	50
Tabla 14: Costo económico de la formulación y aplicación del mejor recubrimiento a base de gelatina y ácido cítrico	54

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Representación gráfica de las medias de las pérdidas de peso obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher	36
Gráfico 2: Porcentajes de pérdida de peso registrada en todos los tratamientos durante su almacenamiento	37
Gráfico 3: Representación gráfica de las medias del pH obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher	38
Gráfico 4: Niveles de pH registrados en todos los tratamientos durante su almacenamiento	39
Gráfico 5: Representación gráfica de las medias de la acidez titulable obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher	41
Gráfico 6: Acidez registrada en todos los tratamientos durante su almacenamiento	42
Gráfico 7: Representación gráfica de las medias de los sólidos solubles obtenidos en la prueba de comparación LSD Fisher	44
Gráfico 8: Sólidos solubles registrados en todos los tratamientos durante su almacenamiento	45
Gráfico 9: Representación gráfica de las medias de la textura obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher	47
Gráfico 10: Textura registrada en todos los tratamientos durante su almacenamiento	48
Gráfico 11: Representación gráfica de las medias del log. de UFC hongos obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher	50
Gráfico 12: Log. UFC hongos registrado en todos los tratamientos durante su almacenamiento	51
Gráfico 13: Resultados del análisis sensorial del mejor tratamiento obtenido durante su almacenamiento	53

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Clasificación taxonómica de las fresas	69
Anexo 2: Contenido nutricional de 100 gramos de fresa.....	70
Anexo 3: Escala de estados de madurez de acuerdo al color de las fresas ...	71
Anexo 4: Diagrama de flujo para la formulación del recubrimiento	72
Anexo 5: Diagrama de flujo para la aplicación del recubrimiento	73
Anexo 6: Recepción de fresas listas para el proceso de selección.....	74
Anexo 7: Hidratación de la gelatina a 50°C y 1400 RPM en el agitador magnético.....	74
Anexo 8: Homogenización de los componentes del recubrimiento en el agitador magnético a 1400 RPM.....	75
Anexo 9: Inmersión de las fresas en la solución de recubrimiento entre 20 y 22 °C	76
Anexo 10: Fresas recubiertas en el día cero.....	76
Anexo 11: Fresas recubiertas en el día 8.....	77
Anexo 12: Presencia de micelio blanco causado por mohos en fresas recubiertas a partir del día 11	77
Anexo 13: Análisis de determinación de pH mediante el potenciómetro	78
Anexo 14: Titulación de muestra de análisis de acidez.....	79
Anexo 15: Proceso de medición de ° brix por medio del brixómetro	80
Anexo 16: Preparación de muestras para análisis de determinación de mohos y levaduras	81
Anexo 17: Inoculación de placas petrifilm para recuento de hongos	82
Anexo 18: Evaluación sensorial del mejor tratamiento.....	83
Anexo 19: Escala hedónica utilizada en la evaluación sensorial del mejor tratamiento	84
Anexo 20: Datos registrados de los análisis realizados durante el almacenamiento de las fresas recubiertas	85

RESUMEN

Los frutos de fresas confieren un importante aporte nutricional, sin embargo su vida útil es limitada al ser susceptibles a daños físicos, mecánicos, y al deterioro microbiológico, basándose en estos aspectos, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina y ácido cítrico en la vida útil de fresas almacenadas en refrigeración.

Las fresas se adquirieron en el mercado de mayoristas en la parroquia los Esteros de la ciudad de Manta. Los frutos se seleccionaron y se acondicionaron previo al tratamiento con recubrimiento. La investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en donde se desarrollaron los procesos de aplicación del recubrimiento comestible y los análisis de calidad fisicoquímicos y microbiológicos, mediante los cuales se estableció la mejor concentración de gelatina y ácido cítrico necesaria para mantener la calidad de las fresas en refrigeración.

En el experimento se empleó tres réplicas para cada tratamiento, y para el procesamiento de los resultados se realizó un análisis de varianza (ANOVA), Los factores en estudio fueron; concentración de gelatina (A) y concentración de ácido cítrico (B), ambos factores con dos niveles; 2,5% y 3,5% para el primer factor, y 0,45% y 0,55% para el segundo factor.

Al aplicar recubrimiento comestible en las soluciones con diferentes concentraciones de gelatina y ácido cítrico se determinó que con el tratamiento (A2B2) se logró mayor preservación de la vida útil de las fresas. Habiendo determinado el mejor tratamiento se procedió a realizar a éste un análisis de aceptación organoléptica con el que se pudo definir de acuerdo a la interpretación de la evaluación de 30 jueces no entrenados a través de una escala hedónica de 5 puntos, que dicho tratamiento tuvo una calidad sensorial aceptable .

ABSTRACT

The fruits of strawberries confer significant nutritional value, but its lifespan is limited to be susceptible to physical, mechanical damage, and microbiological deterioration, on those grounds, the objective of this study was to determine the effect of applying a edible coating based on gelatin and citric acid in the life of strawberries stored refrigerated.

The strawberries were purchased in the wholesale market in the parish the Estuaries of the city of Manta. Fruits were selected and conditioned prior to coating treatment. The research was conducted at the Faculty of Agricultural Sciences Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, where the implementation processes of edible coating and analysis of chemical and microbiological quality were developed, whereby the best concentration was established gelatin and necessary to maintain quality strawberries in cooling citric acid.

In experiment three replicates for each treatment was used, and for processing the results analysis of variance (ANOVA) was performed factors were studied; gelatin concentration (A) and citric acid concentration (B), both factors with two levels; 2.5% and 3.5% for the first factor, and 0.45% and 0.55% for the second factor.

Applying edible coating solutions with different concentrations of gelatin and citric acid was determined that treatment (A2B2) greater preservation of life was achieved strawberries. Having determined the best treatment proceeded to make to this acceptance organoleptic analysis with which could be defined according to the interpretation of the evaluation of 30 trained judges through a 5-point hedonic scale, such treatment had an acceptable sensory quality.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

El cultivo de fresa en Ecuador se realiza principalmente en la región interandina, en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Imbabura, Chimborazo y en menor escala en Cotopaxi, esta producción se destina a otros sectores de la misma región, y a las demás regiones del país

Ghaouth *et al* (1991), caracterizan a las fresas como frutos blandos con una alta velocidad de respiración considerada como altamente perecedera, susceptible a daños mecánicos, deterioro fisiológico, pérdida de agua y alteraciones microbiológicas. Además Thompson (2003) menciona que la vida útil de fresas es con frecuencia determinada por la infección fúngica, la cual se debe principalmente a la podredumbre causada por la infección por ***Botrytis cinerea*** generando daños en la fresa tales como: pérdida de firmeza, color y sabor que conducen a una disminución en la vida útil.

Ghaouth *et al* (1991) indica que uno de los métodos empleado para mantener la calidad y controlar el deterioro de los frutos es un rápido enfriamiento después de la cosecha y almacenamiento a bajas temperaturas retardando la senescencia hasta 6 o 7 días. Por otro lado de acuerdo con la afirmación de Jooyandeh (2011), la aplicación de recubrimientos y películas comestibles también es un método de conservación que se ha empleado durante siglos principalmente para prevenir la pérdida de humedad y mantener la calidad y textura de los alimentos durante su almacenamiento.

En varias investigaciones realizadas con la finalidad de extender la vida útil y por ende mejorar la calidad de los frutos de fresas se han empleado técnicas de aplicación de recubrimientos comestibles, destacando entre estas investigaciones la de Ribeiro *et al* (2007), quienes estudiaron la capacidad de recubrimientos a base de polisacáridos (almidón, carragenina y quitosano) para extender la vida de anaquel de frutos de fresas. Por otro lado se puede mencionar también la investigación realizada por López *et al* (2012), sobre

efecto de un recubrimiento de quitosano en la calidad microbiológica de las fresas, Además el estudio de Trejo, Pérez, y Ramos (2007), sobre la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina y ácido acético en fresas, indicando que la gelatina es un buen material de recubrimiento.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Las fresas son unas de las frutas de color rojo con mayor aceptación mundial y una fuente rica en vitamina C, minerales, flavonoides y carotenoides. Estudios recientes han evidenciado que el consumo de frutos de color rojo reducen el riesgo a padecer enfermedades degenerativas de acuerdo con Restrepo e Iván (2010), sin embargo Min *et al* (2005) dijeron que las fresas tienen la desventaja de ser muy perecederas, debido a su elevada respiración y la carencia de barrera exterior que limita la retención de agua. Además la conservación de la fresa es limitada por la poca resistencia a los daños mecánicos y al ataque microbiológico.

La utilización de recubrimientos comestibles (RC) acompañados de bajas temperaturas es una alternativa que permite reducir la velocidad de deterioro de los atributos de calidad de los frutos durante su almacenamiento según lo afirman Fraire *et al* (2003) la conservación en frío reduce la tasa de respiración y la pérdida de humedad y retarda el crecimiento microbiano de acuerdo a lo expuesto por Robertson (1993) y Mitcham (2004).

Además Lee, Shim, y Lee (2004) mencionan que las películas comestibles y/o recubrimientos biodegradables a base de gelatina aparentan tener un futuro promisorio como materiales de empaque, los cuales pueden llegar a sustituir a las películas plásticas sintéticas. Esto se debe principalmente a lo expuesto por Krochta y De Mulder (1997) quienes afirmaron que las películas comestibles a base de gelatina reducen la permeabilidad al oxígeno, la difusión del vapor de agua y la migración de grasas.

Este proyecto se planteó y desarrolló basándose en los criterios de varios investigadores que concuerdan en que es necesario el desarrollo de nuevas

tecnologías para reducir el deterioro microbiológico y la pérdida de atributos de la calidad de las fresas. Esto ha estimulado la búsqueda de nuevos sistemas naturales de conservación, basados en recubrimientos comestibles RC. (Gonzalez *et al* 2009).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Demostrar el efecto de la aplicación de un recubrimiento a base de gelatina y ácido cítrico en la vida útil de la fresa.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las variaciones de los parámetros fisicoquímicos de fresas conservadas con recubrimiento comestible a base de gelatina y ácido cítrico durante su almacenamiento.
- Analizar la estabilidad microbiológica de los tratamientos durante su almacenamiento.
- Evaluar las características organolépticas del mejor tratamiento.
- Realizar un presupuesto económico de la aplicación del mejor tratamiento.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. TAXONOMÍA DE LA FRESA

Las fresas y los fresones pertenecen a la familia rosácea y al Género *fragaria*. Existen especies oriundas de Europa, como *Fragaria Vesca L.* y especies Americanas como *Fragaria Chiloensis Duch* y *Fragaria Virginiana Duch* de frutos grandes y de cuyos cruzamientos derivan los actuales cultivares de “fresón” (Maroto 1998). En el anexo 1 se detalla la clasificación taxonómica de las fresas.

2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

2.2.1. Raíces.

Posee un sistema radicular fasciculado constituido de raíces y raicillas las primeras hacen el papel de soporte, las secundarias tienen la función de absorber los nutrientes y almacenar los materiales o sustancias de reserva. Las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico, aunque influenciado por factores ambientales, patógenos de suelo, etc. que rompen el equilibrio. La profundidad del sistema radicular es muy variable, dependiendo entre otros factores, del tipo de suelo y la presencia de patógenos en el mismo. No sobrepasan los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm. (Maroto 1998)

2.2.2. Tallo.

Cazco (1996), manifiesta que la frutilla es una planta perenne considerada como herbácea, presenta un tallo de tamaño reducido denominado corona, que se alarga lentamente formando entrenudos muy cortos, donde se insertan las hojas o yemas axilares”

2.2.3. Hojas.

Aparecen en roseta sobre la corona, suelen ser largamente pecioladas provistas de dos estipulas rojizas y su limbo está dividido en tres foliolos de bordes acerrados y con el envés recubierto de pelos. Tienen un gran número de estomas (300-400/mm²), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración (Maroto 1998).

2.2.4. Estolones o guías

Es un brote largo rastrero que se forma a partir de las yemas axilares de las hojas situadas en la base de la corona. Constituyen el método más fácil de propagación de plantas. (Maroto 1998).

2.2.5. Flores.

De acuerdo con Folquer (1986), las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas. La ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal. En el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor terminal o primaria y otras secundarias de menor tamaño. La flor tiene 5-6 pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso. Cada óvulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al fruto.

2.2.6. Fruto.

Es un poliaquenio conocido botánicamente como eterio, en el que la parte comestible es el receptáculo que aloja numerosos aquenios. La forma es diversa de acuerdo a la variedad (cónica, globulosa, esférica, etc.), el color en la madurez varía desde rosa claro hasta violeta oscuro (Alsina 1984).

2.3. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA FRESA

De acuerdo a lo dispuesto por Pinto, Lajolo y Genovese (2008), y Ozcan y Hacisefero (2007), las fresas se destacan por su contenido de vitamina C, taninos, flavonoides, antocianinas, catequina, quercetina, ácidos orgánicos (cítrico, málico, oxálico, salicílico y elágico) y minerales (K, P, Ca, Na y Fe), además de pigmentos y aceite esencial. En el anexo 2 se describe la composición nutricional de 100 gr. de fresas.

2.4. VARIEDADES DE FRESAS

Tovar (2007), menciona que las variedades de mayor importancia cultivadas en el Ecuador son: Camarosa, Chandler, Oso Grande y Pájaro, y en menor escala Fern, Douglas, Seascape, Irvine, Selva y otras.

2.4.1. Variedad camarosa

Tamaro (1987), menciona que las fresas de variedad camarosa tienen una increíble adaptación climatológica, producen frutos durante 6 o 7 meses al año, su fruto es grande, firme, color rojo oscuro y de forma cónica. Variedad temprana muy productiva y de gran calidad de fruto (color, tamaño, firmeza).

2.4.2. Variedad chandler

Entre las exportaciones sudamericanas, reúne varios elementos favorables tales como una buena calidad de conservación, calidad gustativa y un buen rendimiento de producción. Su fruta es cuneiforme larga y de buena presentación. Su calibre es bueno y homogéneo (Morales s.f.).

2.4.3. Variedad oso grande

Variedad californiana, cuyo inconveniente es la tendencia del fruto al rajado. No obstante presenta buena resistencia al transporte y es apto para el mercado en fresco. Frutos de color rojo anaranjado, calibre grueso y buen

sabor. La planta es vigorosa y de follaje oscuro. Se adapta muy bien a climas diversos (Alsina 1984).

2.4.4. Variedad pájaro

Es sensible a la *Phytophthora cactorum* y a la podredumbre de primavera, ofrece un rendimiento regular, su fruta es cónica, ligeramente alargada, de buena presentación; su calibre es homogéneo y su calidad gustativa y su presentación son buenas (Morales s.f).

2.5. INDICADORES DE CALIDAD DE LA FRESAS

La fresa es un fruto no climatérico y debe ser cosechada en plena madurez para lograr la máxima calidad en relación con el sabor y color (Cordenunsi, Nascimiento y Lajolo 2003).

Wetson y Barth (1997), concuerdan en que la calidad final de las fresas depende del momento de la cosecha, a su vez que está influenciada por una gran cantidad de factores pre cosecha tales como las condiciones ambientales, ataques de patógenos, aplicación de plaguicidas, deficiencias nutricionales, o disponibilidad de agua.

La calidad de las fresas también se encuentra determinada por parámetros fisicoquímicos que se asocian con la madurez, se utilizan como indicadores de la misma, tal es el caso de los grados brix (SST), acidez titulable y el pH, según indican Resende *et al* (2008), por su parte Pinto, Lajolo y Genovese (2008), mencionan que las características físicas y químicas de las fresas es influida por el genotipo y las condiciones ambientales.

Es importante considerar también que como consecuencia de la madurez del fruto este pierde agua y por consiguiente reduce su peso. Las pérdidas de peso en los frutos se incrementan como consecuencia de la transpiración después de la cosecha provocando una disminución de la calidad y aceptabilidad, (Jiménez, Martínez y Cuquerella 1983).

2.5.1. Indicadores organolépticos

La calidad organoléptica de productos alimenticios se determina a través de un análisis sensorial. El análisis sensorial, es una disciplina científica que se utiliza para medir, analizar e interpretar las reacciones que se suscitan ante aquellas características de alimentos y materiales, percibidas por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído; todo esto, indica que la evaluación sensorial es una ciencia multidisciplinaria que guarda relación con la psicología, la química, la fisiología y la estadística (Vanegas 2003).

- **Color**

El color es la característica de calidad más importante de las frutas dado que es el primer atributo percibido por el consumidor y es la base para juzgar la aceptación del producto. Los cambios de color más importantes en las frutas están relacionados con cambios químicos y bioquímicos y con mecanismos fisicoquímicos como la degradación de cloroplastos y cromoplastos, con los cambios en pigmentos naturales (clorofila, carotenoides y antocianinas) y con el desarrollo de pardeamiento enzimático (De Ancos *et al* 2006).

Las antocianinas son los principales compuestos que atribuyen al rojo brillante de la fresa (Bodelon *et al* 2010).

De acuerdo con la Norma Técnica Mexicana NMX-FF-062-SCFI (2002), las fresas se deben cosechar cuando presenten como máximo el 50% de su superficie de color rojo tenue o rosa o en su caso, considerar los requisitos del mercado de destino. Deben satisfacer las características de forma, coloración, desarrollo y madurez típicos de la variedad.

De acuerdo con la NMX-FF-062-SCFI (2002), la coloración de las fresas en diferentes estados de madurez es la siguiente (ver anexo 3)

0) Se refiere a frutos de color blanco verdoso bien desarrollado, a este estado se lo conoce como madurez fisiológica.

- 1) El color 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 del 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

- **Aroma**

Buttery (1981), afirma que el aroma característico de cualquier fruta es debido a la existencia de sustancias aromáticas presentes en la piel y en la pulpa, y según Tressl y Drawert (1973), ese aroma se forma por una compleja mezcla de componentes orgánicos muy relacionados con el proceso de maduración, ya que la mayoría se sintetizan durante la fase climatérica.

2.5.2. Indicadores fisicoquímicos

- **Sólidos solubles totales (°brix)**

Los °brix indican la acumulación de azúcares en las fresas.

Los azúcares presentes en el fruto de fresa son fructosa, glucosa y sacarosa que representan el 99% del total de los azúcares de las frutas maduras (Strum, Koron y Stampar 2003).

Mitchan, Crisosto y Kader (2002), señala que las fresas son aceptables con contenido de sólidos solubles mínimos de 7 °brix. Probablemente debido a la afirmación de Keutgen y Pawelzik (2007), de que la disminución de sólidos solubles en frutos de fresa produce una menor aceptación de los consumidores del producto.

