



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

“APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES (GELATINA, GLICEROL, TWEEN, ÁCIDO CÍTRICO Y GLUCOSA) Y SU EFECTO EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE FRESA (*Fragaria ananassa*) VARIEDAD ALBIÓN”

Proyecto de Investigación. Presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autor: Isabel Magdalena Jima

Tutor: Ing. Alex Valencia

Ambato-Ecuador

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Alex Valencia

Siendo el Tutor de Graduación realizado bajo el tema: “APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES (GELATINA, GLICEROL, TWEEN, ÁCIDO CÍTRICO Y GLUCOSA) Y SU EFECTO EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE FRESA (Fragaria ananassa) VARIEDAD ALBIÓN”, por la egresada Isabel Magdalena Jima; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de una tesis de grado de Ingeniería en Alimentos; y el graduando posee los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, 29 de Julio del 2015

Ing. Álex Valencia

TUTOR

AUTORIA DE LA TESIS

Los criterios emitidos en el Trabajo de Graduación denominado “APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES (GELATINA, GLICEROL, TWEEN, ÁCIDO CÍTRICO Y GLUCOSA) Y SU EFECTO EN EL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE FRESA (Fragaria ananassa) VARIEDAD ALBIÓN”, así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, corresponden exclusivamente a Isabel Magdalena Jima; e Ing. Álex Valencia, Tutor del Trabajo de Graduación.

Isabel Jima

AUTOR

Ing. Álex Valencia

TUTOR PROYECTO

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Trabajo de Graduación de acuerdo a las disposiciones emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 29 de julio del 2015.

Para constancia firman:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

A DIOS, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi madre Mariana por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi proyecto estudiantil y de vida.

A mis dos hermanos Oscar y Juan que me apoyaron incansablemente y han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en una profesional.

A mi amado esposo Willam que ha sido el impulso durante mi carrera y el pilar principal para la culminación de la misma, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido amigo y compañero inseparable.

En especial dedico mi esfuerzo y sacrificio a mi amado hijo Carlitos Matheo, que hoy en día es la persona más importante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de mi vida.

Mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, que me abrió las puertas para alcanzar mi formación profesional.

A mi madre, que con su demostración de una mujer ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mis dos hermanos Oscar y Juan por su apoyo incondicional y demostrarme la gran confianza que tienen en mí.

Al Ing. Álex Valencia, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento para la realización del presente trabajo.

De igual manera al Ing. Mario Fernando Álvarez y la Ing. Mónica Silva, por permitirme colaborar en el proyecto del cual deriva este trabajo de investigación; por ofrecerme una mano amiga para culminar con este proyecto.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA	1
1.1 Tema	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.2.1 Contextualización	1
Contexto Macro	1
Contexto Meso	2
Contexto Micro	3
1.2.2 Análisis Crítico.....	4
1.2.3 Prognosis	4
1.2.4 Formulación del problema.....	5
1.2.5 Preguntas Directrices	5
1.2.6 Delimitación	6
1.3 Justificación	6
1.4 Objetivos	7
1.4.1 Objetivo General	7
1.4.2 Objetivos Específicos	8
CAPITULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes Investigativos	9
2.2 Fundamentación Filosófica	11
2.3 Fundamentación Legal.....	12
2.4 Categorías Fundamentales.....	12
2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	13
<i>Tecnología de conservación</i>	13
<i>Calidad físico química y microbiológica</i>	13
<i>Conservación de características sensoriales</i>	14
<i>Aplicación de recubrimiento comestible</i>	14
2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE	17
<i>Almacenamiento de la fruta</i>	17
<i>Conservación de la fresa con excelente calidad</i>	17
<i>Correcto almacenamiento de la fruta</i>	18
<i>Vida útil de la fresa</i>	18

2.5	Hipótesis	19
	Hipótesis nula:	19
	Hipótesis alternativa:	20
2.6	Señalamiento de variables.....	20
CAPÍTULO III.....		21
METODOLOGÍA		21
3.1	Modalidad básica de la investigación	21
3.2	Nivel o tipo de investigación.....	21
3.3	Población y muestra	22
3.4	Operación de variables.....	25
3.5	Recolección de la información.....	27
3.6	Plan de procesamiento de la información	31
CAPITULO IV		32
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		32
4.1.	Análisis e Interpretación de los resultados	32
4.1.1	Análisis Físico-Químicos	32
	Contenido de sólidos solubles.	32
	Contenido de acidez.....	33
	Textura.....	33
	pH	34
	Humedad.....	35
	Vitamina C.....	35
4.1.2	Análisis Microbiológicos	36
	Mesófilos totales.....	36
	<i>Staphylococcus aureus</i>	37
	Coliformes.....	38
	Mohos y Levaduras	38
4.1.3	Análisis Sensorial.....	39
	Olor	39
	Color.....	40
	Dulzor	40
	Textura.....	41
4.1.4	Análisis De Vida Útil En Los Mejores Tratamientos	42
4.2	Verificación de la Hipótesis	44

CAPITULO V	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
RECOMENDACIONES	46
CAPITULO VI	47
PROPUESTA	47
6.1. Datos Informativos	47
6.2. Antecedentes de la propuesta	47
6.3. Justificación	48
6.4. Objetivos	50
Objetivo general	50
Objetivos específicos.....	50
6.5. Análisis de Factibilidad	50
6.6. Fundamentación	52
6.7. Metodología	56
6.8. Administración	57
6.9 Previsión de la evaluación	58
CAPITULO VII	59
BIBLIOGRAFIA	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N. 1: Árbol de problemas	4
Gráfico N. 2: Organizador Lógico de Variables	12
Gráfico N. 3: Diagrama de flujo de la aplicación del recubrimiento comestible en la fresa	30
Gráfico N. 4: Diagrama de flujo de la aplicación de película comestible en la fresa	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N. 1: Composición Nutricional de la fresa	19
Cuadro N. 2: Matriz de Diseño	24
Cuadro N. 3: VARIABLE INDEPENDIENTE: Aplicación de recubrimiento comestible	25
Cuadro N. 4: VARIABLE DEPENDIENTE: Vida útil de la fresa	26
Cuadro N. 5: Modelo Operativo (Plan de Acción)	56
Cuadro N. 6: Administración de la propuesta	57
Cuadro N. 7: Previsión de la Evaluación	58

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: RESPUESTAS EXPERIMENTALES

Tabla A 1: Sólidos solubles °Brix en fresas con y sin recubrimiento comestible	66
Tabla A 2: Valores de acidez en fresas con y sin recubrimiento comestible	66
Tabla A 3: Valores de Textura en fresas con y sin recubrimiento comestible	66
Tabla A 4: Valores de pH en fresas con y sin recubrimiento comestible	67
Tabla A 5: Valores de Humedad en fresas con y sin recubrimiento comestible	67
Tabla A 6: Valores de Vitamina C en fresas con y sin recubrimiento comestible	67
Tabla A 7: Valores de UFC de Mesófilos totales en fresas con y sin recubrimiento comestible	68
Tabla A 8: Valores de UFC de Staphilococos aureus en fresas con y sin recubrimiento comestible	68
Tabla A 9: Valores de UFC de Coliformes en fresas con y sin recubrimiento comestible	68
Tabla A 10: Valores de UFC de Mohos y Levaduras en fresas con y sin recubrimiento comestible	69

ANEXO B: ANÁLISIS DE VARIANZA

Tabla B 1: Análisis de varianza de Sólidos Solubles de las fresas con recubrimiento comestible	71
Tabla B 2: Coeficientes de Sólidos Solubles de las fresas con recubrimiento comestible	71
Tabla B 3: Análisis de varianza de Acidez de las fresas con recubrimiento comestible	72
Tabla B 4: Coeficientes de Acidez de las fresas con recubrimiento comestible	72
Tabla B 5: Análisis de varianza de Textura de las fresas con recubrimiento comestible	73
Tabla B 6: Coeficientes de Textura de las fresas con recubrimiento comestible	73
Tabla B 7: Análisis de varianza de pH de las fresas con recubrimiento comestible	74
Tabla B 8: Coeficientes de pH de las fresas con recubrimiento comestible	74
Tabla B 9: Análisis de varianza de Humedad de las fresas con recubrimiento comestible	75
Tabla B 10: Coeficientes de Humedad de las fresas con recubrimiento comestible	75
Tabla B 11: Análisis de varianza de Vitamina C de las fresas con recubrimiento comestible	76
Tabla B 12: Coeficientes de Vitamina C de las fresas con recubrimiento comestible	76
Tabla B 13: Test de rango múltiple para Vitamina C de las fresas con recubrimiento comestible	77
Tabla B 14: Análisis de varianza de Mesófilos Totales de las fresas con recubrimiento comestible	77
Tabla B 15: Coeficientes de Mesófilos Totales de las fresas con recubrimiento comestible	78
Tabla B 16: Test de rango múltiple para Mesófilos Totales de las fresas con recubrimiento comestible	78
Tabla B 17: Análisis de varianza de Staphylococcus aureus de las fresas con recubrimiento comestible	79
Tabla B 18: Coeficientes de Staphylococcus aureus de las fresas con recubrimiento comestible	79
Tabla B 19: Prueba de rango múltiple para Staphylococcus aureus de las fresas con recubrimiento comestible	80
Tabla B 20: Análisis de varianza de Coliformes de las fresas con recubrimiento comestible	80
Tabla B 21: Coeficientes de Coliformes de las fresas con recubrimiento comestible	81
Tabla B 22: Prueba de rango múltiple para Coliformes de las fresas con recubrimiento comestible	81
Tabla B 23: Análisis de varianza de Mohos y Levaduras de las fresas con recubrimiento comestible	82
Tabla B 24: Coeficientes de Mohos y Levaduras de las fresas con recubrimiento comestible	82
Tabla B 25: Prueba de rango múltiple para Mohos y Levaduras de las fresas con recubrimiento comestible	83

ANEXO C: GRÁFICOS

Gráfico C 1: Sólidos Solubles de las fresas con recubrimiento comestible.....	85
Gráfico C 2: Acidez de las fresas con recubrimiento comestible	85
Gráfico C 3: Textura de las fresas con recubrimiento comestible	86
Gráfico C 4: Ph de las fresas con recubrimiento comestible.....	86
Gráfico C 5: Humedad de las fresas con recubrimiento comestible	87
Gráfico C 6: Vitamina C de las fresas con recubrimiento comestible	87
Gráfico C 7: Recuento Total de las fresas con recubrimiento comestible	88
Gráfico C 8: Staphilococos aureus de las fresas con recubrimiento comestible.....	88
Gráfico C 9: Coliformes de las fresas con recubrimiento comestible	89
Gráfico C 10: Mohos y Levaduras de las fresas con recubrimiento comestible.....	89

ANEXO D: ANÁLISIS SENSORIAL

ANEXO D- 1: HOJA DE CATACIÓN.....	91
ANEXO D- 2: RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA FRESA CON RECUBRIMIENTO.....	92
ANEXO D- 3: ANÁLISIS DE VARIANZA.....	96

ANEXO E: VIDA ÚTIL

Tabla E 1: Valores de UFC/ gr de fresa de los microorganismos en fresas durante el almacenamiento en refrigeración	101
Tabla E 2: Valores de Ln de cada valor de UFC/gr. de fresa para los cálculos de vida útil.....	101
Tabla E 3: Valores de vida útil de fresas en Mohos y Levaduras-Mesófilos y Coliformes totales ..	101

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema

“Aplicación de recubrimientos comestibles (gelatina, glicerol, tween, ácido cítrico y glucosa) y su efecto en el tiempo de vida útil de fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión”

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Contextualización

Contexto Macro

La producción mundial de fresa a través de los años ha generado una tendencia creciente con un alrededor de 2.5 millones de toneladas anuales, siendo el mayor productor Estados Unidos con más del 27,1% seguido de España con una producción de 264.000 toneladas en el año 2012, de tal manera que el 96% corresponde a la producción de fresa andaluza, y de ello, el 97% procede de Huelva, con un volumen de facturación superior a los 300 millones de euros. (Fruit Latín América, 2013)

Los mayores incrementos de la producción de fresas en los últimos diez años (2001 - 2011), se ha registrado en Turquía ($\geq 116\%$), países de la ex Unión Soviética ($\geq 98\%$), España ($\geq 78\%$), Alemania ($\geq 48\%$), Corea ($\geq 42\%$), Estados Unidos ($\geq 38\%$), México ($\geq 35\%$) y Egipto ($\geq 25\%$); provocando grandes inversiones en EE.UU., Alemania, Turquía y España. (Fruit Latín América, 2013).

El aumento en las exportaciones obedece en gran parte al mejoramiento de infraestructura para mantener la conservación de la fresa que es altamente perecedera (Diario el Universo, 2015).

Por lo anterior, los recubrimientos comestibles se utilizan para alargar la vida de anaquel de productos frescos y mínimamente procesados además de protegerlos de los

efectos dañinos del medio ambiente. Estos recubrimientos han adquirido gran importancia considerando la demanda de alimentos mínimamente procesados y las tecnologías de almacenamiento. Al regular la transferencia de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aroma, y compuestos de sabor en el sistema de un alimento, los recubrimientos comestibles han demostrado la capacidad de mejorar la calidad de los alimentos y prolongar la vida de anaquel (Ammayappan y Jeyakodi-Moses, 2009; Falguera *et al.*, 2011).

Contexto Meso

Para el año 2007, Ecuador produjo 30 000 toneladas mensuales de fruta, pero desde el 2008 hasta la fecha, hubo un descenso de la producción por los cambios climáticos. En los últimos meses de 2009 causó escasez en el mercado por la falta de maduración oportuna. El inconveniente es la falta de plantaciones extensivas para la exportación. (Agro negocios Ecuador, 2013).

Según la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI), la exportación de la fresa fresca en el 2002 fue solo hacia Holanda y Colombia con 122 toneladas. En el 2003, se registraron los volúmenes más altos: 143 toneladas hacia Estados Unidos. Pero entre en el 2006 - 2007 - 2008 no hubo exportaciones. No obstante, la fresa al vapor (en almíbar) es la más acogida en el mercado y es la que se ha mantenido en exportaciones (Agro negocios Ecuador, 2013).

El cultivo de fresa en Ecuador está concentrado en su mayor extensión en la provincia de Pichincha, también en constante crecimiento en las provincias de Tungurahua, Imbabura, Chimborazo y en pequeñas extensiones en Cotopaxi y zona del Austro, siendo una de las alternativas importantes de la economía en dichas provincias. (MASAGRO, 2012)

El cultivo se retoma, porque es una fruta rentable y con una gran demanda en el mercado. El 60% de las plantaciones crece a cielo abierto y las otras, bajo invernadero. Pichincha es uno de los referentes de la producción nacional con el 50% de superficie. En esta provincia la zona de mayor producción de fresas está en el valle noroccidental

de Quito, aunque no hay datos estadísticos se cree que la zona produce entre 5 mil a 6 mil cajas diarias de frutilla (Agro negocios Ecuador, 2013).

Contexto Micro

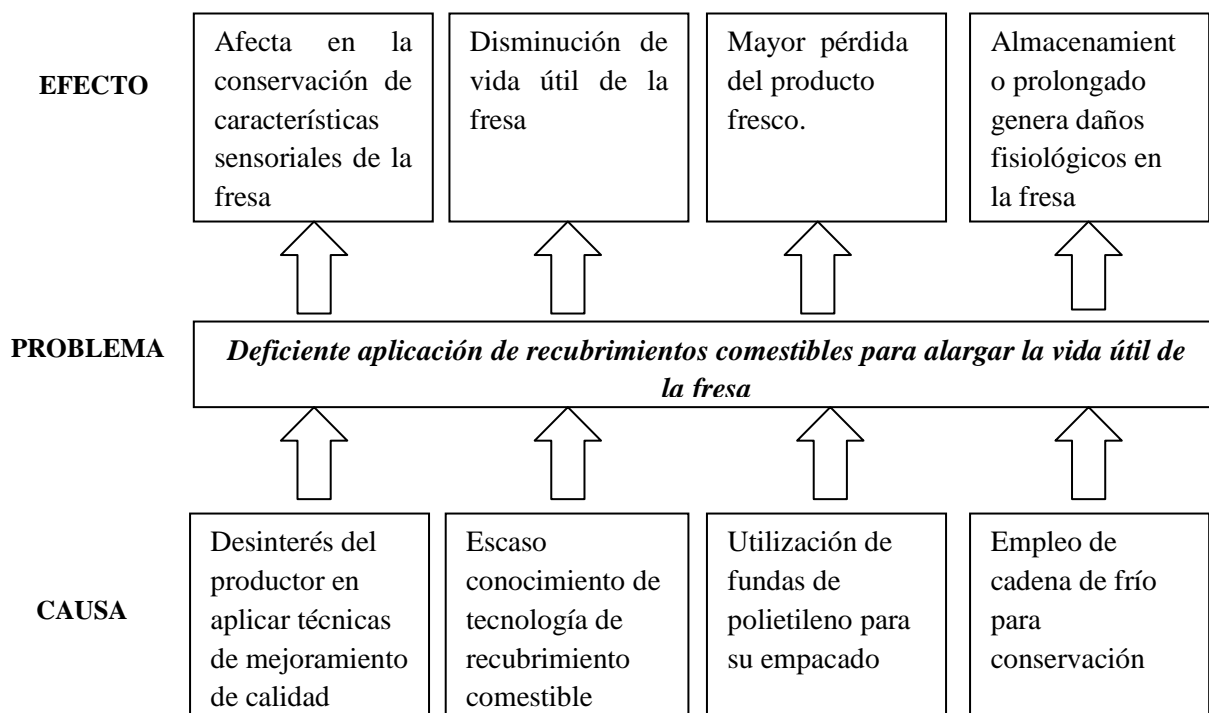
En la provincia de Tungurahua la producción de frutas es abundante principalmente de manzanas y fresas, debido a las condiciones climáticas, sin embargo por ser frutas de considerable producción en el Ecuador, su consumo en estado fresco se limita, por lo que en la actualidad se ha creado convenios entre asociaciones, Juntas Parroquial y entidades dedicadas a la fruticultura para recuperar algunos huertos frutales y volver a tener variedad que los caracteriza. (Diario la Hora, 2012).

El método de comercialización de la fresa se ejecuta en grandes proporciones en centros de expendio a nivel mayorista, obtenidos de plantaciones que utilizan abonos orgánicos, métodos de fumigación natural (preparados de hierbas) y separación de la fresa del suelo con la utilización de polipropileno negro como método de protección. Entre las variedades de mayor demanda son: Diamante, Monterrey y Albión, siendo esta última la más dulce y resistente a viajes.

El cultivo de la frutilla (*Fragaria chiloensis*) constituyó antes de los años setenta la fuente de ingreso de los agricultores de la zona denominada Huachi, pero por la falta de tecnología adecuada y un progresivo deterioro ecológico trajo como consecuencia su desaparición, siendo la fresa (*Fragaria vesca L*) una de las alternativas más idóneas por ser un cultivo de ciclo corto, alta densidad, alta rentabilidad y que prospera con éxito en ecologías similares a la zona de Huachi (Martínez, 2004)

1.2.2 Análisis Crítico

Gráfico N. 1: Árbol de problemas



Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Debido a que los productores piensan en la cosecha y en el rendimiento de sus cultivos no le dan mucha importancia a la calidad de la fruta que se expende; por lo tanto con el conocimiento de tecnologías y procedimientos que actualmente se aplican como los recubrimientos comestibles se prolongaría la vida útil de la fresa; con eso se puede contribuir a disminuir las cuantiosas pérdidas post cosecha de alimentos que son necesarios para una población cada vez más numerosa.

1.2.3 Prognosis

Si no se realiza el presente estudio no se podría aplicar alternativas de tratamientos post cosecha y sobre todo brindar un producto que reúna las características, físicas, químicas y microbiológicas que le permitan alcanzar otros mercados, sobre todo si la provincia de Tungurahua es una de las principales productoras de fresas en el país.

Al no aplicar la tecnología sugerida en esta investigación podría causar un desaprovechamiento de la oportunidad de superación de los productores de fresa de Tungurahua ya que estos podrían competir con mayores oportunidades en el mercado nacional e internacional, brindando un producto de calidad y microbiológicamente aceptable para su consumo. Además no existiría innovación tecnológica para expandir la producción y comercialización de frutas en fresco como es la fresa en vista que se ven afectadas por los siguientes factores: acelerada madurez, pérdidas de peso, variación de la acidez, sólidos solubles, pH, propiedades organolépticas y presencia de mohos, todo esto es el resultado de la ineficiente aplicación de las técnicas apropiadas de post cosecha.

Por tal motivo, se crea la necesidad de realizar esta investigación que se oriente a procesos mínimos, a través de recubrimientos comestibles, a fin de que las frutas puedan alcanzar un mayor tiempo de vida útil antes de llegar al consumidor final.

1.2.4 Formulación del problema

¿La aplicación de recubrimientos comestibles (gelatina, glicerol, tween, ácido cítrico y glucosa) producirá un efecto en el tiempo de vida útil de fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión?

1.2.5 Preguntas Directrices

- ¿Cuál será el comportamiento físico-químico y microbiológico de la fresa con recubrimiento comestible?
- ¿Cuál será el resultado de la evaluación sensorial de las fresas con recubrimiento comestible en los mejores tratamientos obtenidos por parámetros físicos, químicos y microbiológicos?
- ¿Cuál será el tiempo de vida útil de las fresas en los mejores tratamientos determinados por evaluación sensorial?
- ¿Cuál será la alternativa de la propuesta para la conservación de fresa?

1.2.6 Delimitación

Campo: Alimentos

Área: Agrícola

Sub-área: Tecnológica

Sector: Frutícola

Sub-Sector: Frutas Frescas

Espacial: Laboratorios de la Unidad Operativa de Tecnología en Alimentos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato.

1.3 Justificación

Un requisito previo de la máxima importancia para mantener la calidad de los productos consiste en evitar las lesiones mecánicas después de la cosecha, estas lesiones provocan una alteración estructural y fisiológica de los tejidos que facilitan la entrada de los microorganismos que producen deterioros. Entre los diversos métodos para extender la vida útil de los alimentos es la aplicación de atmósferas modificadas que consiste en envasar dichos alimentos en películas plásticas; aplicación de refrigeración; tratamientos superficiales (ceras y parafinas) y recubrimientos a base de materiales orgánicos comestibles. (Álvarez, 2012).

La utilización de recubrimientos orgánicos como gelatina formada a partir de biopolímeros (proteínas, polisacáridos o cadenas formadas de carbono), provoca la pérdida de humedad de alimentos, modificación de la textura, turgencia; retardo de cambios químicos como: color, aroma o valor nutricional del alimento; intercambio de gases que influye en gran medida en la estabilidad de los alimentos sensibles a la oxidación de lípidos, vitaminas y pigmentos (Debeaufort, 1998).

