



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE
DE GEL DE MUCILAGO DE PENCA DE SÁBILA (*Aloe
Barbadensis miller*) EN LA VIDA ÚTIL DE LA FRESA
(*Fragaria ananassa*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

AUTORES:

Bach. Alex John Cano Salinas
Bach. Frank Edwin Corales Chauca

ASESOR:

Ing. Williams Castillo Martínez

**NUEVO CHIMBOTE - 2014
PERÚ**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E.A.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR DE TESIS

Damos conformidad del presente estudio, desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al reglamento general para obtener el título profesional en la universidad nacional del santa (Resolución N°471-CU-R-UNS), titulado:

“EFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE GEL DE MUCILAGO DE PENCA DE SÁBILA (Aloe Barbadensis miller) EN LA VIDA ÚTIL DE LA FRESA (Fragaria ananassa)”.

Presentado por:

ALEX JOHN CANO SALINAS
Bachiller en ingeniería agroindustrial

Bach. FRANK EDWIN CORALES CHAUCA
Bachiller en ingeniería agroindustrial

Revisado y evaluado por el siguiente jurado:



Dr. Gilbert Rodríguez Paucar
PRESIDENTE



Ms. Jenaro Paredes Zavaleta
SECRETARIO



Ms. Williams Castillo Martínez
INTEGRANTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E.A.P. DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis ha sido revisado y desarrollado en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el título profesional en la universidad nacional del santa (Resolución N°471-CU-R-UNS) de acuerdo a la denominación siguiente:

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TITULO: "EFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE GEL DE MUCILAGO DE PENCA DE SÁBILA (*Aloe Barbadensis miller*) EN LA VIDA ÚTIL DE LA FRESA (*Fragaria ananassa*)".

AUTORES:

Bach. ALEX JOHN CANO SALINAS

Bach. FRANK EDWIN CORALES CHAUCA

Ms. Williams Castillo Martínez

Asesor

Nuevo Chimbote, Agosto del 2014

DEDICATORIA

A Dios por ayudarme a conseguir mis metas y darme tantas bendiciones en la vida.

A mis padres Juan y Rosa y mis hermanos Masiel, Ivan, Juan Jose por su apoyo infinito.

A mis amigos y compañeros de la promoción 2004, por todos los momentos compartidos.

JOHN CANO

DEDICATORIA

A Dios Todo poderoso porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mis padres Teodoro y Amada quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

A mis hermanos Andy y Jovana con mucho cariño. Sigamos cosechando y compartiendo éxitos en nuestras vidas.

FRANK CORALES

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor el ing. Williams Castillo Martínez por todo el apoyo y confianza para la realización de esta investigación.

A Berenice, soledad, Lenin y Jhon por su apoyo incondicional para la realización de nuestra tesis.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron con esta investigación.

A todos los docentes de la escuela de ingeniería agroindustrial por sus valiosas enseñanzas, conocimientos impartidos y experiencias compartidas en aulas.

¡Muchas gracias a todos y por todo, Dios los bendiga siempre!

LOS AUTORES

RESUMEN

Se estudió el efecto de los recubrimientos comestibles formulados a partir de gel de Aloe Vera+Glicerol+CMC y gel de Aloe Vera+Glicerol+Lecitina de Soya, en fresas almacenadas en cajas de PET perforadas y conservadas en refrigeración de a temperatura de $5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ por espacio de 10 días.

Los tratamientos fueron formulados a partir de una dilución acuosa del gel de aloe vera (AV) al 50% en peso, de la siguiente manera T1(AV+2%glicerol+0.25% CMC), T2 (AV+2% glicerol +0.75%CMC), T3 (AV+5% glicerol +0.25%CMC), T4 (AV+5% glicerol +0.75%CMC), T5 (AV+2% glicerol+1.5%Lecitina de soya),T6 (AV+2% glicerol+2%Lecitina de soya), T7 (AV+5% glicerol+1.5%Lecitina de soya), T8 (AV+5%glicerol+2%Lecitina de soya), y se evaluó el efecto sobre la Acidez Titulable, Pérdida de Peso, Azucares Reductores, Vitamina C, Tasa de Respiración, pH, °Brix, Textura y Color (Luminosidad) en las fresas recubiertas, además se sometió a un panel no entrenado compuesto por 30 personas, para que opinaran respecto a los atributos color, sabor y textura.

Se determinó al tratamiento T8 como el mejor logrando minimizar la pérdida de peso en un 1.64%, acidez en un 0.06%, vitamina C en un

0.97%, tasa de respiración en un 50% de ml de CO₂/Kg.h, textura en un 8.23MJ, luminosidad en un 2.333 y azúcares reductores en un 48.68% en la fresa durante el almacenamiento por 10 días a 5±0.5°C.

Los panelistas calificaron al tratamiento T8 como aceptable con una valoración 6.47 respecto a los atributos de color sabor y textura

A partir de estos resultados se concluye que los recubrimientos comestibles formulados a base del gel de Aloe Vera, Glicerol y Lecitina de Soya es aceptable sensorialmente y a la vez favorece en un aumento de la vida útil de la fresa disminuyendo las Pérdidas de Peso, la Tasa de Respiración, manteniendo la Firmeza, Acidez, Azúcares Reductores, Vitamina C y retrasando cambios de color en la fresa.

ABSTRACT

The objective of this investigation was to evaluate the effects of edible coating developed from the Aloe vera Gel+Glycerol+CMC and the Aloe Vera Gel+Glycerol+Soy lecithin, in strawberries stored in PET perforating containers and under refrigeration conditions at $5^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ for 10 days.

Treatments were formulated from an aqueous solution of aloe vera gel (AV) 50% w/w, T1 (AV+2% Glycerol+0.25% CMC), T2 (AV+2% Glycerol +0.75% CMC), T3 (AV+5% Glycerol +0.25% CMC), T4 (AV+5% Glycerol +0.75% CMC), T5 (AV+2% glycerol +1.5% Soy lecithin), T6 (AV+2% glycerol+2% Soy lecithin), T7 (AV+5% glycerol+1.5% Soy lecithin), T8 (AV+5% Glycerol+2% Soy lecithin), to evaluate this effect on titratable acidity, weight loss, reducing sugars, vitamin C, rate of respiration, pH, ° Brix, texture and colour (Luminosity) in recovered strawberry fruits. Sensorial attributes were evaluated by 30 untrained panelists in respect to colour, texture and flavor.

It was determined that the best treatment was T8, achieving to minimize the weight loss in 1.64%, acidity 0.06%, vitamin C 0.97%, rate of respiration 50% of ml CO₂ /Kg.h, texture 8.23 MJ, luminosity 2.333 and reducing sugars 46.68% in strawberry fruits during the storage conditions at $5^{\circ}\text{C} \pm 0.5$ for 10 days.

Panelists qualified to the treatment T8 as acceptable with a 6.47 valuation in accordance to sensorial attributes from colour, texture and flavor.

We concluded that edible coatings formulated from Aloe vera gel, Glycerol and Soy lecithin are sensorially acceptable and help to increase shelf life in strawberry fruits decreasing weight loss, rate of respiration, maintaining the firmness, acidity, reducing sugars, vitamin C and retarding changes of colour in strawberry fruits.

ÍNDICE

INTRODUCCION	1
I. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
1.1. LA FRESA.....	3
1.1.1. ASPECTOS GENERALES	3
1.1.2. TAXONOMIA DE LA FRESA	5
1.1.3. MORFOLOGIA DE LA FRESA	5
1.1.4. COMPOSICION QUIMICA DEL FRUTO DE LA FRESA	8
1.1.5. FISIOLOGIA POST COSECHA DE LA FRESA.....	12
1.2. CONSERVANTES NATURALES	31
1.2.1. QUITOSANO.....	31
1.2.2. MUCILAGOS.....	32
1.2.3. PROPOLIS O PROPOLEOS.....	34
1.2.4. ACEITES ESENCIALES	34
1.3. ALOE VERA	35
1.3.1. ASPECTOS GENERALES	35
1.3.2. TAXONOMIA DEL ALOE VERA.....	37
1.3.3. MORFOLOGIA DEL ALOE VERA.....	37
1.3.4. ESPECIES.....	39
1.3.5. CONSTITUYENTES DEL ALOE VERA	40
1.3.6. FACTORES QUE INCIDEN EN LA DEGRADACION Y OXIDACION DEL GEL DE ALOE VERA.....	42
II. MATERIALES Y METODOS.....	45
2.1. LUGAR DE EJECUCION	45
2.2. MATERIALES.....	45
2.2.1. MATERIA PRIMA	45
2.2.2. INSUMOS	45
2.2.3. REACTIVOS.....	46
2.2.4. UTENSILIOS	46
2.2.5. MATERIALES DE VIDRIO.....	47
2.2.6. EQUIPOS.....	48
2.3. METODOLOGIA.....	49

2.3.1.	ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO FINAL	49
2.3.2.	DESCRIPCION DEL PROCESO PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE GEL DE ALOE VERA EN FRUTOS DE FRESA	59
2.3.3.	DISEÑO ESTADISTICO	65
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	68
3.1.	CARACTERIZACION DE LA FRESA:	68
3.2.	EFFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE GEL DE ALOE VERA SOBRE LA PERDIDA DE PESO:	69
3.3.	EFFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE GEL DE ALOE VERA SOBRE LA ACIDEZ TITULABLE:	74
3.4.	EFFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA SOBRE LOS AZUCARES REDUCTORES:	77
3.5.	EFFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA SOBRE LA VITAMINA C:	81
3.6.	EFFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA SOBRE LA TASA DE RESPIRACION:	84
3.7.	EFFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA EN LOS SOLIDOS SOLUBLES (°Brix):	90
3.8.	EFFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA EN EL pH:	93
3.9.	EFFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA SOBRE LA TEXTURA:	96
3.10.	EFFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA SOBRE EL COLOR (LUMINOSIDAD):	100
3.11.	EVALUACION SENSORIAL DE FRESAS CON CUBIERTA COMESTIBLE A BASE DE GEL Y ALOE VERA	103
3.11.1.	ANALISIS SENSORIAL PARA EL COLOR	104
3.11.2.	ANALISIS SENSORIAL PARA EL SABOR	104
3.11.3.	ANALISIS SENSORIAL PARA LA TEXTURA	105
IV.	CONCLUSIONES	107
V.	RECOMENDACIONES	108
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: La Fresa	3
Figura 2: Estructura típica del fruto de fresa. (Adaptado de Hancock, 1999).	6
Figura 3: Morfología de Aloe vera Flor; b) Hoja; c) Tallo; d) Raíz. (Jiménez I., González A, 2012).....	39
Figura 4: Aloe barbadensis Miller (Jiménez I, 2012)	40
Figura 5: Determinación de la acidez por titulación.	50
Figura 6: Determinación del pH	50
Figura 7: Determinación de grados °Brix.	51
Figura 8: Determinación de la respiración	52
Figura 9: esquema del respirometro	54
Figura 10: Determinación de la textura	54
Figura 11: Determinación de azúcares reductores	56
Figura 12: Determinación de vitamina C	57
Figura 13: medición del color	59
Figura 14: recepción	60
Figura 15: Selección y clasificación de la fresa	61
Figura 16: Inmersión de la fresa en recubrimientos comestibles	63
Figura 17: secado de la fresa recubierta	63
Figura 18: Envasado en cajas de polietileno	64
Figura 19: Almacenamiento del producto	65
Figura 20: Diagrama de flujo del proceso para aplicación de recubrimientos comestibles a base de gel de Aloe vera en frutos de fresa (Fragaria ananassa).	67

ÍNDICE DE GRAFICAS

- Grafica 1:** Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el % de pérdida de peso en fresa almacenada a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 10 días. 69
- Grafica 2:** Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs concentración de Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la acidez titulable en frutos de fresa almacenadas a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 10 días. 71
- Grafica 3:** Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la acidez titulable de fresa almacenadas a 5.5°C durante 10 días..... 74
- Grafica 4:** Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs concentración de Lecitina de soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la acidez titulable en frutos de fresa almacenadas a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 5 días. 76
- Grafica 5:** Efecto de las formulaciones de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el contenido de azúcares reductores de frutos de fresa almacenadas a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 10 días. 78
- Grafica 6:** Grafica de interacción Glicerol vs Concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el contenido de azúcares reductores de frutos de fresa almacenadas a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 5 días. 80

Grafica 7: Efecto de las formulaciones de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el contenido de vitamina C en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C durante 10 días.	81
Grafica 8: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el contenido la Vitamina C en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C durante 5 días.	83
Grafica 9: Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la tasa de respiración en fresa almacenada a 5 ± 0.5 °C durante 10 días.	85
Grafica 10: Grafica de interacción Glicerol vs Concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de Aloe vera sobre la tasa de respiración en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en 5 días de almacenamiento.	88
Grafica 11: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de Aloe Vera sobre los °Brix en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en 5 días de almacenamiento.	90
Grafica 12: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre los °Brix en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en cinco días de almacenamiento.	92
Grafica 13: Efecto de recubrimiento comestible a base de Gel de Aloe Vera sobre el pH en fresa almacenada a 5 ± 0.5 °C durante 10 días.	93

Grafica 14: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el pH en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en cinco días de almacenamiento.	95
Grafica 15: Efecto del recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la textura de fresa almacenada a 5 ± 0.5 °C durante 10 días.	97
Grafica 16: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la textura en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en cinco días de almacenamiento.	99
Grafica 17: Efecto del recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la luminosidad de fresa almacenada a 5 ± 0.5 °C durante 10 días.	100
Grafica 18: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la luminosidad en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en cinco días de almacenamiento.	102

Índices de cuadros

Cuadro 1: Composición Química del fruto de fresa (Contenido en 100 gramos de peso en fresco).....	11
Cuadro 2: Recomendaciones para mantener la calidad en postcosecha de la fresa	13
Cuadro 3: Descripción morfológica del Aloe vera.....	38
Cuadro 4: Matriz de diseño del experimento	62
Cuadro 5: Características iniciales de la fresa sin recubrir.....	68
Cuadro 6: Análisis de varianza para el % de pérdida de peso en fresa recubierta con gel de aloe vera.	72
Cuadro 7: análisis de varianza para la acidez titulable de la fresa recubierta con gel de aloe vera.....	75
Cuadro 8: Análisis de varianza para los azúcares reductores en fresa recubierta con gel de aloe vera.	79
Cuadro 9: Análisis de varianza para Vitamina C en fresa recubierta con gel de Aloe Vera.....	82
Cuadro 10: Análisis de varianza para la Tasa de Respiración en fresas recubierta con gel de aloe vera	86
Cuadro 11: Análisis de varianza para los ° Brix en fresas recubierta con gel de aloe vera.....	90
Cuadro 12: Análisis de varianza para el pH en fresas recubiertas con gel de aloe vera	94

Cuadro 13: Análisis de varianza para el pH en fresas recubiertas con gel de aloe vera.	98
Cuadro 14: Análisis de varianza para la luminosidad en fresas recubiertas con gel de aloe vera.	101
Cuadro 15: Análisis de varianza – Atributo color	104
Cuadro 16: Análisis de varianza – Atributo Sabor	104
Cuadro 17: Análisis de varianza – Atributo color	105

I. INTRODUCCION

La necesidad de desarrollar productos saludables, económicos y a su vez que permita preservar el medio ambiente, ha impulsado el desarrollo de recubrimientos formulados a partir de componentes naturales comestibles y biodegradables. Por lo anterior los recubrimientos comestibles están siendo considerados como una excelente alternativa para conservar y mejorar las características sensoriales de los alimentos recubiertos ya que contribuye a la extensión de la vida útil del producto al reducir la migración de humedad y de solutos, el intercambio de gases, la respiración, y otras reacciones oxidativas, disminuyendo así los desórdenes fisiológicos.