- **El pH**

El pH de los frutos es una variable importante relacionada con la acidez titulable que representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres.

El aumento del pH generalmente coincide con una reducción de la acidez, esto se debe a la utilización de los ácidos orgánicos como fuente energética para sustentar el proceso de maduración del fruto (Chitarra y Chitarra 2005).

- **Acidez titulable**

El ácido cítrico es el ácido orgánico principal en la fresa y el ácido ascórbico es la forma predominante de la vitamina C (Lee y Kader 2000).

Las fresas son aceptables con una acidez titulable de 0,9% como máximo (Mitchan, Crisosto y Kader 2002).

De acuerdo a Solon, *et al.* (2005), la concentración de ácidos orgánicos tiende a disminuir en la mayoría de los frutos debido a la utilización de los mismos como sustrato respiratorio y como esqueletos de carbono, para la síntesis de nuevos compuestos, además Pinto, *et al.* (2006), señalan que la disminución de la acidez de las frutas se debe probablemente a la reducción de la actividad metabólica.

- **Textura**

Se ha demostrado que la firmeza de las fresas depende de la época de cosecha, la variedad y las condiciones de crecimiento (Kruger, Schmidt y Rasim 2002).

El ablandamiento de los frutos y por ende la pérdida de textura es atribuido a la degradación de los componentes de la pared celular, específicamente de la pectina debido a la acción de enzimas específicas tales como las pectinesterasa y la poligalacturonasas (Sacurai y Nevis 1997).

2.5.3. Indicadores microbiológicos

Como cualquier fruta, la fresa presenta una microflora inicial, la cual según su naturaleza y cantidad puede implicar una prolongación mayor o menor de su vida útil. El hongo *Botrytis cinerea* es el más severo de los ataques que presentan las fresas (Ponluisa 2010).

Fuentes (1982), Indica que las lesiones en la estructura y fisiología de los tejidos, ocasionada durante la cosecha mecánica o manual, o bien durante la manipulación en las operaciones de clasificación, lavado, embalado y por el movimiento en el transporte; entre otras cosas facilita la entrada de microorganismos.

Las levaduras y los mohos crecen más lentamente que las bacterias en los alimentos no ácidos que conservan humedad y por ello pocas veces determinan problemas en tales alimentos. Sin embargo existe el peligro de producción de micotoxinas por parte de los mohos (Caiza 2007).

La presencia de levaduras en alimentos es de escaso significado. Solo cuando el alimento contiene cifras elevadas de levaduras o mohos visibles, el consumidor se dará cuenta de la alteración, sin embargo, no constituye un peligro para la salud (Caiza 2007).

2.6. RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

Los recubrimientos surgieron como una tecnología postcosecha emergente para la conservación, extensión de la vida comercial de las frutas y mejora de su calidad.

Los recubrimientos más comunes son aquellos que se aplican a las frutas para sustituir la cera natural que se ha eliminado durante el lavado y cepillado de las mismas, procesos realizados con el fin de eliminar el polvo, la suciedad, las esporas de hongos y los pesticidas usados en el campo (Shellhammer y Krochta 1997).

Un recubrimiento comestible (RC) se puede describir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento (García, Bautista y Barrera 2010).

Mientras que 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 (Krochta, Baldwin y Nisperos 1994).

Del Valle *et al* (2005) indican que la película o cubierta comestible consiste en una capa delgada que se preforma o forma directamente sobre la superficie de los productos vegetales como una envoltura protectora y que se elaboran según Kester y Fennema (1986), a partir de una gran variedad de proteínas, polisacáridos y lípidos ya sea como componentes únicos o combinados, con la finalidad de desarrollarlas con mejores propiedades de barrera y mecánicas.

El mecanismo por el cual los recubrimientos conservan la calidad de frutas y vegetales es debido a que crean una barrera física a los gases, produciendo una atmósfera modificada ya que reducen la disponibilidad de oxígeno e incrementan la concentración de CO₂ (Gonzalez *et al* 2009).

Para aumentar la vida de anaquel de alimentos, las películas comestibles se pueden combinar con el método de atmósfera modificada para la protección de frutas frescas cortadas; en otros casos, se les agrega algún ácido orgánico, aceite esencial o sulfitos (Rojas *et al* 2009).

En la formulación de un recubrimiento comestible generalmente se emplean hidrocoloides (proteínas, polisacáridos) los cuales debido a su naturaleza hidrofílica, son muy sensibles al agua. Otros de los componentes mayoritarios en la formulación son los lípidos y resinas; sin embargo las formulaciones también pueden incluir plastificantes, emulsificantes, agentes de superficie

activa (surfactantes), agentes de liberación específica de compuestos, lubricantes, etc., por lo que realmente se trata de formulaciones de multicomponentes (Gennadios y Weller 1990).

2.6.1. Recubrimientos de polisacáridos

Entre los polisacáridos obtenidos de vegetales están la celulosa y el almidón; los polisacáridos obtenidos de algas que más se utilizan son los alginatos, las carrageninas y el agar; mientras que los polisacáridos obtenidos de microorganismos incluyen la goma xantana, el dextrano y la goma gellan, entre otros (Khan, Park y Kwon 2007).

Estas películas tienen propiedades como; barrera a los gases y puede adherirse a superficies de frutas y vegetales. La desventaja al utilizar este tipo de películas es que las propiedades de barrera a la humedad son muy bajas debido a la naturaleza hidrofílica de las mismas (Guilberth 1986).

2.6.2. Recubrimientos de proteínas

Los materiales formadores de recubrimientos y películas comestibles a base de proteínas derivadas de fuentes animales incluyen el colágeno, la gelatina, las proteínas miofibrilares de pescado, la queratina, las proteínas de la clara de huevo, la caseína, las proteínas del suero de quesería, etc. (Krochta, Baldwin y Nisperos 1994).

Entre los materiales derivados de fuentes vegetales se pueden citar la zeína de maíz, el gluten de trigo, las proteínas de soja, de maní y de semillas de algodón, etc. (Krochta, Baldwin y Nisperos 1994).

Las películas de proteínas se adhieren fácilmente a superficies hidrofílica pero en la mayoría de los casos no son resistentes a la difusión del agua.

- **Gelatina**

Según Johnston (1990), la gelatina se obtiene a partir del colágeno, mediante hidrólisis ácida o alcalina, Bigi *et al* (2002), aclaran que el colágeno es la mayor proteína estructural de muchos tejidos conectivos, tales como piel, tendón y hueso.

Johnston (1990), menciona que la gelatina es una de las proteínas de origen animal más ampliamente utilizada como ingrediente en la elaboración de un gran número de productos, incluyendo muchos que no son alimentos.

Las características más remarcables de la gelatina son su solubilidad en agua y la habilidad que tiene para formar geles termorreversibles (Sobral y Habitante 2001).

La gelatina tiene numerosas aplicaciones principalmente en la industria farmacéutica y alimenticia debido a sus propiedades químicas y físicas; tiene la habilidad de formar geles térmicamente reversibles según lo que mencionaron Saxena, Tripathi, y Shahi (2009), por lo cual puede ser usada de acuerdo con Simon *et al* (2002) como agente emulsificante, estabilizante, o para mejorar algunas características como textura y capacidad de retención de agua.

- **Propiedades químicas de la gelatina**

La efectividad de la gelatina como agente gelante se deriva de su estructura de aminoácidos única. Las moléculas de gelatina contienen grandes proporciones de tres grupos de aminoácidos. Aproximadamente la tercera parte de los residuos de aminoácidos glicina o alanina, casi la cuarta parte corresponde a prolina o hidroxiprolina. La alta proporción de residuos polares confiere a las moléculas de gelatina una gran afinidad por el agua, debido a la alta proporción de residuos de prolina e hidroxiprolina, las moléculas de gelatina no pueden enrollarse en forma helicoidal característica de muchas proteínas. En vez de ello son largas y delgadas, una característica ventajosa para la formación del gel (Cengel 2006).

- **Propiedades funcionales de la gelatina**

De acuerdo con Cengel (2006), Debido al comportamiento fisicoquímico de la gelatina determinado por la secuencia aminoácida de la molécula y de la estructura, y por las condiciones del entorno como valor pH, fuerza iónica y la interacción con otras moléculas se observa que con la gelatina se pueden resolver varias áreas problemáticas como:

- Formación de geles termorreversibles de naturaleza elástica
- Ligación del agua
- Formación de textura
- Espesamiento
- Formación de emulsiones y estabilización
- Formación de espuma y estabilización
- Formación de películas
- Adhesión / Cohesión

2.6.3. Recubrimientos de lípidos y resinas

Los recubrimientos y películas a base de estos componentes se elaboran con ceras y aceites tales como cera o aceite de parafina; ceras de abejas, de carnauba y de candelilla; aceites minerales y vegetales; monoglicéridos acetilados; ácidos esteárico, láurico y palmítico; ésteres de ácidos grasos-sacarosa, entre otros (Pavlath y Orts 2009).

Generalmente, éstos recubrimientos y películas son barreras efectivas frente a la migración de vapor de agua pero presentan propiedades mecánicas desfavorables y disminuyen o incluso previenen la migración de otros gases, lo cual puede resultar en procesos fisiológicos indeseables tales como respiración anaeróbica. Estos procesos, a su vez, disminuyen la calidad del producto resultando en el ablandamiento de la estructura del tejido, la alteración de los aromas, el retraso de la maduración y la promoción de reacciones microbiológicas (Pavlath y Orts 2009).

Los lípidos proporcionan flexibilidad y elasticidad a los recubrimientos pero provocan una apariencia opaca a los recubrimientos (Bourtoom 2008).

Mientras que las resinas además de proporcionar brillo a los recubrimientos, son una barrera para el vapor de agua y más aún para los gases, lo que puede producir una acumulación de CO₂ en el interior del fruto debido a que no puede ser transferido al exterior, con lo cual los productos pueden presentar malos sabores y olores (Bourtoom 2008).

2.6.4. Recubrimientos compuestos

El objetivo de emplear mezclas entre biopolímeros para la elaboración de películas comestibles y recubrimientos biodegradables, es contrarrestar las deficiencias propias de cada componente y así poder mejorar las propiedades y características del material resultante (Tharanathan 2003).

Los recubrimientos comestibles compuestos son aquellos que están formados por varios componentes como: polisacáridos, proteínas, lípidos, resinas, plastificantes, emulsionantes y otros aditivos (antioxidantes, antimicrobianos, nutrientes, saborizantes) con el objetivo de integrar en un solo compuesto sus características y propiedades físicas, químicas y/o biológicas; es así que un recubrimiento comestible compuesto puede; favorecer la transferencia selectiva de gases (vapor de agua, CO₂, O₂, N₂) y otros solutos, mejorar la apariencia del producto, protegerlo de las abrasiones, y aumentar el valor nutritivo y organoléptico de los productos tratados (Guilbert, Guillaume y Gontard 2011).

2.6.5. Funciones de un recubrimiento comestible

Las películas y recubrimientos comestibles funcionan como barrera a gases y vapor de agua, como es el caso en el recubrimiento de frutas y hortalizas frescas, en donde la función primordial es la de restringir la pérdida de humedad de la fruta hacia el ambiente y reducir la absorción de oxígeno por la fruta para disminuir la tasa de la actividad respiratoria (Kester y Fennema 1986).

2.6.6. Aditivos para la formulación de un recubrimiento

Rodriguez *et al* (2005) indican que los recubrimientos se pueden utilizar como vehículo de aditivos, los cuales pueden proporcionar al producto vegetal funciones más específicas como una actividad antimicrobiana, para evitar o reducir el crecimiento de microorganismos en su superficie, sin embargo, Min y Krochta (2005), aseguran que se ha observado que se requiere de aplicaciones pequeñas para que sus atributos de calidad no se vean afectados.

Guilberth (1986) menciona que varios materiales pueden ser incorporados dentro de las películas comestibles y tener influencia en las propiedades mecánicas, protectoras y sensoriales, y que además, para incrementar las propiedades organolépticas o nutricionales en el alimentos se pueden incorporar agentes saborizantes, pigmentos o aditivos nutricionales en las películas comestibles o cubiertas.

Existen compuestos que se añaden a los recubrimientos, como son: los plastificantes, emulsionantes, antimicrobianos, antioxidantes, compuestos nutricionales, saborizantes y colorantes, que proporcionan calidad, estabilidad y protección al alimento (Lin y Zhao 2007).

a) Plastificantes

Un plastificante es definido como una sustancia estable, no volátil y con alto punto de ebullición, la cual, cuando es adicionada a otro material, cambia las propiedades físicas y/o mecánicas de ese material. Los plastificantes usados incluyen glicerol, polietilenglicol, sorbitol y algunos azúcares entre otros. Debido a que el plastificante reduce los enlaces intermoleculares entre las cadenas de polímeros, los plastificantes modifican las propiedades mecánicas y producen películas más flexibles (Campos, Gerschenson y Flores 2011).

Guilbert y Biquet (1995) afirman que la adición de un plastificante permite la obtención de una película menos frágil, más flexible, más dócil, y eventualmente más dura y resistente. Por otra parte según Grau, Fortuny y Beloso (2011) estos compuestos tienden a disminuir el brillo de los recubrimientos y aumentan la permeabilidad a los gases.

- **Glicerol**

El glicerol tiene la capacidad de reducir las interacciones entre biopolímeros, lo que incrementa el espacio intermolecular y por lo tanto la permeabilidad de las películas. Además, dicho plastificante, al ser una molécula hidrofílica favorece la adsorción-desorción de las moléculas de agua. El glicerol como agente plastificante favorece en gran proporción las propiedades fisicoquímicas de las películas recubrimientos comestibles, como son: espesor, color, transmisión de vapor de agua a través de la película, la solubilidad y la resistencia de las películas (Rodríguez, Osés y Maté 2006).

El glicerol es el plastificante más utilizado debido a que es muy estable y compatible con las cadenas de biopolímeros (Campos, Gerschenson y Flores 2011).

Generalmente, el contenido de glicerol para la formación de películas se encuentra entre el 10 y el 30% (p/p biopolímero seco) (Osés *et al* 2009).

b) Conservantes

Son sustancias o mezcla de sustancias añadidas a los alimentos, generalmente en pequeñas cantidades, en el momento de su producción, procesamiento, almacenamiento, empaquetado o preparación para el consumo, con objeto de modificar las propiedades de los mismos (apariencia, sabor, textura o conservación). En la formulación de recubrimientos comestibles pueden incluirse antioxidantes y agentes antimicrobianos para proveer funciones activas adicionales y para proteger al producto alimenticio de la oxidación y contaminación microbiana, respectivamente; resultando en la mejora de la calidad del producto y en el aumento de la seguridad (Han y Gennadios 2005).

- **Ácido cítrico**

Los ácidos orgánicos ejercen sobre los microorganismos dos tipos de efectos distintos, aunque estrechamente relacionados. En primer lugar, existe un efecto antimicrobiano debido a la acidez en sí, esto es, a la bajada del pH extracelular. El segundo tipo, más importante en la práctica, es el efecto antimicrobiano específico debido a la forma no disociada.

La adición de un ácido en las películas comestibles potencian y encubren sabores, Inhiben hongos y bacterias y la germinación de esporas, poco tóxico, fácilmente degradable, además Lopez (2004) afirma que la incorporación de ácido cítrico en los alimentos tiene diversas funciones dependiendo de aplicación particular, tales como poder acidulante, reguladora del pH, emulsificantes, y efectos organolépticos.

c) Surfactantes o emulsificantes

Las principales funciones de los emulsificantes en las aplicaciones de alimentos son aumentar el volumen y la aireación, para reducir la viscosidad, favoreciendo la consistencia del producto, y mejorar la textura, proporcionando estabilidad de emulsiones y espumas, al mismo tiempo de acuerdo a lo expuesto por Suman *et al* (2009), además Dominguez (1983), dijo que estos compuestos reducen la tensión interfacial sólido-líquido aumentando la capacidad del recubrimiento para impregnar al alimento en la etapa de aplicación del mismo. También reducen la tensión interfacial agua-lípido, favoreciendo la dispersión de los lípidos en agua y, por tanto, la formación de recubrimientos emulsionado.

- **Tween 80**

Es también conocido como polisorbato 80, polioxietilen 20, sorbitan monooleato, sorbimacrogol oleato 300 E-433.

Es comercialmente conocido como Tween 80, es insoluble en agua, pero soluble en la mayoría de disolventes orgánicos y no se ionizan en solución acuosa, por lo que no es afectado por el agua dura; es decir, no forma sales

insolubles con iones calcio, magnesio, férrico, entre otros. También puede ser usado en soluciones ácidas fuertes. Tiene baja toxicidad y en general, baja fitotoxicidad (Hickey *et al* 2007).

Otra propiedad de este surfactante no iónico es su actividad como emulsificador, formando emulsiones estables. Forma menos espuma que los surfactantes aniónicos y es considerado como agente espumante leve ha moderado.

2.6.7. Métodos de aplicación de un recubrimiento

La aplicación directa de la solución formadora de película, sobre el alimento o producto, se puede llevar a cabo por métodos de inmersión, aspersión y frotación, entre otros (Krochta y De Mulder 1997).

a) Aplicación por inmersión

En el caso de productos que requieren una capa uniforme en una superficie irregular, la inmersión es la técnica que proporciona mejores resultados. Ésta técnica es la más utilizada en el recubrimiento de frutas, vegetales y productos cárnicos (Tharanathan 2003).

En el caso de frutas y verduras, la inmersión se realiza en tanques que contienen las formulaciones formadoras de cubiertas. Posterior a esto se procede a un escurrido y secado, dejando que una película delgada sea formada sobre la superficie del producto (Perez y Báez 2003).

b) Aplicación por aspersión

Según Krochta, Baldwin y Nisperos (1994) las películas aplicadas de esta manera pueden formar una capa más delgada y más uniforme, a diferencia de las películas aplicadas por inmersión, sin embargo, la aspersión es adecuada para alimentos que requieran ser recubiertos de un solo lado y cuando se desee una protección solo en la superficie.

c) Aplicación por frotación

Según Guilberth (1986) se pueden emplear otros métodos de aplicación como la extensión del recubrimiento o película sobre el producto mediante cepillos.

d) Aplicación por moldeado

Consiste en la obtención de una película preformada que posteriormente se adhiere al alimento.

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El presente experimento se realizó entre el período de octubre, noviembre y diciembre del 2014 en laboratorio de procesamiento de frutas y hortalizas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, carrera de Ingeniería Agroindustrial la misma que se encuentra ubicada a 0°, 57', 35", de latitud Sur y 80°, 40', 0", de latitud Oeste.