Estos recubrimientos han sido desarrollados con el fin de extender la vida útil de los productos alimenticios o enriquecerlos. Pueden usarse como soporte de agentes

antimicrobianos, antioxidantes o nutrientes tales como vitaminas y minerales, como portadoras de otros aditivos o para enlentecer la migración de humedad y lípidos o el transporte de gases o solutos. Ellos deben poseer propiedades mecánicas que garanticen la adecuada adhesividad a los alimentos y manipuleo de ellos sin deterioro de las mismas y, además, deben ser totalmente neutras con respecto al color, tacto y olor del alimento (Fonseca, 2005).

La tecnología a desarrollarse a través de este trabajo tendrá un efecto positivo en los agricultores que cultivan fresa en la provincia del Tungurahua y en otras regiones del país. Se trata de prolongar el tiempo de vida útil y a la vez que esté garantizada la salud del consumidor mediante el uso de fresas de buena calidad sanitaria. La tecnología que se aplique no requerirá de grandes inversiones y podrá ser instalada en asociaciones de campesinos que se interesen en unir esfuerzos para comercializar el producto de mejor manera hacia los grandes centros de consumo.

Además con el apoyo de la Universidad Técnica de Ambato y de la Unidad Operativa de Investigación de Tecnología en Alimentos (UOITA) mediante la prolongación del proyecto de “Conservación de frutas no Climatéricas de la provincia de Tungurahua mediante técnicas de mínimo proceso para el consumo interno y de exportación”, se contribuirá a la colectividad de agricultores con el estudio y desarrollo científico de recubrimientos orgánicos a base de gelatina, glicerol, tween, ácido cítrico y glucosa para la disminución de pérdidas post cosecha de fresas y mayor tiempo de vida útil que beneficiará su comercialización.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Aplicar recubrimientos comestibles (gelatina, ácido cítrico, glicerol, tween y glucosa) sobre fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión y analizar su efecto en el tiempo de vida útil.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar los parámetros físico-químicos y microbiológicos de la fresa con recubrimiento comestible.
- Evaluar sensorialmente las fresas con recubrimiento comestible en los mejores tratamientos obtenidos por parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
- Determinar el tiempo de vida útil de las fresas en los mejores tratamientos obtenidos por evaluación sensorial.
- Establecer la metodología para producir recubrimiento comestible (gelatina, ácido cítrico, glicerol, tween y glucosa al 20%) y su aplicación en fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

A continuación se menciona algunos trabajos sobre recubrimientos comestibles realizados en la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Alimentos, en las cuales se reporta que:

Una investigación en la cual se estudió los tiempos de vida útil de naranjillas recubiertas con quitosano almacenadas a temperaturas constante y variables, se concluye que el uso de métodos de cálculo de tiempos de vida útil es una herramienta adecuada para control del almacenamiento de naranjillas, las películas de quitosano retardan la pérdida de humedad y extienden el periodo de almacenamiento a temperaturas de 20°C o superiores, a temperaturas bajas el efecto es mínimo, a 7°C se pueden conservar las frutas durante un mes (Almeida y col. 2007)

En cambio por medio de un estudio de evaluación del efecto de Recubrimientos Comestibles en forma de bicapas de polisacáridos/lípidos en trozos de manzana, probando una mezcla de pectina con mono-glicérido acetilado, se observó una reducción en la tasa de producción de CO₂ y etileno de hasta un 90%. El compuesto fue formado en base al uso de goma arábica, carboximetilcelulosa y glicerol como plastificante de frutos en atmósfera modificada. La combinación de goma arábica en proporción de 30 %, carboximetilcelulosa en un rango de 0.25 a 0.50 % y glicerol en un rango de 5 a 10 %, presentó un potencial adecuado para uso en conservación de frutos mediante sistemas de atmósfera modificada (Valle, 2008).

El efecto de recubrimiento con película de quitosano sobre el tiempo de vida útil de banano orito (*Musa acuminata*) reporta que el uso de película de quitosano tiene un gran potencial en la conservación de frutas, extendiendo el tiempo de vida útil a 15,37 días a una temperatura de 10 °C, y con recubrimiento con un 15% de pérdida de peso (Castillo, 2009).

En la evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (*Physalis peruviana* L. var. Colombia), se considera la utilización de un recubrimiento comestible como una alternativa de conservación para aumentar el tiempo de vida útil de frutas y hortalizas. Se aplica la técnica de inmersión en un recubrimiento comestible compuesto de gelatina, aceite de orégano y fibra prebiótica, el resultado que se obtiene es reducción de la actividad metabólica en los frutos recubiertos en 36% menos con respecto a los frutos control, las pérdidas de peso disminuye el 17.67%, aumento de la vida útil en un promedio del 33% e incremento de la fibra prebiótica al 8% (Castro, 2009).

El objetivo de desarrollar dos recubrimientos comestibles a partir del gel mucilaginoso de penca sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y evaluarlo en fresas (*Fragaria ananassa* Duch cv. *Camarosa*) es presentar una alternativa que permita prolongar su vida útil, almacenadas en refrigeración a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5$. Los recubrimientos comestibles formulados fueron, uno con gel mucilaginoso en solución acuosa y otro con adición de cera carnauba en emulsión. El proceso de aplicación se realizó por inmersión de los frutos en los respectivos recubrimientos durante 30 segundos y un secado durante 30 minutos por convección a través de aire forzado a temperatura ambiente. Las 9 fresas fueron almacenadas en cajas de poliestireno biorientado (BOPs) termo formadas, perforadas y conservadas con refrigeración. La adición de cera carnauba al gel mucilaginoso de penca sábila mostró un efecto favorable frente a las pérdidas de humedad, la reducción del índice de respiración y un significativo mantenimiento de la firmeza del fruto a los diez días de almacenamiento refrigerado (Restrepo, 2009).

En el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa almacenada en refrigeración se utilizó un recubrimiento comestible a base de gelatina, tween, glicerol y ácido acético, en el que se observó una reducción significativa en la respiración y una inhibición del crecimiento de hongos por el recubrimiento comestible en las fresas tratadas. Por lo tanto, se prolongó su vida útil hasta el décimo día. Por lo tanto reducen pérdidas de peso, controlan el arrugamiento, incrementa el periodo de comercialización y mejora su aspecto aportándoles brillo (Trejo, 2010).

En la determinación del efecto de la radiación UV-C en la calidad de la fresa (*Fragaria vesca*) variedad diamante el objetivo es alargar el tiempo de vida útil, ya que

a la fresa se le considera como un alimento perecedero, dada su alta tasa de respiración y transpiración y su gran susceptibilidad al hongo *Botrytis cinérea*. Los resultados de la caracterización físico-química, calidad microbiológica y análisis sensorial, permitieron determinar el tiempo máximo de conservación de la fresa (*Fragaria vesca*); los factores de estudio en la investigación fueron Factor A: Distancia de las lámparas a las fresas, 30, 40 y 50 cm y Factor B: Tiempo de exposición a la radiación UV-C, 5, 7,5min y 10 min; concluyendo que las propiedades físico-químicas de las fresas no se vieron influenciadas por los tratamientos con radiación UV-C, el mejor tratamiento fue la combinación A1B1, (40 cm - 7,5min) y el tiempo de vida útil del mismo es de 10 días. (Beltrán, 2010).

2.2 Fundamentación Filosófica

El proyecto de la investigación se basa en el paradigma positivista en el que los diseños de investigación se caracterizan por ser formales y estáticos a partir del manejo del conjunto de variables que pretende estudiar. Se utilizan predominantemente técnicas cuantitativas con la intención de alcanzar la mayor precisión y exactitud, sin embargo los aspectos cuantitativos están sólidamente mezclados con aspectos cualitativos. El positivismo acepta como único conocimiento válido al conocimiento verificable, mensurable y visible. (Ramírez, 2012)

Un paradigma es un modelo que tiene un marco delimitado, que es el punto de vista, y enseña como desenvolverse dentro de ese marco o un modo particular de ver el mundo, de interpretar la realidad, a partir de una determinada concepción filosófica.

El constructivismo es un enfoque que sostiene que el individuo tanto en los aspectos cognoscitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos, no es un simple producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia, que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores (Abril, 2009).

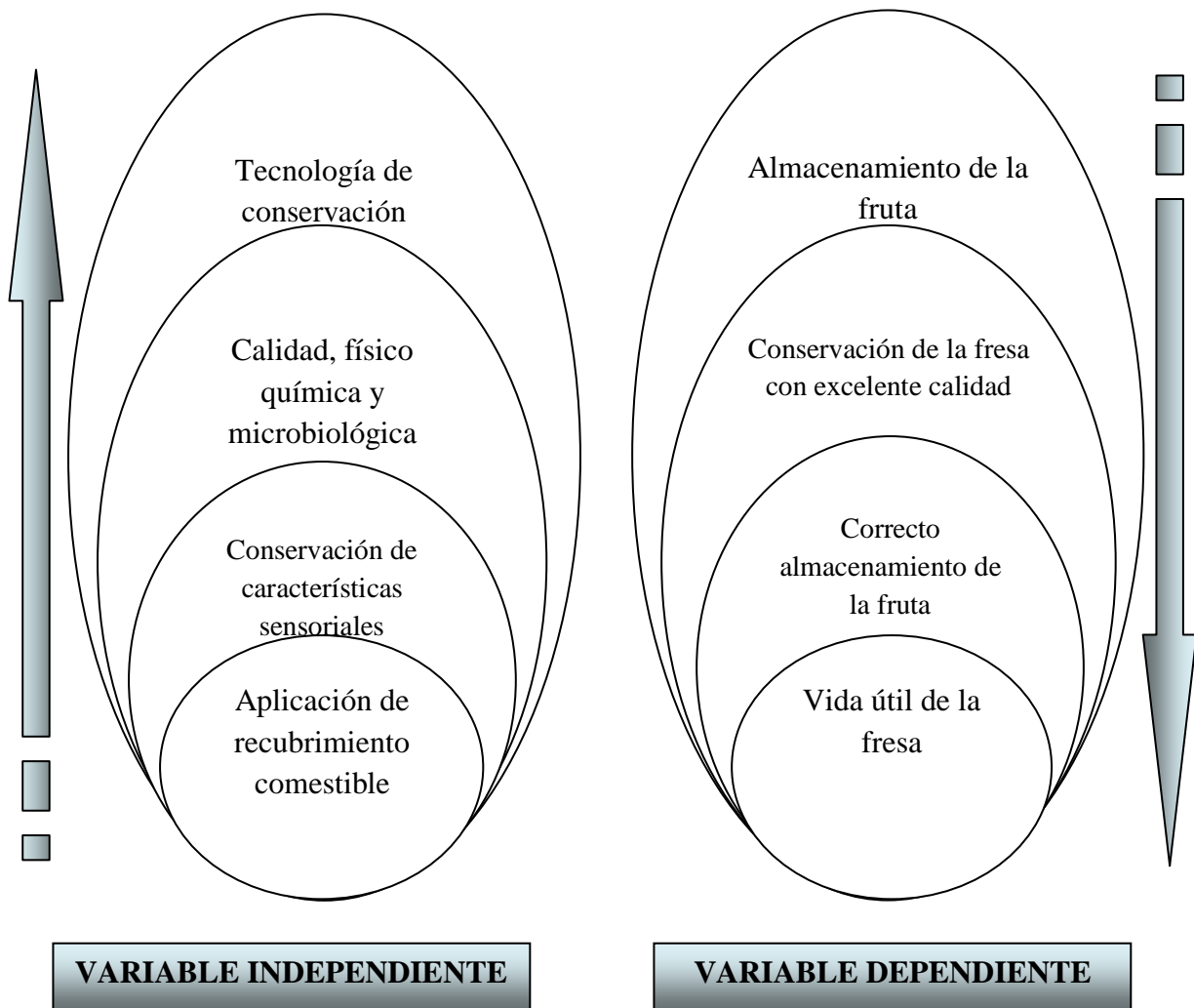
2.3 Fundamentación Legal

El Estudio se basa en la Norma ICONTEC 4103 para fresa (2012). Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la fresa destinada para el consumo en fresco o como materia prima para el procesamiento; en la cual se destacan las definiciones, clasificación según las categorías, el diámetro máximo que debe tener la fresa, los requisitos de madurez.

Para los análisis microbiológicos se utilizan las normas INEN 1529-2 (2012). Esta norma nos indica el procedimiento para realizar las siembras microbiológicas para identificar mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus*, *Coliformes*, y recuento total.

2.4 Categorías Fundamentales

Gráfico N. 2: Organizador Lógico de Variables.



Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Tecnología de conservación

En el desarrollo de tecnologías de conservación de frutas, específicamente en fresas aplica vapor por dos minutos para inhibir la presencia de enzimas, luego se añaden en una solución de 440 g de sacarosa o glucosa, 1.5 g de sorbato de potasio, 17 g de ácido cítrico, 0.22 g de bisulfito de sodio, 0.36 g de ácido ascórbico, 1,4 g de lactato de calcio, para proceder a su almacenamiento. Es importante mencionar que las frutas con glucosa son menos dulces que las frutas con sacarosa (Alzamora, 2004).

La irradiación ultravioleta de onda corta (UVC), es una tecnología alternativa a la esterilización química utilizada para reducir el crecimiento de microorganismos en alimentos. La luz UV adicionalmente induce mecanismos de defensa en tejido vegetal metabólicamente activo, provocando la producción de fitoalexinas, ésta puede estar acompañada por otros mecanismos de defensa tales como modificaciones de la pared celular, enzimas de defensa y aumento en la actividad antioxidante. De igual manera se ha observado que el tratamiento con UVC induce la acumulación de proliaminas, las cuales pueden actuar como antioxidantes en frutos causando una reducción de los síntomas de deterioro por microorganismos. Así mismo; la radiación UVC es elegida por tratarse de un proceso que no altera las propiedades sensoriales de los productos y reduce el uso de sustancias químicas (González, 2004).

Calidad físico química y microbiológica

El uso de una Película Comestible o Recubrimiento Comestible en aplicaciones alimentarias y en especial en productos altamente perecederos, como los pertenecientes a la cadena hortofrutícola, se basa en ciertas características tales como costo, disponibilidad, atributos funcionales, propiedades mecánicas (tensión y flexibilidad), propiedades ópticas (brillo y opacidad), su efecto barrera frente al flujo de gases, resistencia estructural al agua, a microorganismos y su aceptabilidad sensorial.

La incorporación de aditivos y agentes antimicrobianos dentro de recubrimientos comestibles constituye una técnica innovadora en el mantenimiento de la seguridad inocuidad y vida útil de alimentos mínimamente procesados. El crecimiento de

microorganismos en la superficie de las frutas puede causar el deterioro, pudiendo ser evitado mediante el uso de agentes antimicrobianos. Entre los principales agentes antimicrobianos incorporados en recubrimientos comestibles se encuentran sorbatos, ácidos, bacteriocinas, lisozima y más recientemente aceites esenciales. De acuerdo a la Legislación Española microbiológica de productos de mínimo proceso de frutas y hortalizas frescas o cortadas listas para el consumo debe ser sujetas a análisis y control de los siguientes microorganismos: *Escherichia coli*, *Salmonella* (Moragas, 2008).

El Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas (2003), señala que los alimentos pueden ser un vehículo de transmisión de microorganismos patógenos y por tanto tiene gran trascendencia en la salud de los consumidores. La adquisición de enfermedades por el consumo de alimentos contaminados con microorganismos como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, ha creado la necesidad que cada vez, más países reconozcan la importancia de someter estos alimentos a ciertas pruebas o estudios enfocados a evaluar su inocuidad y su calidad, pues estas bacterias están descritas por la Organización Mundial de la Salud como “una nueva y significativa amenaza a la salud pública” (Arias, 2000).

Conservación de características sensoriales

Las características sensoriales que presentan las frutas al ser aplicadas un recubrimiento comestible son influenciadas por el tipo de material implementado como matriz estructural, las condiciones bajo las cuales se preforman las películas (tipo de solvente, pH, concentración de componentes, temperatura, entre otras), y el tipo y concentración de los aditivos como plastificantes, agentes entrecruzantes, antimicrobianos, antioxidantes, emulsificantes, etc. (Rojas, 2007).

El agregado de azúcar es también muy importante. No sólo hace a la fruta más apetecible sino que reduce la cantidad de agua disponible para el crecimiento microbiano (Alzamora, 2004).

Aplicación de recubrimiento comestible

Los recubrimientos comestibles son aquellos formados a partir de formulaciones que contengan aditivos permitidos para su uso alimentario. Además se puede definir como

una matriz continua, delgada formadas a partir de biopolímeros, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento (FDA, 2006). Los recubrimientos se comportan principalmente como barreras que reducen la difusión de gases (O₂, CO₂, vapor de agua), permitiendo extender la vida útil del alimento en fresco (Trejo A., 2007).

Estos recubrimientos son películas biodegradables que se adhieren a la superficie del alimento creando una barrera semipermeable a gases como el O₂ y CO₂ y al vapor de agua, lo que permite mantener la integridad del producto, mejoran sus propiedades mecánicas y retienen los compuestos volátiles creando una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de respiración y el proceso de envejecimiento del producto. (Asvid Ltda., 2009)

Para mejorar las propiedades de barrera al vapor de agua de este tipo de recubrimientos se pueden incorporar lípidos, que emulsificados en la solución formadora de coberturas o formando una doble capa sobre el producto, pueden ayudar a prevenir reacciones degradativas del tejido como consecuencia de la pérdida de humedad, así como las reacciones respiratorias en los tejidos vegetales (Rojas, 2007).

Se pueden formular coberturas comestibles combinando las ventajas de los componentes hidrocoloides y de los componentes lipídicos, éstos últimos como barrera al vapor de agua y los primeros como barrera selectiva al oxígeno y al dióxido de carbono, además de proveer una matriz de soporte estructural. Varios materiales pueden ser incorporados dentro de las películas comestibles como agentes antimicrobianos, ácidos orgánicos, antioxidantes, colorantes saborizantes y otros compuestos nutritivos. Entre los conservantes químicos: ácido benzoico, benzoato de sodio, ácido sórbico, sorbato de potasio y ácido propiónico (Bosques, 2003).

En los recubrimientos de frutas frescas cortadas, además de plastificantes, se utilizan agentes antioxidantes tales como el ácido ascórbico, o ácido cítrico que se utiliza comúnmente para agregar un sabor ácido, a productos de bebida y comida, este ácido es una sustancia natural que se encuentra en los alimentos, y es seguro para la salud como para el medio ambiente (Rojas, 2007).

A continuación se presenta el proceso de recubrimiento con películas comestibles en fresa, de acuerdo a requisitos higiénicos y sanitarios correspondientes para generar un producto inocuo y de calidad para consumo humano.

Recepción.- La fruta se recibe bajo determinadas condiciones de maduración, fresca, entera y en buen estado.

Selección.- Se seleccionan aquellas frutas que tengan buena calidad, se elimina frutas que presenten lesiones mecánicas y se acepta las de apariencia firme, exentas de hongos visibles y de color homogéneo, con un nivel de madurez cinco, (la intensidad del color rojo aumenta y empieza a cubrir la región cercana al cáliz.) de acuerdo a la Norma Técnica ICONTEC 4103.

Pesado.- Se toma cuatro lotes de fruta homogéneos de 20 unidades seleccionadas en base a las características físicas requeridas y se procede al pesado.

Lavado.- Las fresas se sumergen en agua durante 2 minutos, con la finalidad de retirar impurezas como basura y tierra.

Desinfección UV-C.- Para la desinfección se emplea un equipo de radiación, construido con bandejas para contener la fruta y 2 lámparas de radiación ubicada a 30 cm de distancia de las bandejas. El tratamiento de la fruta dentro del equipo es de 7.50 minutos de exposición, Método (Álvarez, 2010).

Recubrimiento comestible.- Cada lote de fresa se somete a los diferentes tratamientos con distintas soluciones de recubrimiento comestible, a la temperatura de la solución de inmersión determinada y de acuerdo al tiempo determinado por el diseño.

Secado.- Se deposita los lotes de fresa recubiertos en rejillas para proceder al secado mediante ventilación a 20°C por un tiempo 60 minutos.

Análisis.- Se determina los parámetros físico – químicos como: humedad, pH, sólidos solubles, vitamina C, acidez, textura y microbiológicos como: Recuento Total, *Staphylococcus aureus*, Coliformes, Mohos y Levaduras.

Envasado.- Las frutas se envasan en canastillas plásticas de fondo liso utilizadas en el mercado interno de acuerdo a Normas ICONTEC 4103.

Almacenado.- Las muestras de fruta son almacenadas a una temperatura de 4 a 5°C.

2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Almacenamiento de la fruta

Si la producción frutícola ha de almacenarse, es importante que el producto de partida sea de primera calidad. El lote a almacenar debe estar libre de daños o defectos y los recipientes que lo contengan deberán estar bien ventilados y ser lo suficientemente resistentes para soportar el apilado. En general, las prácticas adecuadas de almacenamiento incluyen el control de la temperatura, de la humedad relativa, de la circulación del aire y del espacio entre las cajas para una ventilación adecuada, así como evitar una mezcla de artículos incompatibles. La inspección del producto almacenado y la limpieza de los almacenes efectuados regularmente, ayudarán a reducir pérdidas, disminuirán la contaminación por insectos y evitarán la difusión de plagas (FAO, 1985).

Las técnicas de almacenamiento que se utilizan después de la cosecha son muy importantes, una vez que las frutas han sido empacadas para su comercialización en fresco, tienen el propósito de conservar la calidad de las mismas, teniendo en cuenta las condiciones ambientales adecuadas que permitan reducir la velocidad de los procesos vitales de estos productos, y disponer de ellos por períodos más prolongados que los normales, además ofrecer productos frescos a mercados distantes y reducir pérdidas durante su comercialización. Dentro de las técnicas más utilizadas para la conservación de frutas y hortalizas encontramos la refrigeración, el uso de atmósferas controladas, uso de absorbentes de etileno, aplicación de películas cubrientes y aplicación exógena de fitorreguladores. (Parikh y col., 1990).

Conservación de la fresa con excelente calidad

Respecto a las propiedades nutritivas de las fresas, se puede mencionar que 200 gramos de fruta cubren la sexta parte de las necesidades de ácido fólico, el doble de las necesarias de vitamina C y el valor añadido de aportar solo 70 calorías. Por lo tanto, dada su riqueza en antioxidantes, ácido fólico, potasio y salicilatos, la fresa está especialmente recomendada en dietas de prevención de riesgo cardiovascular y de enfermedades degenerativas y cáncer (Almenar, 2005).

El problema del deterioro se debe a que los productos hortofrutícolas son tejidos vivos que están sujetos a continuos cambios después de ser cosechados. Durante el almacenamiento, las frutas y hortalizas continúan respirando, es decir consumiendo oxígeno (O₂) y desprendiendo dióxido de carbono (CO₂). La velocidad de deterioro es generalmente proporcional a la velocidad a la que transcurre la respiración del producto. Además, las frutas y hortalizas también transpiran, es decir pierden agua, lo cual produce pérdidas importantes por deshidratación (Almenar, 2005).