El desarrollo de películas y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas tanto frescos como mínimamente procesados ha generado recientes avances respecto al efecto sinérgico de los componentes sobre la vida anaquel de dichos alimentos.

Los métodos de conservación que permiten mantener los atributos de calidad con características sensoriales de frescura resultan ser vitales para un mercado de consumidores que demanda día a día alimentos mínimamente procesados.

La tecnología emergente de aplicación de recubrimientos comestibles sobre frutas, como sistema de conservación, ha venido ganando mucho desarrollo y posicionamiento debido a su relativo bajo costo frente a otras de mayor aplicación tecnológica como las atmósferas modificadas, controladas y los empaques activos entre otros.

En este trabajo se plantea el desarrollo de un envase activo (recubrimiento comestible) con compuestos de origen natural, formulado a base de Gel de Aloe Vera – Glicerol - CMC y Gel Aloe Vera – Glicerol - Lecitina de Soya, basado en la conservación por refrigeración de fresa recubierta, para aumentar la vida útil y conservar sus características físico químicas.

El presente trabajo de investigación tuvo los siguientes objetivos:

- Determinar la mejor formulación para un recubrimiento comestible a base de gel de aloe Vera-Glicerol-CMC y Aloe Vera-Glicerol-Lecitina de Soya que permita alargar la vida útil de la fresa.
- Evaluar el efecto de la aplicación del recubrimiento comestible en los parámetros fisicoquímicos: Pérdida de Peso, Acidez Titulable, Azúcares Reductores, Vitamina C, Tasa de Respiración, pH, Sólidos Solubles (°Brix), Textura y color (Luminosidad) en frutos de fresa almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a $5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- Evaluar el efecto de la aplicación del recubrimiento comestible en los parámetros de calidad: color, aroma y sabor de la fresa almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a $5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

I. REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1. LA FRESA

1.1.1. ASPECTOS GENERALES

Las fresas son de plantas rastreras, el fruto de la fresa es de forma cónica o casi redonda, de tamaño variable según la especie (de 15 a 22 mm de diámetro), coronada por sépalos verdes, de color rojo y con un sabor que varía de ácido a muy dulce. Lo que más caracteriza a esta fruta es su intenso aroma.



Figura 1: La Fresa

El valor nutricional de la fresa como alimento se encuentra representado en el aporte moderado de carbohidratos. Es una buena fuente de vitamina C, contiene ácidos orgánicos como el cítrico, málico, oxálico y salicílico, es rica en

minerales como potasio y magnesio, y en compuestos activos presenta pigmentos, aceite esencial, taninos y flavonoides (Murcia & Hoyos, 2001; Carvajal, 2005, citado por Restrepo 2009).

La fresa es un fruto no climatérico, que a pesar de las excelentes características organolépticas es un fruto muy perecedero, debido a su alta tasa de respiración y limitada vida post cosecha, reduciéndose su vida útil para la comercialización como producto fresco (Lima, 1999, citado por Núñez et. al, 2012). El rápido deterioro comercial de la fresa viene determinado tanto por el consumo de sus propias reservas nutritivas como por la pérdida de agua por transpiración (Beltrán, 2010).

El fruto de fresa, por sus características morfológicas, se clasifica como un fruto blando, y de todos los frutos blandos, sea posiblemente el mejor estudiado desde el punto de vista fisiológico y bioquímico (Pedraza, 1999). El fruto de la fresa posee una pulpa relativamente blanda, protegida con una fina y delicada cubierta, muy susceptible a la rotura. Estas características hacen que la fresa se magulle por efecto de presiones de intensidad relativamente baja (Beltrán, 2010).

La vida útil de la fresa puede verse mejorada por el control de procesos de deterioro o inactivación de procesos fisiológicos, tanto del propio fruto como de los patógenos que pueda contener. La temperatura es el factor medio ambiental básico para conservarla durante su almacenamiento por afectar a su tasa de respiración y/o otras reacciones biológicas (Beltrán, 2010).

1.1.2. TAXONOMIA DE LA FRESA

La taxonomía se refiere a la ciencia de ordenar a los organismos en un sistema de clasificación jerárquico: Familia, subfamilia, género, especie.

- Clasificación taxonómica de la fresa:

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsita

Género : Fragaria

1.1.3. MORFOLOGIA DE LA FRESA

La fresa es una planta herbácea perenne compuesta por diferentes meristemas y cuyo desarrollo viene controlado por la interacción entre la temperatura y el fotoperíodo. La planta de fresa posee un tallo central a partir del cual

emergen las hojas trifoliadas y las raíces, que son de tipo fasciculado.

Bajo la definición de "frutos blandos" se agrupan varios tipos de bayas. Se trata de frutos pequeños cuyas semillas se encuentran incluidas en un receptáculo. Como ejemplos más representativos de este tipo de frutos, nos encontramos con las grosellas y las fresas.

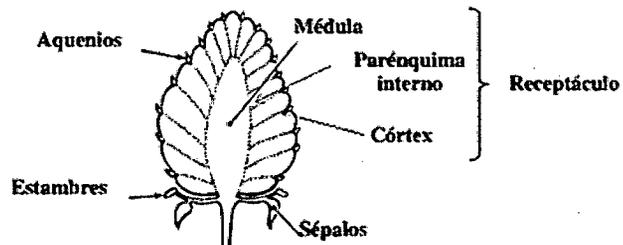


Figura 2: Estructura típica del fruto de fresa. (Adaptado de Hancock, 1999).

La fresa se desarrolla a partir de una flor con un gineceo coricárpico (donde cada carpelo representa un carpelido) y en la que el androceo se ha multiplicado de modo secundario por intercalación. A partir de los carpelos se forman frutos monocarpelares indehiscentes (aquenios) que se disponen sobre la superficie del eje floral, el cual adopta un aspecto cónico y una textura carnosa (receptáculo) para dar lugar a un fruto múltiple (Erendorfer, 1983, citado por Cumplido, 2012).

Por tanto, la fresa es un fruto que posee una estructura de falso fruto constituido por un receptáculo carnoso en cuyo exterior se encuentran los achenios (verdaderos frutos).

1.1.3.1. Los Achenios

Los achenios son una combinación de tejido de la semilla y tejido ovárico y se originan en la base de cada pistilo. Se encuentran embebidos en la capa epidérmica del receptáculo y conectados con el interior de éste mediante haces fibrovasculares a través de los cuales obtienen los nutrientes necesarios para su desarrollo y el de las células parenquimáticas del receptáculo circundante. En función del cultivar del que se trate y de las condiciones de crecimiento del mismo, pueden existir entre 20 y 500 achenios en cada receptáculo (Darrow, 1966, citado por Cumplido, 2012).

Estructuralmente, los achenios maduros se caracterizan por presentar un grueso pericarpio, una delgada testa, una única capa endospermática y un embrión que completa su desarrollo diez días después de la antesis (Thompson, 1963, citado por Cumplido, 2012).

1.1.3.2. El Receptáculo

En el receptáculo, el tejido vascular forma un eje central en torno al cual se disponen los tejidos parenquimatoso y epidérmico del córtex. Los haces vasculares se extienden desde el pedicelo, atravesando el tejido parenquimatoso y el córtex, hasta alcanzar a los aquenios localizados en la superficie del receptáculo. Su epidermis es ligeramente pubescente y está formada por una o dos capas delgadas de células. El receptáculo presenta estomas protuberantes y abiertos, relacionados con la transpiración y respiración del fruto (Perkins-Veazie, 1995, citado por Cumplido, 2012).

1.1.4. COMPOSICION QUIMICA DEL FRUTO DE LA FRESA

El fruto de fresa es el tejido sumidero más importante de la planta, acumulando entre el 20-40% del total del peso seco de ésta. La fructificación inhibe la producción de estolones, coronas e inflorescencias, sin embargo, no afecta generalmente a los niveles totales de peso seco en la planta salvo en raíz, donde se produce una reducción de la biomasa durante dicho proceso (Hancock, 1999, citado por Cumplido, 2012).

La fresa es muy apreciada por su delicado sabor, aroma y por su valor nutricional. El fruto maduro se compone aproximadamente en un 90% de agua y en un 10% de sólidos solubles que incluye numerosos componentes importantes de la dieta. Son ricas en vitamina C (o ácido ascórbico). Una cantidad estándar de fresas (10 frutas) suministra el 95 % de los requerimientos dietéticos diarios recomendados de vitamina C. En la naturaleza, la vitamina C se sintetiza a partir de D-glucosa-6-fosfato (D-Glu-6-P) a través de diferentes vías: en animales, la D-Glu-6-P se sintetiza a través de la ruta del ácido D-glucurónico para formar el precursor gulono-1,4-lactona; en plantas, existe una ruta más compleja que involucra diferentes compuestos del azúcar (fructosa, manosa) hasta llegar a la síntesis de galactono-1,4-lactona (Wheeler et al., 1998, citado por Cumplido, 2012).

Recientemente, se ha propuesto una vía alternativa para la síntesis de vitamina C en plantas. Esta ruta sugiere que la síntesis de la vitamina C se produce a partir de la degradación de componentes pectínicos de la pared celular, principalmente de ácido galacturónico (GalUA).

Los principales azúcares solubles de la fresa son la glucosa y fructosa, que constituyen más del 80 % de los

azúcares totales y el 40 % del peso total seco (Wrolstad y Shallenberger, 1981, citado por Cumplido, 2012). La glucosa, la fructosa y la sacarosa son los azúcares solubles que están presentes en el fruto de fresa en todas las etapas de maduración. La glucosa y la fructosa se encuentran casi a concentraciones iguales, incrementando de forma continua durante el desarrollo de la fruta y pasando de un 5% en frutas verdes pequeñas a un 6,9% en las bayas de color rojo. Los niveles de sacarosa son generalmente mucho más bajos y muestran una pequeña acumulación cerca del desarrollo de la fruta.

Las invertasas probablemente desempeñan un papel importante en la regulación de la dulzura del fruto mediante el control de sus niveles de sacarosa y hexosas (Ranwala et al., 1992, citado por Cumplido, 2012).

Por otra parte, el ácido orgánico principal del fruto de fresa es el ácido cítrico, que constituye un 88% de los ácidos totales. La fresa contiene también importantes niveles de ácido elágico, que posee propiedades anticancerígenas (Maas et al., 1991, citado por Cumplido, 2012).

Cuadro 1: Composición Química del fruto de fresa (Contenido en 100 gramos de peso en fresco)

Componentes	Valor medio de la materia fresca
Agua (g)	92.0
proteínas(g)	0.6
ácido elagico(mg)	0.09-0.4
Carbohidratos totales (g)	7.0
Fibra(g)	0.5
Vitaminas	
Vitamina C (mg)	56.7
otras(mg)	<0.5
Minerales	
calcio(mg)	14
hierro(mg)	0.4
fosforo (mg)	19.0
magnesio(mg)	10.0
potasio(mg)	166.0
sodio(mg)	1.0
zinc ,cobre	<0.5
,manganeso(mg)	
Lípidos	
Saturados(mg)	0.052
Monoinsaturados(mg)	0.186
Poliinsaturados(mg)	0.0
colesterol(mg)	12.0
Fito esteroides(mg)	522.0

Functional characterization of strawberry (*fragaria ananassa*) fruit-specific and ripening-related genes involved in aroma and anthocyanins biosynthesis (Cumplido, 2012)

1.1.5. FISILOGIA POST COSECHA DE LA FRESA

1.1.5.1. Parámetros de calidad

Los parámetros a tener en cuenta incluyen la apariencia (color, forma, tamaño, ausencia de defectos), firmeza, sabor (sólidos solubles, acidez, aroma), y valor nutricional (vitamina C). Se recomiendan niveles de sólidos solubles de 7% y de acidez de 0,8%. El cáliz debe presentarse verde y turgente (Mitchell y col., 1996).

A. Etileno

Con respecto al etileno la producción es muy baja ($< 0.1 \mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ a 20°C) y la respuesta de los frutos a esta hormona no es muy marcada (Kader, 1992). No obstante la remoción del etileno de la atmósfera de almacenamiento reduce la incidencia de enfermedades. Las enfermedades y el ablandamiento excesivo son las principales causas de deterioro en frutillas por lo que debe prestarse especial atención a estos aspectos a fin de extender su vida postcosecha (Salunkhe y Desai, 1984).

B. Respiración

Las fresas se caracterizan por una alta tasa de respiración (50-100 ml CO₂/kg.h a 20°C), muy dependiente de la temperatura y tiempo de almacenamiento, estado de maduración, concentración gaseosa, cantidad de etileno, etc. Rosen y Kader (1989) obtuvieron valores de tasa de respiración a 0°C de 15 mg CO₂/kg.h, aumentando ésta de 4 a 5 veces a 10°C, y de 2 a 3 veces al pasar de 10 a 20°C. En cambio, Hardenburg et al. (1986) solo observaron cambios en la tasa de respiración 4 veces superior a la presentada para incrementos de 10°C dentro del intervalo de 0-30°C, sin especificar variaciones para los diferentes intervalos de temperatura.

Cuadro 2: Recomendaciones para mantener la calidad en postcosecha de la fresa

Temperatura Optima	Humedad Relativa Optima	Tasa de Respiración (ml CO ₂ /kg-h)		
		0°C	10°C	20°C
0±5 ° C	90 a 95 %	6-10	25-50	50-100

C. Pérdida de peso

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.

En la mayoría de los frutos pérdidas del 3-5 % del peso inicial en forma de agua transpirada son suficientes para promover un aspecto arrugado, perdiendo su apariencia externa inicial. Problema todavía 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). La pérdida de este parámetro de calidad implica en la fresa un mayor encogimiento y una disminución de su brillo, siendo por ello la máxima pérdida de peso aconsejable para este fruto durante su comercialización del 6% (Robinson et al., 1975).

D. Firmeza

La textura es la propiedad física representativa del proceso de masticación y percepción del alimento en la boca. Está considerada como otro parámetro clave indicador de calidad por ser directamente proporcional

al grado de madurez del fruto. En los estudios de firmeza en alimentos las medidas más comúnmente utilizadas son las de fuerza (factor variable), tiempo y distancia (factores constantes en el instrumental utilizado) (Giese, 2003). Para la realización de las medidas de fuerza existen una gran variedad de posibilidades: penetración, compresión, tensión, etc., de entre las cuales la penetración es la más utilizada en las fresas. Los métodos instrumentales más utilizados son los empíricos, que se fundamentan en someter las muestras a una fuerza y relacionan ésta con el tiempo y con la deformación.