3.2. MATERIA PRIMA, MATERIALES, INSUMOS Y EQUIPOS

3.2.1. Materia prima

Se utilizó para todos los tratamientos como materia prima frutos de fresas variedad camarosa, con sus características respectivas como forma cónica alargada, grandes, en un estado de madurez nivel 4 de acuerdo al color, con un peso promedio de 30 g. cada una, las mismas que fueron adquiridas en el mercado de mayoristas de la parroquia los esteros de la ciudad de Manta.

3.2.2. Materiales

Los materiales que se utilizaron en la formulación y aplicación del recubrimiento comestible fueron los siguientes:

- Balde plástico con capacidad de 12 litros
- Papel de cocina absorbente
- Bandejas de polipropileno con tapa
- Colador de acero inoxidable y mango plástico
- 3 Vasos de precipitación de 250 ml.
- 1 Vaso de precipitación de 1000 ml.

- Platos de aluminio
- Espátula
- Pipetas
- 1 bala de agitación magnética

3.2.3. Insumos

- Gelatina sin sabor
- Ácido cítrico
- Glicerol
- Agua destilada
- Hipoclorito de sodio
- Tween 80

3.2.4. Equipos

- 1 Agitador magnético marca VELP S científica
- 1 Balanza analítica marca ADAM, PGL 4001
- 1 Cámara frigorífica a 4°C

3.3. VARIABLES EN ESTUDIO

3.3.1. Variables independientes

- % de gelatina
- % de ácido cítrico

3.3.2. Variables dependientes

- Características fisicoquímicas de las fresas
- Características microbiológicas de las fresas
- Características organolépticas de las fresas

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

3.4.1. Factor A: % de gelatina

Niveles en estudio:

- A1: 2.5 % de gelatina
- A2: 3.5 % de gelatina

3.4.2. Factor B: % de ácido cítrico

Niveles en estudio:

- B1: 0.45% de ácido cítrico
- B2: 0.55% de ácido cítrico

3.5. TRATAMIENTOS

Al realizar la combinación entre los factores y niveles en estudio se obtuvieron los siguientes tratamientos:

Tabla 1: Tratamientos en estudio

Tratamientos	Nomenclatura	% gelatina	% Ácido cítrico	Aditivos
1	A1 B1	2.5 %	0.45%	0.6% Tween 80 + 1% glicerol
2	A2 B1	3.5%	0.45%	0.6% Tween 80 + 1% glicerol
3	A1 B2	2.5 %	0.55%	0.6% Tween 80 + 1% glicerol
4	A2 B2	3.5%	0.55%	0.6% Tween 80 + 1% glicerol

Realizado por: Velez, K (2015).

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el experimento se aplicó un análisis de la varianza (ANOVA) para establecer la existencia de la diferencia significativa entre los tratamientos, y la prueba de comparación DMS o LSD Fisher para establecer la diferencia estadística significativa entre las medias utilizando un grado de significación $p < 0.01$, y para el procesamiento de los resultados se empleó el paquete estadístico INFOSTAT, Versión Profesional 2008.

3.7. MÉTODO ESPECÍFICO DE MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.7.1. Descripción del proceso de formulación del recubrimiento a base de gelatina

El recubrimiento se formuló de acuerdo al procedimiento descrito en el anexo 4. Se prepararon 500 ml. de solución de recubrimiento para la aplicación de cada tratamiento y la cantidad de insumos de acuerdo a la concentración correspondiente descrita en la tabla 1.

a) Hidratación de la gelatina

El agua destilada se dividió en 3 porciones iguales.

Una de las porciones de agua se colocó en un vaso de precipitación, se colocó en el agitador magnético a 50°C y 1400 revoluciones por minuto (rpm) y se realizó la hidratación de la gelatina la cual fue incorporada lentamente en el agua y se mantuvo en agitación hasta su total dilución (5 min). Ver anexo 7.

b) Acondicionamiento del glicerol

Para esta operación se utilizó la segunda porción de agua llevándola a 25°C en el agitador magnético y 1400 revoluciones por minuto (rpm), se añadió el glicerol gota a gota y se mantuvo en agitación hasta su dilución total (5min).

c) Mezcla gelatina – glicerol

El glicerol homogenizado en el agua destilada y la solución de la gelatina hidratada se mezclan para realizar una solución homogénea.

d) Acondicionamiento del tween 80 - ácido cítrico

La última porción de agua se llevó a 25°C en el agitador y 1400 revoluciones por minuto (rpm), posteriormente se agregó gota a gota el tween 80 y muy lentamente el ácido cítrico manteniendo la mezcla en agitación hasta su total homogenización (5 min).

e) Homogenización de todos los componentes

Posteriormente al acondicionamiento de todos los componentes del recubrimiento se realizó la mezcla entre ellos manteniendo la temperatura a 25°C y 1400 revoluciones por minuto (rpm) durante 20 min (ver anexo 8).

3.7.2. Descripción del proceso de aplicación del recubrimiento a base de gelatina

El recubrimiento se aplicó conforme a lo detallado en el diagrama de flujo del anexo 5.

a) Selección

En esta fase se realizó la clasificación de las fresas escogiendo solo aquellas que presentaron tamaño y forma uniforme, y se descartaron aquellas que no tuvieron buenas características físicas. En el anexo 6, se muestran las fresas previas a la selección.

b) Acondicionamiento de la fruta

Las fresas fueron despojadas del cáliz para luego ser lavadas abundante agua y posteriormente desinfectadas con agua al 2.5 % de hipoclorito de sodio a temperatura ambiente con la finalidad de eliminar cualquier partícula extraña a la fruta y desinfectarla para reducir el desarrollo de patógenos.

c) Escurrido

El proceso de escurrido se realizó para evitar que el exceso de agua en la superficie de las fresas influyera en la adherencia del recubrimiento, este

proceso se realizó por 10 minutos a temperatura entre 22 y 20 °C sobre toallas de cocina absorbentes.

d) Inmersión

Las fresas se sometieron a inmersión en la solución de recubrimiento a una temperatura entre 22 y 20 °C durante 10 minutos (ver anexo 9).

e) Secado

Se realizó a una temperatura entre los 22 y 20 °C colocando las fresas recubiertas en coladores de acero inoxidable, separándolas entre si evitando el contacto entre ellas hasta lograr la adherencia total del recubrimiento en las fresas (45 min).

f) Empacado

Las fresas recubiertas se empacaron en bandejas de polipropileno con tapa en una cantidad de 6 fresas por cada bandeja.

g) Almacenamiento

Se almacenaron las fresas recubiertas por un periodo de 15 días en la cámara frigorífica a 4°C.

En el anexo 10 se puede apreciar las fresas recubiertas en el día de aplicación del tratamiento, previo a su almacenamiento.

3.8. DATOS REGISTRADOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

3.8.1. Características fisicoquímicas de las fresas

Se evaluaron los parámetros fisicoquímicos de los tratamientos desde el día cero, con un intervalo de 2 días valorando así su calidad de acuerdo a la pérdida fisiológica de peso, el pH, firmeza, acidez titulable y sólidos solubles totales (SST) durante su almacenamiento.

a) Análisis de determinación de pérdida fisiológica de peso

Se realizó mediante la diferencia entre pesos, tomando como base el peso inicial de cada uno de los frutos menos el peso del fruto al final del almacenamiento haciendo uso de una balanza analítica y el resultado se expresó como porcentaje de pérdida de peso calculado con la siguiente fórmula:

$$\% PP = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

DONDE:

%PP= porcentaje de pérdida de peso

P_i= peso inicial

P_f= peso final

- **Equipo:**

Balanza analítica marca ADAM, PGL 4001

b) Análisis de determinación de pH

Se realizó por medio de un pH metro, como muestra se empleó 10 g. de pulpa de fresa, esta fue triturada y homogenizada con 10 ml de agua destilada, posteriormente se filtró y colocó en un vaso de precipitación de 100 ml. en el que se introdujeron los electrodos del potenciómetro obteniendo resultados directos (ver anexo 13).

- **Equipo:**

Potenciómetro portátil marca Martina, Mi 105

- **Materiales**

Vaso de precipitación de 100 ml

Colador metálico

c) Análisis de determinación de acidez titulable (AT)

Este parámetro se determinó por método de titulación y se expresó como porcentaje de ácido cítrico. Para ello se usó el jugo de fresas que se utilizó para la determinación de pH al cual luego de añadirle 3 gotas de fenolftaleína se tituló con una solución de NaOH 0.1 N. hasta lograr el cambio de color de la muestra (ver anexo 14). El resultado se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{A \times B \times C}{D} \times 100$$

DONDE:

% acidez: g de ácido cítrico /100 ml de muestra

A= cantidad en ml de hidróxido de sodio

B= normalidad de hidróxido de sodio

C= peso equivalente expresado en gramos del ácido predominante en el alimento

D= peso de la muestra

- **Materiales**

Vasos de precipitación de 100 ml.

Bureta con soporte universal

- **Reactivos**

Hidróxido de sodio 0.1 N.

Fenolftaleína

d) Análisis de determinación de sólidos solubles totales (SST)

Se realizó por el método de refractometría, para ello se extrajo 2 gotas de la pupa de la fresa, y colocándolas sobre el prisma de medición del refractómetro de mano a 20°C se obtuvo el resultado por lectura visual directa (ver anexo 15). Los sólidos solubles de la fresa fueron expresados como °Brix.

- **Equipos**

Refractómetro marca RHB23ATC, con un rango de medición de 0 a 30.

e) Análisis de determinación de textura

La firmeza de las fresas se midió por la fuerza de penetración del penetrómetro en el centro de la fruta. Se tomó como muestra 1 fresa por tratamiento y repetición sobre la cual se colocó la punta metálica del equipo, haciendo penetrar automáticamente a 3mm de profundidad del fruto, para proceder a la lectura directa de los resultados.

- **Equipos**

Penetrómetro

3.8.2. Características microbiológicas de las fresas

Se evaluó la calidad microbiológica de los tratamientos en cuanto hongos (mohos y levaduras), desde el día cero con un intervalo de 3 días.

- **Determinación de Mohos y levaduras**

Se realizó de acuerdo al método AOAC 997.02, el mismo que se basa en el cultivo entre 22°C y 25°C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras. En una bolsa estéril se pesó 25 g. de fresa como muestra, esta fue depositada en un matraz de 500 ml incorporándole 225 ml de buffer (Butterfield) (ver anexo 16), posteriormente se realizó la dilución 1/10 (10^{-1}), luego se homogenizó la dilución por 2 minutos, para después realizar las diluciones seriadas de la muestra.

Para las diluciones seriadas se tomó 1 ml de la dilución 10^{-1} y fue homogenizada con 9 ml de buffer (Butterfield) para obtener una dilución 10^{-2} , e igualmente se hizo para obtener la dilución 10^{-3} . A partir de estas diluciones fueron sembradas las placas de petrifilm para el recuento mohos y levaduras.

La siembra se realizó inoculando con 1 ml de la dilución el centro de la placa de petrifilm de acuerdo con el anexo 17 y colocando para ello el esparcidor en el centro de la placa y realizando una suave presión en este para distribuir la muestra de manera uniforme.

Transcurrido 1 minuto después de la siembra para permitir que solidifique el gel, las placas se incubaron en posición horizontal con el lado transparente hacia arriba; a 25 °C durante 5 días, pasado este período de incubación se procedió a realizar el conteo de las colonias típicas de mohos y levaduras.

- **Materiales**

Matraz de 500ml

Tubo de ensayo de 10 ml

Placas petrifilm para mohos y levaduras

- **Reactivos**

Buffer

3.8.3. Características organolépticas de las fresas

Se realizó el análisis sensorial en el día 3 y 8 de almacenamiento por medio de la escala hedónica de cinco puntos que se muestra en el anexo 19, donde 1 y 2 representan mala calidad, 3 y 4 representan una calidad aceptable, y 5 una calidad excelente, los parámetros evaluados fueron respecto al sabor, color y aroma, para lo cual se emplearon 30 catadores no entrenados presentándoles 15 g. de muestra/catador.

- **Análisis estadístico**

Para la representación gráfica de la evaluación sensorial de los catadores se empleó el programa estadístico Microsoft Excel versión 2013.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS INDICADORES FÍSICOQUÍMICOS EVALUADOS

El registro la medición de los análisis fisicoquímicos de todos los tratamientos efectuados por día y tomados en cuenta para la realización del análisis de varianza, pruebas de comparación LSD Fisher y su representación gráfica (Ver anexo 20).

4.1.1. Pérdidas de peso

En la tabla 2 el ANOVA descompone la varianza de la pérdida de peso de las fresas en dos componentes: un componente de tratamientos y un componente de error experimental. La razón F que en este caso es igual a 4,87 E+2 es el cociente entre el estimado tratamiento y error experimental. Puesto que el valor p de la razón F es menor que 0,01 existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las pérdidas de peso entre los tratamientos con un nivel del 99,99% de confianza.

Tabla 2: Análisis de la varianza de las pérdidas de peso $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%

Variable	N	CV			
Pérdidas de peso	12	1,71			
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	6,58	3	2,19	4,87E+2	<0,0001*
Error	0,04	8	4,5E-03		
Total	6,62	11			

* Diferencia significativa

Realizado por: Velez, K (2015).

La diferencia significativa demostrada en la tabla 2 se corrobora con la prueba de comparación LSD Fisher que se observa en el tabla 3, el mismo que nos indica que la disminución del peso de los tratamientos fue similar en los tratamientos A1B1 y A1B2 ya que oscilaron entre 4,64 y 4,70 gramos, e igualmente entre los tratamientos A2B1 y A2B2 la pérdida de peso fue similar oscilando entre 3,13 y 3,25 gramos.

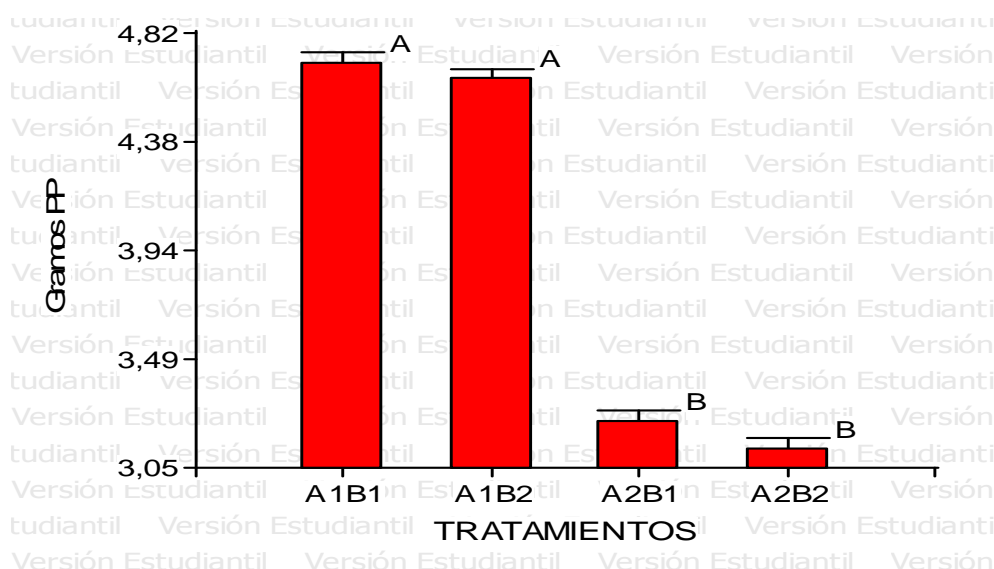
**Tabla 3: Prueba de comparación LSD Fisher de la pérdida de peso
 $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%**

Tratamientos	Medias	n	E.E.
A1B1	4,70 3	0,04	A
A1B2	4,64 3	0,04	A
A2B1	3,25 3	0,04	B
A2B2	3,13 3	0,04	B
<i>Error: 0,0045 gl: 8</i>			
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,01$)</i>			

Realizado por: Velez, K (2015).

El gráfico 1 muestra las medias obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher, pudiendo deducir que la diferencia estadística de la pérdida de peso entre los tratamientos está representada por el efecto de la concentración de gelatina, ya que a mayor concentración de gelatina se logró menor pérdida de peso y viceversa, probablemente porque la mayor concentración de esta le brindó a la película mayor capacidad de retención del agua, y la reducción de su tasa metabólica evitando el exceso de transpiración y por ende la disminución de su peso.

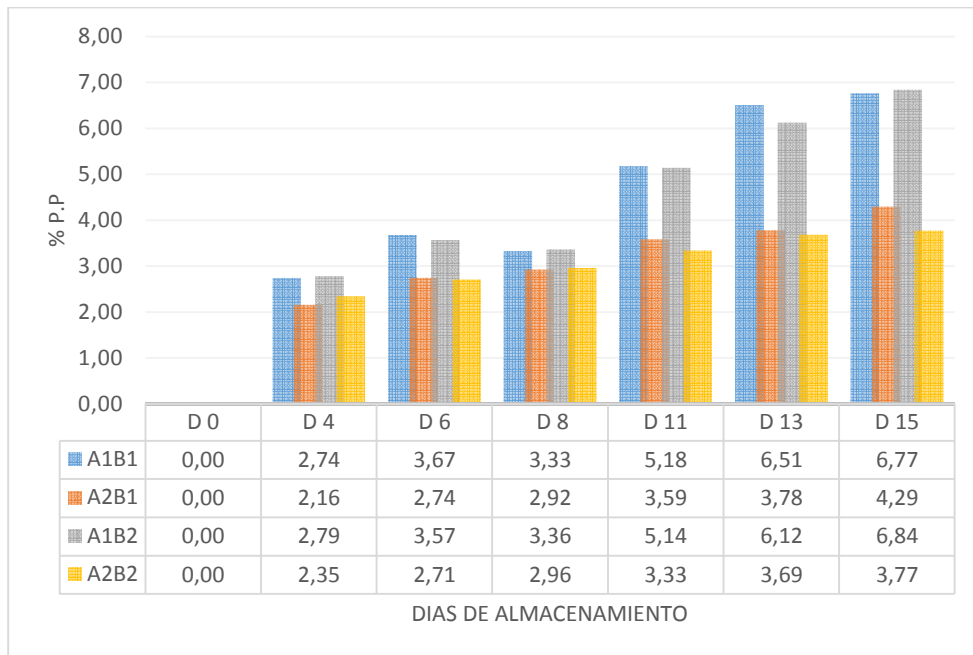
Gráfico 1: Representación gráfica de las medias de las pérdidas de peso obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher



Realizado por: Velez, K (2015).

En el gráfico 2 se aprecia el descenso del peso de las fresas tratadas con recubrimiento y almacenadas en refrigeración durante 15 días, es notable que desde el primer día que se realiza la evaluación del peso (día 4) hasta el final (día 15) todos los tratamientos sufrieron una reducción de su peso, sin embargo con en los tratamientos con mayor concentración de gelatina esta pérdida fue mucho menor y más aún en A2B2.