Correcto almacenamiento de la fruta

En condiciones de almacenamiento de $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de 75%, los recubrimientos comestibles lograron aumentar el tiempo de vida útil de las frutas hasta en 10 días retrasando los cambios de color, de firmeza, la pérdida de humedad y el sabor en comparación con los frutos sin recubrimiento. El almacenamiento en atmósferas controladas o modificadas deberá utilizarse como suplemento de un control adecuado de temperatura y humedad relativa (FAO, 2001).

El almacenamiento en atmósferas controladas de producto cargado en tarimas, cargas unitarizadas o "palletizadas" es posible utilizando una estructura que evite la fuga de gases. Cualquier número de tarimas puede acomodarse en el interior de una cubierta plástica. Una cubierta de polietileno se coloca sobre la tarima de carga del producto y se sella introduciendo una manguera de hule dentro del recipiente acanalado (FAO, 2001)

Vida útil de la fresa

La variedad remontante de fresas es la variedad Albión que continúa aumentando en popularidad entre los consumidores, detallistas y agricultores; ha obtenido una buena comercialización en todos los puntos de venta desde finales de mayo en adelante, en el que se incluyeron la cosecha de plantas de primer y de segundo año. Sus buenos rendimientos al ser una fruta de primera calidad, su excelente sabor, sus altos niveles de azúcar y una larga vida útil, son los factores que han contribuido principalmente a hacer de Albión la variedad elegida por muchos.

Las principales características que hacen que esta variedad sea preferida por los consumidores son: excepcional calidad organoléptica del fruto y excepcional sabor, rendimientos parecidos a Diamante y un poco menos que aroma, alta resistencia a condiciones meteorológicas adversas y a enfermedades.

Cuadro N. 1: Composición Nutricional de la fresa

Componente	Contenido en 100 gr de porción comestible de fresa
Calorías	26-34 Kcal
Agua	87-92 g
Grasas	0.6 g
Proteínas	0.33-0.9 g
Fibra	0.47-2.2g
Azúcar	5.3-6.2 g
Cenizas	0.32-0.5 g
Calcio	10-42 mg
Hierro	0.4-1.5 mg
Vitamina A	U.I.
Tiamina	0.01-0.03 mg
Riboflavina	0.01-0.06 mg
Niacina	0.3-0.84 mg
Ácido ascórbico	37-150 mg

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Los distintos métodos de conservación de alimentos pretenden incrementar la vida útil de los productos durante su almacenamiento, idealmente, aplicando técnicas que logren impedir alteraciones microbiológicas pero manteniendo la calidad.

2.5 Hipótesis

Hipótesis nula:

Ho: La aplicación de recubrimientos comestibles (gelatina, glicerol, tween, ácido cítrico y glucosa) no tiene efecto en el tiempo de vida útil de fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión.

Hipótesis alternativa:

H1: La aplicación de recubrimientos comestibles (gelatina, glicerol, tween, ácido cítrico y glucosa) tiene efecto en el tiempo de vida útil de fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión.

2.6 Señalamiento de variables

Variable Independiente: Aplicación de recubrimiento comestible

Variable Dependiente: Vida útil de la fresa

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad básica de la investigación

Este proyecto tiene dos modalidades de investigación como son: bibliográfica-documental y experimental. Se utilizan estas modalidades debido a la recopilación de información que se adquiere en documentos como tesis de grado, proyectos de investigación, revistas científicas, periódicos, publicaciones en internet, etc.

La investigación bibliográfica-documental, es fundamental ya que se busca conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y diversos criterios de varios autores sobre la investigación, basándose en documentos, libros, revistas, periódicos y publicaciones tipo científico. Cabe mencionar que la modalidad experimental se desarrollará en sitios apropiados como laboratorios, donde se efectúa los respectivos análisis de cada tratamiento, resultados que proyecten conclusiones relacionados con los objetivos e hipótesis planteados.

Es por ello que en el trabajo investigativo se plantea un diseño experimental, mismo que se lo ejecutó en el laboratorio de la UOITA, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato como parte del proyecto de investigación financiado por el CENI: “Conservación de frutas no climatéricas de la provincia de Tungurahua mediante técnicas de mínimo proceso para el consumo interno y de exportación”.

3.2 Nivel o tipo de investigación

El proyecto pretende conservar las fresas con recubrimiento de películas comestibles, el mismo que se basa en los siguientes aspectos:

Investigación Descriptiva.- En las investigaciones de tipo descriptiva, consiste fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno concreto indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

Investigación Exploratoria.- Dirigidos a la formulación más precisa de un problema de investigación, dado que se carece de información suficiente y de conocimiento previos del objeto de estudio, resulta lógico que la formulación inicial del problema sea imprecisa. En este caso la exploración permite obtener nuevos datos y elementos que pueden conducir al objetivo planteado.

Investigación Correlacional.- Es de gran importancia este tipo de estudio puesto que persigue medir el grado de relación existente entre la variable dependiente e independiente.

3.3 Población y muestra

Población: Para la ejecución del proyecto se toma como población las fresas cultivadas en la provincia de Tungurahua, investigación que se realiza en la Universidad Técnica de Ambato.

Muestra: Se trabajará con fresas en estado de madurez 5 según la Norma ICONTEC 4103 (2012) con el fin de determinar en las mismas el tiempo de vida útil. La intensidad de color rojo aumenta y empieza a cubrir la zona cercana al cáliz.

Se forma lotes de 20 unidades por fruta, y cada lote se somete a los diferentes tratamientos.

Diseño Experimental: Se considera aplicar el diseño experimental de 3^n , debido a que los dos factores, A y B, actúan cada uno con tres niveles.

Modelo aplicable a un diseño 3^n

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + R_k + \varepsilon_{ijk}$$

Se desagregan los efectos, denotándolos con los subíndices L y Q para lineal y cuadrático, respectivamente. Así se tiene el nuevo modelo:

Nótese que $Y_{ijkl} = \mu + A_L + A_Q + B_L + B_Q + A_L B_L + A_L B_Q + A_Q B_L + A_Q B_Q + R_k + \varepsilon_{ijk}$, gado como sigue.

Dónde:

$$A_i = A_L + B_Q$$

$$B_j = B_L + B_Q$$

$$(AB)_{ij} = A_L B_L + A_L B_Q + A_Q B_L + A_Q B_Q$$

Tanto el efecto es lineal, como el efecto cuadrático serán definidos por medio de contrastes, es decir:

$$Efectos = Contrastes = \sum T_i \lambda_j$$

Los contrastes en realidad son combinaciones lineales donde T_i es el total del tratamiento i -ésimo a través de las réplicas que se hayan considerado. En cambio, λ_j , es el coeficiente de la matriz de diseño que corresponde a esa combinación específica de niveles de los factores.

Factor A: Recubrimiento de Azúcar

$$A_0 = 10 \% \text{ de glucosa}$$

$$A_1 = 15 \% \text{ de glucosa}$$

$$A_2 = 20\% \text{ de glucosa}$$

Factor B: Tiempo de Inmersión

$$B_0 = 5 \text{ minutos}$$

$$B_1 = 7.5 \text{ minutos}$$

$$B_2 = 10 \text{ minutos}$$

En la fase experimental se trabaja con 9 tratamientos, tres corridas con tres réplicas cada uno, lo que da un total de 81 respuestas experimentales.

En el Cuadro N° 2 se presenta la “matriz de diseño” del experimento. En ella los tratamientos constituyen las filas, mientras que las columnas determinan los coeficientes necesarios para hallar los efectos de contrastes.

A las fresas se prepara una solución de 0.25% de ácido cítrico, 0.6% de Tween 80, 3% de gelatina, y 1% de glicerol, además a esta solución se añade las siguientes formulaciones:

Cuadro N. 2: Matriz de Diseño

Tratamientos	Código	FACTOR A	FACTOR B
		% de glucosa	Tiempo de inmersión (min)
T1	aobo	10	5
T2	aob1	10	7.50
T3	aob2	10	10
T4	a1bo	15	5
T5	a1b1	15	7.50
T6	a1b2	15	10
T7	a2bo	20	5
T8	a2b1	20	7.50
T9	a2b2	20	10
T10	CONTROL		

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Las respuestas experimentales son:

- Análisis Físico-químicos: Sólidos solubles, acidez, textura, pH, humedad, vitamina C.
- Análisis Microbiológicos: Recuento Total, *Staphylococcus aureus*– Coliformes, Mohos y Levaduras.
- En los dos mejores tratamientos se determinó un análisis sensorial tanto en fresas con recubrimiento comestible como en fresas sin tratamiento; así mismo para el tiempo de vida útil se harán siembras de Recuento Total, Coliformes, Mohos y Levaduras, en las que se hará una comparación de los dos mejores tratamientos frente a un control que en este caso serán fresas sin recubrimiento comestible.

3.4 Operación de variables

Cuadro N. 3: VARIABLE INDEPENDIENTE: Aplicación de recubrimiento comestible

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos de recolección de información
<p>Los recubrimientos comestibles se definen como productos que envuelven a las frutas, creando una barrera semipermeable a gases y vapor de agua. Además mejoran las propiedades mecánicas, ayudan a mantener la integridad estructural del fruto que recubren, a retener compuestos volátiles.</p>	<p>Aplicación de Recubrimiento Comestible</p>	<p>Recubrimiento Comestible</p> <p>Análisis sensorial</p>	<p>¿Será factible la aplicación de un recubrimiento comestible para alargar la vida útil de la fresa durante su almacenamiento?</p> <p>¿Las fresas con recubrimiento comestible tendrán aceptabilidad por parte de los consumidores?</p>	<p>Inmersión</p> <p>Hoja de análisis sensorial del producto</p>

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Cuadro N. 4: VARIABLE DEPENDIENTE: Vida útil de la fresa

Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos de recolección de información
La vida útil de un alimento se definir como el tiempo que transcurre entre la producción/envasado del producto y el punto en el cual se vuelve inaceptable bajo determinadas condiciones ambientales.	Análisis de los alimentos	Análisis físicos:	¿Los análisis físicos serán factores determinantes en la conservación de las fresas?	Norma INEN 162. Potenciómetro
		Acidez		
		pH	¿El recubrimiento comestible evitará la proliferación de microorganismos sin acelerar la maduración?	Norma INEN 1529
		Análisis Microbiológico:	¿Tiene influencia el recubrimiento comestible en los análisis químicos de la fresa?	Refractómetro Brookfield Texture Analyzer Balanza Kern MLS 50-3 Método AOAC 923.09 1980
Análisis Químicos:				
Solidos Solubles				
Textura				
		Humedad		
		Vitamina C		

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

3.5 Recolección de la información.

Se obtiene como datos de respuestas experimentales, dentro de los análisis físico-químicos (°Brix acidez, textura, pH, humedad, vitamina C), análisis sensoriales (respuestas sensoriales recolectadas de un panel de catadores no entrenados y semientrenados) con el objeto de conocer el mejor tratamiento en cuanto a la aceptabilidad del producto en base a sus características organolépticas de acuerdo con una escala hedónica establecida, y los análisis microbiológicos (recuento de UFC/g) para identificar el tiempo de vida útil de la fresa con recubrimiento comestible.

Metodología

Caracterización de los parámetros físico, químico y microbiológico de la fresa con recubrimiento comestible.

Solidos Solubles (°BRIX): Para la determinación de este parámetro se utilizó un refractómetro de mano con escala 0-32 en el que se colocó una gota de fresa previamente triturada y se procedió a la lectura realizando tres replicas.

Acidez: Para determinar el grado de acidez de la fresa se pesó 10 gr. de muestra y se licuó con 90 ml. de agua destilada por un minuto, se utilizó 10 ml del jugo y se tituló con Hidróxido de Sodio 0.1 N, realizando tres replicas.

Textura: Se determinó mediante un análisis de compresión con un texturómetro Pro CT V 1.2 Build 9 con la sonda TA39, para determinar la firmeza de la fresa.

pH: Para la determinación de pH se pesó 10 gr. de muestra que se licuó con 90 ml. de agua destilada, posteriormente se introdujo el electrodo del potenciómetro de marca OAKLON y se registró el valor, realizando tres replicas.

Humedad: Se utilizó una balanza KERNM LS 50-3, colocando 5 gr. de muestra. Esperando un tiempo promedio de 40 minutos para obtener el dato de humedad, realizando tres replicas.

Vitamina C: Para determinar vitamina C en la fresa se pesó 12 gr. de fresa y se licuó con 50 ml. de ácido oxálico por un minuto, se procedió a filtrar; de lo cual se utilizó una alícuota de 5 ml para la titulación.

Microbiológico: Este análisis se lo realizó bajo la Norma INEN 1529 - 2 que detalla el procedimiento para siembra en placa.

Análisis sensorial de los mejores tratamientos.

Se realiza un análisis sensorial de los mejores tratamientos para lo cual se utiliza un panel de catadores conformado por 24 personas por 3 ocasiones; las características organolépticas que se analizan son: olor, color, dulzor, textura. Para lo cual se aplica un diseño de bloques completamente al azar los cuales son muy útiles para analizar situaciones en las cuales las respuestas pueden ser afectadas por factores exógenos a los tratamientos.

Modelo aplicable a un diseño de bloques completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + B_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observaciones en el i-ésimo catador (bloque) y j-ésimo tratamiento

μ = Promedio global para todas las cataciones

B_i = Efecto del el i-ésimo catador (bloque)

τ_j = Efecto del j-ésimo tratamiento

ε_{ij} = Variables aleatorias independientes

Nótese que los efectos principales A, B y de interacción AB, se han desagregado como sigue.

Determinación del tiempo de vida útil de las frutas utilizando los mejores tratamientos.

En las últimas décadas especialmente con el apareamiento de los movimientos de defensa del consumidor varios sistemas de información se han propuesto como parte del

derecho del saber de los consumidores. Apertura de datos sobre un alimento debe estar en la etiqueta, en forma legible y de fácil lectura, el propósito es informar al consumidor sobre la vida de anaquel del producto.

Sugirió los tipos de deterioro que siguen una cinética de primer orden, entre ellos se encuentra la rancidez, que se observa en aceites o vegetales secos, el crecimiento microbiano en frutas frescas, carne y pescado o muerte de microorganismos por tratamiento térmico, y gran disminución de textura en frutas, las pérdidas de vitaminas en los alimentos, y la pérdida de la calidad proteica en alimentos secos (Labuza, 1982).

Para determinar la vida útil se considera el método propuesto por Alvarado, (1996).

El cálculo de tiempo de vida útil se lo efectúa mediante el contenido microbiano (recuento total) se lleva a cabo teniendo en cuenta la cinética de primer orden:

$$\ln C = \ln C_0 + kt$$

Dónde:

C = parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil

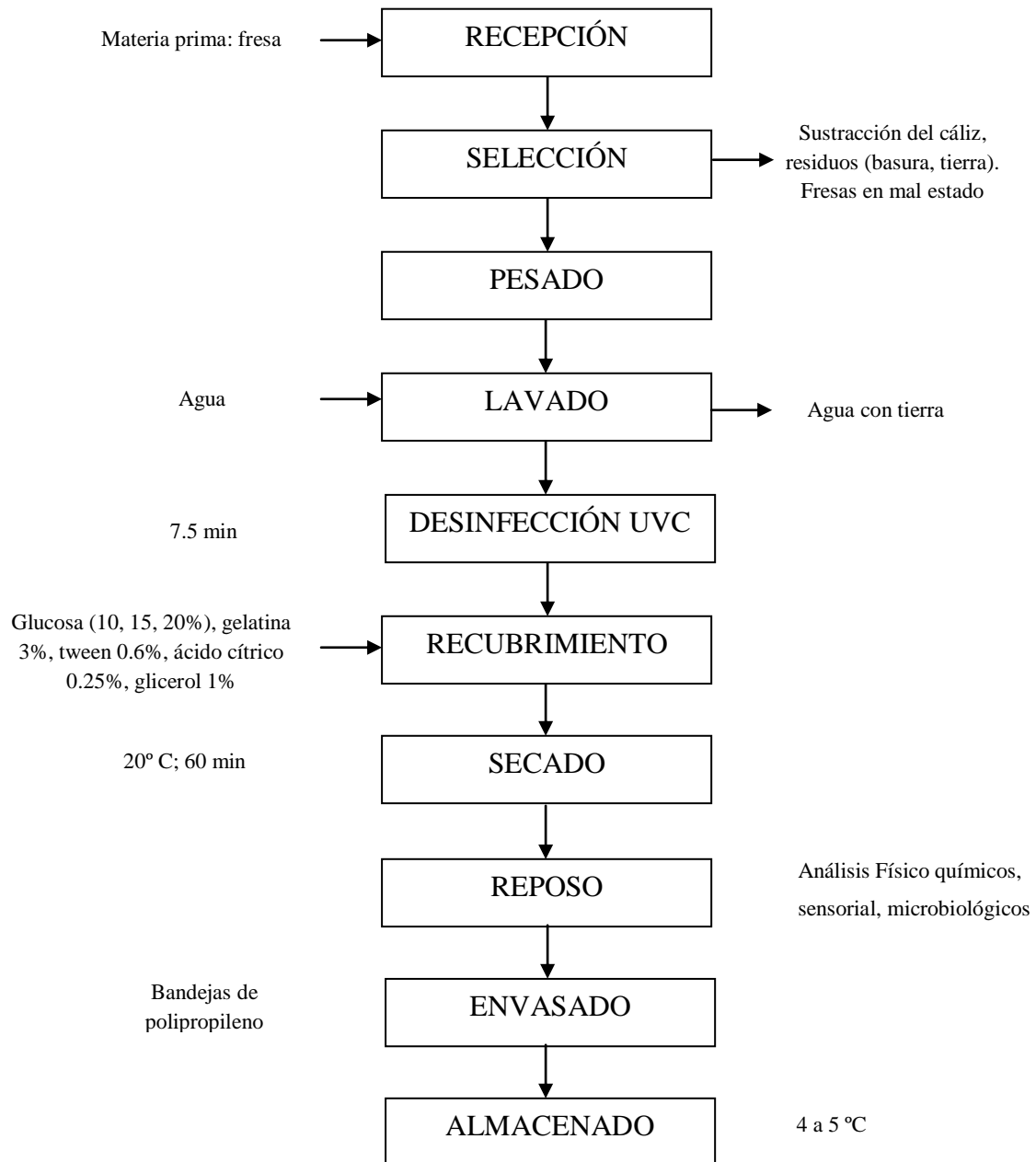
C₀ = concentración inicial

t = tiempo de reacción

k = constante de velocidad de reacción

Aplicación de técnicas de recubrimiento comestibles en fresas mediante inmersión.

Gráfico N. 3: Diagrama de flujo de la aplicación del recubrimiento comestible en la fresa



Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

3.6 Plan de procesamiento de la información

Para el desarrollo de este proyecto de investigación es indispensable tener un conocimiento de las características de los recubrimientos comestibles su uso y aplicación en la industria alimentaria, así mismo es importante tener en cuenta la producción nacional de la fresa.

Para el procesamiento de los resultados experimentales se utilizan paquetes informático que permite desarrollar el artículo y realizar las pruebas de comparación múltiple de los resultados obtenidos se utilizará el paquete estadístico Statgraphics[®]Plus el cual nos permite procesar datos complejos, que facilitan la interpretación de los resultados y la selección del mejor tratamiento, logrando así obtener un producto con características físico-químicas y sensoriales aceptables por el consumidor.

En la investigación se analizaron e interpretaron los resultados con análisis estadísticos que nos indicaron cuál fue el mejor tratamiento de conservación de las fresas; además se realizó una comprobación de objetivos e hipótesis, finalmente se plantearon las conclusiones y recomendaciones que deja este trabajo de investigación.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e Interpretación de los resultados

4.1.1 Análisis Físico-Químicos

La parte experimental de la aplicación del recubrimiento comestible en fresas variedad Albión, fue realizada en las primeras horas de la mañana, las fresas fueron procesadas de acuerdo al diseño estadístico 3ⁿ; las frutas fueron seleccionadas con la finalidad de trabajar con similares tamaños, color y grado de madurez. Los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de las fresas con recubrimiento comestible y el control indican en el ANEXO A.

En él se indica que de T₁ a T₉ fueron las frutas que estuvieron expuestas a radiación UV-C y recubiertas con las diferentes formulaciones del recubrimiento comestible y el T₁₀ fueron aquellas fresas que no estuvieron expuestas a radiación UV-C ni sumergidas en la formulación del recubrimiento comestible; por lo tanto a estas se las denomina como Control.

Contenido de sólidos solubles.

Los valores de sólidos solubles expresados en °Brix de las fresas con recubrimiento comestible y el control se reportan en la Tabla A1, en ella se observa que posee un valor mínimo de $9,08 \pm 0,126$ en el Tratamiento 5 y un máximo de $10,47 \pm 0,318$ en el Tratamiento 6; mientras que se obtiene un valor de $8,84 \pm 0,290$ en fresas que no fueron sometidas al recubrimiento comestible (Control). En consecuencia se puede decir que los porcentajes de concentración de glucosa a las que fueron sometidas las fresas influyen en el incremento de los sólidos solubles. Trejo et al. (2007) señala un leve aumento en sólidos solubles cuando recubre fresas con películas elaboradas con 1, 2 y 3% de gelatina, 0.5% de ácido acético, tween 60 al 0.6% y glicerol al 1%.

El análisis de varianza de los sólidos solubles para el diseño central 3^n , Tabla B1, señala que el contenido de glucosa, el tiempo de inmersión y las réplicas no presentan diferencias significativas a un nivel de confianza de 95%, lo que significa que el °Brix de las frutas al final de los tratamientos son los mismos cuando cambia el nivel de glucosa de 10, 15 y 20% en la película de recubrimiento, ni tampoco cambia cuando se aumenta el tiempo de inmersión de 5, 7.50 y 10 minutos. Adicionalmente podemos indicar que los resultados en las réplicas indican que el experimento se realizó en buenas condiciones.

La ecuación de la distribución de los resultados obtenidos y su representación gráfica se indica en el gráfico C1 (Anexo C)

Contenido de acidez.

La acidez titulable se define como una medida de cambios de concentración de ácidos orgánicos del fruto, el contenido de acidez generalmente se expresa en g de ácido cítrico/100 g de fruta. En la Tabla A2 se reportan los valores de acidez de las fresas obteniendo así un valor mínimo de $0,96 \pm 0,037$ en el tratamiento 3 y un valor máximo de $1,074 \pm 0,012$ en el tratamiento 1; mientras que en el tratamiento control se obtuvo un valor de acidez de la fresa $1,11 \pm 0,19$.

El análisis de varianza, Tabla B 3, para acidez titulable indica que no existe diferencia significativa en el porcentaje de glucosa, tiempo de inmersión y en sus réplicas a un nivel de confianza del 95%, lo que significa que todos los tratamientos son iguales. Acotando que Trejo et al. (2007) señala que cuando recubre fresas con películas elaboradas con 1, 2 y 3% de gelatina, 0.5% de ácido acético, tween 60 al 0.6% y glicerol al 1%, no se presentó diferencia significativa ($P \geq 0.05$) en la acidez de las fresas por la concentración de gelatina ni por tiempo de inmersión.