E. pH

El pH es uno de los parámetros que presenta menor variación durante el periodo de postcosecha de la fresa. Diversos estudios muestran pocos o ningún cambio con el tiempo, incluso con la modificación de factores externos como temperatura, aumento de CO₂, etc. (Holcroft y Kader, 1999; García et al., 1998).

La no influencia del CO₂ podría deberse a su transformación en ácido carbónico y posterior disociación en el citoplasma, produciendo cambios de pH absorbidos por la capacidad tampón de los tejidos.

Alternativamente, un pH bicarbonatado podría formarse en el interior de las vacuolas, aumentando su valor, aunque estos cambios se neutralizarían por la capacidad tampón de los ácidos orgánicos (Holcroft y Kader 1999).

F. Sólidos Solubles

Los sólidos solubles son el conjunto de determinados azúcares (glucosa, fructosa y sacarosa), ácidos orgánicos (ácido málico, ácido cítrico y ácido succínico), compuestos fenólicos, antocianos, etc., cuyas proporciones dependen de la variedad estudiada. Las fresas, tras su recolección, como continúan con sus reacciones metabólicas básicas, entre ellas la respiración, utilizan como sustrato los azúcares resultantes de la hidrólisis de la sacarosa, disminuyendo con ello los sólidos solubles del fruto, proceso que resulta activo durante todo el periodo de post recolección (Pelayo et al., 2003).

La disminución en el tiempo de este parámetro depende de los distintos factores relacionados con su conservación, siendo la temperatura y las características del material de envasado los

principales. La aceleración de la respiración, es decir, la disminución de los sólidos solubles, se produce en presencia de atmósferas ricas en oxígeno (Wszelaki y Mitcham, 2000), resultados contradictorios a los hallados por Pelayo et al. (2003) y Holcroft y Kader (1999), en los que la exposición de fresas a diferentes atmósferas no afecta a la cantidad de sólidos solubles del fruto.

G. Acidez Titulable

La acidez titulable no es una medida de acidez total definida como suma de ácidos presentes libres y combinados con cationes, sino una medida de cambios de concentración de ácidos orgánicos del fruto (Ulrich, 1970). El ácido cítrico es el más abundante de la fresa, seguido de málico, succínico y ascórbico, razón por la que los resultados de acidez titulable se expresan en cantidad de ácido cítrico.

En la fresa, según sea el tejido analizado externo o interno, la cantidad inicial de ácido cítrico es distinta y evoluciona de manera independiente. Así, altas cantidades de dióxido de carbono solo producen aumentos de ácido cítrico en el tejido externo.

H. Color

El color es uno de los parámetros de calidad que más información proporciona sobre la evolución de las fresas, siendo detectable mediante colorimetría (color externo) y espectrofotometría visible (color total). El color externo se mide con los parámetros colorimétricos a^* , b^* , c y ángulo h , y el color total con la concentración de antocianos, determinados como glucósido 3-pelargonidina, por ser el mayoritario de la fresa, constituyendo el 88 % de los antocianos de la parte externa y el 96% de la interna. (García-Viguera et al., 1999).

I. Olores Anómalos (“off-flavors”)

Los metabolitos fermentativos acetaldehído, etanol y acetato de etilo, que forman parte del aroma de las fresas (Pelayo et al., 2003), aunque aumentan de manera natural durante la maduración (Ke et al., 1994; Larsen y Watkins, 1995), pueden sufrir cambios drásticos con el almacenamiento, dependientes del tipo de cultivo, tiempo y temperatura de almacenamiento y condiciones atmosféricas. Su generación es catalizada por los enzimas piruvato descarboxilasa (PDC), alcohol deshidrogenasa (ADH) y alcohol acetiltransferasa, los

cuales transforman el piruvato en acetaldehído, el acetaldehído en etanol y el etanol en acetato de etilo, respectivamente (Pérez et al., 1996).

Durante el almacenamiento de las fresas, cantidades de 8, 23 y 63 $\mu\text{L/L}$ de acetaldehído, etanol y acetato de etilo, respectivamente, son consideradas como adecuadas (Ke et al., 1991). Valores no generalizables dado que otras variedades, o la misma variedad en diferentes periodos, pueden presentar valores iniciales muy superiores (Sanz et al., 1999).

Los efectos de las atmósferas controladas o modificadas sobre el sabor de las fresas no están todavía claramente definidos, aunque se relacionan con incrementos de compuestos fermentativos y ester de etilo (mayoritariamente el acetato de etilo), volátiles dependientes de la variedad de fresa estudiada (Larsen y Watkins, 1995). Según Ke et al. 1991, la respiración anaerobia generada por las condiciones de atmósfera modificada durante el envasado, acumula inicialmente acetaldehído y, posteriormente, etanol y acetato de etilo, alcanzando las concentraciones necesarias para generar olores atípicos. Según este mismo autor, el etanol es el

causante, en cambio según otros (Larsen et al., 1995) es su combinación con el acetato de etilo.

La presencia de esteres ramificados en fresas sometidas a tratamientos ricos en CO₂ se relaciona con condiciones de estrés o senescencia inducidas por el propio gas (Pelayo et al., 2002), fenómenos necesarios para inducir la fermentación con la que se producen las cantidades necesarias de su precursor, el etanol (Purvis, 1997). Por tanto, el mantenimiento del perfil de ésteres original durante el almacenamiento depende de la capacidad de los cultivos de mantener una baja tasa de su metabolismo fermentativo. La preferente síntesis de ésteres de etilo frente a otros esteres en presencia de altas cantidades de etanol es posible debido a la no aparente preferencia de la AAT por sustratos específicos (Ahorini et al., 2000). En cambio, este incremento en esteres de etilo en atmósferas ricas en CO₂ también es observado por Ke et al. 1994, pero con butirato de etilo y no con acetato de etilo. Por otra parte, Ke et al 1994 observan un aumento en la actividad en los enzimas PDC y ADH, y un descenso en la del enzima AAT en presencia de altas concentraciones de CO₂, fenómenos asociados a variedades de fresa capaces de mantener bajos

niveles de metabolitos fermentativos en estas condiciones atmosféricas (Fernández-Trujillo et al., 1999).

Según Pesis y Avissar (1990), altas concentraciones de acetaldehído se relacionan con aumentos en la tasa de respiración de la fresa, provocando aumentos en la concentración de CO₂. En algunos estudios, estas altas cantidades de compuesto volátil no son detectadas por su rápida transformación en acetilco A, precursor del acetato de etilo y en posteriores reacciones del etanol.

El aumento de la cantidad de estos tres compuestos fermentativos depende de una serie de factores como son:

- La permeabilidad presentada por el material de envase. Así, fresas envasadas con materiales de baja permeabilidad muestran un aumento inicial del acetaldehído y con el tiempo del acetato de etilo y etanol.
- La relación existente entre el compuesto volátil y el material polimérico. Los fenómenos de sorción y difusión ocurridos dependen por una parte del polímero (tipo, estructura tridimensional, cohesión del material y temperatura de transición vítrea) y

por otra, de las características del compuesto volátil (forma, tamaño, naturaleza, polaridad y capacidad de condensación) (Quezada et al., 1999).

- Roturas fisiológicas producidas durante la sobremaduración (Smagula y Bramlage, 1997).

J. Aroma

El aroma junto con azúcares, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y metabolitos fermentativos conforman el "flavor" o percepción sensorial de las fresas (Pelayo et al., 2003), siendo su balance el responsable del atributo "frescor" que caracteriza a estos frutos. El aroma depende de muchos factores y presenta grandes cambios tras la recolección del fruto, siendo uno de los parámetro clave en la aceptación o rechazo de las fresas por parte del consumidor (Forney et al., 2000). La pérdida de este deseado aroma o el desarrollo de no deseables compuestos fermentativos reduce su calidad y aceptabilidad (Forney et al., 2000). Los compuestos volátiles que forman el aroma de la fresa solo suponen entre 0,001% y 0,01% del peso en fresco del propio fruto, por tanto, estos compuestos

tienen un mayor efecto cualitativo que cuantitativo (Buttery, 1981).

El típico aroma de las fresas proviene de la combinación de numerosos volátiles presentes en ciertas concentraciones y del particular balance entre ellos.

Así, el aroma a fresa es el resultado de la percepción combinada de muchas notas aromáticas a caramelo, florales, frutales, olor a mantequilla, olor a amargo y olor a hierba (Schieberle y Hofmann, 1997).

Entre los aproximadamente 360 compuestos volátiles que han sido identificados en el aroma de las fresas: ésteres, aldehídos, cetonas, alcoholes, terpenos, furanonas y compuestos azufrados (Forney et al., 2000), solo 15 - 25 contribuyen mayoritariamente al mismo, considerándose por tanto "compuestos clave". Entre ellos se encuentran los ésteres de metilo y etilo (butanoato de metilo, butanoato de etilo, hexanoato de metilo y hexanoato de etilo), las furanonas (2,5 - dimetil - 4 - metoxi - 3(2H) - furanona y 2,5 - dimetil - 4 - hidroxil - 3(2H) - furanona), los aldehídos de seis carbonos y otros derivados de seis carbonos, diacetilo,

ácido acético, linalool, - dodecalactona, benzaldehído y algunos compuestos ζ azufrados (Sanz et al., 1997). Según Ulrich (1997), en el caso de la fresa silvestre, estos "compuestos clave" son el butanoato de metilo, butanoato de etilo, hexanoato de metilo, hexanoato de etilo, 2,5 – dimetil – 4 – metoxi - 3(2H) - furanona, 2,5 – dimetil – 4 – hidroxil - 3(2H) - furanona, linalool, - dodecalactona, ácido butanoico, 2 – metil - ácido butanoico, ácido hexanoico y antranilato de metilo, jugando el papel más importante la 2,5 – dimetil – 4 – metoxi - 3(2H) - furanona.

Además, la cantidad presente de cada uno de estos compuestos en el aroma presenta una gran variabilidad, dependiente del estado de maduración, del clima y de la localización.

Los efectos sobre el "flavor" de las fresas en condiciones de atmósfera modificada y controlada no están todavía claramente definidos, aunque se relacionan con incrementos de compuestos fermentativos y ésteres de etilo (principalmente el acetato de etilo), siendo éstos totalmente dependiente de la variedad de fresa estudiada (Larsen y Watkins, 1995). Ke et al. (1994) proponen que el aroma de las

fresas almacenadas en atmósfera controlada se ve alterado no solo por aumentos de acetaldehído y etanol sino por la generación en pequeña cantidad de algunos ésteres volátiles.

1.1.5.2. Recubrimientos Comestible

Los recubrimientos más comunes son aquellos que se aplican a las frutas para sustituir la cera natural que se ha eliminado durante el lavado y cepillado de las mismas. Este tipo de recubrimientos están compuestos, en general, por mezclas de diferentes resinas o ceras, naturales o sintéticas, y se aplican a frutas enteras (cítricos y manzanas, entre otros) para alargar su vida útil durante su almacenamiento. En cuanto a los recubrimientos comestibles el campo de aplicación se amplía enormemente ya que esta tecnología permite diseñar y formular productos que se adapten según la forma de aplicación (directamente en campo, durante la confección en almacén o en el envasado) y el tipo de producto al que vayan destinados (entero, troceado, mínimamente procesado). Así los RC dependiendo del tipo de compuesto que incluyen en su formulación pueden agruparse en categorías (Pastor et al., 2005):

A. Hidrocoloides

Por lo general forman recubrimientos con buenas propiedades mecánicas y son una buena barrera para los gases (O_2 y CO_2), pero no impiden suficientemente la transmisión de vapor de agua.

B. Lípidos

Formados por compuestos hidrofóbicos y no poliméricos con buenas propiedades barrera para la humedad, pero con poca capacidad para formar films. Reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y pueden mejorar el brillo y el sabor.

C. Composites o Compuestos

Formulaciones mixtas de hidrocoloides y lípidos que aprovechan las ventajas de cada grupo y disminuyen los inconvenientes. En general, los lípidos aportan resistencia al vapor de agua y los hidrocoloides, permeabilidad selectiva al O_2 y CO_2 , la duración del film y la buena cohesión estructural o integridad del film.

Los polisacáridos que se utilizan en la elaboración de filmes y revestimientos comestibles son los derivados de la celulosa (metilcelulosa MC, hidroximetil celulosa HMC, hidroxipropilmetilcelulosa HPMC y carboximetilcelulosa CMC), el almidón, quitosano, alginato, carragenina, pectina, entre otros.

Dentro de las proteínas se vienen utilizando las de origen animal como gelatina, colágeno, la caseína y las proteínas del suero de queso, y las de origen vegetal como la zeína, que es una proteína obtenida del maíz, gluten de trigo, soya.

Los lípidos más utilizados son las ceras (de abeja, de carnauba, de parafina), aceite mineral y vegetal y acetyl glicéridos, entre otros.

Además se pueden incorporar otros componentes que ayuden a mejorar las propiedades finales del film como plastificantes y/o faciliten su obtención como surfactantes y emulsionantes.

Los plastificantes más usados en la elaboración de filmes y revestimientos comestibles son el glicerol y el sorbitol, que actúan a nivel de los puentes de hidrógeno reduciendo las fuerzas intermoleculares a lo

largo de las cadenas del polímero, mejorando en ellos sus propiedades mecánicas como flexibilidad, fuerza y resistencia (Durango et al., 2011).

D. Glicerol

El glicerol junto con los ácidos grasos es uno de los componentes de los lípidos simples, es uno de los principales productos de la degradación digestiva de los lípidos. Un lípido simple está formado por una molécula de glicerol al que se unen por enlaces lipídicos tres moléculas de ácidos grasos. Es utilizado dentro de la formulación por su propiedad de ser un plastificante. Glicerol ($C_3H_8O_3$).

Otra gama de ingredientes de los RC de gran interés son los antioxidantes, antimicrobianos, y reafirmantes de la textura con el fin de mejorar las propiedades de las coberturas. Se ha demostrado que algunos aditivos actúan más efectivamente en alimentos cuando son aplicados formando parte del recubrimiento que cuando son aplicados en soluciones acuosas mediante dispersión o inmersión, ya que las coberturas pueden mantener los aditivos en la superficie del alimento durante más tiempo (Baldwin et al., 1996, citado por Pastor et al., 2005).

Los filmes y revestimientos comestibles elaborados a partir de biopolímeros presentan numerosas ventajas, entre ellas la de ser biodegradables, reciclables, pueden transportar aditivos, poseer buenas propiedades de barrera y mecánicas; mejoran la apariencia de los alimentos y protegen sus propiedades durante el almacenamiento y manipulación. Mantienen o mejoran las características sensoriales y la textura en los alimentos, adicionan valor nutricional al producto, específicamente los producidos a base de proteínas. Investigaciones en filmes y revestimientos comestibles son muy importantes, porque además de sus muchos beneficios y aplicaciones en alimentos, presenta efectos positivos para el ambiente, por su particularidad de ser biodegradables (Durango et al., 2011).