Gráfico 2: Porcentajes de pérdida de peso registrada en todos los tratamientos durante su almacenamiento



Realizado por: Velez, K (2015).

4.1.2. El pH

Como se muestra en la tabla 4, el ANOVA descompone la varianza del pH de las fresas recubiertas dos componentes: el primero se refiere a los tratamientos y el segundo al error experimental. La razón F igual a 1,98 se refiere al cociente entre el estimado tratamiento y error experimental. Debido a que el valor p de la razón F es mayor que 0,01 se estima que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias del pH de los tratamientos con un nivel del 99,99% de confianza.

Tabla 4: Análisis de la varianza de las variaciones del pH $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
pH	12	0,43	0,21	1,13	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,01	3	3,7E-03	1,98	0,1957
Error	0,02	8	1,9E-03		
Total	0,03	11			

* Diferencia significativa

Realizado por: Velez, K (2015).

De acuerdo con la tabla 5 de la prueba de comparación LSD Fisher las medias de los valores de pH registradas no fueron estadísticamente diferentes, ya que la aplicación del recubrimiento generó en el pH de todos los tratamientos un efecto similar registrando valores entre 3,80 y 3,88.

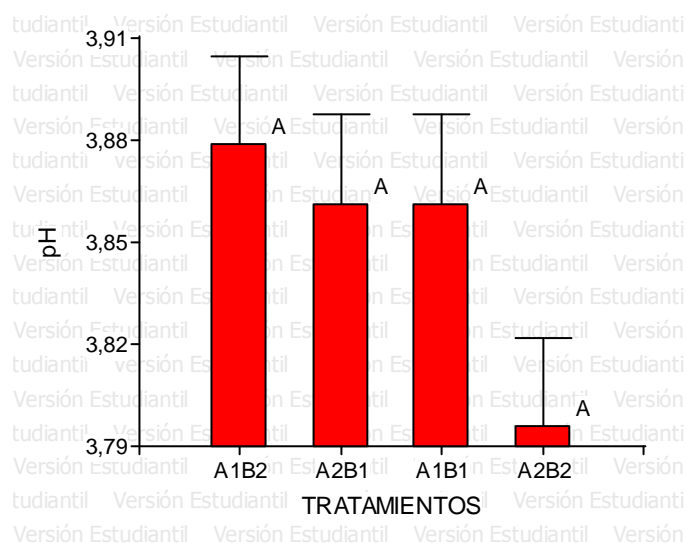
Tabla 5: Prueba de comparación LSD Fisher de las variaciones del pH $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A1B2	3,88	3	0,03	A
A2B1	3,86	3	0,03	A
A1B1	3,86	3	0,03	A
A2B2	3,80	3	0,03	A
<i>Error: 0,0019 gl: 8</i>				
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)</i>				

Realizado por: Velez, K (2015).

En el gráfico 3 se presentan las medias del pH obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher en la que no se registró diferencia significativa entre tratamientos, es decir que las concentraciones de gelatina y del ácido cítrico aplicadas en la formulación del recubrimiento actuó homogéneamente en el pH de los frutos tratados.

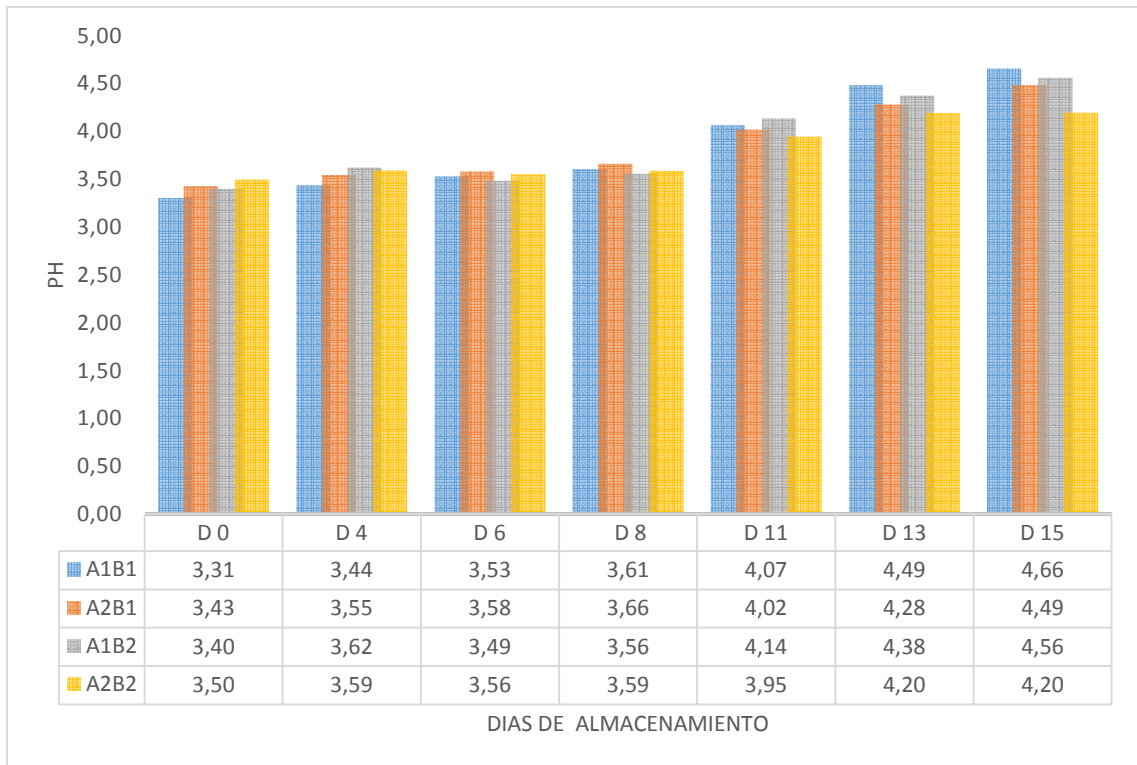
Gráfico 3: Representación gráfica de las medias del pH obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher



Realizado por: Velez, K (2015).

Como se muestra en el gráfico 4 se observó un ligero incremento del pH durante los 15 días almacenamiento de los tratamientos, registrándose en menor escala en el tratamiento A2B2 en la mayoría de los días.

Gráfico 4: Niveles de pH registrados en todos los tratamientos durante su almacenamiento



Realizado por: Velez, K (2015).

4.1.3. Acidez titulable

La tabla 6 del ANOVA descompone la varianza de la acidez titulable de las fresas en dos componentes: el primer componente el de los tratamientos y el segundo componente es el del error experimental. La razón F es el cociente entre el estimado tratamiento y error experimental en este caso es igual a 8,87. Debido a que el valor p de la razón F es menor que 0,01 existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la acidez titulable entre los tratamientos de fresas recubiertas con un nivel del 99,99% de confianza.

Tabla 6: Análisis de la varianza de la acidez titulable $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%

Variable	N	CV			
Acidez titulable	12	2,20			
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,01	3	2,6E-03	8,87	0,0063*
Error	2,3E-03	8	2,9E-04		
Total	0,01	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

* Diferencia significativa

Realizado por: Velez, K (2015).

La prueba de comparación LSD Fisher que se aprecia en la tabla 7 justifica la diferencia significativa demostrada en la tabla 6 del ANOVA, ya que de acuerdo con esta prueba de comparación la aplicación del recubrimiento provocó el mismo efecto en la acidez de los tratamientos A1B1 y A2B1 pues sus valores medios en ambos tratamientos fueron de 0,77 sin embargo, en el tratamiento A2B2 se registró una acidez fue mayor, y menor para A1B2.

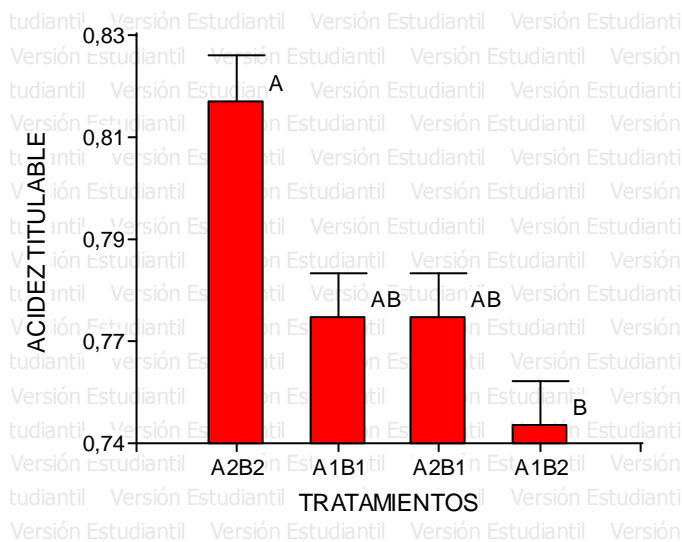
Tabla 7: Prueba de comparación LSD Fisher de la acidez titulable $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
A2B2	0,82	3	0,01	A	
A1B1	0,77	3	0,01	A	B
A2B1	0,77	3	0,01	A	B
A1B2	0,75	3	0,01		B
<i>Error: 0,0003 gl: 8</i>					
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)</i>					

Realizado por: Velez, K (2015).

En el gráfico 5 se hace referencia a las medias obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher mediante el cual se puede interpretar que la diferencia estadística en la acidez está marcada el tratamiento A2B2, probablemente por la reducción de la actividad metabólica que a su vez redujo la utilización de sus compuestos ácidos en procesos de respiración, lo que resultó efectivo también en el control de pérdida de peso.

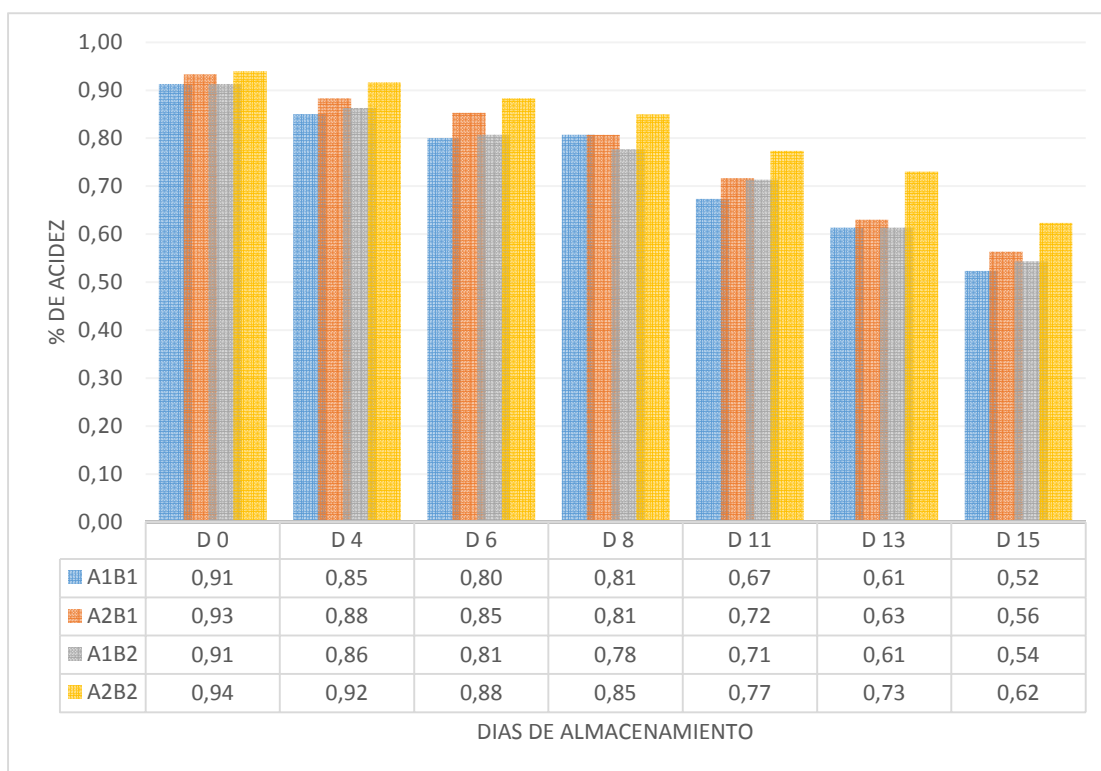
Gráfico 5: Representación gráfica de las medias de la acidez titulable obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher



Realizado por: Velez, K (2015).

En el gráfico 6 están representadas las disminuciones de la acidez de los tratamientos durante 15 días de almacenamiento, de acuerdo con este grafico el descenso de la acidez ocurrió en todos los tratamientos desde el principio hasta el final de su almacenamiento, sin embargo en los primeros 8 días este cambio fue ligero, y en los días restantes la acidez descendió más rápidamente, es notable también que el tratamiento A2B2 fue el que menor acidez disminuyó.

Gráfico 6: Acidez registrada en todos los tratamientos durante su almacenamiento



Realizado por: Velez, K (2015).

4.1.4. Sólidos solubles totales (° brix)

En la tabla 8 se detalla el ANOVA que descompone la varianza los sólidos solubles totales de las fresas recubiertas en dos componentes: un componente de tratamientos y un componente de error experimental. La razón F que es igual a 1,20 y representa el cociente entre el estimado tratamiento y error experimental. En vista de que el valor p de la razón F es mayor que el grado de significancia 0,01 se estima que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los °brix de los tratamientos con un nivel del 99,99% de confianza.

Tabla 8: Análisis de la varianza de los sólidos solubles $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%

Variable	N	CV			
° BRIX	12	0,38			
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	2,9E-03	3	9,8E-04	1,20	0,3709
Error	0,01	8	8,2E-04		
Total	0,01	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

* Diferencia significativa

Realizado por: Velez, K (2015).

En este caso tal y como nos indicó la tabla 8 del ANOVA en cuanto a los °brix de los tratamientos no existe diferencia significativa y se puede verificar a través de la prueba de comparación LSD Fisher en el tabla 9, en esta tabla de comparación se observa que la aplicación del recubrimiento provocó un efecto semejante en los °brix de los tratamientos ya que estos oscilaron entre 7,41 y 7,45.

Tabla 9: Prueba de comparación LSD Fisher de los sólidos solubles $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
A2B2	7,45	3	0,02	A
A1B1	7,44	3	0,02	A
A2B1	7,44	3	0,02	A
A1B2	7,41	3	0,02	A

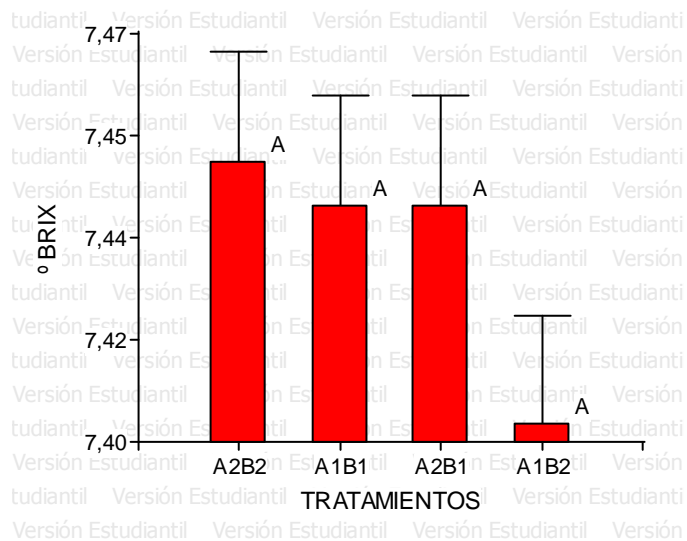
Error: 0,0008 gl: 8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Velez, K (2015).

El gráfico 7 representa las medias obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher, pudiendo deducir que no se registró diferencia estadística entre los sólidos solubles de los tratamientos debido a que la concentración de gelatina y de ácido cítrico no generó variaciones en el contenido de ° brix de los frutos tratados.

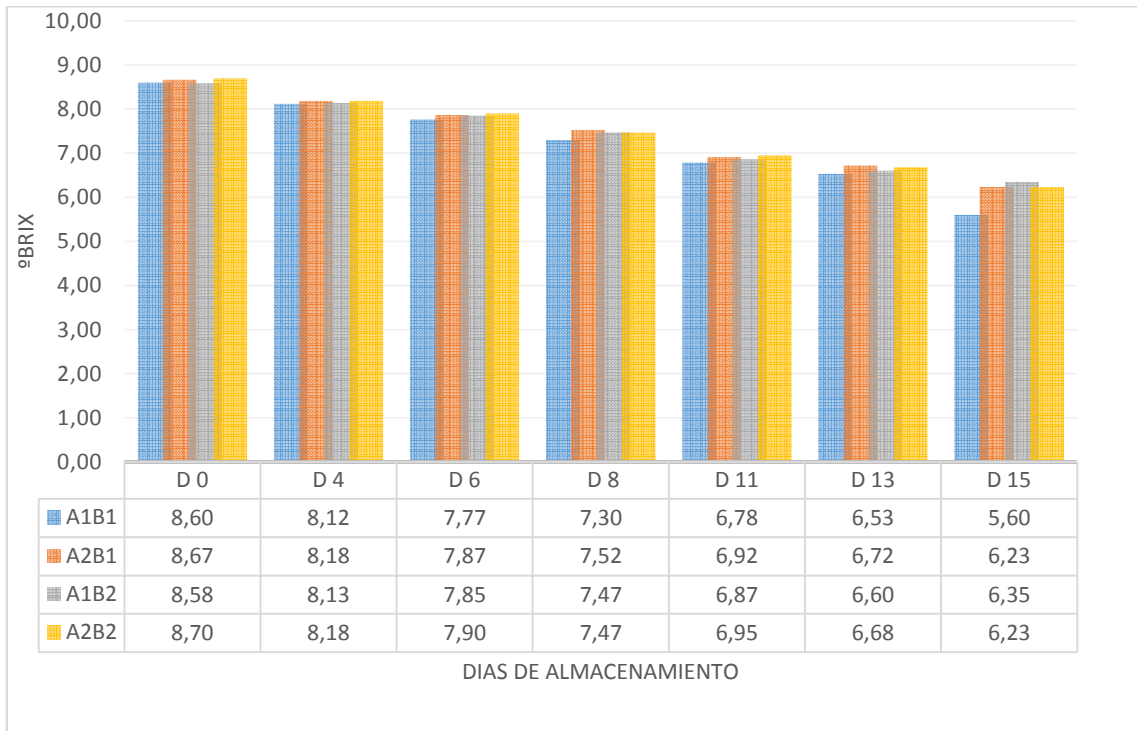
Gráfico 7: Representación gráfica de las medias de los sólidos solubles obtenidos en la prueba de comparación LSD Fisher



Realizado por: Velez, K (2015).