La ecuación de la distribución de los resultados obtenidos y su representación gráfica se indica en el gráfico C2 (Anexo C).

Textura

La textura o firmeza es la propiedad física representativa del proceso de masticación y percepción del alimento en la boca; es considerada como otro parámetro clave, indicador de calidad, por ser directamente proporcional al grado de madurez del fruto.

Los valores de firmeza se expresan en Kg / sq cm; En la Tabla A 3 se indican los valores de textura en fresas con recubrimiento comestible obteniendo un mínimo de 125 Kg / sq cm \pm 19,32 y un máximo de 205 Kg / sq cm \pm 25,92; mientras que se obtuvo un valor de 131 Kg / sq cm \pm 22,3 en fresas utilizadas como control.

El análisis de varianza, Tabla B 5, indica a un nivel de confianza del 95% que no existe diferencia significativa en el porcentaje de glucosa, en el tiempo de inmersión ni en las réplicas, lo que significa que los valores de textura en las fresas no cambian al ser sometidos a diferentes tiempos de inmersión: 5, 7,5 y 10 minutos, ni en el porcentaje de glucosa: 10, 15 y 20% en la película de recubrimiento, por lo tanto la textura de las fresas son iguales al final de los diferentes procesos.

La ecuación de la distribución de los resultados obtenidos y su representación gráfica se indica en el gráfico C3 (Anexo C)

pH

El pH es uno de los parámetros que presenta menor variación durante el período de pos cosecha de la fresa. Los valores de pH de las fresas se reportan en la Tabla A 4 en ella se indica el valor mínimo de pH tiene el tratamiento 9 con $3,820 \pm 0,04$ y un valor máximo de $3,93 \pm 0,01$ en el tratamiento 6; mientras que el pH de las fresas control presentan un valor de $3,865 \pm 0,02$. Por lo tanto el recubrimiento comestible no afecta el pH de la fresa en estado natural. González (2005) menciona que los alimentos a pH inferiores a 4,2 controlan casi todos los microorganismos patógenos que producen intoxicaciones alimentarias.

El análisis de varianza, Tabla B 7, a un nivel de confianza del 95% señala que no existe diferencia significativa durante el proceso de recubrimiento en los diferentes tratamientos, ya que los valores de pH son semejantes, por lo tanto el porcentaje de glucosa y el tiempo de inmersión no influyen sobre la variable de pH.

La ecuación de la distribución de los resultados obtenidos y su representación gráfica se indica en el gráfico C4 (Anexo C)

Humedad

El agua es el componente más abundante de los frutos, encontrándose en niveles comprendidos entre 86 y 94%. La fresa presenta una elevada tasa de transpiración, produciendo pérdidas de agua que implican arrugamiento (aspecto envejecido), disminución de peso comercial y descenso de la calidad sensorial, afectando a la apariencia, textura y jugosidad del fruto, este problema es más notable en el caso de las fresas, pues debido a su fina piel no poseen una buena barrera exterior con que retener el agua Olías, 1998.

Los valores de humedad de las fresas se encuentran en la Tabla A 5 en ella se reporta que el valor mínimo es de $86,81 \pm 0,35$ en el tratamiento 4, mientras que el valor máximo de la fresa con recubrimiento comestible se obtiene en el tratamiento 3 que posee $90,13 \pm 0,06$ de humedad; las fresas utilizadas como control obtuvieron un valor de humedad de $87,65 \pm 0,752$. Por lo tanto la aplicación de recubrimiento comestible en las fresas aumenta el porcentaje de humedad de las mismas.

El análisis de varianza, tabla B 9, indica que a un nivel de confianza del 95% no existe diferencia significativa durante el proceso de recubrimiento, por lo tanto el porcentaje de glucosa y el tiempo de inmersión no influyen sobre la humedad de las fresas tratadas.

La ecuación de la distribución de los resultados obtenidos y su representación gráfica se indica en el gráfico C5 (Anexo C)

Vitamina C

La vitamina C o ácido ascórbico es un componente esencial en la dieta, la cual se puede encontrar principalmente en frutas y hortalizas. El análisis de este compuesto natural es importante desde el punto de vista de la calidad del alimento.

En las fresas tratadas se encontró una disminución de vitamina C, se sabe que el ácido ascórbico es muy sensible a varios métodos de procesado. Los factores que pueden influir en la naturaleza del mecanismo de degradación incluye la temperatura, concentración de sal y azúcar, pH, oxígeno, enzimas y metales (Priesley, 1979; Steaven,

1988; Steaven y col., 1985; Belitz y col., 1999). El contenido de vitamina C en fresas se observa en la Tabla A 6 en la que se reporta un valor máximo de 75,32 mg vitamina C / 100 g fresa \pm 0,795 en el tratamiento 7, y un valor mínimo de 63,97 mg vitamina C / 100 g fresa \pm 2,419 en el tratamiento 6; mientras que en las fresas analizadas como control obtienen un valor de 72,61 mg vitamina C / 100 g fresa \pm 2,38.

El análisis de varianza para vitamina C, Tabla B11, indica que existe diferencia significativa en el tiempo de inmersión a un nivel de confianza del 95%, lo que significa que el porcentaje de vitamina C de las fresas cambia de valor al ser sometidos a diferentes tiempos de inmersión: 5, 7,50 y 10 minutos; mientras que el porcentaje de glucosa de las soluciones de inmersión y en las réplicas no afectan al contenido de vitamina C de las fresas. Adicionalmente podemos indicar que los resultados en las réplicas indican que el experimento se realizó en buenas condiciones.

Debido a que existe diferencia significativa con relación al tiempo de inmersión se realizó la prueba de Duncan a un nivel de confianza del 95%, Tabla B 13, en la que se observa que los mejores tratamientos son: 7 (20% glucosa, 5 min de inmersión), 1 (10% glucosa, 5 min de inmersión), 9 (20% glucosa, 10 min de inmersión), 4 (15% glucosa, 5 min de inmersión), 5 (15% glucosa, 7,5 min de inmersión); esto en base al criterio “lo mayor es mejor” es decir que interesa la más alta concentración de vitamina C.

La ecuación de la distribución de los resultados obtenidos y su representación gráfica se indica en el gráfico C6 (Anexo C).

4.1.2 Análisis Microbiológicos

Mesófilos totales

En la Tabla A 7 se encuentran los valores de recuento total expresados en unidades formadoras de colonias/ gramo de fresa en la cual se observa un valor mínimo de 100 UFC/g \pm 10 y un máximo de 596,6 UFC/g. \pm 5,77; mientras que existe mayor cantidad de mesófilos totales en fresas analizadas para el control obteniendo así un valor de 651,48 UFC/g \pm 27,13. Por lo tanto se puede decir que la metodología utilizada permite disminuir el contenido de bacterias mesófilos presentes en la fresa.

El análisis de varianza para recuento de mesófilos totales, Tabla B 14, indica que existe diferencia significativa en el porcentaje de glucosa de la solución, a un nivel de confianza del 95%, lo que significa que el porcentaje de eliminación de microorganismos se ven afectada cuando las fresas son sometidas a diferentes concentraciones de glucosa. La prueba de Duncan a un nivel de confianza del 95% reportada en la tabla B 16, señala que los mejores tratamientos son: 9 (20% glucosa, 10 min inmersión), 2 (10% glucosa, 7,5 min inmersión).

La ecuación de la distribución de los resultados obtenidos y su representación gráfica se indica en el gráfico C7 (Anexo C)

Staphylococcus aureus

En la Tabla A 8 se encuentran los valores de *Staphylococcus aureus* expresados en UFC/ g de fresas, en la cual se observa que las fresas que expuestas al recubrimiento comestible y a radiación ultravioleta de onda corta UV-C posee un valor que va desde 6,66 UFC/g de fresa en el tratamiento 9 hasta 46,66 UFC/g de fresa en el tratamiento 4, mientras que el tratamiento control posee 84,37 UFC/g de fresa. Por lo tanto la metodología utilizada en el proyecto reduce significativamente la cantidad de *Staphylococcus aureus* presente en la fresa.

El análisis de varianza para *Staphylococcus aureus*, Tabla B 17, indica que existe diferencia significativa en el tiempo de inmersión, nivel de confianza del 95%, lo que significa que el porcentaje de eliminación de microorganismos se ve afectado cuando las fresas son sometidas a diferentes tiempos de inmersión: 5, 7,50 y 10 minutos.

Debido a que existe diferencia significativa con relación al porcentaje de glucosa se aplicó la diferencia significativa de las medias, prueba de Duncan a un nivel de confianza del 95%, Tabla B 19, en la que se indica que los mejores tratamientos son: 2 (10% glucosa, 7,5 min inmersión), 9 (20% glucosa, 10 min inmersión), y 1 (10% glucosa, 5 min inmersión).

La ecuación de la distribución de los resultados obtenidos y su representación gráfica se indica en el gráfico C8 (Anexo C)

Coliformes

En la Tabla A 9 se encuentran los valores de Coliformes expresados en UFC/ g de fresa, en la cual se observa que posee un valor mínimo de 33,33 UFC/g fresa en el tratamiento 2 y 9 y un máximo de 86,66 UFC/g fresa en el tratamiento 6; mientras que el tratamiento control posee un valor de 271,11 UFC/g fresa. Por lo tanto se puede decir que la metodología utilizada permite disminuir el contenido de coliformes presentes en la fresa.

El análisis de varianza para Coliformes, Tabla B 20, a un nivel de confianza del 95%, indica que no existe diferencia significativa en los efectos pero sí existe interacción, altamente significativa en glucosa*glucosa y en glucosa*tiempo de inmersión.

La ecuación de la distribución de los resultados obtenidos y su representación gráfica se indica en el gráfico C9 (Anexo C)

Mohos y Levaduras

El *Bortrytis cinerea* es un hongo que causa moho gris, una enfermedad extendida que afecta a las plantas de las fresas, ya que estas tienden a madurar y a pudrirse rápidamente.

En la Tabla A 10 se indican los valores de mohos y levaduras, expresados en UFC/ g de fresas, en la cual se observa que posee un valor que va desde 176 UFC/g fresa en el tratamiento 2 hasta 256 UFC/g fresa en el tratamiento 7, mientras que el tratamiento control posee un valor de 972.59. Por lo tanto se puede decir que la metodología utilizada permite disminuir el contenido de mohos y levaduras presentes en la fresa. Alzamora (2007) señala que la radiación ultravioleta de onda corta UV-C es una tecnología alternativa para inactivar microorganismos en la superficie de los alimentos, causando daño al ADN de los mismos, generando así mutaciones que bloquean la replicación celular provocando la muerte microbiana.

El análisis de varianza para mohos y levaduras, Tabla B 23, a un nivel de confianza del 95% indica que existe diferencia altamente significativa en los efectos de glucosa y tiempo de inmersión, además también existe interacción entre la glucosa * tiempo de inmersión y en tiempo de inmersión* tiempo de inmersión.

Debido a que existe diferencia significativa con relación al porcentaje de glucosa y el tiempo de inmersión se realizó la prueba de Duncan a un nivel de confianza del 95% reportada en la Tabla B 25 en la que se indica que el mejor tratamiento es: 9 (20% glucosa, 10 min inmersión).

La ecuación de la distribución de los resultados obtenidos y su representación gráfica se indica en el gráfico C10 (Anexo C)

4.1.3 Análisis Sensorial

Según las respuestas microbiológicas indican que existe mayor porcentaje de eliminación de microorganismos en los tratamientos 2 y 9, los mismos que fueron seleccionados como mejores tratamientos para determinar su vida útil; los cuales se codificaron con tres números, la muestra 358: correspondiente a las fresas sumergidas en una solución con 20% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 10 minutos de inmersión; muestra 654: fresas en solución de 10% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 7,50 minutos de inmersión y finalmente la muestra 421: fresas sin tratamiento, con el fin de compararlo. Las muestras fueron analizadas sensorialmente y sus resultados se indican a continuación.

Olor

En la Tabla D 2.1 se presentan los valores con los cuales los catadores calificaron a los mejores tratamientos de las fresas con recubrimiento comestible, obteniéndose un valor de 3,11 para fresas de la muestra 358 correspondiente a las fresas sumergidas en una solución con 20% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 10 minutos de inmersión, seguido por 2,74 que corresponde al promedio de la muestra 654 fresas en solución de 10% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 7,50 minutos de inmersión, y finalmente un valor de 1,43 para la muestra 421 fresas sin tratamiento.

En la Tabla D 3.1.1 se presenta en análisis de varianza para la característica olor, observando que los tratamientos analizados presentan una diferencia altamente

significativa a un nivel de confianza $\alpha < 0,01$, tanto en los tratamientos como en los catadores. La diferencia altamente significativa en los catadores se debe a que fueron no entrenados, sino personas habitualmente consumidores de fresas.

Debido a que existe diferencia significativa, se procedió a un análisis de Tukey ($\alpha < 0,05$) y que se encuentra reportado en la Tabla D-3.1.2, este análisis indica que la muestra 358, fresas sumergidas en una solución con 20% de glucosa y por un tiempo de 10 minutos de inmersión, presenta mejor color que la muestra 654 fresas en solución de 10% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 7,50 minutos de inmersión y que las fresas sin tratamiento.

Color

En la tabla D 2.2 se presentan los valores sensoriales en color de fresas, se obtuvo un promedio de 3,57 para fresas de la muestra 358 correspondiente a las fresas sumergidas en una solución con 20% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 10 minutos de inmersión, seguido por 3,21 que corresponde a la 654 fresas en solución de 10% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 7,50 minutos de inmersión, y finalmente se obtiene un promedio de 1,72 para la muestra 421 fresas sin tratamiento, según Weller et al. (1998) las películas de proteína otorgan brillo al producto recubierto mejorando la apariencia del fruto.

El análisis de varianza, Tabla D-3.2.1, indica que existe diferencia altamente significativa en los tratamientos, pero no existe diferencia en los catadores. El análisis de Tukey ($\alpha < 0,05$), Tabla D-3.2.2, nos da como mejor tratamiento a la muestra 358 (fresas tratadas con la aplicación de 20% de glucosa y 10 minutos de inmersión), seguida de la muestra 654 fresas en solución de 10% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 7,50 minutos de inmersión y la 421 fresas sin tratamiento.

Dulzor

En la tabla D 2.3, se indica los valores sensoriales en dulzor de fresa, con un promedio de 3,63 para fresas de la muestra 358 correspondiente a las fresas sumergidas en una solución con 20% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween

+ 0.25% de ácido cítrico + 10 minutos de inmersión, seguido por 3,26 que corresponde al promedio de la muestra 654 fresas en solución de 10% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 7,50 minutos de inmersión, y finalmente se obtiene un promedio de 1,93 para la muestra 421 fresas sin tratamiento.

En la Tabla D-3.3.1 se presenta el análisis de varianza de la característica dulzor, existiendo diferencia altamente significativa en los tratamientos, sin embargo en los catadores no existe diferencia. El análisis de Tukey ($\alpha < 0,05$), Tabla D-3.3.2, indica que el mejor tratamiento para fresas cuando se le aplicó el 20 % de glucosa con 10 minutos de inmersión, lo que significa que a mayor cantidad de glucosa y a mayor tiempo de inmersión las frutas adsorben la glucosa y le da la sensación de dulzura.

Textura

En la tabla D 2.4 se presentan los valores que los catadores calificaron a las fresas en textura. Se obtuvieron un promedio de 3,47 para fresas de la muestra 358 correspondiente a las fresas sumergidas en una solución con 20% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 10 minutos de inmersión, seguido por 3,31 que corresponde al promedio de la muestra 654 fresas en solución de 10% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 7,50 minutos de inmersión, y finalmente se obtiene un promedio de 2,19 para la muestra 421 fresas sin tratamiento.

En la Tabla D-3.4.1, se presenta el análisis de varianza de la característica textura en la que indica que existe diferencia altamente significativa en los tratamientos, sin embargo en los catadores no existe diferencia.

En la Tabla D-3.4.2 se indica el análisis de Tukey ($\alpha < 0,05$) indica que las fresas de la muestra 358 correspondiente a las fresas sumergidas en una solución con 20% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 10 minutos de inmersión y de la muestra 654 fresas en solución de 10% de glucosa + 3% de gelatina + 1% de glicerol + 0.6% de tween + 0.25% de ácido cítrico + 7,50 minutos de inmersión, son las mejores en textura y existe diferencia estas dos muestras con las muestras con las fresas sin tratamiento.

4.1.4 Análisis De Vida Útil En Los Mejores Tratamientos

Labuza (1999), indica que esencialmente, la vida útil de un alimento, es decir, el período que retendrá un nivel aceptable de su calidad alimenticia desde el punto de vista de la seguridad y del aspecto organoléptico, depende de cuatro factores principales; la formulación, el procesado, el empaçado y las condiciones de almacenamiento.

Estos cuatro factores son críticos pero su relativa importancia depende de la perecibilidad del alimento. Por tanto, es necesario que se seleccione materia prima de calidad, y mantener la inocuidad en el proceso de recubrimiento de la fruta para garantizar la calidad del producto.

La vida útil de las fresas, se extendió mediante la tecnología combinada de radiación de onda corta UV-C y recubrimiento de películas comestibles, permitiendo reducir la presencia de microorganismos, que son los causantes del deterioro y cambios en sus propiedades físicas, nutricionales y sensoriales; adicionalmente se incorporó en la formulación de la película comestible ácido cítrico (0.25%) el cual actuó como conservante, mismo que ayuda a controlar el pH y por ende a inhibir el crecimiento microbiano, además el empaçado se lo efectuó en envases con un sistema de ventilación y el almacenamiento en refrigeración (4°C).

Por lo tanto se utilizaron los dos mejores tratamientos que fueron determinados mediante los análisis microbiológicos: el Tratamiento 2 (10 % de glucosa + 7.50 minutos de inmersión) y el Tratamiento 9 (20 % de glucosa + 10 minutos de inmersión), y con objeto de comparación se realiza el estudio con el tratamiento control; realizándose siembras periódicas dos veces por semana por 18 días; obteniendo registros valores de UFC/ gr de fresa de microorganismos siendo estos: mesófilos totales, coliformes y mohos; los mismos que se reportan en la Tabla E1.

En la Tabla E2 se reportan los valores de UFC/ gr fresa expresados el Ln para proceder a determinar los cálculos de vida útil. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$\ln C = \ln C_0 + kt$$

Despejando la fórmula inicial tenemos:

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{k}$$

Para el reemplazo de la fórmula se utiliza valores estándar (k) para los distintos microorganismos siendo estos:

Mohos y levaduras		Mesófilos totales		Coliformes	
FCT	FST	FCT	FST	FCT	FST
7E-07	4E-07	5E-07	7E-07	1E-06	1E-06

A continuación se realiza un cálculo como ejemplo para la determinación del tiempo de vida útil utilizando los valores de Mohos y Levaduras sin tratamiento:

$$t = \frac{\ln C - \ln C_0}{k}$$

$$t = \frac{7.162 - 6.835}{0.0000004}$$

$$t = 9 \text{ días}$$

Una vez realizados los cálculos correspondientes a cada microorganismo tenemos que el tratamiento aplicado es el adecuado ya que permite aumentar el tiempo de vida útil de las fresas, haciendo una comparación en lo que respecta a mohos y levaduras tenemos que las fresas sin tratamiento tienen una duración de 9 días, mientras que para las fresas a las que se aplicó el recubrimiento comestible tienen un tiempo máximo de vida útil de 16 días, para los mesófilos totales tenemos que sin tratamiento duran 10 días, mientras que las fresas con recubrimiento comestible tienen un tiempo de vida útil de 14 y 16 días para el tratamiento 2 y tratamiento 9, y en lo que se refiere a coliformes las fresas sin tratamiento duran 6 días, y para las fresas que tienen recubrimiento comestible duran 15 y 13 días para el tratamiento 2 y tratamiento 9.

Hay que recalcar que las fresas después de este tiempo empieza a aparecer el moho que es frecuente en las fresas como es el moho *Botrytis cinerea*, dando unas manchas oscuras, lo cual nos indica que el producto ya no es apto para el consumo humano.

4.2 Verificación de la Hipótesis

Se acepta la Hipótesis alternativa (H_1) y se rechaza la Hipótesis nula (H_0), afirmando que la tecnología aplicada con el recubrimiento comestible (gelatina, glicerol, tween, ácido cítrico y glucosa) si influye en el tiempo de vida útil de fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión, debido a que los tratamientos aplicados los recubrimientos difieren al tratamiento control; obteniendo así fresas aptas para el consumo humano hasta después de 16 días, mientras que las fresas que no presentan recubrimiento tienen un tiempo de anaquel de 9 días.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Por medio del estudio se aplicaron recubrimientos comestibles tomando como variante el porcentaje de glucosa y el tiempo de inmersión, utilizando una solución base de 0.25% ácido cítrico, 1% glicerol, 0.6% tween y 3% de gelatina aplicados sobre las fresas (*Fragaria ananassa*) variedad Albión las cuales después de su estudio resultaron apropiados como alternativas para prolongar el tiempo de vida útil de las mismas. Además se puede decir que los parámetros fisicoquímicos de la fresa no se ven afectados después de aplicar el recubrimiento comestible, mejor aún estos se ven aceptados por los consumidores debido a las características finales que las fresas presentan.
- Se realizó los correspondientes análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos y de acuerdo a los resultados que se obtuvo las fresas no presentaron diferencia en cuanto a la acidez y el pH, mientras que, en lo que respecta a los sólidos solubles se ve una mejora ya que al aplicar la glucosa en diferentes concentraciones esta también aumentó en el contenido de sólidos solubles en la fresa proporcionando un mejor sabor y por ende dulzor a la fresa dando cambios de 8,4 en fresas sin tratamiento hasta llegar a obtener 10,47 °Brix aplicando los recubrimientos comestibles, en cuanto al contenido de vitamina C se puede decir que se mantiene, y en algunos casos aumenta, en el caso de la textura y la humedad existió un mínimo incremento debido a la respiración de la fruta, así mismo se realizaron pruebas microbiológicas las mismas que dieron la pauta para determinar dos mejores tratamientos los cuales hacen que se prolongue el tiempo de vida útil de las fresas.
- La evaluación sensorial de las fresas aplicadas al recubrimiento comestible se lo realizó en los mejores tratamientos que se obtuvieron por medio de resultados físicos, químicos y microbiológicos, siendo así los tratamientos que se aplicaron 20% glucosa, 10 min inmersión y 10% de glucosa con 7.50 minutos de inmersión, utilizando catadores semi-entrenados, obteniendo resultados positivos, ya que

mejoraron en su totalidad los parámetros sensoriales apreciados, como son el sabor, color, aroma, dulzor y textura.