E. Carboximetilcelulosa

La CMC es un derivado de la celulosa que ha recibido una atención considerable por sus aplicaciones en frutas y vegetales. Su carácter hidrofílico, alta viscosidad en soluciones diluidas, buenas propiedades formadoras de película e

inocuidad, han diseminado su uso en la industria alimentaria.

La CMC es utilizada en alimentos como agente auxiliar en el batido de helados, cremas y natas, como auxiliar para formar geles en gelatina y pudines, como espesante en aderezos y rellenos como agente suspensor en jugos de frutas, como coloide protector en emulsiones y mayonesas, como agente protector para cubrir la superficie de las frutas y estabilizador de productos listos para hornear. Debido a que la CMC no es metabolizada por el cuerpo humano ha sido aprobada su utilización en los alimentos bajos en calorías.

F. Lecitina de Soya

La lecitina es un producto derivado de la soya. Está compuesta, principalmente, de fosfolípidos, que por sus características físicas y químicas, hacen que la lecitina sea un producto de múltiples funciones: emulsificante, humectante, agente liberador, entre otras.

La característica química más importante de la lecitina es su poder emulsionante. Las moléculas de

fosfolípidos poseen una parte polar hidrofílica y otra apolar lipofílica, responsable por el poder de reducción de la tensión interfacial entre una mezcla aceite/agua por ejemplo. Ese poder emulsionante es utilizado en aplicaciones como bebidas, margarinas, aderezos, etc.; permitiendo la obtención de emulsiones tipo aceite/agua o agua/aceite.

Como agente emulsificante, permite romper las fases inmiscibles y llegar a la mezcla íntima de dos líquidos.

1.2. CONSERVANTES NATURALES

En la formulación de los recubrimientos comestibles se pueden incorporar productos naturales con actividad antimicrobiana procedentes de plantas, organismos marinos, insectos o microorganismos como alternativas viables al uso de los químicos de síntesis (Cowan, 1999; Tripathi y Dubey, 2004). Algunos compuestos naturales con actividad antimicrobiana son:

1.2.1. QUITOSANO

Este polisacárido, normalmente obtenido de la quitina proveniente de crustáceos, se ha utilizado como RC (Jiang y Li, 2001; Zhang y Quantick, 1998) para prolongar la vida

útil y mejorar la calidad de frutas enteras y cortadas ya que presenta una permeabilidad selectiva frente a los gases, una ligera resistencia al vapor de agua, y propiedades antifúngicas y antibacterianas (Krochta y De Mulder-Johnston, 1997).

El quitosano ha sido utilizado en el control de la podredumbre azul en manzanas de la (Capdeville et al., 2002). La efectividad del quitosano también ha sido probada en rodajas de mango (Chien et al., 2007) y en fresones (Vargas et al., 2005; Vargas et al., 2006), donde se observó la mejora de algunas propiedades fisico-químicas del fruto, y la ralentizando de la senescencia y deterioro fúngico.

1.2.2. MUCILAGOS

Los mucilagos son polisacáridos heterogéneos, formados por diferentes azúcares y en general ácidos urónicos. Se caracterizan por formar disoluciones coloidales viscosas: geles en agua. Los mucilagos son constituyentes normales de las plantas y su uso en el recubrimiento de frutas cortadas no ha sido muy estudiado. De la planta de sábila se puede extraer un gel cristalino conocido como Aloe vera el cual está libre de aroma y sabor (Ni et al., 2004). Serrano et al. (2006) emplearon un gel elaborado a partir

de Aloe vera para el recubrimiento de uvas de mesa, observando una extensión de la vida útil de las frutas de hasta 35 días comparado con uvas sin recubrir. Además, dicho recubrimiento permitió retener la concentración de ácido ascórbico de las uvas. Por otra parte, Martínez-Romero et al. (2006) estudiaron el efecto de un RC a base de Aloe vera aplicado en cerezas, obteniendo una disminución de los cambios en los diferentes parámetros responsables de la pérdida de calidad de la fruta, además de excelentes propiedades sensoriales en los recubrimientos.

Otro mucílago recientemente empleado en la elaboración de RC es el extraído de cactus. Este tipo de mucílago tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de agua, disolverse y dispersarse por sí mismo y formar soluciones viscosas (Domínguez-López, 1995). Así, Del-Valle et al., (2005) desarrollaron un recubrimiento comestible a partir de mucílagos de cactus (*O. ficus indica*) con el fin de extender la vida útil de fresas. Este recubrimiento no afectó la calidad sensorial de las frutas recubiertas, manteniendo además su color y firmeza original durante el almacenamiento.

1.2.3. PROPOLIS O PROPOLEOS

El propóleo es una sustancia que obtienen las abejas de las yemas de los árboles y que luego procesan en la colmena, convirtiéndola en un potente antibiótico con el que cubren las paredes de la colmena, con el fin de combatir las bacterias y hongos que puedan afectarla. El propóleo tiene materias colorantes, los flavonoides, que son las más activas en la función antiséptica. Además de esta sustancia, contiene resinas y bálsamos (50%), cera de abeja (30%), aceites esenciales (10%), polen y diversos materiales minerales. También contiene provitamina A y vitaminas del grupo B, especialmente B3 (Moreira, 1986, Walker y Crane 1987 Stangaciu, 1997). Posee actividad antibiótica, antibacteriana y antifúngica y se ha demostrado su eficacia en la inhibición de diferentes patógenos postcosecha (Lima et al., 1998).

1.2.4. ACEITES ESENCIALES

Los aceites esenciales, resinas, extractos y especias son conocidos y utilizados desde la antigüedad en gran número de aplicaciones: perfumes, ambientadores, cosméticos y fármacos. Entre los siglos XVI y XVII se dan a conocer la mayor parte de los aceites esenciales de que se dispone en la actualidad. Con la llegada de la medicina

moderna, la utilización de vacunas y antibióticos sustituyó a los antiguos remedios basados en aceites esenciales, aunque desde el siglo XIX su demanda creció hasta hacer necesaria la industrialización de la producción debido a su empleo masivo en perfumes y sabores para alimentación (Ortuño, 2006).

1.3. ALOE VERA

1.3.1. ASPECTOS GENERALES

Es una planta perenne y xerofítica. La primera porque se desarrolla a largo plazo y la segunda porque se adapta a vivir en áreas de poca disponibilidad de agua y se caracteriza por poseer tejidos para el almacenamiento de agua, por lo tanto, prefiere las condiciones áridas muy secas. (Jiménez I., González A, 2012).

La planta de Aloe vera es originaria de África, de la península de Arabia, y es conocida también como Penca Sábila. Este material vegetal es utilizado como un componente fundamental de cosméticos y productos de cuidado personal por todo el mundo durante varios años. De esta planta existe aproximadamente una variedad con 300 especies, que se diferencian básicamente en el contenido de sus principios activos y en la concentración

de cada uno de ellos, determinado generalmente por la concentración de sólidos que se forman en el gel mucilaginoso y en la hoja. La más comercializada es la especie *Barbadensis* que a nivel de mercado se viene utilizando como antioxidante, anti-inflamatorio, estimulador de los procesos digestivos, activador del sistema inmunológico (células), para cicatrizar quemaduras, daños sufridos en la piel y como ingrediente en alimentos funcionales. (García et al., 2001; Vega et al., 2005, citado por Restrepo, 2009).

Específicamente el gel mucilaginoso de *Aloe vera* ha tenido diversas aplicaciones como ingrediente de alimentos funcionales, en helados, en bebidas a base de frutas, en yogures, en cosmetología y en medicina, gracias a la actividad biológica que poseen sus componentes como antiviral, purgativo, desinfectante, vermífugo y fungicida contra hongos patógenos entre otros (Restrepo, 2009).

1.3.2. TAXONOMIA DEL ALOE VERA

La taxonomía se refiere a la ciencia de ordenar a los organismos en un sistema de clasificación jerárquica:

Familia, subfamilia, género, especie.

- Clasificación taxonómica del Aloe Vera

Reino : Plantae

División : Magnoliophyta

Clase : Liliopsida

Orden : Liliales

Familia : Liliaceae

Género : Aloe

Especie : Aloe vera

Nombre común: Sábila

1.3.3. MORFOLOGIA DEL ALOE VERA

Las características del Aloe vera varían según la especie y el hábitat en el que crece, las plantas son parecidas a un maguey pequeño, con troncos muy cortos o arborescente; son perennes, hojas gruesas carnosas, basilares, caulinares que están acomodadas en forma de rosetas, con bordes espinosos o dentados presentando diferentes tonalidades de verde (cuadro 3 y figura 3).

Cuadro 3: Descripción morfológica del Aloe vera.

Parte	Descripción
Raíz	<p>Es de 4 a 10 cm de largo y 4 a 5 cm de diámetro, formando un rizoma que puede ser dividido para prolongar la planta.</p> <p>Cuando se corta el rizoma se da origen a una nueva planta, la rizosfera se concentra a una profundidad de 12 a 20 cm.</p>
Tallo	<p>Es corto y grueso de 30 a 40 cm de longitud, alrededor de él se van creciendo hojas en forma de rosetón hasta alcanzar alturas aproximadas de 1 a 10 cm no se ramifica.</p>
Hojas	<p>Están agrupadas hacia el extremo; son simples, triangulares, suculentas, con punta estrecha de 30 a 60 cm de largo, de 5ª 12 cm de base y de 0.8 a 3 cm de espesor. Los bordes de las hojas tienen dientes afilados, triangulares alrededor de 2mm de largo. Estas pueden ser de color intenso en tonos variables de verde.</p>
Flores	<p>Son de 2.5 a 3cm de largo, agrupadas en racimos en un solo tallo vertical aproximadamente de 1 m de largo. Poseen una coloración amarillo-limón con líneas verde –manzana, colores que cambian a amarillo-ocre a medida que transcurren los distintos estados de maduración.</p>
Frutos y Semillas	<p>Son secos con una cápsula oblonga de paredes dehiscentes,</p> <p>Sus semillas son elipsoidales y aplanadas.</p>

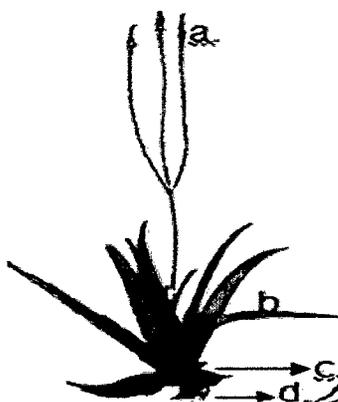


Figura 3: Morfología de Aloe veraFlor; b) Hoja; c) Tallo; d) Raíz. (Jiménez I., González A, 2012)

1.3.4. ESPECIES

Existe alrededor de 400 especies de Aloe, se ha demostrado científicamente que son cuatro tipos los que presentan mayores propiedades medicinales: Aloe Barbadensis Miller, Aloe succotrina, Aloe ferox Mill y Aloe arborescens Mill, las cuales presentan las siguientes características:

1.3.4.1. Aloe Barbadensis miller

Planta con tallón erguido, bien desarrollado de 30 - 40cm de longitud, hojas elongadas ,carnosas y ricas en agua alcanzan una altura de 50 - 70 cm, 5 – 7 cm de ancho en la base, presentan coloración de verde oscuro a verde

azulado de márgenes con dientes curvados hacia delante de 3 – 5 mm de longitud, 5 – 20 mm.



Figura 4: Aloe barbadensis Miller (Jiménez I, 2012)

1.3.5. CONSTITUYENTES DEL ALOE VERA

Los constituyentes del aloe vera están principalmente en la hoja, es muy importante que gran parte de la hoja se use porque no están igualmente distribuidos los principios activos. Así, se distingue dos materiales: el primero, un gel mucilaginoso transparente, el segundo, un exudado amarillo (acíbar). (Espinoza, et. al 2003)

1.3.5.1. El Alcibar

El acíbar o exudado, es un líquido amarillento que fluye por los nervios de las hojas.

Contiene una alta concentración de compuestos de tipo antraquinona, de los cuales, la aloína, principal componente del acíbar. También contienen componentes de carbono de tipo aromático con anillos de benceno como compuestos Fenólicos y Quinólicos, son moléculas de bajo peso molecular, y por tanto pequeñas, lo que facilita que se diluya fácilmente en el agua, son sustancias con muchas propiedades entre ellas produce activación celular pero también pueden dañar los mecanismos celulares, tiene poder antihelmíntico, antibacteriano y antifúngico. (Espinoza, et.al 2003).

1.3.5.2. El Gel

El gel es el parénquimas de la hoja especializado en reservar agua, para obtenerla se quita la capa de arriba y abajo y se extrae el gel.

El gel de Aloe vera contiene alrededor de 98,5% de agua, es rico en mucílagos. Los mucílagos se caracterizan por estar formados por ácidos galacturónicos, glucorónicos y unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa. También están presentes otros polisacáridos con alto contenido en ácidos urónicos, fructosa y otros azúcares hidrolizables (Ayala, 2003).

Varios polisacáridos han sido detectados y aislados desde el gel del Aloe Vera, incluyendo manosa, galactosa, arabinosa, sustancias pécticas y ácido glucurónico. Estudios han identificado a la manosa como el azúcar más importante presente en el gel de Aloe vera, mientras que otros estudios han reportado la ausencia de este azúcar, encontrando a su vez a las sustancias pécticas como el mayor componente. Las discrepancias señaladas se deben principalmente a los diferentes lugares geográficos en donde se desarrolla la planta de Aloe vera. Otros polisacáridos presentes en el gel de Aloe vera son: glucomanano y acemanano. El primero es un polisacárido, del tipo heteropolisacárido, el cual presenta una estructura química compuesta por D-manosa y D-glucosa (en una porción 8: 5, respectivamente), unidas por enlaces β (1 \rightarrow 4) al igual que el acemanano. (Vega G, et.al-2005 citado por Sanzana, 2010).

1.3.6. FACTORES QUE INCIDEN EN LA DEGRADACION Y OXIDACION DEL GEL DE ALOE VERA

Al ser el gel de aloe vera un producto de origen biológico el primer factor que interviene en su degradación son las enzimas que contiene, posteriormente intervienen factores externos entre los que se cuentan la luz, el oxígeno del

aire y los microorganismos (Guardiola, F.y Sarmiento, J, 2008).

1.3.6.1. Enzimas

Las enzimas son moléculas de origen proteico que catalizan las reacciones químicas en los seres vivos. Las enzimas son catalizadores, es decir, no se consumen durante las reacciones, pero aumentan notablemente su velocidad y eficiencia.

En el momento en que se macera o se licua el mucílago de la sábila ocurre una gran destrucción celular, hecho que libera las enzimas contenidas en los lisosomas.

Las enzimas auto líticas son capaces de degradar la mayoría de compuesto de las células y por ende el gel mismo, lo que se traduce en descomposición y/u oxidación del gel de Aloe vera. (Guardiola, F. y Sarmiento, J, 2008).

1.3.6.2. Microorganismos

Los microorganismos excretan enzimas que descomponen el gel, además que los desechos de los microorganismos pueden llegar a ser muy tóxicos para el ser humano (Guardiola, F. y Sarmiento, J, 2008).