En el gráfico 8 se aprecia una disminución de los °brix de las fresas recubiertas durante los 15 días de almacenamiento en donde puede notarse que desde el primer día que se realiza la evaluación (día 4) hasta el final (día 15) todos los tratamientos sufrieron una ligera reducción, sin embargo con en el tratamiento A2B2 esta pérdida fue menor.

Gráfico 8: sólidos solubles registrados en todos los tratamientos durante su almacenamiento



Realizado por: Velez, K (2015).

4.1.5. Textura (N)

La tabla 10 muestra el ANOVA que descompone la varianza de la textura de los tratamientos en dos componentes: uno de los tratamientos y otro del error experimental. La razón F es igual a 0,39 y es el cociente entre el estimado tratamiento y error experimental. Como el valor p de la razón F resulta ser mayor que 0,01 no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de la textura entre los tratamientos con un nivel del 99,99% de confianza.

Tabla 10: Análisis de la varianza de la textura $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%

Variable	N	CV			
Textura	12	3,44			
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	2,4E-03	3	8,1E-04	0,39	0,7640
Error	0,02	8	2,1E-03		
Total	0,02	11			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

* Diferencia significativa

Realizado por: Velez, K (2015).

En base a la tabla 11 sobre la comparación LSD Fisher la disminución variación de textura de los tratamientos fue similar, obteniendo valores entre 1,31 y 1,35, razón por la cual no se registró diferencia estadísticamente significativas

Tabla 11: Prueba de comparación LSD Fisher de la textura $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
A2B2	1,35	3	0,03	A
A1B1	1,32	3	0,03	A
A2B1	1,32	3	0,03	A
A1B2	1,31	3	0,03	A

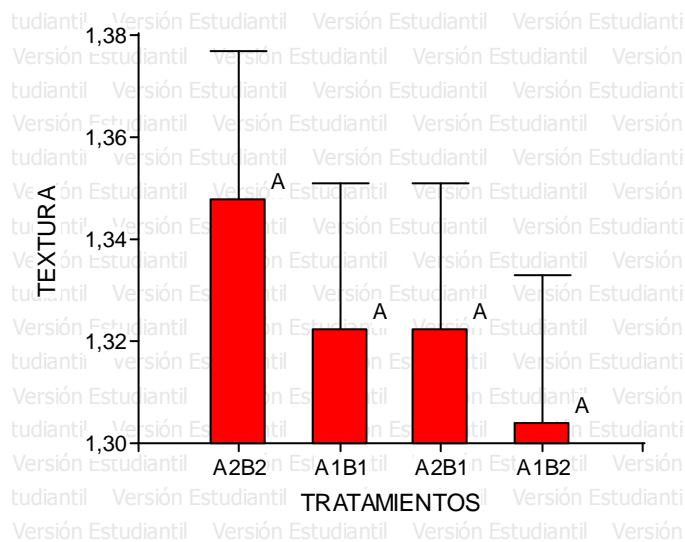
Error: 0,0021 gl: 8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Realizado por: Velez, K (2015).

El gráfico 9 demuestra las medias obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher donde no hubo diferencia estadística significativa en la textura de los tratamientos ya que el recubrimiento provocó efecto similar en todos los tratamientos.

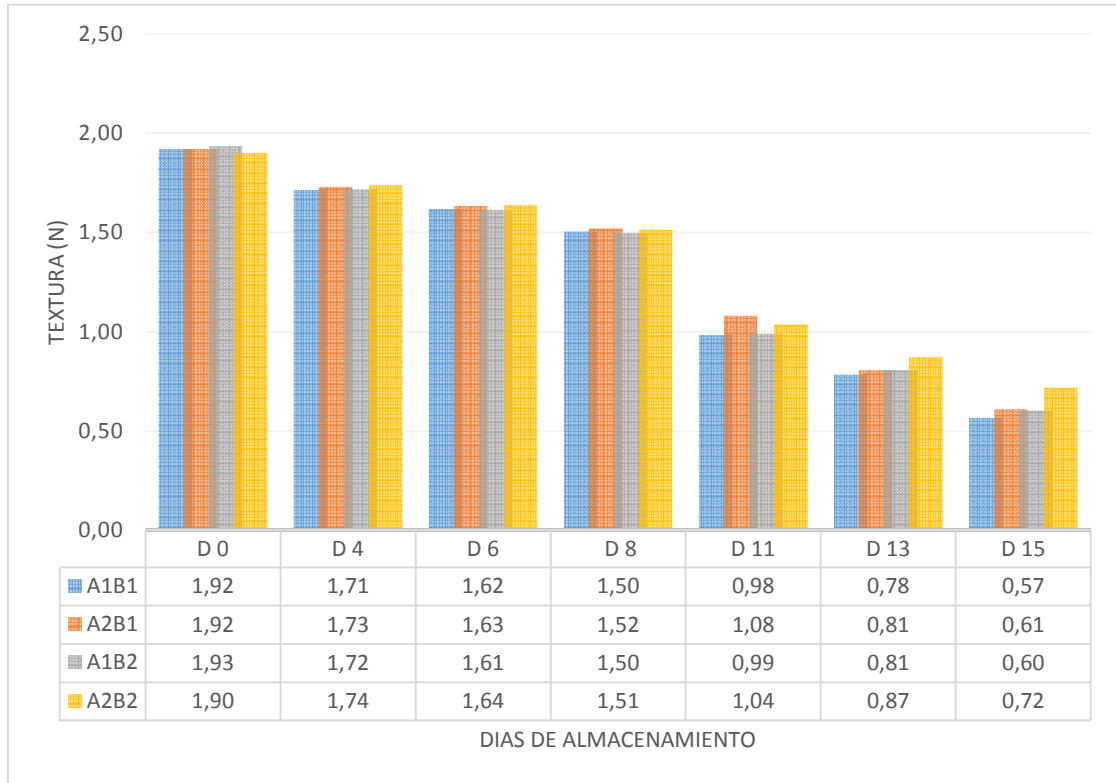
Gráfico 9: Representación gráfica de las medias de la textura obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher



Realizado por: Velez, K (2015).

El gráfico 10 representa la progresiva pérdida de textura de las fresas recubiertas durante su almacenamiento, en los 15 días todos los tratamientos sufrieron una reducción notable de su textura, sin embargo con en el tratamiento A2B2 se redujo aunque no significativamente.

Gráfico 10: Textura registrada en todos los tratamientos durante su almacenamiento



Realizado por: Velez, K (2015).

4.2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS INDICADORES MICROBIOLÓGICOS EVALUADOS

4.2.1. Hongos (mohos y lavaduras)

El ANOVA representado en la tabla 12 descompone la varianza del log. de UFC hongos de las fresas recubiertas en dos componentes: un componente de tratamientos y un componente de error experimental. La razón F igual a 36,97 es el cociente entre el estimado tratamiento y error experimental. Siendo el valor p de la razón F menor que 0,01 existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias del log. de UFC hongos de los tratamientos con un nivel del 99,99% de confianza.

Tabla 12: Análisis de la varianza del log. de UFC hongos $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%

Variable	N	CV			
Hongos log. UFC	12	1,01			
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,16	3	0,05	36,97	<0,0001*
Error	0,01	8	1,4E-03		
Total	0,17	11			
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)</i>					

* Diferencia significativa

Realizado por: Velez, K (2015).

La diferencia significativa demostrada en la tabla 12 se corrobora con la prueba de comparación LSD Fisher que se observa en el tabla 13, esta indica que el aumento de hongos fue similar en los tratamientos A1B2, A2B1 y A1B1 ya que oscilaron entre 3,77 y 3,79 marcando la diferencia el tratamiento A2B2 en el que la media del desarrollo de hongos fue de 3,52.

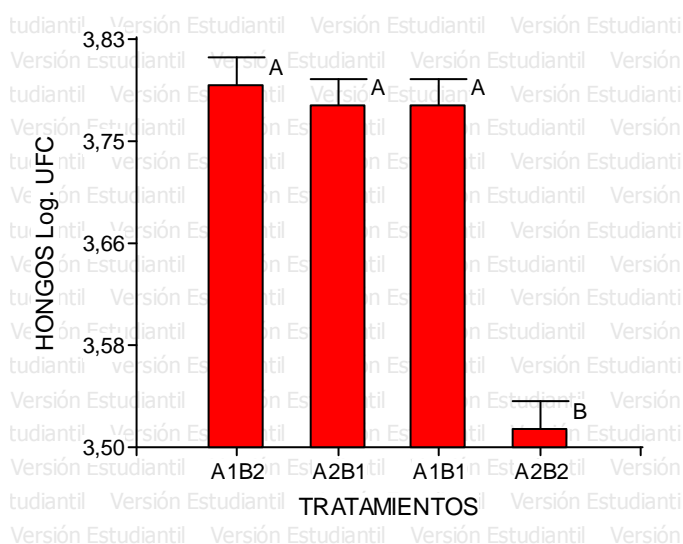
**Tabla 13: Prueba de comparación LSD Fisher del log. de UFC hongos
 $\alpha=0,01$ y con confiabilidad al 99,99%**

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
A1B2	3,79	3	0,02	A
A2B1	3,77	3	0,02	A
A1B1	3,77	3	0,02	A
A2B2	3,52	3	0,02	B
<i>Error: 0,0014 gl: 8</i>				
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)</i>				

Realizado por: Velez, K (2015).

El gráfico 11 está representando las medias obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher, siendo evidente que la diferencia estadística de las UFC hongos entre los tratamientos está determinada por la mayor concentración de gelatina y de ácido cítrico ya que con la mayor concentración de ambos elementos se consiguió menor UFC de hongos.

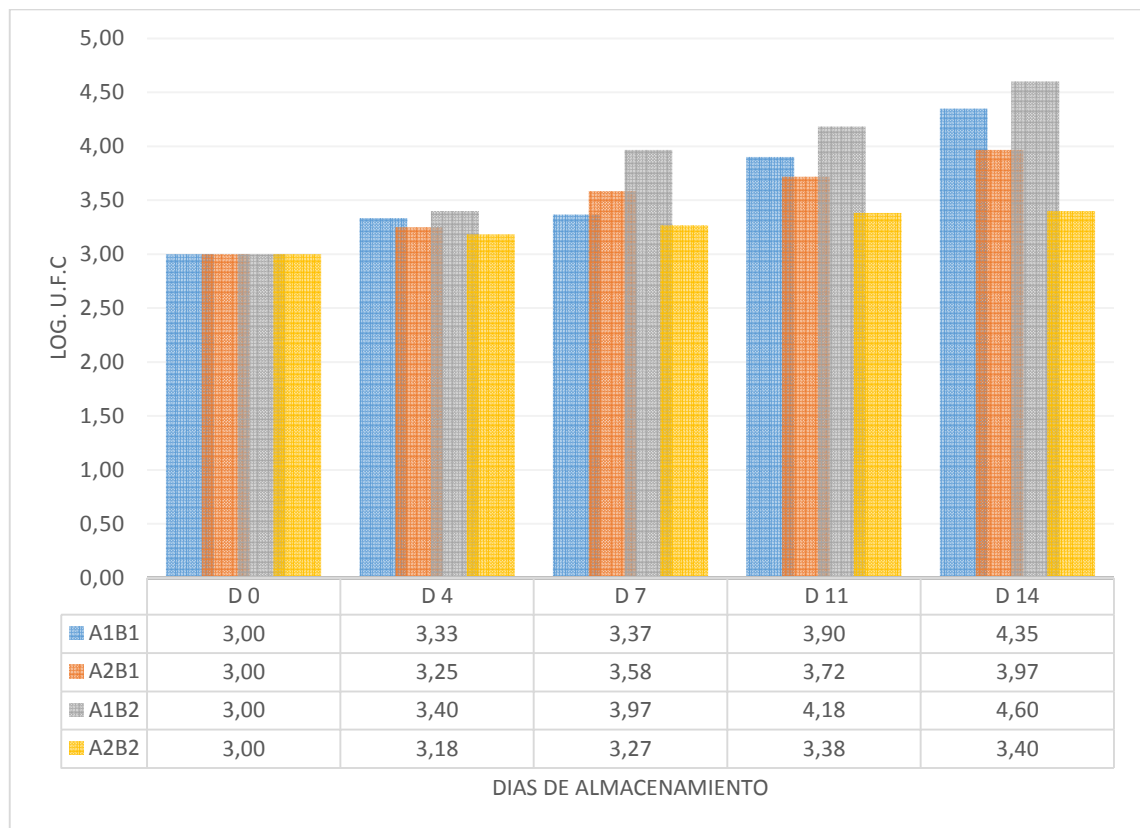
**Gráfico 11: Representación gráfica de las medias del log. de UFC hongos
obtenidas en la prueba de comparación LSD Fisher**



Realizado por: Velez, K (2015).

En el gráfico 12 se muestra el incremento de UFC hongos de los tratamientos durante 15 días de almacenamiento, se puede notar que a través de los días todos los tratamientos presentaron un incremento de estos microorganismos, sin embargo en el tratamiento A2B2 se logró un menor desarrollo.

Gráfico 12: Log. UFC hongos registrado en todos los tratamientos durante su almacenamiento



Realizado por: Velez, K (2015).

4.3. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS INDICADORES ORGANOLÉPTICOS EVALUADOS

En el Anexo 18, se observa a los catadores realizando la evaluación sensorial de las fresas recubiertas.

Las características sensoriales del mejor tratamiento se evaluaron en los días 3 y 8 de almacenamiento, puesto que se observó que el día 8 fue hasta cuando se mantuvieron los parámetros fisicoquímicos en los rangos aceptables y el crecimiento fúngico fue mínimo, a partir de allí se produjo un mayor crecimiento microbiano que hizo visible la formación del micelio blanco provocado por los hongos sobre los frutos como se puede observar en los anexos 12, además de un cambio drástico en los parámetros físicos químicos, lo que podría ocasionar problemas en la salud y desaprobación del producto por parte de los catadores.

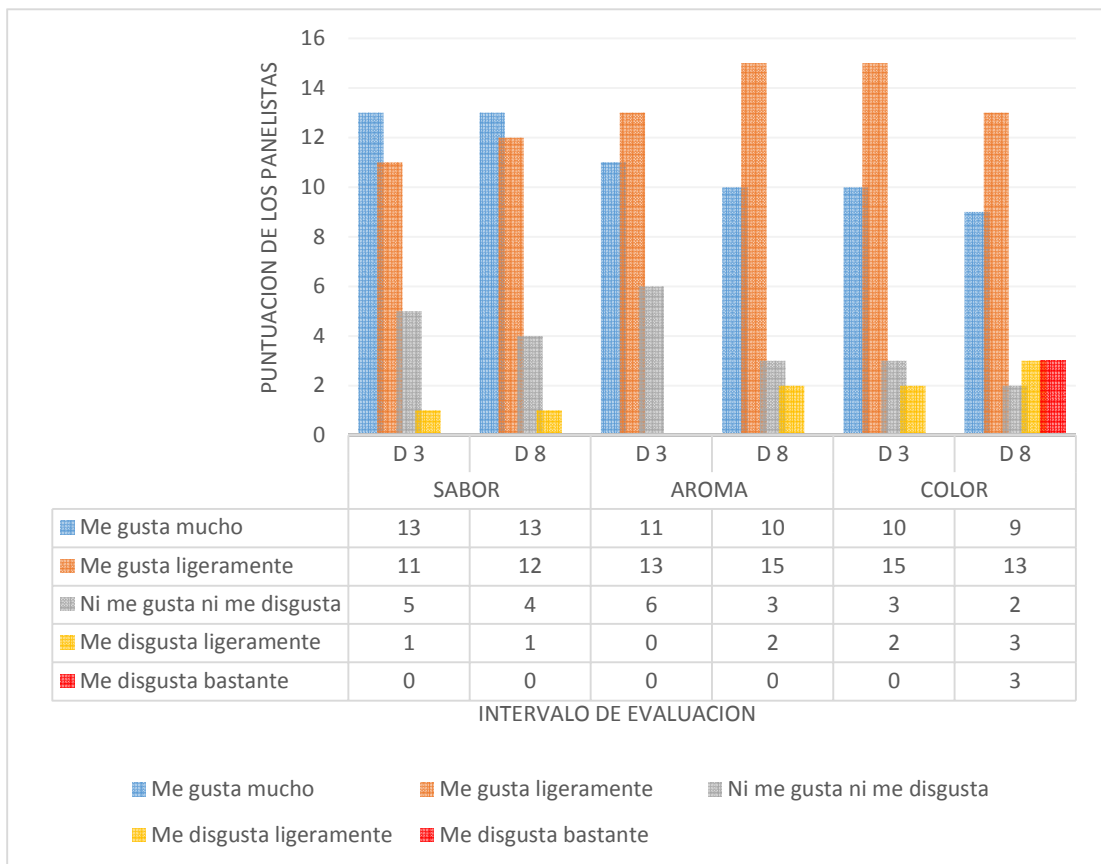
En el gráfico 13 se refleja la respuesta de los catadores respecto la aceptación organoléptica del día 3 y 8 de almacenamiento de las fresas tratadas con recubrimiento comestible.

De acuerdo a los resultados obtenidos, de los tres parámetros evaluados el sabor fue el de mayor agrado por parte de los catadores, interpretando esta respuesta como una calidad excelente valorada por la mayoría de los catadores.

Refiriéndose al aroma de las fresas tratadas en el análisis organoléptico se determinó por medio de la interpretación de los datos obtenidos que su calidad fue aceptable de acuerdo con la respuesta de la mayoría de los catadores en ambos días de la evaluación.

En cuanto al color de las fresas recubiertas, la respuesta de los catadores indican que este presentó una calidad aceptable, sin embargo se hace notable que algunos catadores indicaron la no aceptación del color de las fresas probablemente a que el uso de glicerol como plastificante provocó un ligero disminución en el brillo del fruto, pues Grau, Fortuny y Beloso (2011) indican que el uso de plastificantes suele disminuir el brillo de los frutos.

Gráfico 13: Resultados del análisis sensorial del mejor tratamiento obtenido durante su almacenamiento



Realizado por: Velez, K (2015).

4.4. RESULTADO DEL ANÁLISIS DEL COSTO ECONÓMICO DEL MEJOR TRATAMIENTO

Para definir el costo de la formulación del mejor tratamiento (A2B2) se calculó el valor de las cantidades de materia prima e insumos utilizados de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 14: Costo económico de la formulación y aplicación del mejor recubrimiento a base de gelatina y ácido cítrico.