- La tecnología de recubrimiento comestible que se aplicó a las fresas si prolonga el tiempo de vida útil de las fresas, obteniendo así una reducción de microorganismos, se realizó una comparación con un control y se tiene que en lo que se refiere a mesófilos totales tuvo un tiempo de duración de 16 días como máximo en fresas con recubrimiento comestible, en mohos y levaduras presentó un tiempo de duración de 16 días en lo que se refiere a coliformes alcanzan un máximo de 15 días; mientras que las fresas control analizadas para una comparación obtuvieron un máximo de 9 días.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los productores manejar de una forma correcta la cosecha y el transporte de la fresa para prevenir que sufran alteraciones físicas y den mal aspecto al consumidor.
- Dar a conocer a los productores este método para la conservación de la fresa con el fin de alargar el tiempo de anaquel de sus productos obteniendo un beneficio económico para sus ingresos.
- Para aumentar el tiempo de vida útil de la fresa es recomendable almacenar el producto a una temperatura adecuada y utilizando un envase adecuado para el almacenamiento el mismo que permita proteger al producto de los cambios ambientales producidos después de aplicar el recubrimiento comestible.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. Datos Informativos

Título: “Metodología para producir recubrimiento comestible (gelatina, ácido cítrico, glicerol, tween y glucosa al 20%) y su aplicación en fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión”

Institución Ejecutora: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos (FCIAL), y Unidad Operativa de Investigación en Tecnología de Alimentos (UOITA).

Beneficiarios: Productores, comerciantes y consumidores de fresa.

Ubicación: Ambato - Ecuador

Tiempo estimado para la ejecución: 6 meses

Inicio: Abril del 2015

Final: Agosto del 2015

Equipo técnico responsable: Egda. Isabel Magdalena Jima, Ing. Alex Valencia.

Costo: 1500 dólares

6.2. Antecedentes de la propuesta

El incremento en consumo de frutas y hortalizas en la alimentación tiene fundamental importancia para la buena salud de los miembros de la familia. Esto se debe a que la naturaleza del producto debe variar lo menos posible en el proceso de elaboración y se debe mantener en óptimas condiciones de conservación, para que no perjudique la salud del consumidor.

Cualquier método de conservación de alimentos tiene como principio fundamental el de prevenir o impedir la alteración y descomposición de los mismos.

Se dice que un alimento se descompone cuando pierde sus características normales, pueden haber cambios en sus características organolépticas (olor, color, sabor), también pueden haber cambios más profundos, como la pérdida de su textura o entrar en proceso

de putrefacción. Cuando las condiciones del medio son desfavorables, los microorganismos retardan o inhiben su desarrollo como por ejemplo, una temperatura muy alta o extremadamente baja, una concentración elevada de azúcar, o falta de agua en el medio, son factores que detienen su actividad (FAO, 2005).

6.3. Justificación

Hoy en día, el uso de películas comestibles se ha expandido para una variedad de productos, con un ingreso anual total superior a \$100 millones. El uso de revestimientos y películas por la industria de alimentos ha sido un tema de interés, por su potencial de incrementar la vida útil de varios productos. Mediante la selección de los materiales adecuados y la tecnología de empaque correcta, es posible que se mantenga la calidad y la frescura de los alimentos (Morales, 2013).

Las pérdidas post cosecha exceden el 30 por ciento en muchos países en desarrollo. La mayoría de las mismas se debe a la falta de infraestructura o a una infraestructura inadecuada para el manipuleo, almacenamiento y elaboración eficiente de la producción agrícola. También contribuyen a estas pérdidas el alto costo de las tecnologías de procesamiento y la falta de información o de un apropiado conocimiento técnico de los procesos. Las películas comestibles y recubrimientos proporcionan varios beneficios de acuerdo al producto. El mantenimiento y mejoramiento de la calidad son funciones importantes de las películas; estas pueden retardar la deshidratación de la superficie, la absorción de humedad, la oxidación de ingredientes, la pérdida de aromas, la absorción de aceite en la fritura y el envejecimiento y deterioración microbiana de los productos (Quintero, 2010).

Las propiedades de barrera contra el oxígeno de las películas pueden prevenir la oxidación de los ingredientes lipídicos, colorantes y sabores de los productos como nueces, confitería, productos fritos, carne con alto contenido de grasa y productos de pescado, entre otros. Varias frutas climatéricas y vegetales pueden ser recubiertas con películas para disminuir la velocidad de respiración. Las propiedades de barrera contra la humedad de las películas comestibles protegen a las frutas y vegetales de la pérdida de humedad que es el factor más crítico que determina la degradación de los productos frescos. Esta propiedad también puede ser utilizada para prevenir la migración de

humedad entre ingredientes de los productos, por ejemplo entre pasas y cereales de desayuno, rellenos de pasteles y la corteza (Han, 2005).

El importante valor nutricional y económico de las frutas en estado fresco es bien conocido. Las frutas son los mejores transportadores de vitaminas, minerales esenciales, fibra dietaria, antioxidantes fenólicos, glucosinolatos y otras sustancias bioactivas. Además proveen de carbohidratos, proteínas y calorías. Estos efectos nutricionales y promotores de la salud mejoran el bienestar humano y reducen el riesgo de varias enfermedades. Por ello las frutas son importantes para nuestra nutrición, sugiriéndose una ingesta de cinco porciones por día. Las frutas son productos altamente perecederos. Comúnmente, hasta un 23 por ciento de las frutas más perecederos se pierden debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, pérdida de agua, daño mecánico durante la cosecha, envasado y transporte, o a las inadecuadas condiciones de traslado. Estas pérdidas ascienden a más del 40-50 por ciento en las regiones tropicales y subtropicales (FAO, 1995)

Las técnicas de conservación se aplican para controlar el deterioro de la calidad de los alimentos, el deterioro puede ser causado por microorganismos y/o por una variedad de reacciones físico-químicas que ocurren después de la cosecha. Desde el punto de vista microbiológico, la conservación de alimentos consiste en exponer a los microorganismos a un medio hostil para prevenir o retardar su crecimiento, disminuir su supervivencia o causar su muerte. Ejemplos de tales factores son bajo pH, la reducción de la actividad de agua, la presencia de conservadores, las temperaturas altas o bajas, la limitación de nutrientes, la radiación ultravioleta y las radiaciones ionizantes. Desafortunadamente, los microorganismos han desarrollado distintos mecanismos para resistir los efectos de estos factores ambientales de estrés. Estos mecanismos, denominados mecanismos homeostáticos, actúan para mantener relativamente sin cambio los parámetros y las actividades fisiológicas claves de los microorganismos, aun cuando el medio que rodea a la célula se haya modificado y sea diferente (Leistner y Gould, 2002).

6.4. Objetivos

Objetivo general

- Establecer la metodología para producir recubrimiento comestible (gelatina, ácido cítrico, glicerol, tween y glucosa al 20%) y su aplicación en fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión

Objetivos específicos

- Contribuir al mejoramiento tecnológico que permita obtener fresas de mejor calidad.
- Evaluar económicamente la película comestible que recubre la fresa.

6.5. Análisis de Factibilidad

Se busca es aplicar una tecnología que permita conservar las fresas a las que se aplicó una película comestible mejorando las condiciones de almacenamiento siendo este un envasado y una temperatura adecuada y por ende que contengan las mismas características físicas y químicas y previniendo la proliferación de microorganismos para otorgarle al consumidor un producto que sea aceptable a su paladar. Va dirigida tanto a los consumidores como también a los pequeños y grandes productores de fresa ya que ellos mismo pueden aplicar esta tecnología y así poder aumentar sus ingresos económicos.

ESTUDIO DE COSTOS

A: Materia Prima

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (día)	PRECIO UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
Fresa (Lb)	320	0,8000	256,00
Glucosa (gr)	64000	0,0028	179,20
Gelatina (gr)	9600	0,0051	48,96
Ácido cítrico (gr)	800	0,0013	1,04
Glicerol (gr)	3200	0,0016	5,12
Tween (gr)	1920	0,0021	4,03
Tarrinas	700	0.05	35,00
		SUMAN	529,35

B: Equipos

Equipos	Costo	H. utilizada	Vida útil	C. anual	C.	C.	TOTAL
Lámparas UVC	250,00	2	10	25,00	0,07	0,01	0,20
Utensilios	400,00	8	5	80	0,32	0,04	0,32
Balanza	120,00	0,5	10	12,00	0,05	0,01	0,03
pH metro	200,00	2	10	20,00	0,08	0,01	0,02
SUMAN							0,57

C: Servicios

Servicios	Consumo	Tiempo	Precio Unitario \$	TOTAL
Agua (m3)	5	Por parada	0,20	1,00
Energía Eléctrica (kW/h)	20	8	0,15	24,00
SUMAN				25,00

D: Personal

Personal	Sueldo	D. Laborables	Horas	C. Día	C. Unitario	TOTAL
1	356	20	8	17,8	2,23	17,8
SUMAN						17,8

COSTO TOTAL

MATERIA PRIMA	529,35
EQUIPOS	0,57
SERVICIOS	25,00
PERSONAL	17,80
TOTAL	\$ 572,72

Se estima una utilidad del 20% por lo cual el costo de producción por día de 320 lb de fresa sería 572,72 dólares; por lo tanto el precio por libra de fresas aplicadas la película comestible es de 1,78 dólares, frente a 1,20 ctvs. que cuesta la libra de fresas en estado natural.

Fresas con recubrimiento que tiene una vida útil de 14 días tiene un costo de 0.06 ctvs./unidad.

Fresas naturales que tienen un tiempo de vida útil de 4 días aproximadamente tiene un costo de 0.04 ctvs./unidad.

6.6. Fundamentación

La fresa *Fragaria ananassa* es una planta perteneciente a la familia Rosacea, considerada fruta de placer por excelencia se destaca 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. Estos compuestos presentes en la fresa tienen un potente poder antioxidante y ayudan a disminuir el riesgo de eventos cardiovasculares, mejoran la función endotelial vascular y disminuyen la trombosis. Por otra parte, se ha demostrado en varios sistemas experimentales la actividad anticancerígena de extractos de fresas, así como su bloqueo de iniciación de la carcinogénesis, y la supresión y la proliferación de tumores.

Varios estudios en los recientes años se han centrado en la cuantificación de las propiedades de barrera de las películas comestibles. Aunque la mayoría de los esfuerzos, están destinados al estudio de la permeabilidad al agua y al oxígeno de las películas, la atención ha incrementado por sus propiedades para retener aromas así como las características que le dan al producto en relación a lo óptico y sensorial. Además de varias ceras, monoglicéridos acetilados, zeínas, colágeno, gomas y derivados de celulosa que han sido comúnmente usados en alimentos, la proteína de soya, caseína, proteína de suero, triglicéridos, ácidos grasos, alginato, carragenina, aloe vera y quitosano son otros materiales que han recibido mayor atención para la formación de películas (Yam, 2009).

La capacidad de las películas comestibles para mejorar las propiedades mecánicas de algunos productos frágiles se ha discutido previamente. Por ejemplo, películas de quitosano en fresas disminuyeron daños mecánicos durante el almacenamiento, el procesamiento y el transporte de la fruta. Sin embargo, películas comestibles a base de proteínas y carbohidratos tienen menos fuerza de tensión debido a su fuerte densidad de energía cohesiva. Algunos ejemplos de plastificantes que pueden utilizarse en estas películas incluyen glicerol, manitol y sorbitol. Los recubrimientos comestibles también

pueden mejorar la apariencia y el sabor de un producto. La cera en frutas (por ejemplo, los limones, las naranjas, las manzanas) hacen que el producto parezca brillante, también actúa como una barrera contra la humedad que reduce el marchitamiento del producto (Pascall, 2013).

Método de Proceso de Recubrimiento Comestible en la Fresa

Recepción.- La fruta se recibirá bajo determinadas condiciones de maduración, fresca, entera y en buen estado.

Selección.- Se eliminarán frutas que presenten lesiones mecánicas y se aceptarán las de apariencia firme, exentas de hongos visibles y de color homogéneo, con un nivel de madurez cinco, (la intensidad del color rojo aumenta y empieza a cubrir la región cercana al cáliz.) de acuerdo a la Norma Técnica ICONTEC 4103.

Pesado.- Se tomarán cuatro lotes de fruta homogéneos de 20 unidades seleccionadas en base a las características físicas requeridas y se procederá al pesado.

Lavado.- Las fresas se sumergirán en agua durante 2 minutos, con la finalidad de retirar impurezas como basura y tierra.

Desinfección UV-C.- Para la desinfección se empleará un equipo de radiación, construido con bandejas para contener la fruta y 2 lámparas de radiación ubicada a 30 cm de distancia de las bandejas. El tratamiento de la fruta dentro del equipo será de 7.50 minutos de exposición.

Película comestible.- Cada lote de fresa se someterá a la mezcla de 3% de gelatina, 1% de glicerol, 0,6 % de tween, 0,25% de ácido cítrico y 20% de glucosa en un tiempo de inmersión de 7.50 minutos.

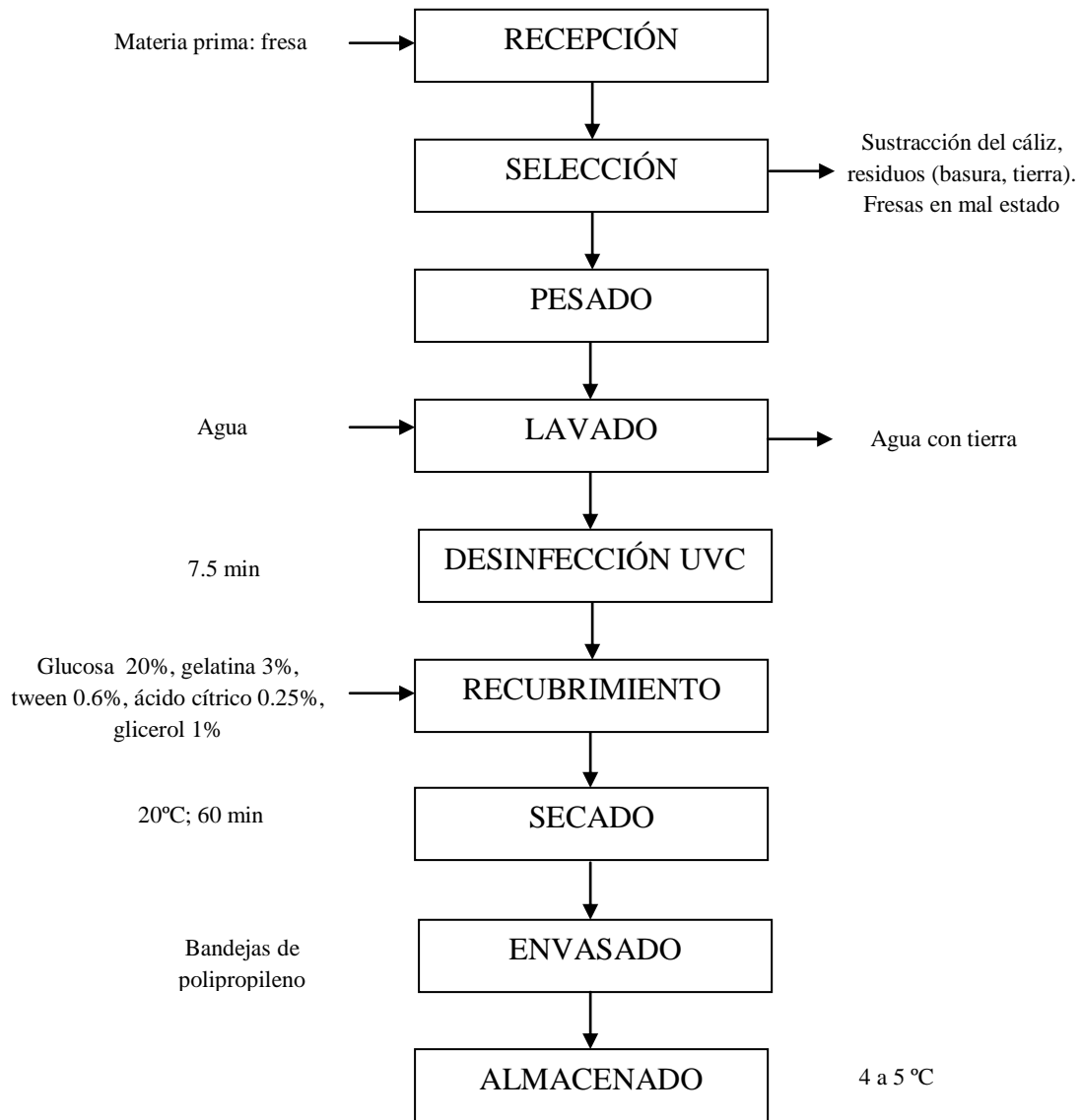
Secado.- Se depositarán los lotes de fresa recubiertos en rejillas para proceder al secado mediante ventilación a 20°C por un tiempo 60 minutos.

Análisis.- Se determinará los parámetros físico – químicos como: humedad, pH, sólidos solubles, vitamina C, acidez, textura y microbiológicos como: Recuento Total, *Staphilococos aureus*– *Escherichia coli.*, Mohos y Levaduras.

Envasado.- Las frutas se envasarán en canastillas plásticas de fondo liso utilizadas en el mercado interno de acuerdo a Normas ICONTEC 4103.

Almacenado.- Las muestras de fruta serán almacenadas a una temperatura de 4 a 5°C.

Gráfico N. 4: Diagrama de flujo de la aplicación de película comestible en la fresa



Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

6.7. Metodología

Cuadro N. 5: Modelo Operativo (Plan de Acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsable	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1-Formulación de la propuesta	“Aplicación de una película comestible en fresa (<i>Fragaria ananassa</i>) variedad Albión como alternativa para su conservación”	Revisión bibliográfica	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 200	1 mes
2-Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de la propuesta	Pruebas preliminares sobre la película comestible	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 300	1 mes
3-Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Realización de la fase experimental	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 600	2 meses
4-Evaluación de la propuesta	Comprobación del proceso de implementación	Encuestas a consumidores	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 300	2 meses

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

6.8. Administración

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables del proyecto: Ing. Alex Valencia y Egda. Isabel Jima, y además se hará énfasis en el cumplimiento de las actividades en cada una de las fases.

Cuadro N. 6: Administración de la propuesta

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsable
Productos inocuos, larga vida útil y con características sensoriales adecuadas.	Corto tiempo de vida útil después del proceso de cosecha de fresas	Incremento del tiempo de vida útil. Ofertar un producto que contenga excelentes características sensoriales. Incentivar a los productores a utilizar técnicas de conservación de fresas.	Determinar los mejores tratamientos en la conservación de fresas. Realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos en la fresa. Realizar análisis sensoriales en las fresas después del tiempo de vida útil.	Investigador: Isabel Jima, Ing. Alex Valencia

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

6.9 Previsión de la evaluación

Cuadro N. 7: Previsión de la Evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Agricultores del país Industrias Agroindustriales Comerciantes del país Consumidores
¿Por qué evaluar?	Verificar la inocuidad y la calidad de los productos. Corregir errores en la aplicación de la tecnología.
¿Para qué evaluar?	Determinar que tratamiento aplicado es el adecuado para la conservación de la fresa. Determinar la aceptabilidad del producto por parte del consumidor.
¿Qué evaluar?	Tecnología utilizada Materias primas Resultados Obtenidos Producto Terminado
¿Quién evalúa?	Tutor Consumidor final Calificadores
¿Cuándo evaluar?	Todo el tiempo desde las pruebas preliminares, hasta la obtención del producto.
¿Cómo evaluar?	Mediante instrumentos de evaluación
¿Con qué evaluar?	Normas establecidas Experimentación

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

CAPITULO VII

BIBLIOGRAFIA

- Abril, (2009). “*Niveles o Tipos de Investigación*”. Editorial Limusa. España. p. 27.
- Almenar, E., (2005), “*Envasado activo de fresas silvestres*”, Universidad de Valencia, Tesis Doctoral, Artes Gráficas, España. p. 56-59.
- Almeida, A.; Alvarado, J.; Arancibia M.; (2007) “*Tiempos De Vida Útil De Naranjillas Recubiertas con Quitosano Almacenadas a Temperaturas Constante y Variables*” CIBIA VI.
- Alvarado, J., (1996), “*Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos*”, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador p.: 156-157.
- Álvarez, R., (2012) “*Formulación de un recubrimiento comestible para frutas cítricas, estudio de su impacto mediante aproximación metabolómica y evaluación de la calidad postcosecha*” Universidad de Antioquia Facultad de química Farmacéutica.
- Alzamora, S., Guerrero, S., Nieto, A., Vidales S., (2004). “*Conservación De Frutas Y Hortalizas Mediante Tecnologías Combinadas*”. Manual de Capacitación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. p. 29-30.
- Alzamora, S. 2007. “*Aplicaciones de la luz ultravioleta en la conservación de alimentos*”. Universidad de Buenos Aires, Tercer Simposio Internacional de Innovación y Desarrollo de Alimentos, Argentina.
- Álvarez M.; Ramos M., (2010), “*Estudio De Los Parámetros Físico-Químico de las Fresas (Fragaria vesca) cuando fueron sometida a radiación UVC*” Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Centro de Investigaciones.

Ammayappan L., (2011). *Study of antimicrobial activity of aloe vera, chitosan, and curcumin on cotton, wool, and rabbit hair*. Fiber and Polymers. p. 161- 166.

Arias, M., (2000). "Contaminación microbiológica de los alimentos en Costa Rica", Antillón Florencia. Universidad de Costa Rica, Revista Biomédica p. 2-3; 113-122.

Belitz, H.D., Grosch, W. 1999. "Vitamins in Food Chemistry", 2^{da} ed. p. 383-387.

Beltrán, A. (2010) "Estudio de la vida útil de fresas (*Fragaria vesca*) mediante tratamiento con luz ultravioleta de onda corta UV-C". Tesis de Grado. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador.

Calderón, E. (2008). "Fruticultura General". Editorial Witeha. México. 3^{ra} ed. p. 762.

Castillo, C. (2009) "Efecto del recubrimiento con películas de Quitosano sobre el tiempo de vida útil de Banano Orito (*Musa acuminata*, AA)". Tesis de Grado. FCIAL-UTA. Ambato-Ecuador.

Castro, R.; González, G.; (2009), "Evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (*Physalis peruviana* L.var. Colombia) " Facultad de Ingeniería en Alimentos, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, p.16

Chico. M, Guerrero. M, (1979), "Estudios sobre métodos de conservación de babaco, guayaba y manzana y su aprovechamiento industrial", Universidad Técnica de Ambato, Ambato Ecuador, Tesis de grado # 7, p. 5.

Debeaufort, F.; Quezada, J.; Voilley, G.; (1998) *Edible films and coatings: tomorrow's packagings* a review. Crit. Rev. Food Sci. p. 299-313.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, EC), (2005), "Manual de manejo poscosecha de frutas y hortalizas". p. 7 – 9, 37 – 40.