1.3.6.3. Luz

La luz como fuente de energía es capaz de catalizar múltiples reacciones químicas que en sustancias de origen biológico como el Gel de Aloe vera degradan el producto de forma paulatina (Guardiola, F.y Sarmiento, J, 2008).

1.3.6.4. Oxígeno

El oxígeno es el mejor oxidante que existe debido a que la molécula es poco reactiva (por su doble enlace) y sin embargo es muy electronegativo, casi como el flúor.

El nombre de "oxidación" proviene de que en la mayoría de estas reacciones, la transferencia de electrones se da mediante la adquisición de átomos de oxígeno (cesión de electrones) o viceversa (Guardiola, F.y Sarmiento, J, 2008).

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCION

La presente investigación se realizó en los ambientes de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa, siendo estos:

- Laboratorio de Investigación de Productos Agroindustriales.
- Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales.
- Laboratorio de Operaciones Unitarias.

2.2. MATERIALES

2.2.1. MATERIA PRIMA

La fresa y el aloe vera fueron adquiridos del valle Santa-Lacramarca, distrito de Chimbote, provincia de la Santa en el departamento de Ancash, el principal criterio que se tomó en cuenta fue obtener la materia prima fresca de estado de madurez semejante, libre de daños físicos, libre de pudriciones, enfermedades e insectos.

2.2.2. INSUMOS

- Glicerol grado alimenticio
- Carboximetilcelulosa (CMC) grado alimenticio
- Lecitina de Soya grado alimenticio

2.2.3. REACTIVOS

- Acido Oxálico 0.1N. Marca: Merck (Q.P.)
- Acido Oxálico 0.4%. Marca: Merck (Q.P.)
- Hidróxido de Bario 0.1 N. Marca: Merck (Q.P.)
- Hidróxido de Potasio al 9%. Marca: Merck (Q.P.)
- Reactivo DNS. Marca: Sigma (Q.P.)
- Tartrato de Sodio y Potasio. Marca: Merck (Q.P.)
- Metabisulfito de Sodio. Marca: Merck (Q.P.)
- Hidróxido de Sodio. Marca: Merck (Q.P.)
- Colorante 2-6 Diclorofenolindofeno (DFIF). Marca: Merck (Q.P.)
- Fenolftaleína 0.1%. Marca: Riedel-deHaen (Q.P.)
- Solución de Hidróxido de sodio al 0.1 N. Marca: Merck (Q.P.)
- Bufer 4 y 7

2.2.4. UTENSILIOS

- Baldes
- Jarra plástica
- Canastillas
- Cuchillos
- Envases PET
- Espátula

- Gradilla
- Cubetas
- Papel toalla
- Papel aluminio
- Tinas
- Varilla
- Ventiladores
- Cronometro
- Pizeta
- Papel filtro
- Pera de succión
- Soporte universal
- Tubos cónicos para centrifuga

2.2.5. MATERIALES DE VIDRIO

- Buretas
- Crisol
- Matraces
- Pipetas
- Placas Petri
- Probetas
- Tubos de ensayo
- Vasos de precipitación

- Fiolas
- Embudo de decantación
- Frasco de almacenamiento o reactor
- Trampas para respiración

2.2.6. EQUIPOS

- pHmetro
Marca: Hanna Instrument; modelo: HI9017. Made in Singapore.
- Refractómetro
Marca: Atago; modelo: HSR-500
- Analizador de Textura
Marca: Brookfiel; modelo: CT3 4500. Made in U.S.A.
- Espectrofotómetro
Marca: Unico; modelo: 2800 UV/VIS. Made in U.S.A.
- Colorímetro
Marca: Konica Minolta; modelo CR-400.

2.3. METODOLOGIA

2.3.1. ANALISIS FISICO-QUIMICO DE LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO FINAL

2.3.1.1. Determinación de Acidez Titulable

Se determinó en base al método 10.026 de la AOAC (1984). Se arma el montaje para la medición de la acidez, llenándola con soda de 0.1 N y realizamos lo siguiente:

Con la muestra diluida titulamos con el NaOH al 0.1 N al vire de la fenolftaleína usándolo como indicador.

El resultado se expresó con el porcentaje de ácido cítrico y se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Acidez} = \left[\frac{B \times N \times E}{W} \right] \times 100$$

B = Gasto en ml de NaOH 0.1N

N = Normalidad de NaOH

E = Peso equivalente del ácido cítrico

W = Peso muestra en ml.



Figura 5: Determinación de la acidez por titulación.

2.3.1.2. Determinación de pH.

El pH se determinó por el método potenciométrico (AOAC 981.12), con un potenciómetro digital (Marca: Hanna Instrument; modelo: HI9017.), por inmersión del electrodo en el jugo de la fresa previa calibración con solución buffer de pH 4 y 7.



Figura 6: Determinación del pH

2.3.1.3. Determinación de °Brix

El contenido de sólidos solubles de la fresa se determina por refractometría (AOAC 986.17). Para ello, tres gotas de su triturado se depositan en la zona de medida del refractómetro (Marca: Atago; modelo: HSR-500), efectuando lecturas hasta obtener valores consecutivos idénticos, hallándose su valor medio. Los resultados se expresan en grados Brix.



Figura 7: Determinación de grados °Brix

2.3.1.4. Determinación de Tasa de Respiración

Se utilizó un Respirómetro y se realizó este análisis para el control y cada tratamiento para cada día (1, 3, 5, 7 y 10) respectivamente.

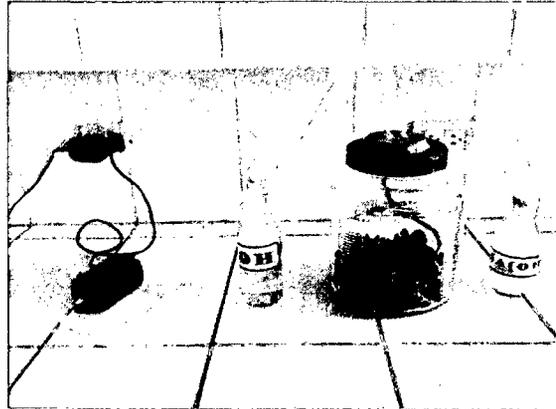


Figura 8: Determinación de la respiración

Procedimiento realizado para medir la respiración

- Se procedió a Montar el respirometro según diagrama de la figura 10
- Se pesó la fresa con un promedio de 0.5 kg y se colocó en el reactor.
- Se coloca 90 ml de KOH al 9% en las trampas.
- Se regula el flujo de aire de la bomba de pecera.
- Se efectúa el barrido en las cámaras durante 10 minutos
- Se coloca 60 ml de Ba (OH)₂ en las trampas.
- Se deja la fruta respirando durante 15 a 25 minutos.

- Después de este lapso de tiempo se suspende el paso de aire.
- Se pasa a un Erlenmeyer limpio la solución de Ba (OH)₂.
- Se titula rápidamente con solución de ácido oxálico 0.1 N utilizando fenolftaleína como indicador.
- Se realizó un blanco para cada determinación.

Se calcula la intensidad respiratoria según la siguiente formula:

$$IR = \frac{(V_b - V_m) \times N \times 22 \times 60}{W \times t}$$

Dónde:

V_m = volumen de ácido oxálico gastado para titular la muestra (ml).

V_b = volumen de ácido oxálico gastado para titular el blanco (ml).

N = Normalidad del ácido oxálico (meq/L).

W = Peso de la muestra.

t = Tiempo de barrido.

60 = Factor de conversión para el tiempo (min/Hr).

22 = Factor miliequivalente del CO₂ (g/meq.)

IR = Intensidad respiratoria (mg CO₂/kg-Hr).

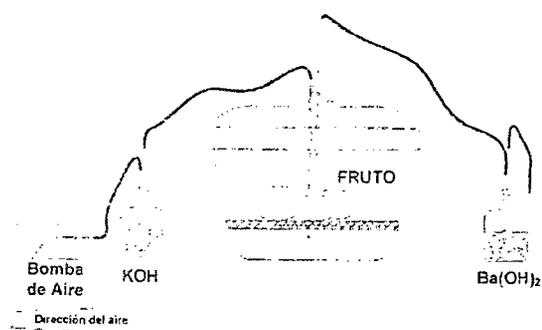


Figura 9: esquema del respirometro

2.3.1.5. Determinación de Firmeza

La firmeza es el grado de dureza que presenta el fruto en el momento del análisis. Para la evaluación de este parámetro en fresas se utilizó un analizador de textura (Marca: Brookfiel; modelo: CT3 4500), con una sonda metálica de 4 mm de diámetro, a una velocidad de 1.5 mm/s y una deformación de 10 mm sobre una de las caras en la zona media de cada fruto. Los resultados se expresaron en mJ.



Figura 10: Determinación de la textura

2.3.1.6. Determinación de Pérdida de peso

La pérdida de peso en las fresas envasadas se determinó por gravimetría, tomando el peso inicial (peso de la fresa recién envasada) y el peso final (peso del día en que se realiza la medida), y expresando los resultados como porcentaje de pérdida de peso (% PP) mediante la siguiente ecuación.

$$\% PP = \left[\frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} \right] \times 100$$

2.3.1.7. Determinación de Azúcares Reductores

Se determinó los azúcares reductores de la fresa por espectrofotometría (método DNS).

Este método consiste en que los azúcares reductores reaccionan con el 3,5 ácido dinitrosalicílico en solución alcalina, formando compuestos nitro aminados coloridos. La prueba positiva de un color rojo-marrón.

La coloración se midió con un espectrofotómetro (Marca: Unico; modelo: 2800 UV/VIS).

El procedimiento para la preparación de muestra fue el siguiente:

- Se diluyeron 1 ml. de cada muestra en 100ml. de agua destilada en una probeta, luego se extrajo 1

ml de esta solución en un tubo de ensayo adicionando un 1ml. de la solución DNS, se procede a agitar y luego se lleva a ebullición por 10 min. Se enfrió rápidamente con hielo y se agregó 10 ml. de agua destilada con previa agitación.

- Posteriormente se lleva la muestra al espectrofotómetro a 540 nm y se lee su absorbancia. Con este dato encontrado insertamos en la curva de calibración previamente construida y el resultado se lee como gramo de glucosa.

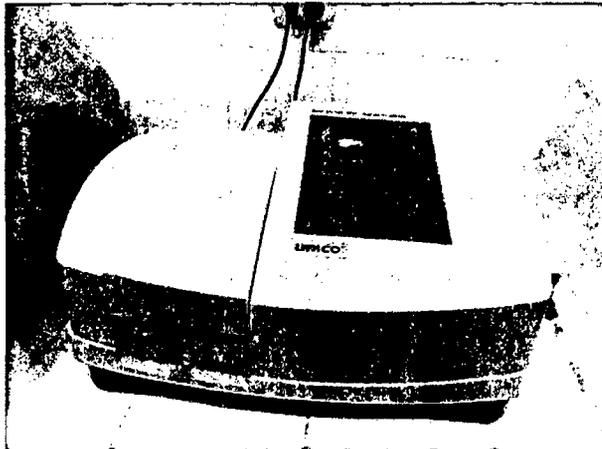


Figura 11: Determinación de azúcares reductores

2.3.1.8. Determinación de Vitamina C

La vitamina "C" se determinó por espectrofotometría y este método se basa en la reducción del colorante 2 – 6 Diclorofenol.

El procedimiento para la preparación de muestra fue el siguiente:

- Se trituró la fresa, se pesó 5 gr del triturado, luego se adicionó 35 mL de ácido oxálico al 0.4 %, posteriormente se centrifuga 1500 r.p.m. por 10 min., se prepara las siguientes muestras:
 - ✓ Blanco: 9 ml agua destilada + 1 ml de muestra
 - ✓ L1: 1ml ácido oxálico + 9 ml de colorante
 - ✓ L2: 1ml muestra + 9 ml de colorante
- Finalmente se realizó la lectura de las absorbancias a 520 nm para L1 y L2 luego se calculó (L1 - L2) y se obtuvo la concentración de vitamina C a partir de la curva estándar para vitamina C.



Figura 12: Determinación de vitamina C

2.3.1.9. Determinación del Color

Para la determinación del color del epicarpio, antes de proceder con las mediciones de color, se realiza una pequeña circunferencia en la zona ecuatorial de cada fruto para identificarlo y continuar la medición en la próxima vez.

Las mediciones se realizaron utilizando un colorímetro marca Konica Minolta modelo CR-400 previamente calibrado, obteniendo las coordenadas de color L^* , que es el indicador de la luminosidad, a^* (cromaticidad (-) verde a (+) rojo) y b^* (cromaticidad (-) azul a (+) amarillo), con las cuales se calcularon los siguientes parámetros:

- Croma:

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

- Ángulo del tono:

$$h = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

- Diferencia del color:

$$\Delta E^*_{ab} = \left[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{1/2}$$

Dónde:

$\Delta L^* \Delta a^* \Delta b^*$; Representan las diferencias entre los parámetros de color de los frutos recubiertos y de los

frutos control, tomados como referencia el día cero (inicio del almacenamiento).

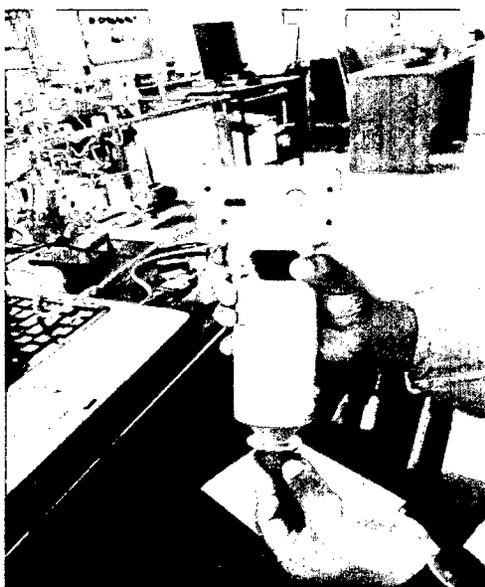


Figura 13: medición del color

2.3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE GEL DE ALOE VERA EN FRUTOS DE FRESA

2.3.2.1. Cosecha

La materia prima fue cosechada y seleccionada del valle Santa - Lacramarca, distrito de Chimbote, provincia del Santa en el departamento de Ancash, El principal criterio que se tomó en cuenta fue obtener la materia prima fresca de estado de madurez semejante, libre de daños físicos, libre de pudriciones, enfermedades e insectos.

2.3.2.2. Recepción

La materia prima (25 kg aprox.) fue trasladada al laboratorio de investigación de la escuela de Agroindustria, procedente del “valle Santa – Lacramarca”. Luego la materia se almacenó por 12 horas en refrigeración a una temperatura de 5 °C, con el fin de reducir los procesos metabólicos así como la transpiración, para conseguir un menor arrugamiento del fruto por pérdida de agua antes de entrar al proceso de recubrimiento.