Materia prima e Insumos	Cantidad	Valor referencial	Val. Cant. utilizada
Fresas	180 gr.	\$ 2,50/kg.	\$ 0,45
Gelatina	10,5 gr.	\$ 20,00/kg.	\$ 0,21
Ácido cítrico	1,65 gr.	\$ 5,25/500 gr.	\$0,01
Tween 80	1,8 ml.	21,00/500ml	\$ 0,07
Glicerol	3 ml.	\$ 3,50/500ml	\$ 0,02
Agua destilada	300 ml.	\$ 0,50/500ml	\$ 0,30
Bandeja de polipropileno	1 b.	\$ 0,45/unidad	\$ 0,45
Total		\$ 53,20	\$ 1,51

Realizado por: Velez, K (2015).

Los valores fueron calculados para la formulación de 300 ml. de solución formadora de recubrimiento al 3,5 de gelatina, 0,55% de ácido cítrico, 0,6% de Tween 80, y 1% de glicerol empleados para la inmersión de 6 fresas ó 180 gr.

4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

4.5.1. Pérdidas de peso

Las pérdidas de peso en los frutos se incrementan como consecuencia de la transpiración después de la cosecha y significa una disminución de la calidad y aceptabilidad según Jiménez, Martínez y Cuquerella (1983)

En esta investigación se observó efecto que los tratamientos presentaron una disminución de peso a lo largo del almacenamiento, un efecto similar fue reportado por Trejo, Pérez y Ramos (2007) en su investigación sobre fresas conservadas con recubrimiento a base de gelatina y ácido acético, y afirman que las menores pérdidas de peso se produjeron en los tratamientos con relación al control. Los resultados obtenidos también coinciden con los expuestos por Martínez, *et al.* (s. f) sobre la aplicación de un recubrimiento de aloe vera gel en uvas y cerezas, ya que se redujo el nivel de pérdida de peso en comparación con los frutos control.

4.5.2. El pH

En función al tiempo de almacenamiento en el pH de los frutos se observó un ligero ascenso, probablemente esto se debe a la utilización de los ácidos orgánicos como fuente energética para sustentar el proceso de maduración del fruto, causando generalmente una disminución en la acidez y aumento del pH de acuerdo a lo dispuesto por Chitarra y Chitarra (2005).

Los resultados obtenidos coinciden por un lado con los de la investigación sobre la aplicación de recubrimientos comestibles a base de quitosano y gelatina en fresas almacenadas en refrigeración hecha por Han *et al.* (2004) quienes afirmaron observar un incremento del pH en los frutos durante su almacenamiento, y por otro lado con Trejo, Pérez y Ramos (2007) que en su investigación sobre fresas recubiertas a base de gelatina y ácido acético también reportaron haber observado un aumento en el pH de sus frutos.

4.5.3. Acidez titulable

Todos los tratamientos mostraron el mismo comportamiento en cuanto a la acidez titulable, presentando una disminución del nivel de acidez a lo largo del almacenamiento. Esto se debe a lo mencionado por Solon *et al* (2005) quien afirma que la concentración de ácidos orgánicos tiende a disminuir en la mayoría de los frutos debido a la utilización de los mismos como substrato respiratorio y como esqueletos de carbono, para la síntesis de nuevos compuestos. Por otra parte, Pinto *et al* (2006) señalan que la disminución de la acidez de las frutas se debe probablemente a la reducción de la actividad metabólica.

Los resultados de esta investigación concuerdan con la investigación de Restrepo e Iván (2010) sobre la aplicación de recubrimientos a base de gel de penca de sábila y gelatina ambos en fresas y que reportaron haber observado una disminución de acidez en sus tratamientos, además coinciden con los resultados del estudio hecho por Trejo, Pérez y Ramos (2007), sobre fresas recubiertas a base de gelatina y ácido acético en el que afirman que la acidez de los frutos disminuyó como consecuencia del tiempo de almacenamiento.

4.5.4. Sólidos solubles (°Brix)

Todos los tratamientos presentaron durante su almacenamiento una disminución de los ° brix, Posiblemente esto se deba al el proceso normal de senescencia de los frutos según menciona Fennema (1993) y a lo dicho por Moing *et al* (2001) de que puede ocurrir un descenso en los sólidos solubles debido a la constante hidrolisis durante la maduración.

Los resultados alcanzados coordinan con lo expuesto por Martinez *et al* (s.f.) en su investigación sobre aplicación de gel de aloe vera aplicados en fresas y uvas menciona que se observó una disminución de los ° brix durante su almacenamiento, y con los resultados obtenidos por Restrepo e Iván (2010) en su estudio de la aplicación de mucilago de penca de sábila en frutas y hortalizas.

4.5.5. Textura (N)

Se observó que todos los tratamientos perdieron firmeza durante su almacenamiento, probablemente por lo expuesto por Sacurai y Nevis (1997) que la degradación de los componentes de la pared celular, específicamente de la pectina debido a la acción de enzimas específicas tales como las pectinesterasa y la poligalacturonasas, ocasionando el ablandamiento de los frutos y por ende la pérdida de textura.

Resultados similares a los logrados en este estudio se han obtenido en otros estudios como el de Lopez (2012) sobre la evaluación de dos tipos de ceras como recubrimiento de en frutos de carambola y el estudio de Valera *et al* (2008) que aplicó recubrimiento en mango a base de almidón y afirma que los frutos recubiertos perdieron menos firmeza que el control.

4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

4.6.1. UFC hongos

En todos los tratamientos se observó un incremento de hongos durante su almacenamiento, probablemente debido a que los frutos poseen una la flora inicial como menciona Ponluisa (2010) y debido a su contenido acuoso y su desarrollo en el suelo las hace susceptible al deterioro según indica Hernández (2004).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Quiñones (2014) y menciona que se observó un incremento de las U.F.C de hongos en relación al tiempo de almacenamiento en su estudio sobre la aplicación de un recubrimiento comestible emulsionado en mora de castilla, y difieren de los obtenidos por Pastor (2010) que afirma que en su investigación sobre la aplicación de hidroxpropilmeticulosa en uvas logro inhibir el desarrollo fúngico con el paso de los días

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Refiriéndose a los parámetros de calidad fisicoquímicos de las fresas, fueron evidentes los cambios como la disminución de peso, la pérdida de la textura, el aumento del pH y la disminución de acidez y de sus niveles de °brix a lo largo del almacenamiento.

Es importante destacar que durante los primeros 8 días de almacenamiento las variaciones del peso, textura y pH fueron ligeras y que la acidez y los °brix se mantuvieron dentro de los límites aceptables en todos los tratamientos en especial el tratamiento A2B2, a partir de allí se notaron cambios fuera de estos límites en todos los tratamientos.

Por lo antes mencionado se puede concluir que la aplicación de un recubrimiento comestible a base de 3,5% de gelatina y 0,55% de ácido cítrico, provoca un efecto favorable en la conservación de los parámetros fisicoquímicos de calidad de las fresas en refrigeración, permitiendo alargar la vida útil de esta fruta y mantener su calidad fisicoquímica bajo los rangos de aceptación hasta por 8 días.

- Microbiológicamente, hubieron variaciones en función del tiempo de almacenamiento, incrementándose las UFC de mohos y levaduras en todos los tratamientos, sin embargo, a través de la aplicación del recubrimiento se logró retardar su desarrollo y en menor proporción en el tratamiento A2B2. Entonces se puede decir que el recubrimiento comestible a base de 3,5% de gelatina y 0,55% de ácido cítrico logró retardar el desarrollo fúngico en las fresas recubiertas conservada en refrigeración y en mayor medida durante los primeros 7 días.

- En cuanto al análisis organoléptico, en la evolución realizada por los catadores se pudo interpretar que las características del sabor y aroma no se vieron afectadas por la aplicación del recubrimiento, ya que de acuerdo con la escala hedónica empleada para la evaluación la mayoría de los catadores dio una puntuación entre 3-4 indicando una calidad aceptable de dichas características, sin embargo el recubrimiento aplicado afectó las características del color, pues aunque la mayoría de los catadores indicaron una calidad aceptable, en pocos catadores ocasionó una impresión de mala calidad.

Se puede concluir en base al análisis sensorial realizado por los catadores que, las fresas conservadas con un recubrimiento a base de gelatina y ácido cítrico presentaron una calidad organolépticamente aceptable.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es recomendable la aplicación de un recubrimiento a base de gelatina en fresas para reducir el deterioro de sus parámetros fisicoquímicos, sin embargo se sugiere el uso de un compuesto antimicrobiano de mayor efectividad que el ácido cítrico que permita inhibir por completo el desarrollo de hongos causantes de alteraciones.
- Es muy importante tener en cuenta el estado de madurez en que se encuentran las fresas previo a la aplicación del recubrimiento, se aconseja que para la conservación de fresas con recubrimientos éstas se encuentren en estados de madurez menores al empleado en esta investigación ya que de esta manera se reducirá la tasa de maduración y el efecto de conservación del recubrimiento será probablemente mayor.
- El empleo de un plastificante como aditivo en la formulación de un recubrimiento comestible tiene efectos positivos y negativos, algunos afectan el brillo del producto recubierto, lo que ocurrió en este caso según el criterio de algunos catadores, entonces se sugiere que para la aplicación de un recubrimiento comestible en fresas se experimente el uso de otro agente plastificante que eviten estos cambios negativos que influyen en la aceptabilidad del producto.
- En vista de que la mayor concentración de gelatina y ácido cítrico utilizadas en esta investigación para el desarrollo del recubrimiento comestible fue con la que mejores resultados se obtuvieron en la conservación de la calidad y vida útil de las fresas, se propone formular el mismo recubrimiento empleando porcentajes mayores de estos componentes para que se compruebe si es posible prolongar por más tiempo la vida útil de esta fruta refrigerada, pero, sin ocasionar cambios indeseables en sus características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas.

- Es también aconsejable el uso de otras concentraciones de los aditivos empleados en esta investigación, que permitan determinar la posibilidad de mejorar el efecto de este recubrimiento en las fresas, dejando en claro que para determinar la vida útil de un alimento como tal se lo logra con muchas investigaciones dentro del mismo trabajo a través del tiempo, no obstante se debe iniciar con un primer paso.
- Debido a la efectividad de la aplicación del recubrimiento en la conservación de la calidad de las fresas, es recomendable que se realicen investigaciones que demuestren si el efecto de su aplicación es igualmente efectivo en otras frutas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alsina, C. Luis. *Cultivo de fresa y fresones*. Barcelona, 1984.
2. Bigi, A., G. Cojazzi., S. Panzavolta., N. Roveri., and K. Rubini. *Stabilization of gelatin films by cross linking with genipin*. *Biomaterials*. 2002.
3. Bodelon, G, O., M, T. Blanch., B. Sanchez., M, I. Escribano, and C Merodio. *The effects of high CO2 levels on anthocyanin composition, antioxidant activity and soluble sugar content of strawberries stored at low non-freezing temperatura*. Vol. 122. *Food Chem*, 2010.
4. Bourtoom, T. *Edible films and coatings: characteristics and properties*. *International Food Research Journal*. 3. Vol. 15. 2008.
5. Buttery, R.G. *Vegetable and fruit flavors*. New York: Flower research recent advances., 1981.
6. Caiza, K. *Determinación del Potencial Nutritivo y Nutracéutico de Aji (capsicum chimense Jacq) deshidratado*. Tesis Bioquímico Farmacéutico. Riobamba. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Bioquímica y Farmacia, 2007.
7. Campos, C. A., L. N. Gerschenson, y S.K Flores. *Development of edible films and coatings with antimicrobial activity*. *Food Bioprocess Technol*. 2011.
8. Cazco, C. *Cultivo de frutilla en hidroponía*. Universidad Técnica del Norte Ibarra, 1996.
9. Cengel, A. *Mecánica de Fluidos, fundamentos y aplicaciones México DF-México*. 2006.
10. Chitarra, M.I.F., y A.B, Chitarra. *Pós-colheita de frutas e hortalias. fisiologia e manuseio*, 2005.
11. Cordenunsi, B, R., J,R,O. Nascimento, y F, M. Lajolo. *physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool storage*. Vol. 83. 2003.
12. De Ancos, B., Moreno, C., Sánchez, Teresa, S., De Pascual, and M.P Cano. *Fruit freezing principles*. En: *Handbook of fruit and fruit processing*. Edited by Y, H Hui. 2006.
13. Del Valle, V., Muños P., Hernandez, A., Guarda, and M. Galotto. *Development of a cactus–mucilage edible coating (Opuntia Picus indica) and its application to extend strawberry (Fragaria ananassa) shelf–life*. 4. Vol. 91. *Food Chemistry*, 2005.
14. Dominguez, C. *Yuca investigación, producción y utilización*. 1983.
15. Fennema, O. *Química de los alimentos*. 1993 .
16. Folquer, F. *La frutilla o fresa*. Buenos Aires, 1986.

17. Fraire, Cordero M., M. Yanez., D. Nieto, and G. Vazquez. *Hongos patógenos en fruto de fresa (Fragaria x ananassa Duch.) en postcosecha*. 21. Vol. 3. Revista Mexicana de Fitopatología en postcosecha., 2003.
18. Fuentes, Nelson. *Uso de thiabendazole en la conservación del tomate*. Ambato, 1982.
19. Garcia, Ramos M. L., Baños S. Bautista., y Necha L. Barrera. *Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas*. 1. Vol. 28. Revista Mexicana de Fitopatología, 2010.
20. Gennadios, A., y C L. Weller. *Edible Films and Coatings from Wheat and Corn Proteins*. Food Technology, 1990.
21. Ghaouth, A., R. Ponmampalam, J. Arul, and M. Boulet. *Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries*. *Journal of food science*. Vol. 6. 56, 1991.
22. Gonzalez, Aguilar, G.A., Valenzuela, Soto, E., Lizardi, Mendoza, J.L., Goycoolea, F., Martínez, Téllez, M., Ochoa, M.A., Villegas, Gracia., I.N. Monroy., and Zavala, J.F. Ayala. *Effect of chitosan coating*. 2009.
23. Grau, M. A., R. S. Fortuny, y O. M. Belloso. *Use of Edible Coating for Fresh-Cut Fruits and Vegetables*. Editado por O. M. Fortuny, R. S. Belloso. *Advances in Fresh-Cut fruits and vegetables processing*, 2011.
24. Guilbert, S., C. Guillaume., y N. Gontard. *New Packaging Materials Based in Renewable Resources: Properties, Applications and Prospects. Edible Coating to improve Food Quality and Safety*. En *Unidos. Food Engineering Interfaces*, 2011.
25. Guilbert, S., Biquet, B. *Películas y envolturas comestibles*. Editado por G. Bureau y J. L. Multon. 1995.
26. Guilberth, S. *Technology and Application of Edible Protective Films*. Londres, 1986.
27. Han, C., Zhao, SW., Leonard, and MG, Traber. *improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (Fragaria x ananassa) and raspberries (Rubus ideaus)*. 1. Vol. 33. 2004.
28. Han, J.H., y A. Gennadios. *Edible films and coatings*. Editado por J. Han. Elsevier. 2005.
29. Hernández, Y., Trujillo, G. *Interciencia*. Vol. 29. 2004.
30. Hickey, A. M., L. Gordon, A. D., W, Dobson., Kelly C.T., and y Doyle E. M. *Effect of surfactants on fluoranthene degradation by Pseudomonas alcaligenes*. 74. Vol. 10. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2007.
31. Jiménez, Cuesta, M., Jávega, J., M. Martínez, y J. Cuquerella. *Plastic individual seal-packaging of Spanish fruit*. XV. *International Congress of Refrigeration*. 1983.
32. Johnston, Banks F A. *Gelatin*. In P. Harris, *Food Gels*. 1990.

33. Jooyandeh, H. *Whey protein films and coatings: A review. Pakistan Journal of Nutrition.* 2011.
34. Kester, J J., y O.R. Fennema. *Edible Films and Coatings.* 12. Vol. 40. A Review. Food Technology, 1986.
35. Keutgen, A.J., y E. Pawelzik. *Modifications of taste relevant compounds in strawberry fruit under NaCl salinity.* Vol. 105. Food Chem, 2007. .
36. Khan, T., J K. Park, y J.H. Kwon. *Functional biopolymers produced by biochemical technology considering applications in food engineering.* 5. Vol. 24. Korean Journal of chemical Engineering, 2007.
37. Krochta, J M., E A. Baldwin, y Carriedo M Nisperos. *Edible coatings and films to improve food quality.* Florida, 1994.
38. Krochta, J. M., y Johnston. De Mulder. *Coating Edible and biodegradable polymer films Challenges and oportunities .* Vol. 51. Food Technology, 1997.
39. Kruger, E, G. Schmidt, y S. Rasim. *Effect of irrigation on yield, fruit size and firmness of strawberry. .* Vol. 576. Sci.Hortic., 2002.
40. Lee, K., J. Shim, y H. Lee. *Mechanical properties of gellan and gelatin composite films, Carbohydrate Polymers.* 2004.
41. Lee, S, K., y A, A. Kader. *Soil fumigation and runner plant production . A synthesis of four years of strawberry nursery field trials. .* Vol. 35. Sci. Hortis., 2000. .
42. Lin, D., y Y. Zhao. *Innovations in the Development and Application of Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables. Food Science and Food Safety (Comprehensive reviews) .* 2. Vol. 6. 2007.
43. Lopez. *Aplicación de recubrimientos comestibles en carambola (Averrhoa Carambola L).* Quito, 2012.
44. Lopez, A. *Biotecnología alimentaria.* Limusa editorial., 2004.
45. López, Mata Marco A., et al. *Efecto de recubrimientos comestibles de Quitosano en la reducción microbiana y Conservación de la calidad de fresas.* Vol. 14. 2012.
46. Maroto, J. V. *Producción de fresas y fresones.* Agroguías mundi prensa Castelló, 1998.
47. Maroto. J, V. "horticultura herbácea especial." 1982.
48. Martinez, Romero, Domingo., et al. *hortalizas, Aloe vera gel como recubrimientos comestible en frutas y hortalizas.* n.d.
49. Min, S., y J. Krochta. *Inhibition of Penicillium commune by edible whey protein films incorporating lactoferrin, lactoferrin hydrolysate, and lactoperoxidase systems. Food Microbiology and safety.* 2005.