FAO, (2001) *Manual de prácticas de manejo pos cosecha de los productos hortofrutícolas*.

Fernandez, M. (2000) *Food Science and Technology International*. Review: Active food packaching. p. 80-100

FDA, (2006), "*Food additives permitted for direct addition to food for human consumption*". Subpart C. Coatings, Films and Related Substances. Code of Federal Regulations, Title 21, Vol. 3.

Fonseca, M. (2005), "*Efectos del Recubrimiento y la Refrigeración en la vida útil del Rábano (Raphanus sativus L.)*" Almacenado. p. 78-80.

González, G., (2004), "*Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Fresco Cortados*", Impreso en México, p. 341-356.

González, E. 2005. "*El pH en la conservación de los alimentos*" Centro Universitario del Sur. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Labuza, T. 1999. "*Water activity and glass transition. International Journal of Food Properties*". University of Minnesota. Department of Food Science and Nutrition. United States of America.

Labuza, Theodore. (1982) "*Shelf life Dating of Food*", Department food Science and Nutrition University of Minnesota, Printed in the United States of America.

Marquez, C. (2009), "*Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad en poscosecha del níspero japonés (Eriobotrya japonica T.)*" Departamento de Ingeniería Agrícola y de Alimentos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. A.A. 568. Medellín, Colombia.

Morales, V. (2013). *Efecto de películas comestibles a base de carboximetilcelulosa y/o goma xanthan en la fritura de malanga (Xanthosoma sagittifolium)*. Universidad San Francisco de Quito.

Leitsner, L. (2002). *Hurdle technology in the design of minimally processed foods*. In *Minimally processed fruits and vegetables- fundamental aspects and applications* (p. 13-27).

Olías, J. M., Sanz, C., (1998). “*Postcosecha de la fresa de Huelva*”, Principios Básicos y Tecnológicos. Instituto de la Grasa. CSIC. Sevilla – España. p: 48-51

Parikh, H.R., Nair G.M. y Modi, V. 1990. *Some Structural Changes during Ripening of Mangoes (Mangifera indica var. Alphonso) by Abscisic Acid Treatment*. *Annals of Botany* 65:121-127.

Pastor, C.; Vargas, M.; González M., (2005). *Recubrimientos comestibles: Aplicación a frutas y hortalizas*. Revista: Alimentación, Equipos y - Tecnología p. 197, 130-135.

Priestley, R. 1979. *Vitamins, in Effect of heat processing on food stuffs*, ed by Priestley R.J. Applied Science Publishers, London, p. 121-156.

Steaven, R.T., Veron, R.Y., Michael, C.A. 1985. *Vitamins and Minerals, in Food Chemistry*, 2^{da} ed, p. 493-499.

Steaven, R. 1988. *Vitamins and minerals, in Principles of Food Science, Part I*, ed. by Fenemma O.R. Marcel Dekker, New York, p.365-371.

Quintero, C. (2010). “*Películas y recubrimientos comestibles: Importancia y Tendencias Recientes La Cadena Hortofrutícola*” Revista Tumbaga 5 p: 93-118.

Trejo, M., Ramos K., Pérez K. 2007. “*Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de Fresa (Fragaria vesca L.) almacenada en refrigeración*”. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, V Congreso Iberoamericano De Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones

Valle, S. et al.; (2008), “*Recubrimiento comestible basado en goma arábiga y carboximetilcelulosa para conservar frutas en atmósfera modificada*” Universidad

Autónoma de Chapingo- México, Revista Chapingo, Serie Horticultura Vol.14, p. 235-241.

Villagómez, A. (2011), “*Estudio del efecto del glicerol y del aceite esencial de anís en un recubrimiento comestible, sobre el tiempo de vida útil del babaco (carica pentagona)*”, Universidad Técnica de Ambato, Ambato Ecuador, Tesis de grado, p. 5.

Weller, C. L., Gennadios, A., Saraiva, R. 1998. Edible bilayer films from zein and grain sorghum wax or carnauba wax. LWT- Food Science and Technology 31(3), 279-285

REFERENCIAS INTERNET

AGRO NEGOCIOS ECUADOR, (2013). “*Fresas: Su producción y crecimiento*” on line disponible en: <http://agronegocioecuador.ning.com>

Asvid Ltda., (2009), “*Recopilación logística, nuevos materiales, envases y cadena de frío en el sector frutícola*” Informe para el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, , on line disponible en: <http://www.bligoo.com>

Bosques, E. (2003), “*Elaboración De Recubrimientos Comestibles Formulados Con Goma De Mezquite Y Cera De Candelilla Para Reducir La Cinética De Deterioro En Fresco Del Limón Persa (Citrus latifolia Tanaka)*” Universidad Autónoma Metropolitana de México, , on line disponible en: <http://www.tuinventas.com>

CORPORACIÓN COLOMBIANA INTERNACIONAL, (2003). “Manual del Exportador de Frutas, Hortalizas y Tubérculos en Colombia”, on line disponible en: <http://www.cci.org.com>

Domínguez L.; Parzanese M.; (2012), “*Tecnologías para la Industria Alimentaria Luz Ultravioleta En La Conservación De Alimentos*”, on line disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar>

Diario EL UNIVERSO; (2014) “América Latina Aborda con Rusia aumento de exportaciones tras sanciones a Occidente” disponible en: <http://www.eluniverso.com>

Diario LA HORA; (2012) “Fruticultores potencializan cultivo de fresa” on line disponible en: <http://www.lahora.com.ec>

FAO. 1985. Prevention of Post Harvest Food Losses: A Training Manual. Rome: UNFAO, 120 pp., disponible en: <http://www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s0a.htm>

FRUIT LATÍN AMÉRICA, (2013). “Fresas - historia, producción, comercio” on line disponible: <http://www.zipmec.com>

Han, J. (2005) Innovations in Food Packaging. California: Elsevier.

Meza, L. (2004) Paradigma positivista, on line disponible en: <http://www.rmm.cl>

Ramírez, I. 2012. Los Diferentes Paradigmas De Investigación y su Incidencia Sobre Los Diferentes Modelos De Investigación Didáctica, on line disponible en: <http://josefa.aprenderapensar.net/files/2012/04/PARADIGMAS.doc>

Rojas M.; Tapia M.; Belloso M., (2007). “*Empleo de recubrimientos comestibles en frutas frescas cortadas: nuevo enfoque de conservación y desarrollo de productos*” University of Lleida, Revista de tecnología e higiene de los alimentos, N° 382, 2007, p. 105-118., on line disponible en: <http://www.ciens.ucv.ve>

Restrepo, J. (2009). *Conservación de fresa (fragaria x ananassa duch cv. camarosa) mediante la aplicación de revestimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca de sábila (aloe barbadensis miller)* Universidad Nacional de Colombia.

Trejo, M. (2010), “*Aplicación de recubrimientos comestibles*”, on line disponible en: <http://www.slideshare.net>

ANEXO A

RESPUESTAS EXPERIMENTALES

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

Tabla A 1: Sólidos solubles °Brix en fresas con y sin recubrimiento comestible

TRAT.	CÓDIGO	VALOR PROM. CON DESV. ESTANDAR
T1	a0b0	9,67 ± 0,033
T2	a0b1	9,50 ± 0,384
T3	a0b2	9,79 ± 0,280
T4	a1b0	9,44 ± 0,506
T5	a1b1	9,08 ± 0,126
T6	a1b2	10,47 ± 0,318
T7	a2b0	10,00 ± 0,186
T8	a2b1	9,83 ± 0,088
T9	a2b2	9,41 ± 0,337
T10	CONTROL	8,84 ± 0,290

Fuente: Proyecto Frutas no Climatéricas
Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla A 2: Valores de acidez en fresas con y sin recubrimiento comestible

TRAT.	CÓDIGO	VALOR PROMEDIO
T1	a0b0	1,074 ± 0,012
T2	a0b1	1,031 ± 0,012
T3	a0b2	0,960 ± 0,037
T4	a1b0	1,067 ± 0,021
T5	a1b1	1,010 ± 0,025
T6	a1b2	1,045 ± 0,000
T7	a2b0	1,024 ± 0,037
T8	a2b1	0,981 ± 0,037
T9	a2b2	1,095 ± 0,086
T10	CONTROL	1,110 ± 0,190

Fuente: Proyecto Frutas no Climatéricas
Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla A 3: Valores de Textura en fresas con y sin recubrimiento comestible

TRAT.	CÓDIGO	VALOR PROMEDIO
T1	a0b0	125 ± 19,325
T2	a0b1	205 ± 25,928
T3	a0b2	177 ± 41,849
T4	a1b0	152 ± 9,845
T5	a1b1	172 ± 30,555
T6	a1b2	156 ± 28,367
T7	a2b0	158 ± 17,437
T8	a2b1	151 ± 14,245
T9	a2b2	192 ± 22,960
T10	CONTROL	131 ± 22,300

Fuente: Proyecto Frutas no Climatéricas
Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla A 4: Valores de pH en fresas con y sin recubrimiento comestible

TRAT.	CÓDIGO	VALOR PROMEDIO
T1	a0b0	3,862 ± 0,005
T2	a0b1	3,839± 0,048
T3	a0b2	3,824± 0,032
T4	a1b0	3,826± 0,027
T5	a1b1	3,839± 0,011
T6	a1b2	3,938± 0,018
T7	a2b0	3,858± 0,042
T8	a2b1	3,858± 0,013
T9	a2b2	3,820± 0,044
T10	CONTROL	3,865 ± 0,025

Fuente: Proyecto Frutas no Climatéricas
Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla A 5: Valores de Humedad en fresas con y sin recubrimiento comestible

TRAT.	CÓDIGO	VALOR PROMEDIO
T1	a0b0	90,134 ± 0,062
T2	a0b1	88,307 ± 0,456
T3	a0b2	89,555 ± 0,447
T4	a1b0	86,819 ± 0,352
T5	a1b1	88,395 ± 1,055
T6	a1b2	88,797 ± 0,526
T7	a2b0	88,381 ± 0,334
T8	a2b1	89,227 ± 0,241
T9	a2b2	87,635 ± 0,807
T10	CONTROL	87,655 ± 0,752

Fuente: Proyecto Frutas no Climatéricas
Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla A 6: Valores de Vitamina C en fresas con y sin recubrimiento comestible

TRAT.	CÓDIGO	VALOR PROMEDIO
T1	a0b0	74,40 ± 1,193
T2	a0b1	72,33 ± 2,484
T3	a0b2	71,87 ± 0,398
T4	a1b0	73,71 ± 3,836
T5	a1b1	73,25 ± 3,106
T6	a1b2	63,97 ± 2,419
T7	a2b0	75,32 ± 0,795
T8	a2b1	68,66 ± 0,398
T9	a2b2	74,17 ± 0,795
T10	CONTROL	72,61 ± 2,380

Fuente: Proyecto Frutas no Climatéricas
Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Tabla A 7: Valores de UFC de Mesófilos totales en fresas con y sin recubrimiento comestible

TRAT.	CÓDIGO	VALOR PROMEDIO
T1	a0b0	196,66 ± 5,773
T2	a0b1	166,66 ± 5,773
T3	a0b2	540,00 ± 10,00
T4	a1b0	243,33 ± 11,54
T5	a1b1	596,66 ± 5,773
T6	a1b2	336,66 ± 15,275
T7	a2b0	340,00 ± 10,00
T8	a2b1	426,66 ± 5,773
T9	a2b2	100,00 ± 10,00
T10	CONTROL	651,481 ± 27,13

Fuente: Proyecto Frutas no Climatéricas
Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla A 8: Valores de UFC de *Staphilococos aureus* en fresas con y sin recubrimiento comestible

TRAT.	CÓDIGO	VALOR PROMEDIO
T1	a0b0	6,66 ± 5,773
T2	a0b1	6,66 ± 5,773
T3	a0b2	36,66 ± 5,773
T4	a1b0	46,66 ± 23,090
T5	a1b1	40,00 ± 10,00
T6	a1b2	30,00 ± 10,00
T7	a2b0	40,00 ± 10,00
T8	a2b1	33,33 ± 5,773
T9	a2b2	6,66 ± 5,773
T10	CONTROL	84,370 ± 33,104

Fuente: Proyecto Frutas no Climatéricas
Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla A 9: Valores de UFC de Coliformes en fresas con y sin recubrimiento comestible

TRAT.	CÓDIGO	VALOR PROMEDIO
T1	a0b0	40,00 ± 10,00
T2	a0b1	33,33 ± 5,773
T3	a0b2	36,33 ± 5,773
T4	a1b0	53,33 ± 5,773
T5	a1b1	76,66 ± 5,773
T6	a1b2	86,66 ± 5,773
T7	a2b0	83,33 ± 15,275
T8	a2b1	70,00 ± 10,00
T9	a2b2	33,33 ± 5,773
T10	CONTROL	271,11 ± 15,02

Fuente: Proyecto Frutas no Climatéricas
Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla A 10: Valores de UFC de Mohos y Levaduras en fresas con y sin recubrimiento comestible

TRAT.	CÓDIGO	VALOR PROMEDIO
T1	a0b0	206,66 ± 15,27
T2	a0b1	176,66 ± 11,54
T3	a0b2	200,00 ± 10,00
T4	a1b0	213,33 ± 11,54
T5	a1b1	203,33 ± 5,773
T6	a1b2	226,66 ± 11,54
T7	a2b0	256,66 ± 5,773
T8	a2b1	216,66 ± 11,54
T9	a2b2	193,33 ± 5,773
T10	CONTROL	972,59 ± 18,31

Fuente: Proyecto Frutas no Climatéricas
Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

ANEXO B

ANÁLISIS DE VARIANZA

Tabla B 1: Análisis de varianza de Sólidos Solubles de las fresas con recubrimiento comestible

Análisis de Varianza para Sólidos Solubles					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
GLUCOSA	0,0410889	1	0,0410889	0,21	0,6513
TIEMPO DE INMERSIÓN	0,154939	1	0,154939	0,79	0,3835
REPLICAS	0,23805	1	0,23805	1,22	0,2825
GLUCOSA*GLUCOSA	0,00856296	1	0,00856296	0,04	0,8362
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,381633	1	0,381633	1,96	0,1773
TIEMPO DE INMERSIÓN*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,638091	1	0,638091	3,27	0,0857
Residual	3,90355	20	0,195178		
Total corregido	5,36592	26			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 2: Coeficientes de Sólidos Solubles de las fresas con recubrimiento comestible

95% de intervalo de confianza para coeficientes estimados de BRIX					
Parámetro	Estimado	Error Estándar	Limite bajo	Límite alto	V. I. F.
CONSTANTE	10,6931	2,47002	5,55644	15,8299	
GLUCOSA	0,0712222	0,231706	-0,410637	0,553081	122,5
TIEMPO DE INMERSIÓN	-0,531556	0,463411	-1,49527	0,432163	122,5
GLUCOSA*GLUCOSA	0,00151111	0,00725202	-0,0135703	0,0165925	109,0
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	-0,0142667	0,0102559	-0,035595	0,0070617	28,0
TIEMPO INMER*TIEMPO INMERSIÓN	0,0521778	0,0290081	-0,00814795	0,112504	109,0

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 3: Análisis de varianza de Acidez de las fresas con recubrimiento comestible

Análisis de Varianza para ACIDEZ					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
GLUCOSA	0,000624222	1	0,000624222	0,36	0,5538
TIEMPO DE INMERSIÓN	0,00209089	1	0,00209089	1,21	0,2834
REPLICAS	0,0000268889	1	0,0000268889	0,02	0,9018
GLUCOSA*GLUCOSA	0,001014	1	0,001014	0,59	0,4517
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,0258541	1	0,0258541	15,02	0,0009**
TIEMPO DE INMERSIÓN*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,00806667	1	0,00806667	4,69	0,0427**
Residual	0,0344199	20	0,001721		
Total corregido	0,0720967	26			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

****Diferencia altamente significativa $\alpha < 0,01$**

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 4: Coeficientes de Acidez de las fresas con recubrimiento comestible

95% de intervalo de confianza para coeficientes estimados de ACIDEZ					
Parámetro	Estimado	Error Estándar	Limite bajo	Límite alto	V. I. F.
CONSTANTE	1,66142	0,225264	1,19295	2,12988	
GLUCOSA	-0,0110722	0,0211313	-0,0550173	0,0328729	122,5
TIEMPO DE INMERSIÓN	-0,148011	0,0422626	-0,235901	-0,060121	122,5
GLUCOSA*GLUCOSA	-0,00052	0,000661377	-0,00189541	0,000855412	109,0
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,00371333	0,000935329	0,00176821	0,00565846	28,0
TIEMPO INMER*TIEMPO INMERSIÓN	0,00586667	0,00264551	0,000365019	0,0113683	109,0

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 5: Análisis de varianza de Textura de las fresas con recubrimiento comestible

Análisis de Varianza para TEXTURA					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
GLUCOSA	16,0556	1	16,0556	0,02	0,8969
TIEMPO DE INMERSIÓN	4050,0	1	4050,0	4,34	0,0502
REPLICAS	186,889	1	186,889	0,20	0,6591
GLUCOSA*GLUCOSA	400,167	1	400,167	0,43	0,5198
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	252,083	1	252,083	0,27	0,6088
TIEMPO DE INMERSIÓN*TIEMPO DE INMERSIÓN	1536,0	1	1536,0	1,65	0,2139
Residual	18643,5	20	932,174		
Total corregido	25084,7	26			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

****Diferencia altamente significativa $\alpha < 0,01$**

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 6: Coeficientes de Textura de las fresas con recubrimiento comestible

95% de intervalo de confianza para coeficientes estimados de TEXTURA					
Parámetro	Estimado	Error Estándar	Limite bajo	Límite alto	V. I. F.
CONSTANTE	16,5278	166,551	-329,834	362,889	
GLUCOSA	-7,23889	15,6236	-39,73	25,2523	122,5
TIEMPO DE INMERSIÓN	49,9	31,2472	-15,0823	114,882	122,5
GLUCOSA*GLUCOSA	0,326667	0,488995	-0,690255	1,34359	109,0
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	-0,366667	0,691543	-1,80481	1,07148	28,0
TIEMPO INMER*TIEMPO INMERSIÓN	-2,56	1,95598	-6,62769	1,50769	109,0

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 7: Análisis de varianza de pH de las fresas con recubrimiento comestible

Análisis de varianza para pH					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
GLUCOSA	0,00005	1	0,00005	0,03	0,8734
TIEMPO DE INMERSIÓN	0,000672222	1	0,000672222	0,35	0,5607
REPLICAS	0,00493356	1	0,00493356	2,57	0,1247
GLUCOSA*GLUCOSA	0.00348807	1	0.00348807	1,82	0,1928
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	8,33333E-8	1	8,33333E-8	0,00	0,9948
TIEMPO DE INMERSIÓN*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,000547852	1	0,000547852	0,29	0,5992
RESIDUAL	0,038411	20	0,00192055		
Total corregido	0,0481027	26			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 8: Coeficientes de pH de las fresas con recubrimiento comestible

95% de intervalo de confianza para coeficientes estimados de pH					
Parámetro	Estimado	Error Estándar	Limite bajo	Límite alto	V. I. F.
CONSTANTE	3,7076	0,252687	3,18211	4,2331	
GLUCOSA	0,0292167	0,0237039	-0,0200783	0,0785117	122,5
TIEMPO DE INMERSIÓN	-0,0205889	0,0474077	-0,119179	0,0780011	122,5
GLUCOSA*GLUCOSA	-0,000964444	0,000741894	-0,0025073	0,000578411	109,0
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,00000666667	0,0010492	-0,00217526	0,00218859	28,0
TIEMPO INMER*TIEMPO INMERSIÓN	0,00152889	0,00296758	-0,00464253	0,00770031	109,0

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 9: Análisis de varianza de Humedad de las fresas con recubrimiento comestible

Análisis de Varianza para HUMEDAD					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
GLUCOSA	3,79226	1	3,79226	3,98	0,0599
TIEMPO DE INMERSIÓN	0,212769	1	0,212769	0,22	0,6417
REPLICAS	1,74409	1	1,74409	1,83	0,1912
GLUCOSA*GLUCOSA	4,53908	1	4,53908	4,76	0,0412**
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,0210003	1	0,0210003	0,02	0,8835
TIEMPO DE INMERSIÓN*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,0483005	1	0,0483005	0,05	0,8242
Residual	19,0626	20	0,95313		
Total corregido	29,4201	26			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

**Diferencia altamente significativa $\alpha < 0,01$

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 10: Coeficientes de Humedad de las fresas con recubrimiento comestible

95% de intervalo de confianza para coeficientes estimados de HUMEDAD					
Parámetro	Estimado	Error Estándar	Limite bajo	Límite alto	V. I. F.
CONSTANTE	95,7582	5,53628	84,2449	107,272	
GLUCOSA	-1,11043	0,519342	-2,19047	-0,0303999	122,5
TIEMPO DE INMERSIÓN	0,309022	1,03868	-1,85104	2,46909	122,5
GLUCOSA*GLUCOSA	0,0347911	0,0162546	0,000987758	0,0685945	109,0
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	-0,00334667	0,0229875	-0,0511518	0,0444585	28,0
TIEMPO INMER*TIEMPO INMERSIÓN	0,0143556	0,0650184	-0,149569	0,120858	109,0

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 11: Análisis de varianza de Vitamina C de las fresas con recubrimiento comestible

Análisis de Varianza para VITAMINA C					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
GLUCOSA	0,102756	1	0,102756	0,00	0,9743
TIEMPO DE INMERSIÓN	817,23	1	817,23	8,48	0,0086**
REPLICAS	5,16276	1	5,16276	0,05	0,8193
GLUCOSA*GLUCOSA	790,742	1	790,742	8,20	0,0096**
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	1,4283	1	1,4283	0,01	0,9043
TIEMPO DE INMERSIÓN*TIEMPO DE INMERSIÓN	81,0338	1	81,0338	0,84	0,3701
Residual	1927,88	20	96,3938		
Total corregido	3623,37	26			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

**Diferencia altamente significativa $\alpha < 0,01$

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 12: Coeficientes de Vitamina C de las fresas con recubrimiento comestible

95% de intervalo de confianza para coeficientes estimados de VITAMINA C					
Parámetro	Estimado	Error Estándar	Limite bajo	Límite alto	V. I. F.
CONSTANTE	157,551	53,3626	46,5767	268,524	
GLUCOSA	-13,9981	5,00579	-24,4082	-3,58798	122,5
TIEMPO DE INMERSIÓN	5,71111	10,0116	-15,1091	26,5314	122,5
GLUCOSA*GLUCOSA	0,4592	0,156673	0,133379	0,785021	109,0
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,0276	0,22157	-0,43318	0,48838	28,0
TIEMPO INMER*TIEMPO INMERSIÓN	-0,588	0,626693	-1,89128	0,715283	109,0

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 13: Test de rango múltiple para Vitamina C de las fresas con recubrimiento comestible