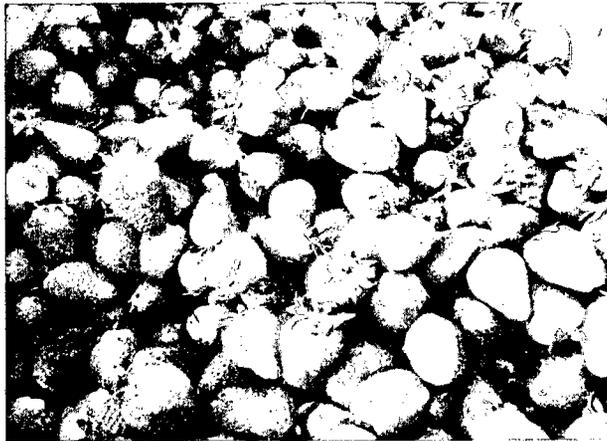


Figura 14: recepción

2.3.2.3. Selección y Clasificación

En la selección se descartó aquella materia prima que no es aceptable para el procesamiento, ya sea por poseer daños por abrasiones en la cáscara, daños físicos por el transporte, daños mecánicos, coloración manchada, y contaminación en general. Los frutos se clasificaron

teniendo en cuenta la uniformidad en el grado de madurez, forma y tamaño.



Figura 15: Selección y clasificación de la fresa

2.3.2.4. Preparación y Aplicación de los Recubrimientos Comestibles

Previo a esto se desinfecta la penca sábila con hipoclorito de sodio a 50 ppm por 2 minutos, se extrae el yodo por remojo durante 12 horas, se realiza el pelado, la extracción del gel y posteriormente se homogenizo con agua destilada (50%peso/peso), y se prepara los tratamientos siguiendo las formulaciones mostradas en el cuadro 04. Los recubrimientos fueron refrigerados por 6 horas a 5°C para continuar con la cadena de frío. La técnica de aplicación utilizada fue por inmersión durante 30segundos.

- Aloe Vera: 50.00%
- Glicerol : 2.00 – 5.00 %
- CMC : 0.25 – 0.75 %
- Lecitina : 1.50– 2.00 %

Cuadro 4: Matriz de diseño del experimento

Tratamiento	[] Aloe vera (%peso/peso)	[] Glicerol (%)	[] CMC (%)	[] Lecitina de soya (%)
1	50	2	0.25	-
2	50	2	0.75	-
3	50	5	0.25	-
4	50	5	0.75	-
5	50	2	-	1.50
6	50	2	-	1.50
7	50	5	-	2.00
8	50	5	-	2.00



Figura 16: Inmersión de la fresa en recubrimientos comestibles

2.3.2.5. Secado

El secado se realizó por un espacio de 60 minutos utilizando aire forzado procedente de los ventiladores a temperatura ambiente.



Figura 17: secado de la fresa recubierta

2.3.2.6. Envasado y Pesado

Después del secado las fresas recubiertas fueron envasadas en cajas de PET perforadas y con tapa abisagrada, previamente rotuladas con los siguientes códigos: control, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8 como tratamientos. Luego fueron pesados en cada envase aproximadamente 100 gr. De fresas recubiertas por cada tratamiento por duplicado.



Figura 18: Envasado en cajas de polietileno

2.3.2.7. Almacenamiento

La fruta fue almacenada en refrigeración ($T^{\circ} = 5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$). Durante el almacenamiento se evaluaron los parámetros de calidad: Índice de respiración, Acidez, sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$), pH, pérdida de peso, color, textura, vitamina C, azúcares reductores.



Figura 19: Almacenamiento del producto

2.3.3. DISEÑO ESTADÍSTICO

El diseño estadístico se empleó para evaluar la mejor formulación de un recubrimiento comestible elaborado a base de: Glicerol, CMC y Gel de Aloe Vera, Glicerol y Lecitina de Soya y el efecto que generan en la vida útil de la fresa almacenada en refrigeración a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ de temperatura.

El efecto de los recubrimientos comestibles en las variables de respuesta fue analizado mediante análisis de varianza (ANOVA) y por el método de comparaciones de tukey, con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$).

Para determinar la interacción entre plastificante y concentraciones de CMC y Lecitina de Soya frente a las

variables de respuesta en el día D5, se utilizó el paquete estadístico Statgraphics Centurión XV, con un diseño multifactor categórico de 2x4; dos niveles (2 y 5% de glicerol) y cuatro factores (0.25% CMC, 0.75 CMC, 1.5% de Lecitina de Soya y 2% de Lecitina de Soya) con dos repeticiones.

Para el diseño del experimento se definieron las siguientes variables:

- **Variables Independientes:** formulaciones con [] Glicerol y [] CMC y formulaciones con [] Glicerol y [] Lecitina de Soya.
- **Variables de Respuestas:** Acidez, Pérdida de Peso, Azúcares Reductores, Vitamina C, Tasa de Respiración, pH, °Brix, Textura y Color (Luminosidad).

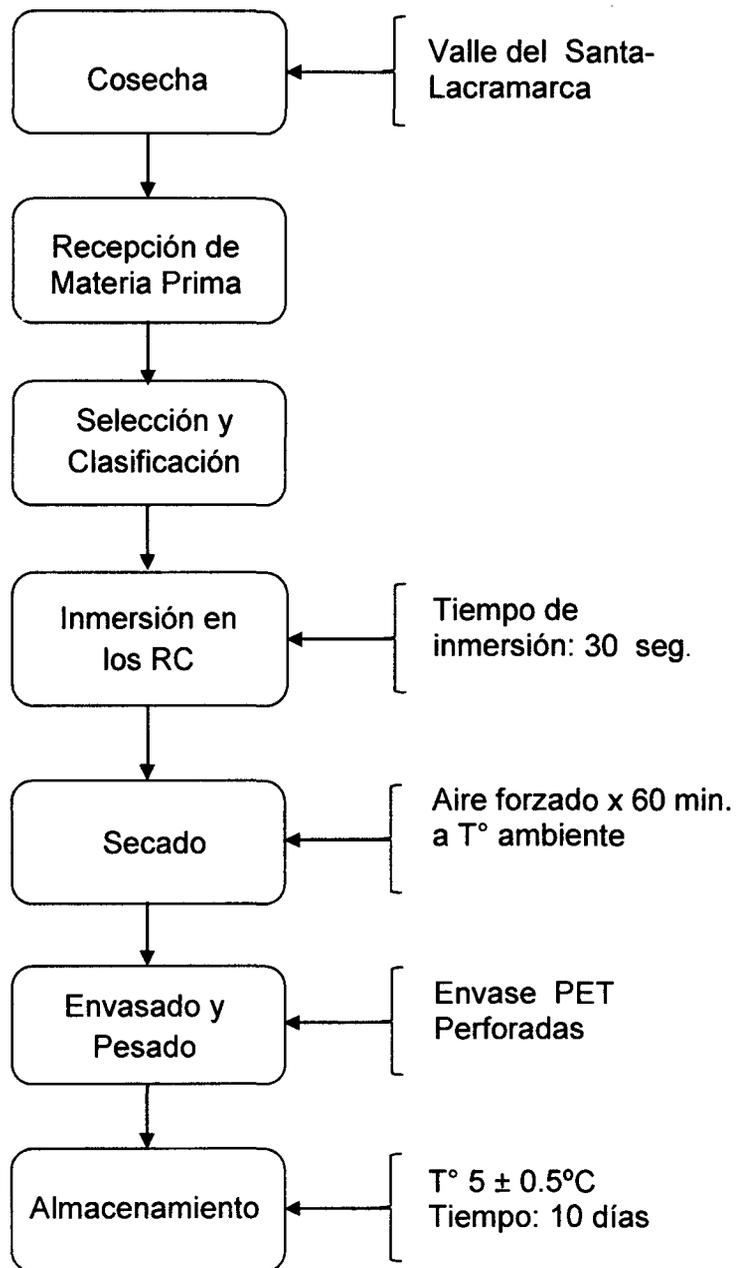


Figura 20: Diagrama de flujo del proceso para aplicación de recubrimientos comestibles a base de gel de Aloe vera en frutos de fresa (*Fragaria ananassa*).

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

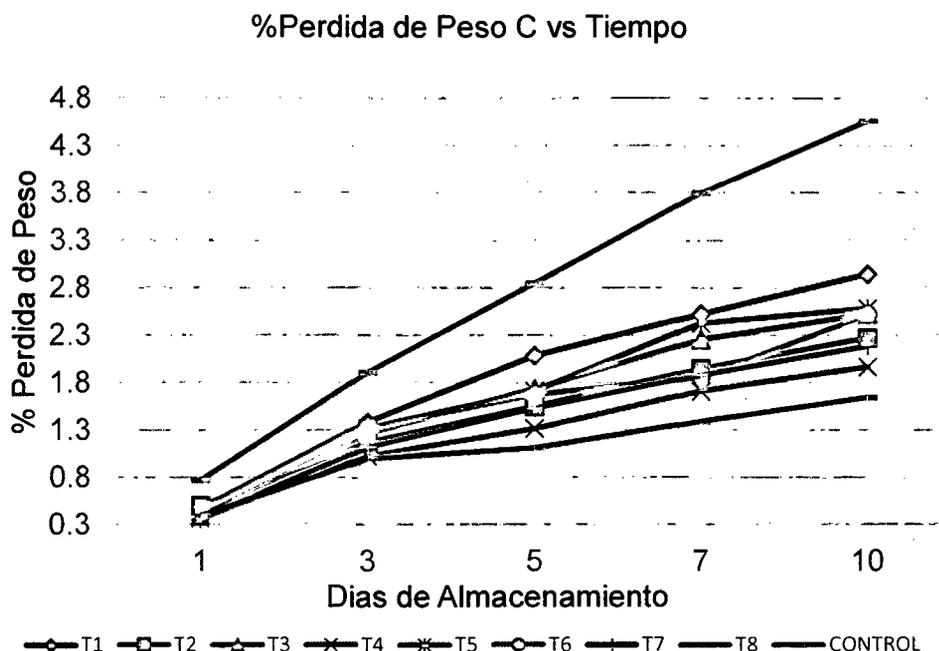
3.1. CARACTERIZACION DE LA FRESA:

A la materia prima utilizada, se le hizo la evaluación fisicoquímica las cuales se expresan en el cuadro 05.

Cuadro 5: Características iniciales de la fresa sin recubrir

Componentes	Promedio
Acidez Titulable (% ácido cítrico)	0.77
Azucares Reductores (mg gluc./100gr muestra)	1.11
Vitamina C (mg ácido ascórbico/100ml)	57.65
Tasa de Respiratoria (ml de co2/kg-h)	25.40
pH	3.86
Solidos solubles(° Brix)	5.40
Textura (mJ)	36.90

3.2. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE GEL DE ALOE VERA SOBRE LA PERDIDA DE PESO:



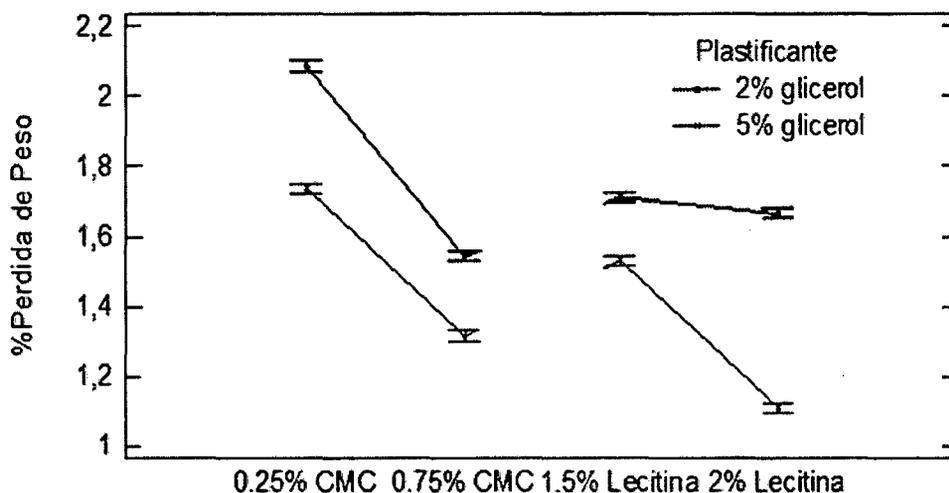
Grafica 1: Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el % de pérdida de peso en fresa almacenada a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 10 días.

Los resultados indicaron que la formulación del recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera y el tiempo de almacenamiento fueron significativas a un nivel de confianza del 95% en la pérdida de masa fresca de los frutos de fresa 10 días después de almacenados a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Todos los tratamientos mostraron un porcentaje de pérdida de peso menor que el control.

Cabe resaltar que la tendencia de pérdida de peso tiene un punto de quiebre en tercer día de almacenamiento (grafica 1) para luego incrementarse de manera constante hasta el séptimo día en donde se puede apreciar una disminución en la tendencia de pérdida de peso de los tratamientos frente al tratamiento control.

Al cabo de 10 días los resultados de porcentaje de pérdida de peso fueron: T1 (2.94%), T2 (2.26%), T3 (2.52%), T4 (1.96%), T5 (2.58%), T6 (2.51%), T7 (2.19%), T6 (1.64%) frente al control (4.56%) en donde se puede resaltar que los mejores tratamientos fueron T8 (1.64%) y T4 (1.97%). Esto podría explicarse por la acción de barrera que ejerce el gel de aloe vera, el glicerol (5%) y la lecitina de soya (2%), para el caso de T8 y para T4 el CMC (0.75%) frente a la difusión del vapor de agua, estos resultados están acordes con los reportes bibliográficos presentados por (Restrepo, 2012) para un recubrimiento comestible de Aloe vera con glicerol evaluado en fresa; (Núñez et al., 2012) aplicación de recubrimientos comestibles a base de cloruro de calcio en fresas y (Trejo et al., 2007) aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina evaluados en fresas almacenadas en refrigeración.

Interacciones y 95,0% de Tukey HSD



Grafica 2: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs concentración de Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la acidez titulable en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C durante 10 días.

Se evaluó la interacción entre concentración de glicerol vs concentración de CMC y glicerol vs concentración de lecitina soya en el programa estadístico Statgraphic plus al termino del día 5 demostrando que conforme aumenta la concentración de CMC (0.25 a 0.75%) y la concentración de glicerol (2 a 5%) tiende a disminuir los valores de % de pérdida de peso; para glicerol al 2% se obtiene **2.0853** a **1.5417%** PP; para glicerol al 5% se obtiene **1.7350** a **1.3140%** PP y así mismo para una concentración de glicerol del 5% y concentraciones de lecitina de

soya de 1.5% y 2% se obtiene valores de 1.5273 a 1.1083% PP; se logra disminuir valores de % de pérdida conforme tiende a 2% la concentración de lecitina y para el caso de una concentración de 2% glicerol y las mismas concentraciones de lecitina de soya se obtiene 1.7117 a 1.6647% PP y tiende a disminuir lentamente el % de pérdida de peso, esto se debe que a bajas concentraciones de glicerol se reduce la capacidad protectora del recubrimiento comestible.

Cuadro 6: Análisis de varianza para el % de pérdida de peso en fresa recubierta con gel de aloe vera.