50. Min, Z., X. Giognian, P. Jian, and Vilas M S. *Effect of single and combined atmosphere packages on preservation of strawberries. International Journal of Food Engineering.* Vol. 4. 2005.
51. Mitcham, E. J. *Strawberry. In: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks.* diciembre de 2004. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/130strawberry.pdf> (último acceso: 2014).
52. Mitcham, E. J., C. H. Crisosto, y A. A. Kader. *Fresa (frutilla), recomendaciones para mantener la calidad postcosecha.* 2002. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/Producefacts/Espanol/Fresa.shtml>.
53. Moing, A., C. Renaud., M. Gaudillere., P. Raymond., P. Roudeillac., and B. Denoyes-Rothan. *Biochemical Changes during fruit development of four strawberry cultivars.* . Vol. 126. *Journal Of the American Society For Horticultural Science*, 2001.
54. Morales, Jesús e. *Cultivo de Fresa y Fresón.* s.f. <http://www.infojardin.com/huerto/cultivo-fresa-freson-fresas-fresones.htm>.
55. NMX-FF-062-SCFI. *productos alimenticios no industrializados para uso humano "fresa fresca"* . 2002.
56. Oses, J., S. Niza, K. Ziani, and J. I. Maté. *Potato starch edible films to control oxidative rancidity of polyunsaturated lipids: effects of film composition, thickness and water activity. International Journal of Food Science y Technology.* 7. Vol. 44. 2009.
57. Ozcan, M, y H Hacisefero Gullar. *The Strawberry (Arbutus Unedo L.) fruits: Chemical composition, physical properties and mineral contents.* Vol. 78. *Journal of Food Engineering*, 2007.
58. Pastor, Navarro, Clara. *Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa.* valencia, 2010.
59. Pavlath, A. E., y W. Orts. *edible films and coatings.* 2009.
60. Pelayo, C., SE. Ebeler, y A,A Kader. *Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5 °C in air or air + 20 KPa CO₂.* 2. Vol. 27. *Postharvest Biol Tec.*, 2003.
61. Perez, B., y R. Báez. *Utilización de ceras comestibles en la conservación de frutas.* Alimentaria, 2003.
62. Pinto, Luciana Konda de Azevedo, Meire Lelis Leal Martins, Eder Dutra de Resende, Robson Ferreira deAlmeida, and Letícia e Pereira, Sílvia Menezes de Faria. Vitorazi. *Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade domamão armazenado sob refrigeração.* 4. Vol. 26. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2006.
63. Pinto, M., F,M. Lajolo, y M, I. Genovese. *Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (Fragaria X Ananassa Duch) food chemistry.* Vol. 107. 2008.

64. Ponluisa, Quispe, Santiago, Danilo. *Efecto De La Aplicación De Tratamientos De Desinfección Utilizando Tsunami 100 Y Vitalin, En La Calidad Microbiológica De Fresa (Fragaria Ananassa) Variedades Albión Y Diamante Producidas En El Cantón Cevallos*. Ambato, 2010.
65. Quiñones, Guarnizo, Alexa, Patricia. *Efecto de recubrimientos comestibles emulsionados sobre atributos de calidad fisicoquímicos, nutraceuticosmicrobiológicos y sensoriales de mora de castilla en almacenamiento (Rubus Glaucus Benth)*. 2014.
66. Resende, J.T.V., Camargo L.K.P., Argodoña E.J.S., A. Marchese, and Camargo C.K. *Sensory Analysis And Characterization Of Strawberry Fruits*. *Horticultura Brasileira*. 2008.
67. Restrepo, F Jorge I., y D Aristizábal T. Iván. *Conservación de fresa (Fragaria X Ananassa Duch Cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (Aloe Barbadensis Miller) y cera de carnauba*. Medellín: Colombia, 2010.
68. Ribeiro, C., Vicente A. A., Teixeira J. A., and C. Miranda. *Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence*. *Postharvest Biology and technology*. Vol. 44. 2007.
69. Robertson, GL. *Food packaging principles and practice*. 2. New York, 1993.
70. Rodríguez, M., J. Osés., y K. Ziani and J. Maté. *Food Res*. 2006.
71. Rodriguez, S., L. Albertengo, A. Debbaudt, and E. Argullo. *Uso de quitosano en alimentos*. Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados., 2005.
72. Rojas, Graü M., Oliu G. Oms, Fortuny R. Soliva, Martín, and Belloso O. *The use of packaging techniques to maintain freshness in fresh-cut fruits and vegetables*. 15. Vol. 44. *International Journal of Food Science y Technology*, 2009.
73. Sacurai, N., y D,J Nevis. *RELATIONSHIP BETWEEN FRUIT SOFTENING AND WALL POLYSACCHARIDES IN AVOCADO (PERSEA AMERICANA MILL) MESOCARP TISSUES PLANT CELL PHYSIOLOGY*. Vol. 38. 1997.
74. Saxena, A, B,P., M. Kumar. Tripathi, y V.K. Shahi. *Membrane Based Techniques for the Separation and Purification of Proteins*. 1-2. Vol. 145. 2009.
75. Shellhammer, T.H., y J.M. Krochta. *Whey protein emulsion film performance as affected by lipid type and amount*. 2. Vol. 62. *Journal of Food Science*., 1997.
76. Simon, A., L. Vandanjon, G. Levesque, and P. Bourseau. *Concentration and Desalination of Fish Gelatin by Ultrafiltration and Continuous Diafiltration Processes*. 1-3. Vol. 144. 2002.
77. Sobral, P J A., y A M Q Habitante. *Phase transitions of pigskin gelatin*. . *Food Hydrocolloids*, 2001.

78. Soliva, R, y O . Martin. *envasado de alimentos mediante recubrimientos comestibles*. Alimentaria, 2001.
79. Solon, N.K., J. B. Menezes., M.K.M. Medeiros., E.M.M. Aroucha., and M. De O. Mendes. *Conservacao Pos-colheita Do Mamao Formosa Produzido No Vale Do Assu Sob Atmosfera Modificada*. Caatinga, Mossoro. 2. Vol. 18. 2005.
80. Strum, k., D. Koron, y F. Stampar. *The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage*. . 83. Food Chem, 2003. .
81. Suman, M., G. Silva., D. Catellani., U. Bersellini., V. Caffarrab., and M. Careri. *Determination of food emulsifiers in commercial additives and food products by liquid chromatography/atmospheric-pressure chemical ionization mass spectrometry*. Vol. 1216. Journal of Chromatography, 2009.
82. Tamaro, D. *Manual de Horticultura y Fruticultura II*,. 11. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A., 1987.
83. Tharanathan, R. N. *Biodegradable films and composite coatings: past, present and future*. . Trends in Food Science and Technology, 2003.
84. Thompson, A. *Almacenamiento en Atmósferas Controladas de frutas y Hortalizas*. Zaragoza, España, 2003.
85. Tovar, N. Mayra. *Proyecto agrícola para la creación de una planta de producción e industrialización dela fresa (fragaria vesca) en la Agropecuaria forestal monterrey*. Pujili, 2007.
86. Trejo, Márquez Andrea., Guillén C. Pérez, y López K A. Ramos. *Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (Fragaria Vesca L.) almacenada en refrigeración*. V Congreso Iberoamericano de Tecnología, 2007.
87. Tressl, R., y F. Drawert. *Biogenesis of banana volátiles*. Vol. 21. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1973.
88. Valera, A, W Materano, M. Maffei, I. Quintero, Zambrano, and J. *Uso de recubrimientos comestibles y baja temperatura para mantener la calidad de frutos de mango 'Bocado' durante el almacenamiento*. 2008.
89. Vanegas, P. Luz Stella. *Medición instrumental de algunos atributos de textura en embutidos de pasta fina y su relación con la evaluación sensorial por medio de consumidores habituales*. Medellín., 2003.
90. Wetson, L.A., y M.M. Barth. *preharvest factors affecting postharvest quality of vegetables*. hortscience. 5. Vol. 32. 1997.

A

N

E

X

O

S

Anexo 1

Clasificación taxonómica de las fresas

Reino	vegetal
Subreino	Antofita
División	Antófitos o Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Rosales
Familia	Rosáceas
Subfamilia	Rosioideas
Tribu	Potentilea
Género	Fragaria
Especie	Sp
Variedades	Seascape, Oso, Oso Grande, etc

Fuente: Cazco (1996)

Anexo 2

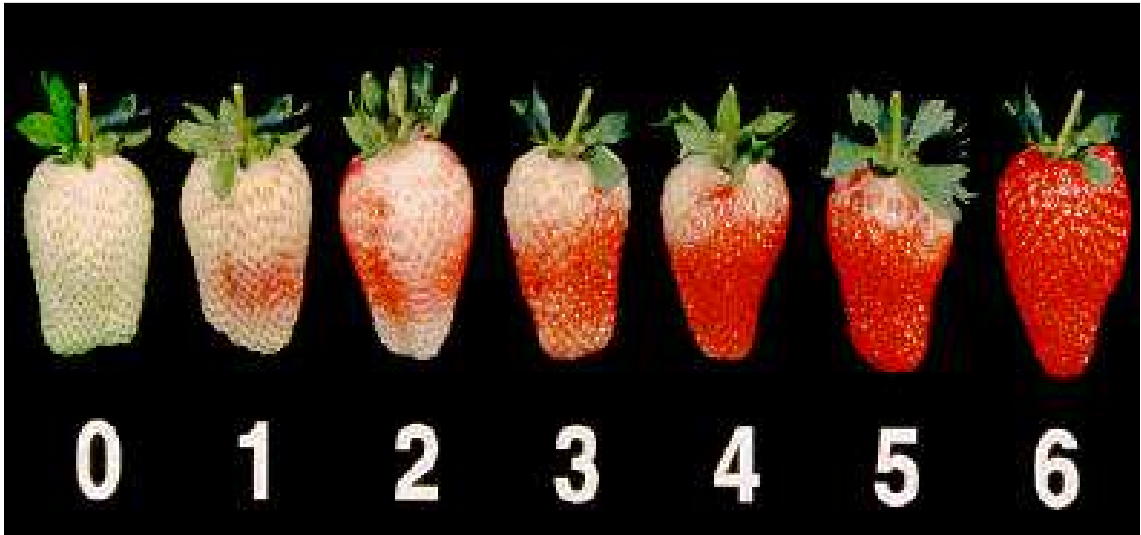
Contenido nutricional de 100 gramos de fresa

Valor energético	55 calorías
Agua	90%
Hidratos de carbono	13 g
Proteína	1 g
Grasa	1 g
Cenizas	1% - 3%
VITAMINAS	
Vitamina A	90 UI
Vitamina C	88 mg
Tiamina	0.03 mg.
Riboflavina	0.07 mg.
Niacina	0.6 mg.
SALES MINERALES	
Hierro	1,5 mg.
Sodio	1 mg.
Potasio	244 mg
Calcio	31 mg
Fósforo	31 mg

FUENTE: J. V. Maroto (1982).

Anexo 3

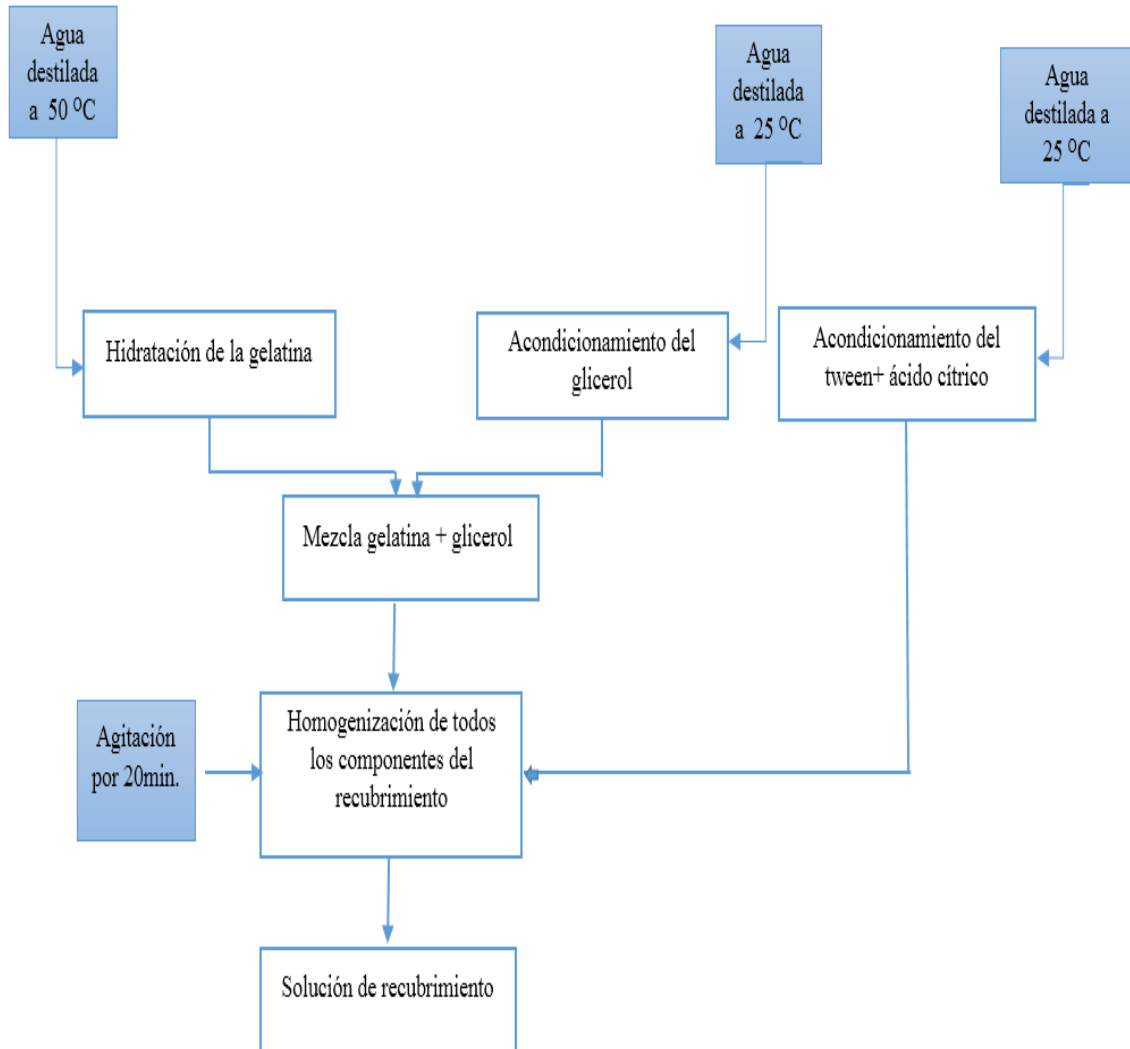
Escala de estados de madurez de acuerdo al color de las fresas



Fuente: NMX-FF-062-SCFI (2002)

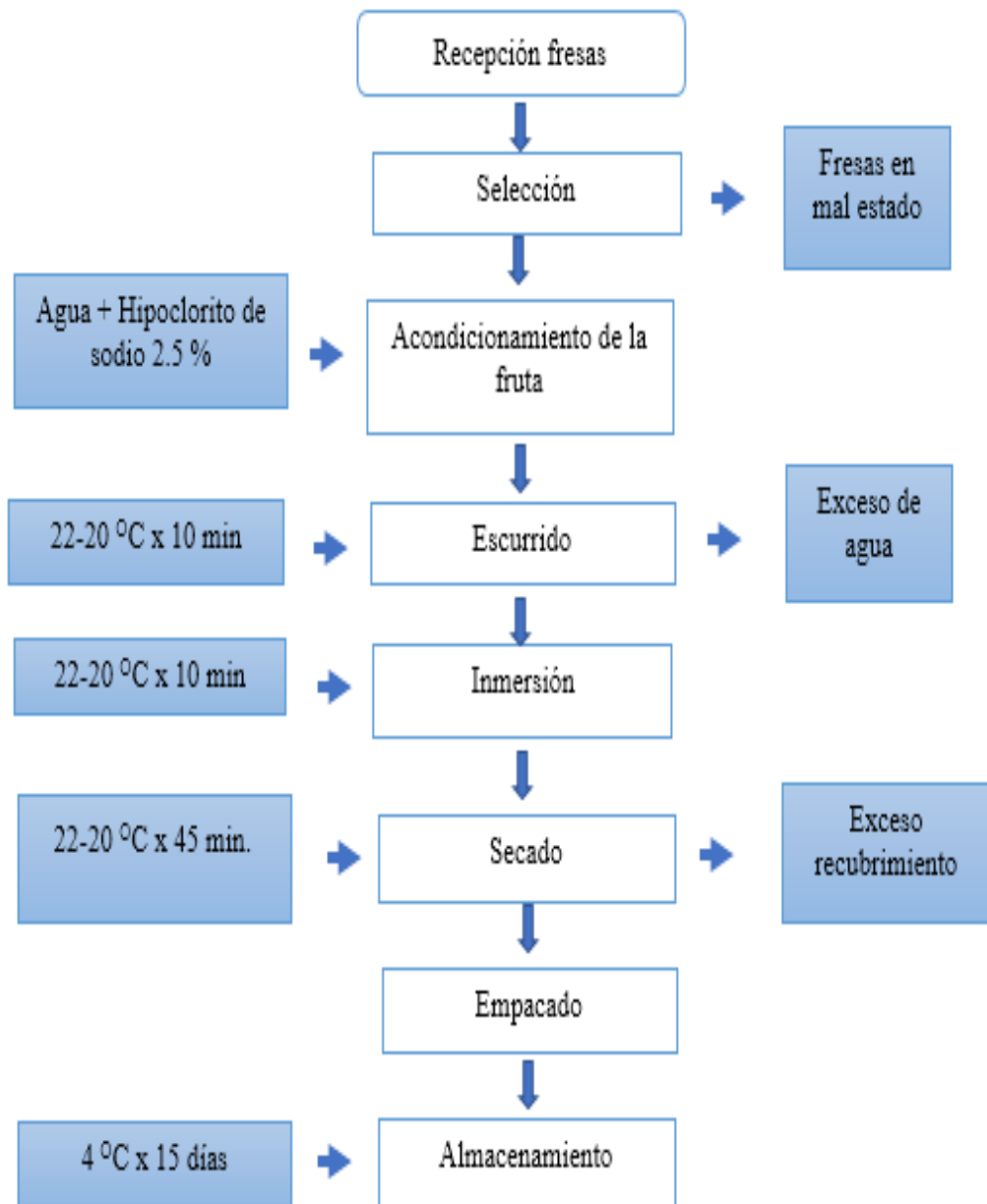
Anexo 4

Diagrama de flujo para la formulación del recubrimiento



Anexo 5

Diagrama de flujo para la aplicación del recubrimiento



Anexo 6

Recepción de fresas listas para el proceso de selección



Anexo 7

Hidratación de la gelatina a 50°C y 1400 RPM en el agitador magnético



Anexo 8

Homogenización de los componentes del recubrimiento en el agitador magnético a 1400 RPM