Método: Duncan 95%			
TRATAMIENTO	REPLICAS	LS MEAN	GRUPOS HOMOGENEOS
6	3	63,97	C
8	3	68,66	B
3	3	71,87	BA
2	3	72,33	BA
5	3	73,25	A
4	3	73,71	A
9	3	74,17	A
1	3	74,4	A
7	3	75,32	A

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 14: Análisis de varianza de Mesófilos Totales de las fresas con recubrimiento comestible

Análisis de Varianza para MESOFILOS TOTALES					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
GLUCOSA	612,5	1	612,5	4,66	0,0433**
TIEMPO DE INMERSIÓN	470,222	1	470,222	3,58	0,0732
REPLICAS	420,5	1	420,5	3,20	0,0889
GLUCOSA*GLUCOSA	808,907	1	808,907	6,15	0,0222**
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	2324,08	1	2324,08	17,67	0,0004**
TIEMPO DE INMERSIÓN*TIEMPO DE INMERSIÓN	547,852	1	547,852	4,17	0,0547
Residual	2630,23	20	131,512		
Total corregido	7814,3	26			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

**Diferencia altamente significativa $\alpha < 0,01$

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 15: Coeficientes de Mesófilos Totales de las fresas con recubrimiento comestible

95% de intervalo de confianza para coeficientes estimados de MESOFILOS TOTALES					
Parámetro	Estimado	Error Estándar	Limite bajo	Límite alto	V. I. F.
CONSTANTE	220,176	67,0376	80,7632	359,589	
GLUCOSA	-23,45	6,2886	-36,5279	-10,3721	122,5
TIEMPO DE INMERSIÓN	8,27778	12,5772	-17,878	34,4336	122,5
GLUCOSA*GLUCOSA	0,464444	0,196823	0,0551269	0,873762	109,0
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	1,11333	0,27835	0,534471	1,6922	28,0
TIEMPO INMER*TIEMPO INMERSIÓN	-1,52889	0,787294	-3,16616	0,108381	109,0

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 16: Test de rango múltiple para Mesófilos Totales de las fresas con recubrimiento comestible

Método: Duncan 95%			
TRATAMIENTO	REPLICAS	LS MEAN	GRUPOS HOMOGENEOS
5	3	596,66	D
3	3	540,00	DC
8	3	426,00	DCB
7	3	340,66	CBA
6	3	336,66	CBA
4	3	243,33	CBA
1	3	196,66	BA
2	3	166,66	A
9	3	100,00	A

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 17: Análisis de varianza de *Staphylococcus aureus* de las fresas con recubrimiento comestible

Análisis de Varianza para <i>Staphylococcus aureus</i>					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
GLUCOSA	1662,72	1	1662,72	4,14	0,0554
TIEMPO DE INMERSIÓN	4050,0	1	4050,0	10,08	0,0048**
REPLICAS	3362,0	1	3362,0	8,37	0,0090**
GLUCOSA*GLUCOSA	937,5	1	937,5	2,33	0,1422
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	2054,08	1	2054,08	5,11	0,0350**
TIEMPO DE INMERSIÓN*TIEMPO DE INMERSIÓN	1066,67	1	1066,67	2,66	0,1188
Residual	8033,69	20	401,685		
Total corregido	21166,7	26			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

**Diferencia altamente significativa $\alpha < 0,01$

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 18: Coeficientes de *Staphylococcus aureus* de las fresas con recubrimiento comestible

95% de intervalo de confianza para coeficientes estimados de <i>Staphylococcus aureus</i>					
Parámetro	Estimado	Error Estándar	Limite bajo	Límite alto	V. I. F.
CONSTANTE	151,861	129,565	-117,584	412,306	
GLUCOSA	-24,7722	12,1541	-50,0481	0,50365	122,5
TIEMPO DE INMERSIÓN	22,3	24,3082	-28,2517	72,8517	122,5
GLUCOSA*GLUCOSA	0,5	0,380404	-0,291095	1,2911	109,0
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	1,04667	0,537973	-0,0721108	2,16544	28,0
TIEMPO INMER*TIEMPO INMERSIÓN	-2,13333	1,52162	-5,29771	1,03105	109,0

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 19: Prueba de rango múltiple para *Staphylococcus aureus* de las fresas con recubrimiento comestible

Método: Duncan 95%			
TRATAMIENTO	REPLICAS	LS MEAN	GRUPOS HOMOGENEOS
4	3	46,66	D
5	3	40,00	C
7	3	40,00	C
3	3	36,66	C
8	3	33,33	BA
6	3	30,00	BA
1	3	6,66	A
9	3	6,66	A
2	3	6,66	A

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 20: Análisis de varianza de Coliformes de las fresas con recubrimiento comestible

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
GLUCOSA	854,222	1	854,222	3,15	0,0912
TIEMPO DE INMERSIÓN	533,556	1	533,556	1,97	0,1761
REPLICAS	672,222	1	672,222	2,48	0,1311
GLUCOSA*GLUCOSA	1390,3	1	1390,3	5,13	0,0348**
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	4294,08	1	4294,08	15,83	0,0007**
TIEMPO DE INMERSIÓN*TIEMPO DE INMERSIÓN	832,296	1	832,296	3,07	0,0951
Residual	5424,95	20	271,248		
Total corregido	14001,6	26			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 21: Coeficientes de Coliformes de las fresas con recubrimiento comestible

95% de intervalo de confianza para coeficientes estimados de Coliformes					
Parámetro	Estimado	Error Estándar	Limite bajo	Límite alto	V. I. F.
CONSTANTE	277,991	94,7722	80,9007	475,081	
GLUCOSA	-30,9944	8,8903	-49,4829	-12,506	122,5
TIEMPO DE INMERSIÓN	7,74444	17,7806	-29,2324	44,7213	122,5
GLUCOSA*GLUCOSA	0,608889	0,278253	0,0302299	1,18755	109,0
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	1,51333	0,393508	0,694986	2,33168	28,0
TIEMPO INMER*TIEMPO INMERSIÓN	-1,88444	1,11301	-4,19908	0,430191	109,0

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 22: Prueba de rango múltiple para Coliformes de las fresas con recubrimiento comestible

Método: Duncan 95%			
TRATAMIENTO	REPLICAS	LS MEAN	GRUPOS HOMOGENEOS
6	3	86,66	D
7	3	83,33	DC
5	3	76,66	CB
8	3	70,00	CB
4	3	53,33	BA
1	3	40,00	BA
3	3	36,33	A
9	3	33,33	A
2	3	33,33	A

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 23: Análisis de varianza de Mohos y Levaduras de las fresas con recubrimiento comestible

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
GLUCOSA	722,0	1	722,0	5,73	0,0266**
TIEMPO DE INMERSIÓN	10804,5	1	10804,5	85,79	0,0000**
REPLICAS	2,0	1	2,0	0,02	0,9010
GLUCOSA*GLUCOSA	474,074	1	474,074	3,76	0,0666
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	1518,75	1	1518,75	12,06	0,0024**
TIEMPO DE INMERSIÓN*TIEMPO DE INMERSIÓN	3097,8	1	3097,8	24,60	0,0001**
Residual	2518,95	20	125,948		
Total corregido	19138,1	26			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 24: Coeficientes de Mohos y Levaduras de las fresas con recubrimiento comestible

95% de intervalo de confianza para coeficientes estimados de MOHOS Y LEVADURAS					
Parámetro	Estimado	Error Estándar	Limite bajo	Límite alto	V. I. F.
CONSTANTE	-196,491	60,9395	-323,222	-69,7598	
GLUCOSA	5,18333	5,71656	-6,70492	17,0716	122,5
TIEMPO DE INMERSIÓN	50,8333	11,4331	27,0568	74,6098	122,5
GLUCOSA*GLUCOSA	-0,355556	0,178919	-0,727639	0,0165282	109,0
GLUCOSA*TIEMPO DE INMERSIÓN	0,9	0,25303	0,373794	1,42621	28,0
TIEMPO INMER*TIEMPO INMERSIÓN	-3,63556	0,715677	-5,12389	-2,14722	109,0

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

Tabla B 25: Prueba de rango múltiple para Mohos y Levaduras de las fresas con recubrimiento comestible

Método: Duncan 95%			
TRATAMIENTO	REPLICAS	LS MEAN	GRUPOS HOMOGENEOS
7	3	256,66	F
6	3	226,66	E
8	3	216,66	E
4	3	213,33	D
1	3	206,66	C
5	3	203,33	C
3	3	200,00	B
9	3	193,33	BA
2	3	176,66	A

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima, 2015

ANEXO C

GRÁFICOS

Gráfico C 1: Sólidos Solubles de las fresas con recubrimiento comestible

$$Y_{(°\text{BRIX})} = 10,6931 + 0,0712222G - 0,531556T + 0,00151111G^2 - 0,0142667GT + 0,0521778T^2$$

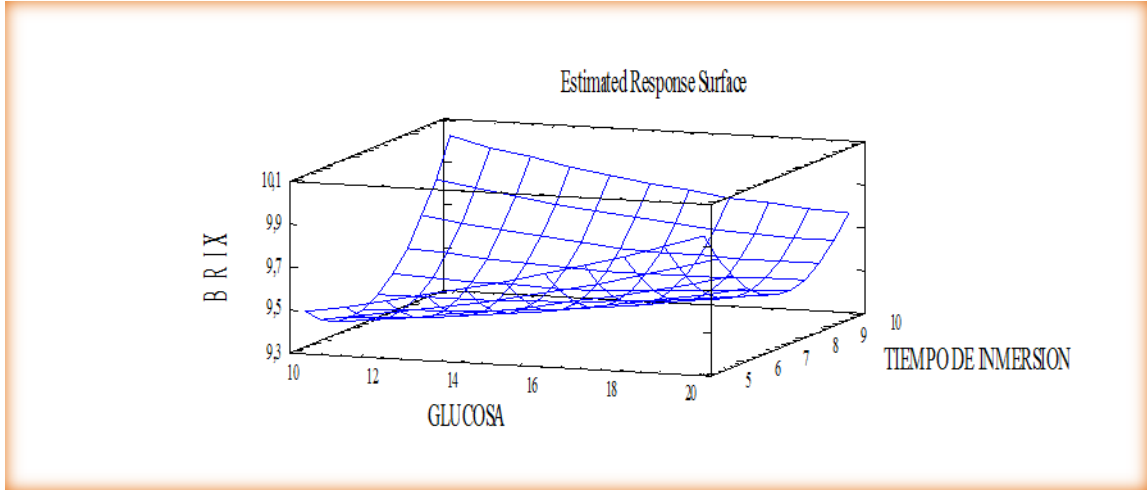


Gráfico C 2: Acidez de las fresas con recubrimiento comestible

$$Y_{(\text{ACIDEZ})} = 1,66142 - 0,0110722G - 0,148011T - 0,00052G^2 + 0,00371333GT + 0,00586667T^2$$

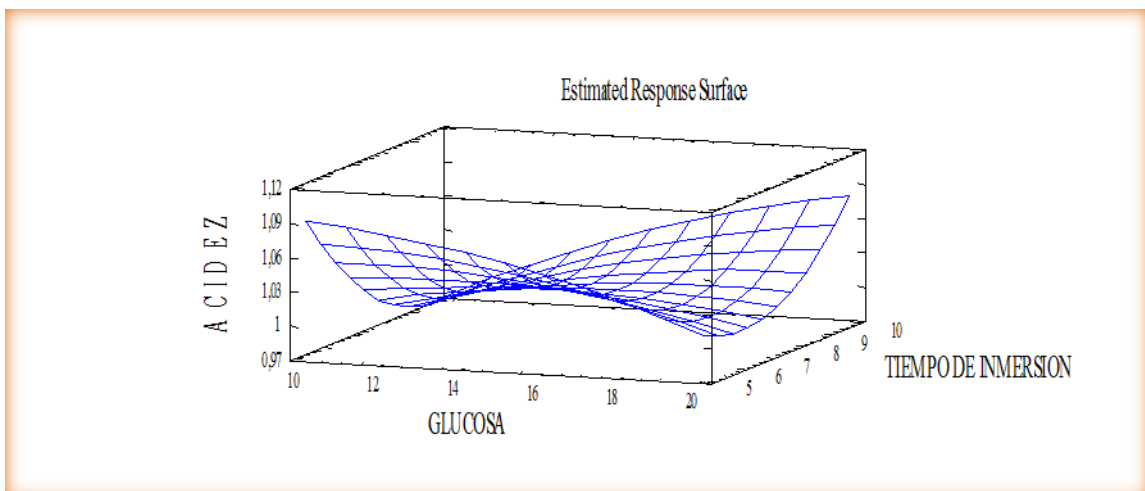


Gráfico C 3: Textura de las fresas con recubrimiento comestible

$$Y_{(\text{TEXTURA})}=16,5278-7,23889G+49,9T+0,316667G^2-0,366667GT-2,56T^2$$

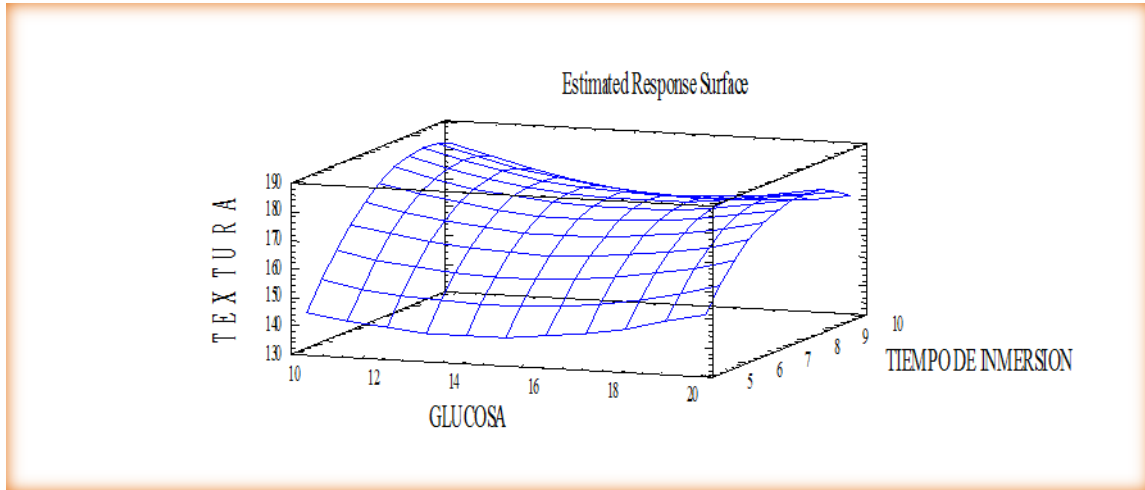


Gráfico C 4: Ph de las fresas con recubrimiento comestible

$$Y_{(\text{PH})}=3,7076+0,0292167G-0,0205889T-0,000964444G^2+0,00000666667GT+0,00152889T^2$$

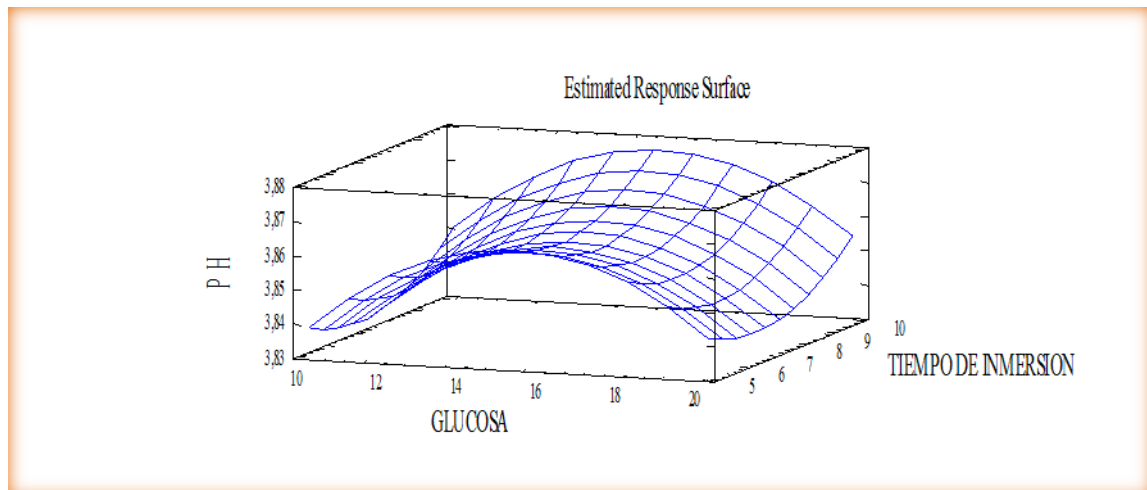


Gráfico C 5: Humedad de las fresas con recubrimiento comestible

$$Y_{(\text{HUMEDAD})} = 95,7582 - 1,11043G + 0,309022T + 0,0347911G^2 - 0,00334667GT + 0,0143556T^2$$

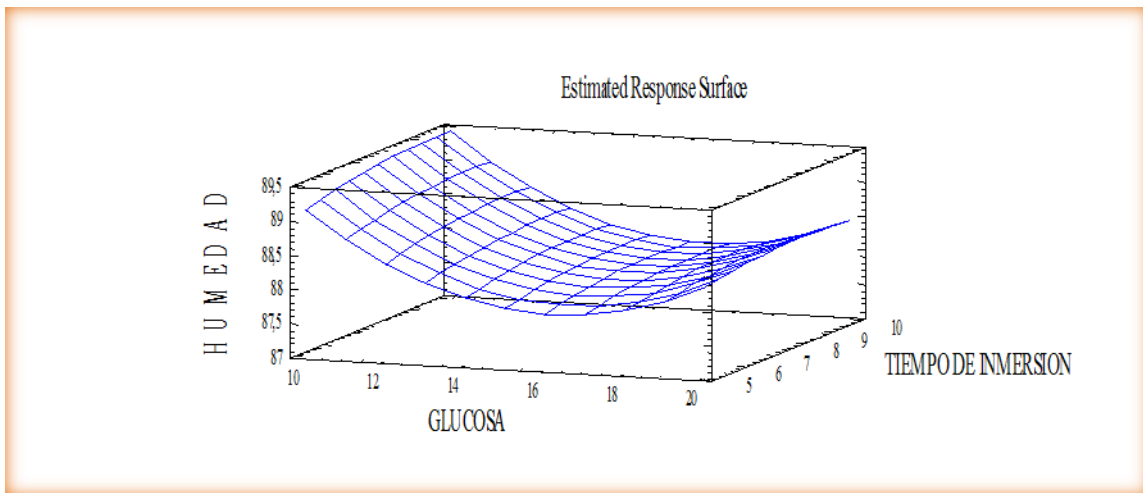


Gráfico C 6: Vitamina C de las fresas con recubrimiento comestible

$$Y_{(\text{VITAMINA C})} = 157,551 - 13,9981G + 5,71111T + 0,4592G^2 + 0,0276GT - 0,588T^2$$

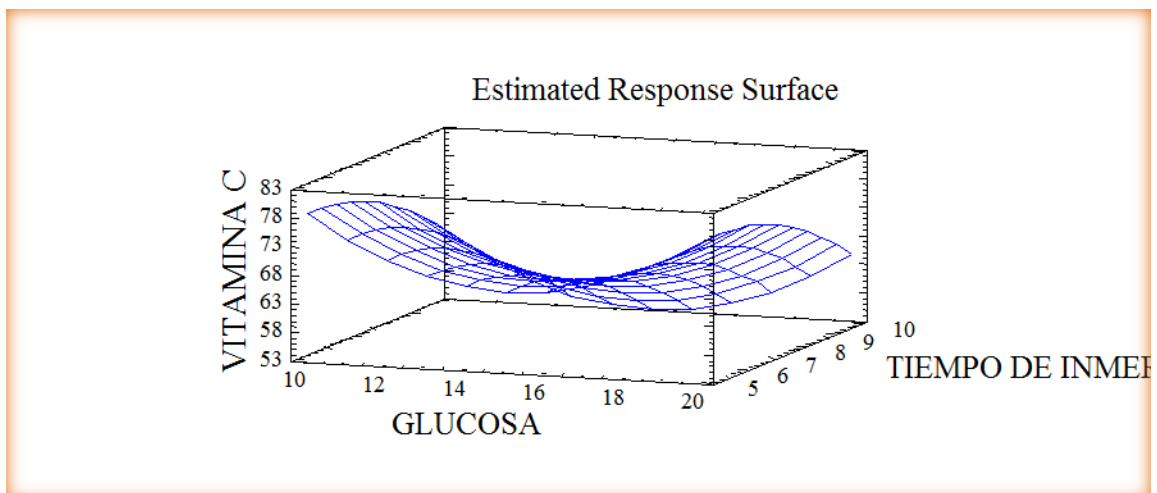


Gráfico C 7: Recuento Total de las fresas con recubrimiento comestible

$$Y_{(\text{RECUENTO TOTAL})} = 220,176 - 23,45G + 8,27778T + 0,464444G^2 + 1,11333GT - 1,52889T^2$$

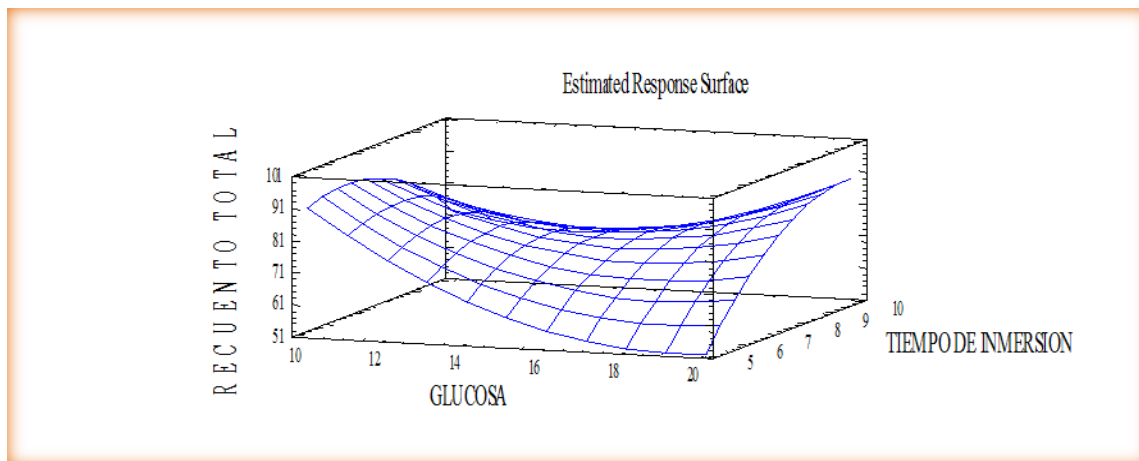


Gráfico C 8: Staphilococos aureus de las fresas con recubrimiento comestible

$$Y_{(\text{Staphilococos aureus})} = 151,861 - 24,7722G + 22,3T + 0,5G^2 + 1,04667GT - 2,13333T^2$$