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo Almac.	4	53.0771	13.2693	112.7092	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	6.2739	0.8963	7.6129	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	3.2964	0.1177			
TOTAL	39	62.6474				

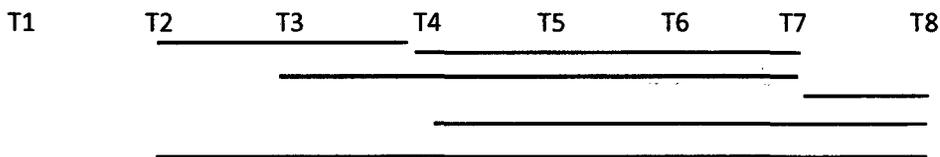
El análisis de varianza indica que existe diferencia significativa ($\alpha=0,05$) con respecto al tiempo de almacenamiento, también indica una mínima diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de Tukey nos indica que los tratamientos T4 tienen diferencia significativa con respecto a T1 y el tratamiento T8 tiene diferencia significativa con respecto a T1 y T5 considerándose los tratamientos T8 Y T4 como los mejores tratamientos respecto al patrón y los demás tratamientos.

La prueba de comparación de Tukey también se aplicó al comparar el tiempo de almacenamiento el cual afecta ligeramente mostrando cambios a partir del día D5.

Análisis de medias no significativas de los mejores tratamientos según tukey:

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{Trat.} = 0.544$$

T7-T3	T8-T4	T4-T2	T7-T3	T8-T7	T8-T2
0.2197	0.1715	0.2080	0.2197	0.3105	0.3795

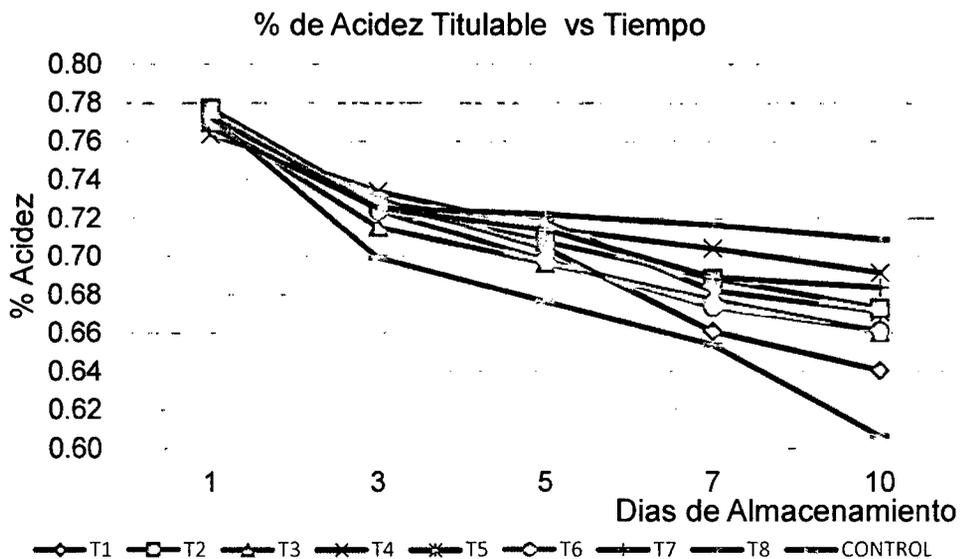


Cabe resaltar que la diferencia de medias entre T8 y T4 son las más cercanas entre si los cuales se catalogan como los mejores tratamientos; las líneas indican que la diferencia de medias entre estos tratamientos no tienen un efecto estadísticamente significativo entre si sobre la pérdida de peso, con un 95% de nivel de confianza a excepción del tratamiento T1 que mantiene diferencias significativas con el resto de tratamientos.

También se puede resaltar que el tiempo de almacenamiento tiene un efecto estadísticamente significativo en los días D5, D7,

D10 con respecto al día D1 (**anexo 2**), esta diferencia indica la significancia con el resto de días evaluados y a su vez resalta que la mayoría de los tratamientos a partir del día **D5** tiende a incrementarse el % de pérdida de peso de manera significativa de tal manera se confirma con los resultados obtenidos que la formulación de los recubrimientos comestibles a base de gel de aloe vera para los tratamientos **T8** y **T4** favorece en la reducción de la pérdida peso debido a que esta formulación permite reducir la transpiración en la fresa recubierta.

3.3. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE GEL DE ALOE VERA SOBRE LA ACIDEZ TITULABLE:



Grafica 3: Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la acidez titulable de fresa almacenadas a 5.5°C durante 10 días.

En cuanto la acidez expresada como porcentaje de ácido cítrico, se puede observar en la gráfica 3, que los valores de acidez decrecen progresivamente en función del tiempo de almacenamiento, comportamiento inverso al de los °Brix y pH, lo que coincide con los resultados reportados en la aplicación de recubrimientos comestibles a base de cloruro de calcio (Núñez et al., 2012) y a base de gelatina (Trejo et al., 2007) evaluados en fresas almacenadas en refrigeración.

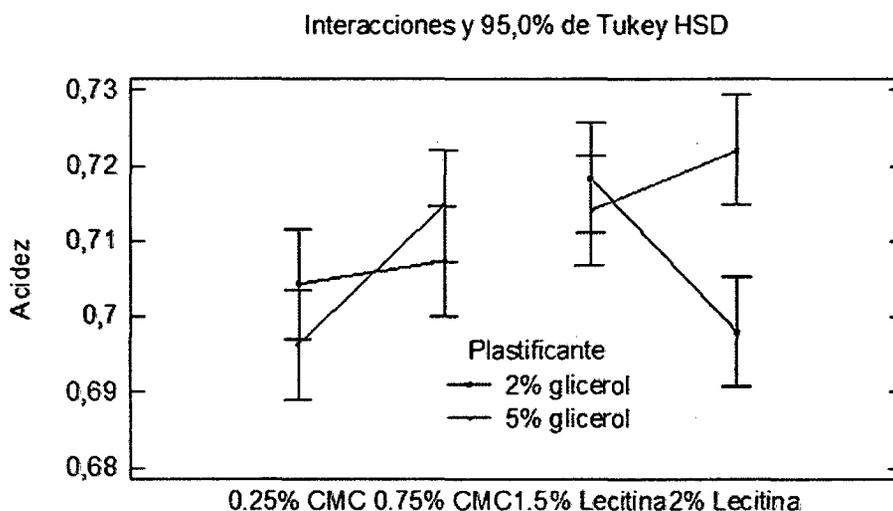
Se puede Observar que los tratamientos T4 y T8, arrojaron los mayores valores de acidez: **0.709** y **0.691** respectivamente, esto se debe a que la formulación de estos tratamientos facilita la disminución de la frecuencia respiratoria en las fresas recubiertas y retrasan la utilización de los ácidos orgánicos en las reacciones enzimáticas.

Cuadro 7: análisis de varianza para la acidez titulable de la fresa recubierta con gel de aloe vera.

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo de Almac.	4	0,1382	0,0345	82,0929	2,4847	** SIGN
Tratamiento	7	0,0093	0,0013	3,1412	2,1317	*SIGN
Error Exp.	28	0,0118	0,0004			
TOTAL	39	0,1592				

El análisis de varianza indica que existe diferencia significativa ($\alpha=0,05$) con respecto al tiempo de almacenamiento, también

indica una mínima diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de Tukey nos indica que los tratamientos no tienen diferencias significativas y además resalta a los tratamientos T4 Y T8 como los mejores tratamientos respecto al patrón y los demás tratamientos, La prueba de comparación de Tukey también se aplicó al comparar el tiempo de almacenamiento el cual afecta ligeramente mostrando cambios a partir del día D5.

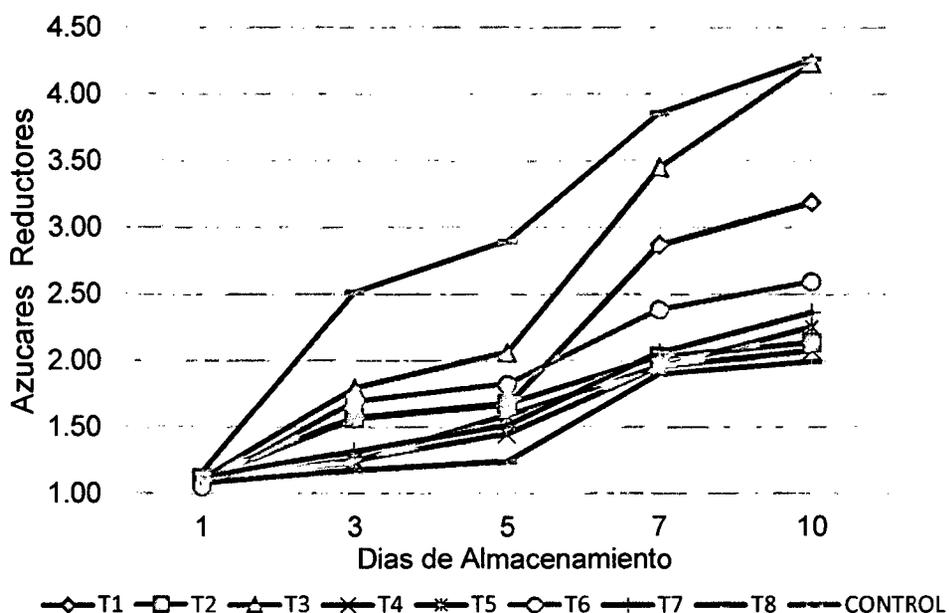


Grafica 4: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs concentración de Lecitina de soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la acidez titulable en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C durante 5 días.

Se evaluó la interacción entre concentración de glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs concentración de Lecitina Soya en el programa estadístico Statgraphic plus al termino del día **D5** demostrando que conforme aumenta la concentración de CMC de 0.25 a 0.75% y la concentración de glicerol de 2% a 5% tiende a mantenerse los valores de acidez y así mismo para una concentración de glicerol del 5% y concentraciones de lecitina de soya de 1.5% y 2%; se logra mantener los mejores valores de acidez titulable y para el caso de una concentración de 2% glicerol y las mismas concentraciones de lecitina de soya tiende a disminuir los valores de la acidez titulable esto se debe que a bajas concentraciones de glicerol se reduce la capacidad protectora del recubrimiento comestible.

3.4. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA SOBRE LOS AZUCARES REDUCTORES:

El contenido de azúcares reductores aumentó progresivamente a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento (grafica 5) y resultados del **Anexo 4**; resultados similares fueron mostrados por (Núñez et al. ,2012) en fresas cubiertas con cloruro de calcio y una cubierta plástica.



Grafica 5: Efecto de las formulaciones de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el contenido de azúcares reductores de frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C durante 10 días.

Se puede apreciar que en todos los tratamientos hasta el día D5 se incrementa relativamente lento para posteriormente incrementarse con mayor rapidez y alcanzar valores más altos.

También se observa que durante el tiempo de almacenamiento los tratamientos T4 y T8 alcanzaron valores de azúcares de: **2.0738** y **1.9889** respectivamente, presentando los menores valores, lo que parece indicar que el contenido de Lecitina de Soya, Carboximetilcelulosa (CMC) y Glicerol como plastificante influye en la formulación de un recubrimiento comestible a base de gel Aloe Vera; estas formulaciones disminuye la síntesis de los

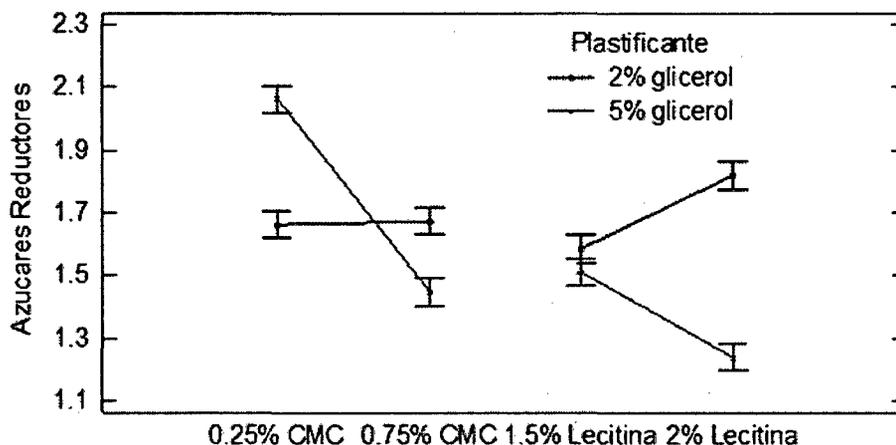
azúcares debido a que tales recubrimientos retardan satisfactoriamente su proceso metabólico de la fresa, lo cual explicaría los menores contenidos de los azúcares con respecto a los demás tratamientos y al control.

Cuadro 8: Análisis de varianza para los azúcares reductores en fresa recubierta con gel de aloe vera.

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular} $\alpha:5\%$	DS
Tiempo Almac.	4	37.6620	9.4155	30.1364	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	12.4948	1.7850	5.7132	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	8.7480	0.3124			
TOTAL	39	58.9048				

Los resultados fueron analizados utilizando el análisis de la varianza (ANVA); mostrando significancia entre tratamientos y tiempo de almacenamiento así mismo se realizó las pruebas de comparación múltiples aplicando tukey con un nivel de significancia al 5% ,reafirmando al tratamiento T8 como el mejor seguido por el tratamiento T4 demostrando mínima significancia entre ellas.

Interacciones y 95.0% de Tukey HSD

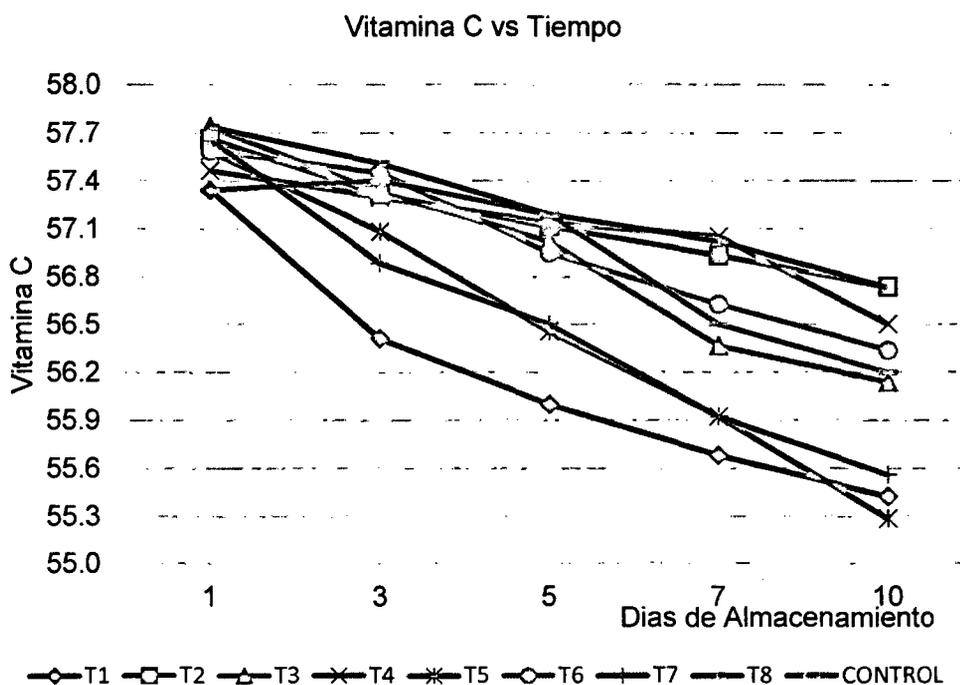


Grafica 6: Grafica de interacción Glicerol vs Concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el contenido de azúcares reductores de frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C durante 5 días.