Anexo 9
Inmersión de las fresas en la solución de recubrimiento entre 20 y 22 °C



Anexos 10
Fresas recubiertas en el día cero



Anexo 11

Fresas recubiertas en el día 8



Anexo 12

Presencia de micelio blanco causado por mohos en fresas recubiertas a partir del día 11



Anexo 13

Análisis de determinación de pH mediante el potenciómetro



Anexo 14

Titulación de muestra de análisis de acidez



Anexo 15

Proceso de medición de ° brix por medio del brixómetro



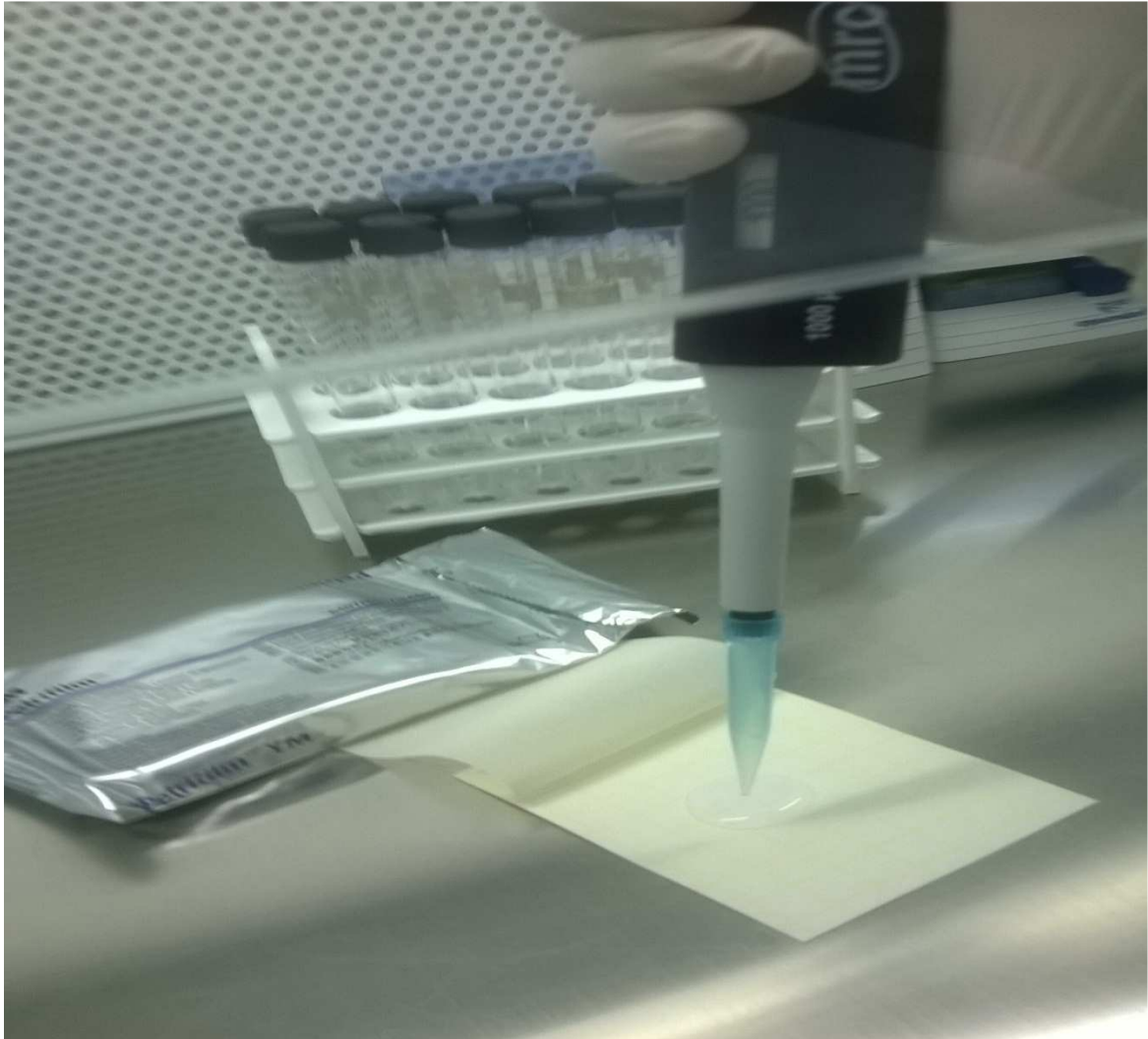
Anexo 16

Preparación de muestras para análisis de determinación de mohos y levaduras



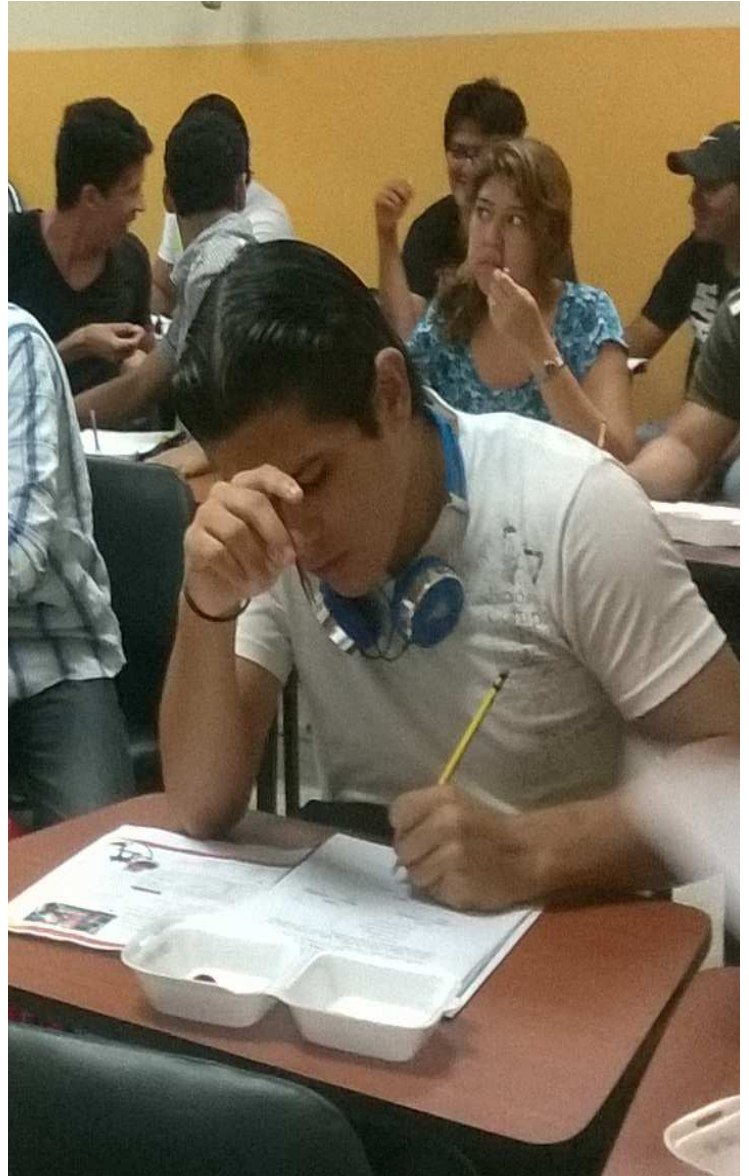
Anexo 17

Inoculación de placas petrifilm para recuento de hongos



Anexo 18

Evaluación sensorial del mejor tratamiento.



Anexo 19

Escala hedónica utilizada en la evaluación sensorial del mejor tratamiento

FICHA DE EVALUACION SENSORIAL-PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO

ESCALA HENDÓNICA

PANELISTA:

FECHA:

HORA:

PRODUCTO: fresas conservadas por medio de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina y ácido cítrico

Pruebe por favor las muestras de fresas, y evalúe la muestra tratada con recubrimiento (A2B2) comparándola con el testigo en cuanto a sus características sensoriales utilizando la siguiente escala de puntuación.

Me gusta mucho	5
Me gusta ligeramente	4
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta ligeramente	2
Me disgusta bastante	1

COLOR	
Muestra	calificación
A2B2	

AROMA	
Muestra	calificación
A2B2	

SABOR	
Muestra	calificación
A2B2	

COMENTARIO _____

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACION!

Anexo 20

Datos registrados de los análisis realizados durante el almacenamiento de las fresas recubiertas

TRATAMIENTO A1B1									
ANALISIS/ REPETICIONES		DATOS/DIAS DE ALMACENAMIENTO							
		J	L	Mi	V	L	Mi	V	PROMEDIO
		0	4	6	8	11	13	15	
% PP	R 1	0,00	2,69	3,63	3,07	5,18	6,25	6,84	4,61
	R 2	0,00	2,79	3,69	3,78	5,05	6,96	6,53	4,80
	R 3	0,00	2,75	3,70	3,13	5,30	6,31	6,93	4,69
	PROMEDIO	0,00	2,74	3,67	3,33	5,18	6,51	6,77	4,70
pH	R 1	3,31	3,45	3,59	3,62	4,00	4,30	4,50	3,91
	R 2	3,26	3,40	3,51	3,60	4,12	4,57	4,77	4,00
	R 3	3,35	3,47	3,50	3,60	4,09	4,59	4,71	3,99
	PROMEDIO	3,31	3,44	3,53	3,61	4,07	4,49	4,66	3,87
% Acidez titulable	R 1	0,89	0,83	0,81	0,79	0,60	0,57	0,50	0,71
	R 2	0,96	0,89	0,76	0,83	0,74	0,66	0,54	0,77
	R 3	0,89	0,83	0,83	0,80	0,68	0,61	0,53	0,74
	PROMEDIO	0,91	0,85	0,80	0,81	0,67	0,61	0,52	0,74
Solidos solubles totales (° BRIX)	R 1	8,50	8,00	7,70	7,20	6,70	6,40	6,10	7,23
	R 2	8,60	8,15	7,85	7,40	6,90	6,75	6,50	7,45
	R 3	8,70	8,20	7,75	7,30	6,75	6,45	6,15	7,33
	PROMEDIO	8,60	8,12	7,77	7,30	6,78	6,53	6,15	7,24
textura N.	R 1	1,95	1,74	1,64	1,52	1,00	0,80	0,60	1,32
	R 2	1,84	1,62	1,54	1,43	0,96	0,77	0,54	1,24
	R 3	1,97	1,78	1,67	1,56	0,99	0,78	0,56	1,33
	PROMEDIO	1,92	1,71	1,62	1,50	0,98	0,78	0,57	1,30
Log U.F.C hongos	DATOS/DIAS DE ALMACENAMIENTO								
		J	L	J	L	J			PROMEDIO
		0	4	7	11	14			
	R 1	3,00	3,75	3,55	4,30	5,10			3,94
	R 2	3,00	3,30	3,50	4,45	5,20			3,89
	R 3	3,00	3,20	3,60	4,20	5,00			3,80
	PROMEDIO	3,00	3,42	3,55	4,32	4,35			3,73

TRATAMIENTO A2 B1

ANALISIS/ REPETICIONES		DATOS/DIAS DE ALMACENAMIENTO							
		J	L	Mi	V	L	Mi	V	PROMEDIO
		0	4	6	8	11	13	15	
% PP	R 1	0,00	2,13	2,75	2,99	3,60	3,75	3,98	3,20
	R 2	0,00	2,11	2,82	2,95	3,61	3,90	4,60	3,33
	R 3	0,00	2,23	2,65	2,83	3,55	3,70	4,30	3,21
	PROMEDIO	0,00	2,16	2,74	2,92	3,59	3,78	4,29	3,25
pH	R 1	3,45	3,60	3,64	3,66	3,97	4,25	4,37	3,85
	R 2	3,49	3,56	3,59	3,66	4,10	4,35	4,59	3,91
	R 3	3,35	3,48	3,52	3,67	4,00	4,25	4,50	3,82
	PROMEDIO	3,43	3,55	3,58	3,66	4,02	4,28	4,49	3,86
% Acidez titulable	R 1	0,92	0,88	0,84	0,80	0,73	0,60	0,56	0,76
	R 2	0,98	0,91	0,87	0,82	0,72	0,65	0,55	0,79
	R 3	0,90	0,86	0,85	0,80	0,70	0,64	0,58	0,76
	PROMEDIO	0,93	0,88	0,85	0,81	0,72	0,63	0,56	0,77
Solidos solubles totales(° BRIX)	R 1	8,60	8,10	7,85	7,50	6,95	6,70	6,20	7,41
	R 2	8,70	8,25	7,90	7,55	6,90	6,70	6,15	7,45
	R 3	8,70	8,20	7,85	7,50	6,90	6,75	6,35	7,46
	PROMEDIO	8,67	8,18	7,87	7,52	6,92	6,72	6,23	7,44
textura N.	R 1	1,94	1,75	1,66	1,55	1,03	0,81	0,62	1,34
	R 2	1,87	1,68	1,55	1,44	0,97	0,77	0,58	1,27
	R 3	1,95	1,76	1,69	1,57	1,06	0,84	0,63	1,36
	PROMEDIO	1,92	1,73	1,63	1,52	1,08	0,81	0,61	1,33
		DATOS/DIAS DE ALMACENAMIENTO							
Log U.F.C hongos		J	L	J	L	J			
		0	4	7	11	14			
	R 1	3,00	3,20	3,60	4,25	4,90			3,79
	R 2	3,00	3,35	3,60	4,30	4,60			3,77
	R 3	3,00	3,25	3,50	4,35	4,70			3,76
	PROMEDIO	3,00	3,27	3,57	4,30	4,35			3,70

TRATAMIENTO A1 B2

ANALISIS/ REPETICIONES		DATOS/DIAS DE ALMACENAMIENTO							
		J	L	Mi	V	L	Mi	V	PROMEDIO
		0	4	6	8	11	13	15	
% PP	R 1	0,00	2,80	3,67	3,36	5,20	6,16	6,94	4,69
	R 2	0,00	2,75	3,55	3,27	5,08	6,30	6,72	4,61
	R 3	0,00	2,81	3,48	3,46	5,15	5,90	6,87	4,61
	PROMEDIO	0,00	2,79	3,57	3,36	5,14	6,12	6,84	4,64
pH	R 1	3,38	3,64	3,40	3,56	4,00	4,35	4,50	3,83
	R 2	3,46	3,63	3,53	3,55	4,23	4,48	4,69	3,94
	R 3	3,37	3,60	3,53	3,57	4,18	4,30	4,50	3,86
	PROMEDIO	3,40	3,62	3,49	3,56	4,14	4,38	4,56	3,88
% Acidez titulable	R 1	0,90	0,85	0,80	0,78	0,73	0,58	0,53	0,74
	R 2	0,94	0,88	0,82	0,78	0,70	0,64	0,51	0,75
	R 3	0,90	0,86	0,80	0,77	0,71	0,62	0,59	0,75
	PROMEDIO	0,91	0,86	0,81	0,78	0,71	0,61	0,54	0,75
Solidos solubles totales(° BRIX)	R 1	8,50	8,10	7,80	7,45	6,90	6,65	6,35	7,39
	R 2	8,60	8,15	7,90	7,50	6,80	6,55	6,30	7,40
	R 3	8,65	8,15	7,85	7,45	6,90	6,60	6,40	7,43
	PROMEDIO	8,58	8,13	7,85	7,47	6,87	6,60	6,35	7,41
textura N.	R 1	1,95	1,73	1,64	1,52	1,02	0,88	0,67	1,34
	R 2	1,90	1,68	1,58	1,47	0,96	0,75	0,56	1,27
	R 3	1,95	1,74	1,62	1,50	0,99	0,79	0,58	1,31
	PROMEDIO	1,93	1,72	1,61	1,50	0,99	0,81	0,60	1,31
		DATOS/DIAS DE ALMACENAMIENTO							
Log U.F.C hongos		J	L	J	L	J			PROMEDIO
		0	4	7	11	14			
	R 1	3,00	3,35	3,60	4,40	4,80			3,83
	R 2	3,00	3,40	3,65	4,20	4,75			3,80
	R 3	3,00	3,25	3,60	4,15	4,70			3,74
PROMEDIO	3,00	3,33	3,62	4,25	4,35			3,71	

TRATAMIENTO A2 B2

ANALISIS/ REPETICIONES		DATOS/DIAS DE ALMACENAMIENTO								
		J	L	Mi	V	L	Mi	V	PROMEDIO	
		0	4	6	8	11	13	15		
% PP	R 1	0,00	2,16	2,60	3,01	3,45	3,75	3,87	3,14	
	R 2	0,00	2,57	2,67	2,98	3,30	3,49	3,55	3,09	
	R 3	0,00	2,31	2,86	2,88	3,25	3,82	3,90	3,17	
	PROMEDIO	0,00	2,35	2,71	2,96	3,33	3,69	3,77	3,13	
pH	R 1	3,45	3,68	3,51	3,60	3,98	4,19	4,10	3,79	
	R 2	3,55	3,45	3,50	3,60	3,97	4,23	4,25	3,79	
	R 3	3,50	3,65	3,66	3,57	3,89	4,17	4,20	3,81	
	PROMEDIO	3,50	3,59	3,56	3,59	3,95	4,20	4,20	3,80	
% Acidez titulable	R 1	0,90	0,88	0,86	0,83	0,76	0,70	0,60	0,79	
	R 2	0,97	0,95	0,90	0,87	0,79	0,74	0,61	0,83	
	R 3	0,95	0,92	0,89	0,85	0,77	0,75	0,66	0,83	
	PROMEDIO	0,94	0,92	0,88	0,85	0,77	0,73	0,62	0,82	
Solidos solubles totales(° BRIX)	R 1	8,70	8,15	7,85	7,50	6,95	6,65	6,20	7,43	
	R 2	8,65	8,10	7,85	7,40	7,00	6,80	6,15	7,42	
	R 3	8,75	8,30	8,00	7,50	6,90	6,60	6,35	7,49	
	PROMEDIO	8,70	8,18	7,90	7,47	6,95	6,68	6,23	7,45	
textura N.	R 1	1,92	1,77	1,68	1,56	1,10	0,94	0,76	1,39	
	R 2	1,90	1,74	1,64	1,51	1,02	0,89	0,79	1,36	
	R 3	1,88	1,70	1,59	1,47	0,99	0,78	0,60	1,29	
		DATOS/DIAS DE ALMACENAMIENTO								
		J	L	J	L	J			PROMEDIO	
		0	4	7	11	14				
		PROMEDIO	1,90	1,74	1,64	1,51	1,04	0,87	0,72	1,34
Log U.F.C hongos	R 1	3,00	3,20	3,35	3,85	4,20			3,52	
	R 2	3,00	3,10	3,30	3,80	4,10			3,46	
	R 3	3,00	3,15	3,35	4,00	4,35			3,57	
	PROMEDIO	3,00	3,15	3,33	3,88	4,22			3,52	