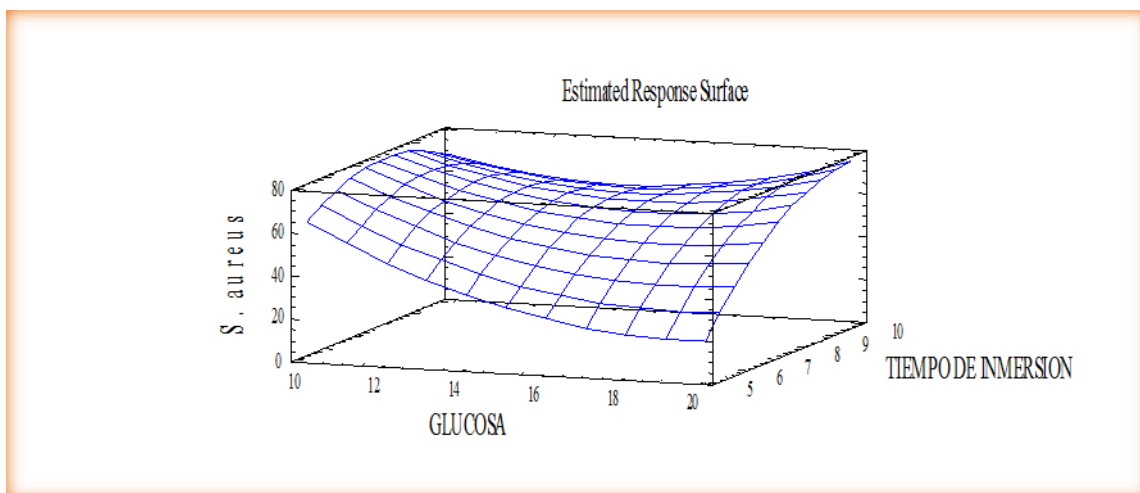


Gráfico C 9: Coliformes de las fresas con recubrimiento comestible

$$Y_{(\text{Escherichia coli})} = 277,991 - 30,9944G + 7,74444T + 0,608889G^2 + 1,51333GT - 1,88444T^2$$

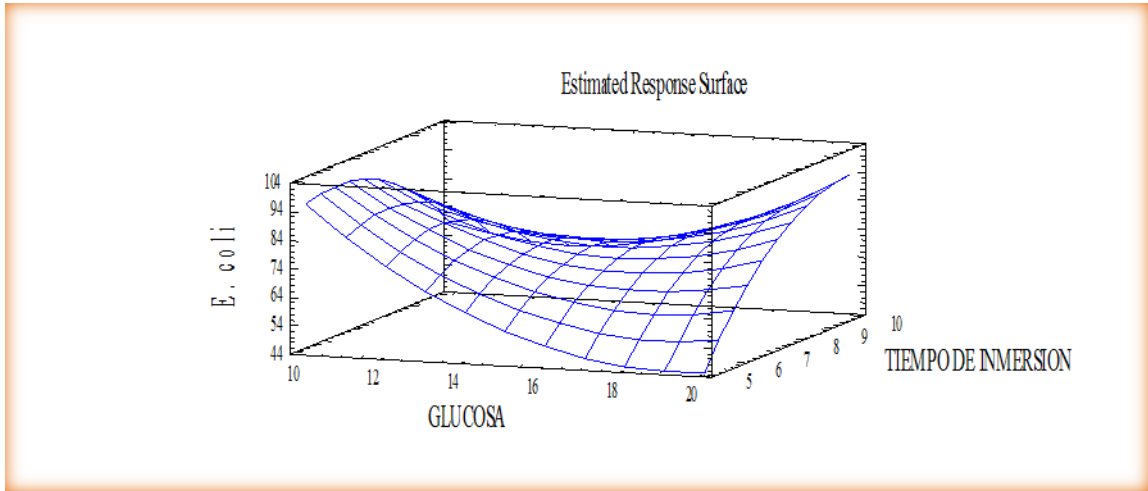
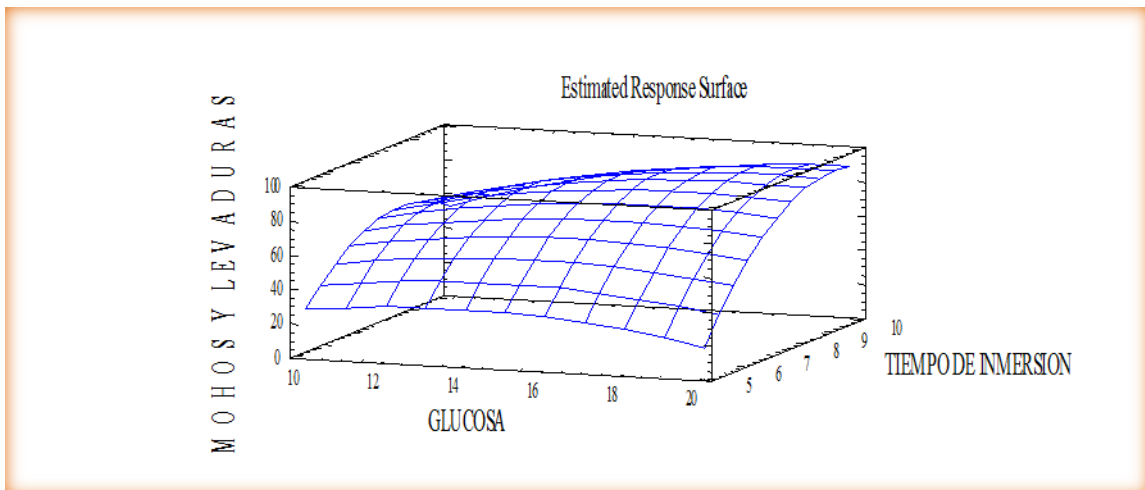


Gráfico C 10: Mohos y Levaduras de las fresas con recubrimiento comestible

$$Y_{(\text{MOHOS Y LEVADURAS})} = -196,491 + 5,18333G + 50,8333T - 0,355556G^2 + 0,9GT - 3,63556T^2$$



ANEXO D

ANÁLISIS

SENSORIAL

ANEXO D- 1: HOJA DE CATACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
EVALUACIÓN SENSORIAL DE FRESAS



“Aplicación de recubrimientos comestibles (gelatina, glicerol, tween, ácido cítrico y glucosa)
 y su efecto en el tiempo de vida útil de fresa (*Fragaria ananassa*) variedad Albión”

Indicaciones: Marque con una (X) la respuesta que considere más conveniente.

CARACTERÍSTICA	ESCALA	MUESTRA		
OLOR		358	654	421
	1. Nada perceptible			
	2. Perceptible			
	3. Medianamente intenso			
	4. Intenso			
	5. Muy intenso			

CARACTERÍSTICA	ESCALA	MUESTRA		
COLOR		358	654	421
	1. Rojo Débil			
	2. Rojo			
	3. Rojo Característico			
	4. Rojo Intenso			
	5. Rojo brillante			

CARACTERÍSTICA	ESCALA	MUESTRA		
DULZOR		358	654	421
	1. Nada dulce			
	2. Poco dulce			
	3. Dulce			
	4. Muy dulce			
	5. Demasiado dulce			

CARACTERÍSTICA	ESCALA	MUESTRA		
TEXTURA		358	654	421
	1. Muy Suave			
	2. Suave			
	3. Ni suave ni dura			
	4. Dura			
	5. Muy dura			

Observaciones.....

Para el color



**ANEXO D- 2: RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA FRESA
CON RECUBRIMIENTO.**

Tabla D 2. 1: Característica Olor

OLOR									
	MUESTRA 358			MUESTRA 654			MUESTRA 421		
CATADOR	R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3
1	3	4	4	3	2	3	1	2	2
2	3	3	4	3	2	3	1	1	2
3	2	2	4	2	2	2	1	1	1
4	3	3	2	2	3	2	1	1	1
5	2	2	4	2	2	4	1	1	2
6	2	3	4	2	2	3	1	1	2
7	2	2	2	2	3	2	1	2	1
8	2	4	2	3	3	3	1	1	1
9	2	4	4	2	2	3	1	1	1
10	4	3	4	2	2	3	1	1	1
11	2	3	3	1	2	2	1	2	1
12	3	3	3	3	3	2	1	1	1
13	2	3	4	2	4	3	1	2	2
14	3	3	4	3	3	3	2	2	2
15	3	4	3	3	3	3	2	2	1
16	3	3	4	2	3	3	2	1	1
17	3	4	3	2	4	4	2	2	2
18	2	3	4	3	2	3	2	2	1
19	3	3	3	3	3	4	2	2	1
20	2	5	4	3	4	3	2	1	2
21	3	2	4	1	3	4	1	1	2
22	3	2	3	3	3	4	3	1	2
23	4	4	4	4	3	3	1	2	1
24	3	5	3	2	4	3	1	3	1
Promedio	3,11			2,74			1,43		

Fuente: Proyecto Frutas no climatéricas

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima.

Muestra 358: Fresas con 20% de glucosa y 10 minutos de inmersión.

Muestra 654: Fresas con 10 % de glucosa y 7.50 minutos de inmersión.

Muestra 421: Fresas sin tratamiento.

Tabla D 2. 2: Característica Color

COLOR									
	MUESTRA 358			MUESTRA 654			MUESTRA 421		
CATADOR	R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3
1	4	5	3	4	4	3	2	3	1
2	4	3	3	4	3	3	2	2	1
3	3	3	3	3	3	2	1	2	1
4	3	3	3	3	4	2	1	2	2
5	4	4	3	4	3	4	1	2	2
6	2	3	4	3	2	4	1	3	1
7	4	4	5	3	3	4	2	2	1
8	4	3	5	2	3	4	1	2	3
9	4	3	3	3	2	2	1	1	1
10	3	3	4	2	3	2	1	2	1
11	4	5	2	3	4	3	2	3	1
12	3	4	3	3	4	3	1	3	1
13	3	4	3	3	5	4	2	3	2
14	5	3	3	4	5	2	2	3	1
15	5	3	3	3	3	3	2	2	1
16	3	4	3	3	4	2	2	2	2
17	4	3	4	2	3	3	2	1	1
18	4	5	3	2	2	4	2	1	2
19	3	3	4	3	3	4	1	2	1
20	2	3	5	5	3	4	1	2	1
21	3	5	3	2	4	2	1	4	1
22	4	2	4	3	3	3	2	1	1
23	3	5	4	4	5	3	2	3	1
24	5	4	4	5	4	3	3	4	1
Promedio	3,57			3,21			1,72		

Fuente: Proyecto Frutas no climatéricas

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima.

Muestra 358: Fresas con 20% de glucosa y 10 minutos de inmersión.

Muestra 654: Fresas con 10 % de glucosa y 7.50 minutos de inmersión.

Muestra 421: Fresas sin tratamiento.

Tabla D 2. 3: Característica Dulzor

DULZOR									
	MUESTRA 358			MUESTRA 654			MUESTRA 421		
CATADOR	R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3
1	4	5	3	3	3	4	2	2	2
2	4	3	4	4	2	4	2	2	3
3	4	3	4	4	3	2	2	2	2
4	4	4	3	3	3	4	1	2	2
5	4	3	4	3	4	3	2	3	2
6	4	3	3	4	4	4	2	2	3
7	3	4	4	2	3	3	2	2	2
8	4	4	4	4	3	3	2	1	2
9	3	4	4	3	2	4	1	2	1
10	4	4	4	3	2	4	2	1	2
11	3	3	3	4	3	3	3	2	1
12	3	3	3	4	4	4	2	2	2
13	3	4	3	3	3	4	1	3	2
14	4	4	4	3	2	4	2	2	3
15	3	4	4	2	3	3	2	2	1
16	3	3	3	4	3	4	2	1	1
17	4	4	4	2	3	3	2	1	1
18	4	3	4	3	2	3	3	2	2
19	3	4	3	4	3	4	2	2	2
20	4	3	4	3	4	3	2	2	2
21	4	4	4	4	2	3	3	2	1
22	3	3	4	3	3	4	2	2	1
23	4	4	4	4	4	3	2	3	1
24	4	4	3	4	4	3	3	3	1
Promedio	3,63			3,26			1,93		

Fuente: Proyecto Frutas no climatéricas

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima.

Muestra 358: Fresas con 20% de glucosa y 10 minutos de inmersión.

Muestra 654: Fresas con 10 % de glucosa y 7.50 minutos de inmersión.

Muestra 421: Fresas sin tratamiento.

Tabla D 2. 4: Característica Textura

TEXTURA									
	MUESTRA 358			MUESTRA 654			MUESTRA 421		
CATADOR	R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3	R 1	R 2	R 3
1	4	4	4	4	3	3	2	2	3
2	3	4	4	3	3	3	2	3	3
3	4	4	3	3	3	3	2	2	2
4	3	3	3	3	3	3	2	3	2
5	3	3	3	3	3	2	1	2	2
6	3	4	3	2	3	3	4	3	3
7	3	3	3	2	2	3	1	1	2
8	3	3	3	2	3	4	2	3	3
9	3	4	4	3	5	4	2	2	1
10	3	3	4	5	3	4	2	2	1
11	4	3	4	3	3	3	2	3	1
12	4	3	3	4	4	3	3	2	2
13	4	3	3	3	4	3	2	2	1
14	3	3	4	3	3	3	2	2	1
15	3	4	3	4	4	3	3	2	2
16	4	4	4	3	4	3	2	2	3
17	4	4	3	5	4	3	3	2	4
18	5	4	3	4	3	2	3	2	2
19	4	3	3	4	3	4	3	2	2
20	3	4	3	4	3	3	2	2	2
21	4	3	3	3	3	4	3	3	2
22	3	3	4	4	3	4	3	2	1
23	3	4	4	4	4	3	3	3	1
24	3	5	4	3	5	3	2	3	1
Promedio	3,47			3,31			2,19		

Fuente: Proyecto Frutas no climatéricas

Elaborado por: Isabel Magdalena Jima.

Muestra 358: Fresas con 20% de glucosa y 10 minutos de inmersión.

Muestra 654: Fresas con 10 % de glucosa y 7.50 minutos de inmersión.

Muestra 421: Fresas sin tratamiento.

ANEXO D- 3: ANÁLISIS DE VARIANZA

ANEXO D-3.1: Característica Olor

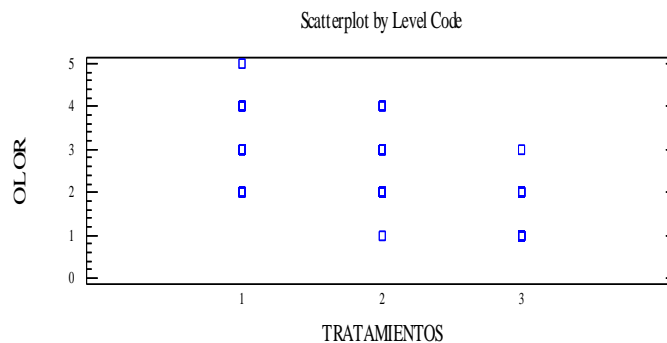
Tabla D-3.1.1: Análisis de varianza para característica olor.

Análisis de Varianza para característica olor					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
Main Efectos					
A: TRATAMIENTOS	112,065	2	56,0324	120,48	0,0000**
B: CATADOR	8,62037	2	4,31019	9,27	0,0001**
RESIDUO	98,1296	211	0,465069		
TOTAL	218,815	215			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

Tabla D-3.1.2: Análisis de Tukey para característica olor.

Método: Tukey 95%			
TRATAMIENTO	REPLICA	LS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
3	72	1,43056	C
2	72	2,73611	B
1	72	3,11111	A

Gráfico D-3.1.3: Característica Olor



ANEXO D-3.2: Característica Color

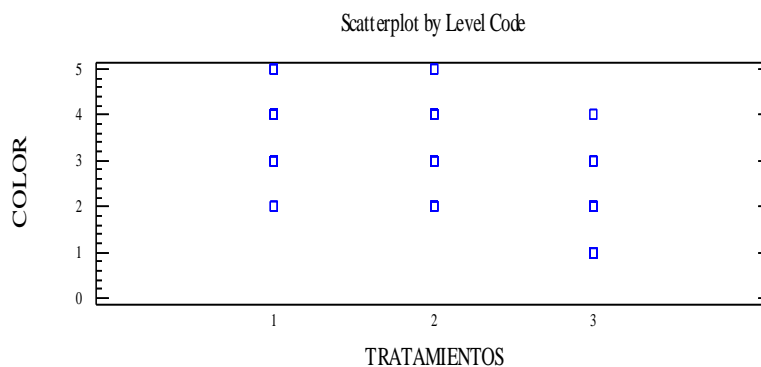
Tabla D-3.2.1: Análisis de varianza para característica color.

Análisis de Varianza para característica color					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
Main Efectos					
A: TRATAMIENTOS	138,028	2	69,0139	108,16	0,0000**
B: CATADOR	9,33333	2	4,66667	7,31	0,0008**
RESIDUO	134,639	211	0,638099		
TOTAL	282,0	215			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

Tabla D-3.2.2: Análisis de Tukey para característica color.

Método: Tukey 95%			
TRATAMIENTO	REPLICA	LS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
3	72	1,72222	C
2	72	3,20833	B
1	72	3,56944	A

Grafico D-3.2.3: Característica Color



ANEXO D-3.3: Característica Dulzor

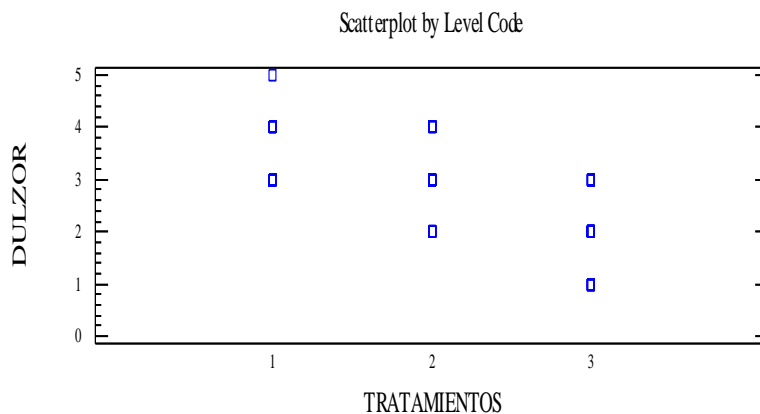
Tabla D-3.3.1: Análisis de varianza para característica dulzor.

Análisis de Varianza para característica dulzor					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
Main Efectos					
A: TRATAMIENTOS	114,704	2	57,3519	153,28	0,0000**
B: CATADOR	0,56815	2	0,282407	0,75	0,4714
RESIDUO	78,9491	211	0,374166		
TOTAL	194,218	215			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

Tabla D-3.3.2: Análisis de Tukey para característica dulzor.

Método: Tukey 95%			
TRATAMIENT	REPLICA	LS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
3	72	1,93056	C
2	72	3,26389	B
1	72	3,625	A

Grafico D-3.3.3: Característica Dulzor



ANEXO D-3.4: Característica Textura

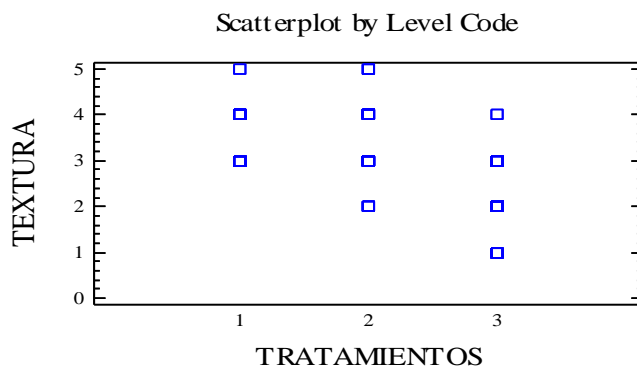
Tabla D-3.4.1: Análisis de varianza para característica textura

Análisis de Varianza para característica textura					
Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrados Medios	Razón de varianza	Probabilidad
Main Efectos					
A: TRATAMIENTOS	69,4815	2	34,7407	79,45	0,0000**
B: CATADOR	2,23148	2	1,11574	2,55	0,0804
RESIDUO	92,2685	211	0,437292		
TOTAL	163,981	215			
Todos los F- tablas están basados en los cuadrados medios del error					

Tabla D-3.4.2: Análisis de Tukey para característica textura.

Método: Tukey 95%			
TRATAMIENTO	REPLICA	LS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
3	72	2,19444	B
2	72	3,30556	A
1	72	3,47222	A

Grafico D-3.4.3: Característica Textura



ANEXO E

VIDA ÚTIL

Tabla E 1: Valores de UFC/ gr de fresa de los microorganismos en fresas durante el almacenamiento en refrigeración

DIAS	Mohos y Levaduras			Mesófilos Totales			Coliformes		
	T0	T2	T9	T0	T2	T9	T0	T2	T9
0	930	160	160	650	320	300	280	60	80
3	950	190	215	780	360	360	310	80	120
6	980	230	260	850	410	390	390	120	180
8	1100	260	300	980	480	420	420	160	210
13	1290	280	330	1120	500	490	480	220	250
15	1300	350	390	1190	530	530	520	280	290
18	1350	420	430	1210	590	600	600	300	350
T0: FRESAS SIN TRATAMIENTO T2: 10% GLUCOSA Y 7.50 MINUTOS DE INMERSIÓN T9: 20 % GLUCOSA Y 10 MINUTOS DE INMERSIÓN									

Tabla E 2: Valores de Ln de cada valor de UFC/gr. de fresa para los cálculos de vida útil

tiempo (seg)	Mohos y Levaduras			Mesófilos Totales			Coliformes		
	Ln T0	Ln T2	Ln T9	Ln T0	Ln T2	Ln T9	Ln T0	Ln T2	Ln T9
0	6,835	5,075	5,075	6,476	5,768	5,703	5,634	4,094	4,382
259200	6,856	5,247	5,370	6,659	5,886	5,886	5,736	4,382	4,787
518400	6,887	5,438	5,560	6,745	6,016	5,966	5,966	4,787	5,192
691200	7,003	5,560	5,703	6,887	6,173	6,040	6,040	5,075	5,347
1123200	7,162	5,634	5,799	7,021	6,214	6,194	6,173	5,393	5,521
1296000	7,170	5,857	5,966	7,081	6,272	6,272	6,253	5,634	5,669
1555200	7,207	6,04025	6,06321	7,09864	6,38054	6,39655	6,3967	5,7035	5,8574
T0: FRESAS SIN TRATAMIENTO T2: 10% GLUCOSA Y 7.50 MINUTOS DE INMERSIÓN T9: 20 % GLUCOSA Y 10 MINUTOS DE INMERSIÓN									

Tabla E 3: Valores de vida útil de fresas en Mohos y Levaduras-Mesófilos y Coliformes totales

Tiempo	Mohos y Levaduras			Mesófilos Totales			Coliformes		
Tratamientos	T0	T2	T9	T0	T2	T9	T0	T2	T9
Días	11	16	16	10	14	16	6	15	13