Se evaluó la interacción entre concentración de glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Concentración de Lecitina Soya en el programa estadístico Statgraphic plus al termino del día D5 demostrando que conforme aumenta la concentración de CMC y la Concentración de Glicerol se obtiene menores valores de azúcares reductores y así mismo para una concentración de glicerol del 5% y concentraciones de lecitina de soya de 1.5% y 2% ; reduce los valores de azúcares reductores y para el caso de una concentración de 2% glicerol y las mismas concentraciones de lecitina de soya tiende a incrementarse los valores de

azúcares reductores esto se debe que a bajas concentraciones de glicerol se reduce la capacidad protectora del recubrimiento comestible.

3.5. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA SOBRE LA VITAMINA C:



Grafica 7: Efecto de las formulaciones de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el contenido de vitamina C en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C durante 10 días.

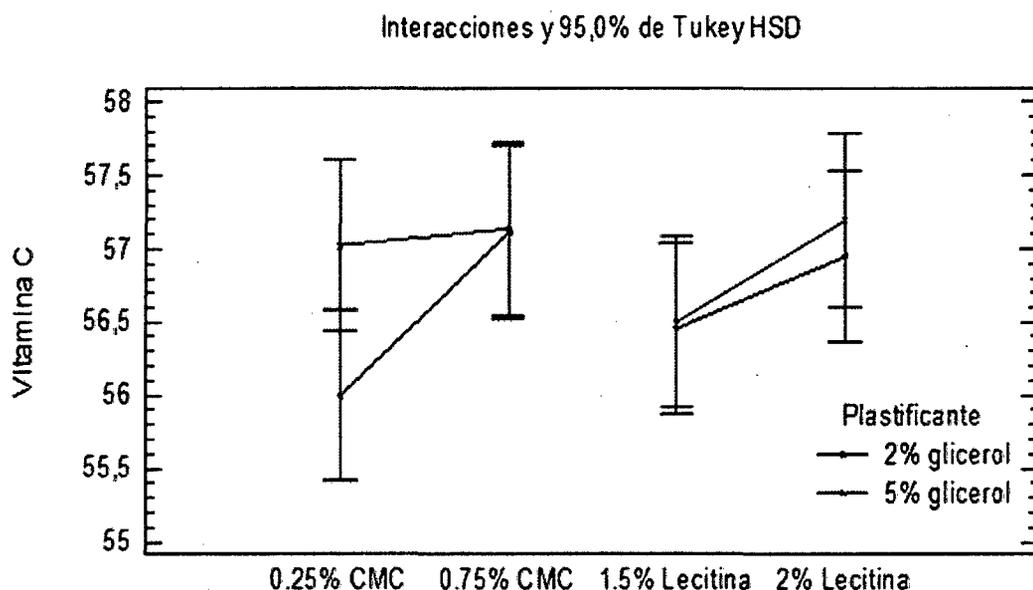
El contenido de Vitamina C disminuye en forma ligera, a medida que avanza el tiempo de almacenamiento (gráfica 7), esto es atribuido a la conversión del ácido α -ascórbico al Ácido dehydroascorbico, disminuyendo la forma activa de ascórbico (Nazmy A.etal., 2012), de la gráfica 7 se puede apreciar que los tratamientos T4 y T8 conservan mejor el contenido de vitamina C en la fresa recubierta.

Cuadro 9: Análisis de varianza para Vitamina C en fresa recubierta con gel de Aloe Vera.

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo Almac.	4	33.6224	8.4056	10.8430	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	15.5900	2.2271	2.8730	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	21.7059	0.7752			
TOTAL	39	70.9183				

El análisis de varianza indica que existe diferencia significativa ($\alpha=0,05$) con respecto al tiempo de almacenamiento, también indica una mínima diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de Tukey nos indica que los tratamientos no tienen diferencias significativas y además resalta a los tratamientos T4 y T8 como los mejores tratamientos respecto al patrón y los demás tratamientos, La prueba de comparación de Tukey también se aplicó al comparar el tiempo de almacenamiento el cual afecta ligeramente mostrando

cambios a partir del día D7 y a su vez se confirma que la pérdida de vitamina C es no significativo en la fresa recubierta.



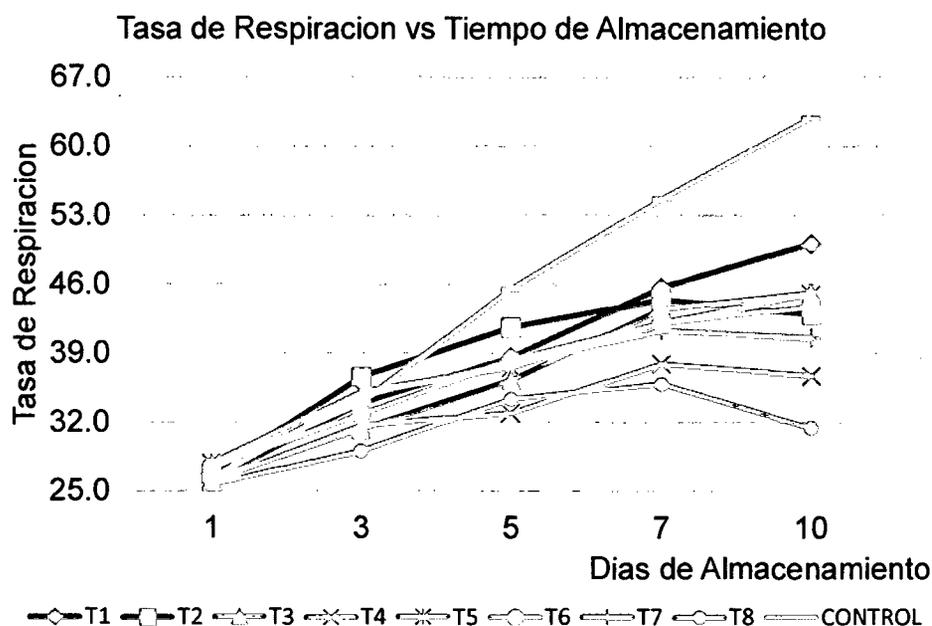
Grafica 8: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el contenido la Vitamina C en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C durante 5 días.

Se evaluó la interacción entre concentración de Glicerol vs Concentración de CMC y Glicerol vs Concentración de Lecitina de Soya en el programa estadístico Statgraphic plus al termino del día D5, demostrando que para una concentración de Glicerol del 5% (peso/peso) y una concentración de CMC de 0.25 y 0.75% la vitamina C, tiende a mantenerse estable y para una concentración de glicerol del 2% (peso/peso) y una concentración de CMC de 0.25 y 0.75%, la vitamina C es directamente

proporcional a la concentración del CMC y tiende a mantenerse estable a medida que aumenta la concentración de CMC para el otro caso a mayor concentración de glicerol (5%) y conforme aumenta la concentración de la Lecitina de Soya de 1.5% a 2% tiende a mantenerse la vitamina C ;esto se debe que a altas concentraciones de glicerol aumenta la capacidad protectora del recubrimiento comestible.

3.6. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA SOBRE LA TASA DE RESPIRACION:

Los resultados (anexo 6) indicaron que la formulación del recubrimiento comestible a base de gel de Aloe Vera y el tiempo de almacenamiento fueron significativas a un nivel de confianza del 95% en la respiración en frutos de fresa 10 días después de almacenados a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ todos los tratamientos mostraron un incremento en la respiración menor que el tratamiento control.



Grafica 9: Efecto de recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la tasa de respiración en fresa almacenada a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 10 días.

Cabe resaltar que la tendencia de aumento de la velocidad de respiración tiene un punto de quiebre en el séptimo día de almacenamiento (grafica 9) para luego disminuir la tendencia de la respiración de los tratamientos frente al tratamiento control.

Al cabo de 10 días los resultados de la respiración fueron: **T1** (50.17%), **T2** (43.02%), **T3** (45.10%), **T4** (36.79%), **T5** (44.98%), **T6** (43.83%), **T7** (40.56%), **T8** (31.48%) frente al **control** (62.86%) en donde se puede resaltar que los mejores tratamientos fueron **T8** (31.48%) y **T4** (36.79%). Esto podría explicarse por la acción de barrera que ejerce el gel de aloe vera,

el glicerol (5%), para el caso de T8 la lecitina de soya (2%) y para T4 el CMC (0.75%) frente al incremento de la tasa de respiración, estos resultados están acordes con los reportes bibliográficos (Restrepo, 2012) para un recubrimiento comestible de Aloe vera con glicerol evaluado en fresas.

Los resultados del anexo 6; indican que el uso de recubrimientos comestibles a base de gel de Aloe Vera minimiza la intensidad respiratoria y por ende los procesos de maduración.

Cuadro 10: Análisis de varianza para la Tasa de Respiración en fresas recubierta con gel de aloe vera

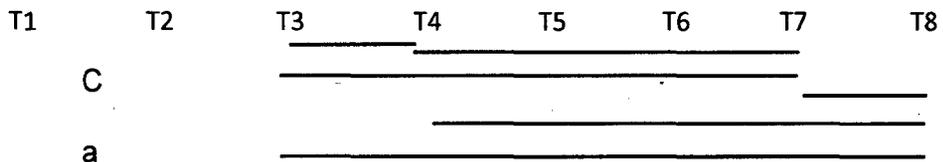
FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo Almac.	4	4019.1135	1004.7784	52.5261	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	726.4979	103.7854	5.4255	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	535.6158	19.1291			
TOTAL	39	5281.2272				

El análisis de varianza indica que existe diferencia significativa ($\alpha=0,05$) con respecto al tiempo de almacenamiento, también indica una mínima diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de Tukey nos indica que los tratamientos T4 tienen diferencia significativa con respecto a T1 y el tratamiento T8 tiene diferencia significativa con respecto a T1 y T5, considerándose los tratamientos T8 Y T4 como los mejores tratamientos respecto al patrón y los demás tratamientos.

La prueba de comparación de Tukey también se aplicó al comparar el tiempo de almacenamiento, el cual afecta ligeramente mostrando cambios a partir del día D5.

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T_{\alpha}Trat. = 6.9429$$

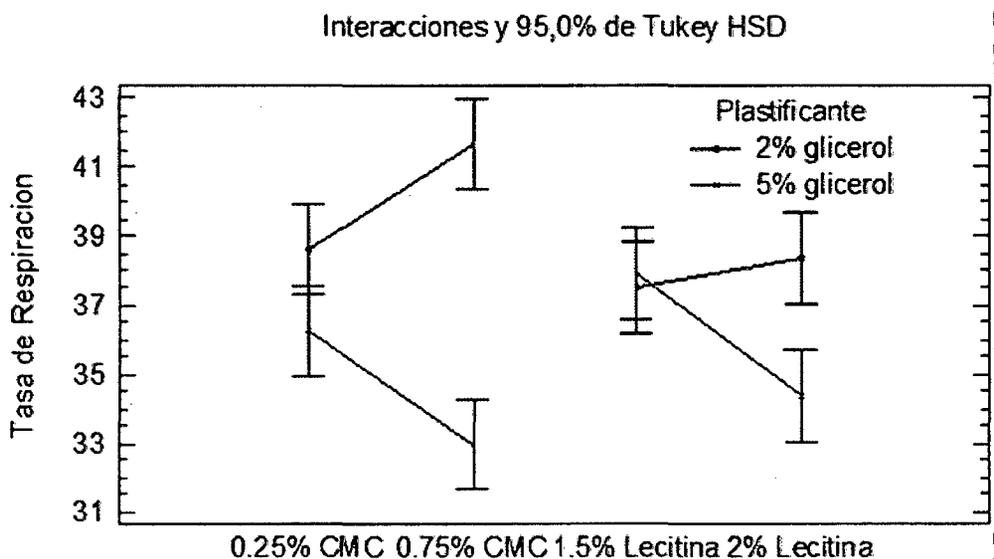
T8-T3	T8-T7	T4-T3	T4-T7	T8-T4	T7-T3
5.1153	4.8660	3.3620	3.1127	1.7533	0.2493



Cabe resaltar que la diferencia de medias entre T8 y T4 son las más cercanas entre si los cuales resultan como los mejores tratamientos; las líneas indican que la diferencia de medias entre estos tratamientos no tienen un efecto estadísticamente significativo entre si sobre la tasa de respiración en fresas recubiertas a base de gel de aloe vera, con un 95% de nivel de confianza a excepción del tratamiento T1 y T2 que mantiene diferencias significativas con el resto de tratamientos.

De los resultados expresados en el anexo 06 ,se puede resaltar la diferencia significativa de los días D5, D7, D10 con respecto al día D1 y asimismo el día D7 con respecto al D3, esta diferencia indica la significancia con el resto de días evaluados y a su vez

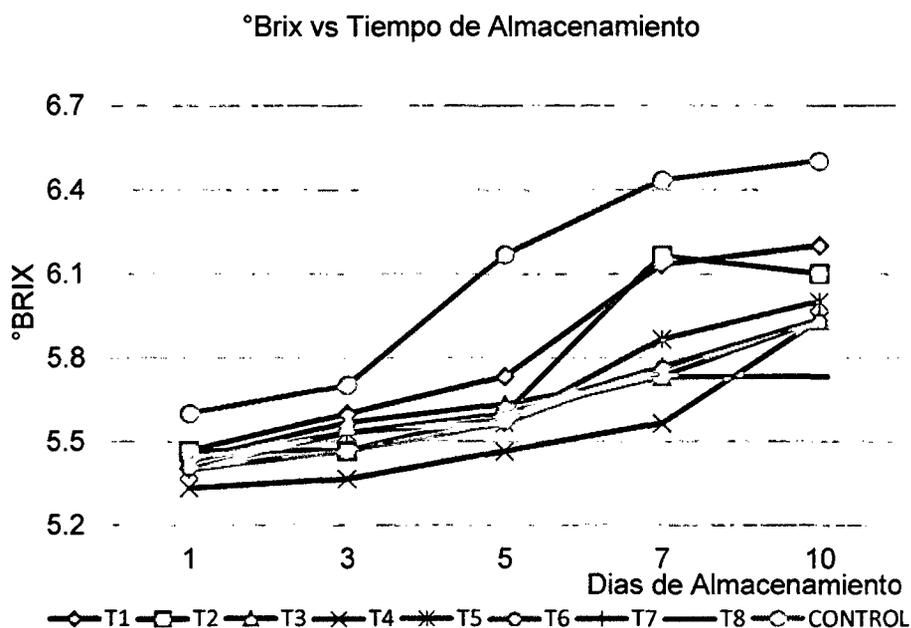
resalta que la mayoría de los tratamientos hasta el día D5 tienden incrementar su respiración levemente y a partir del día D5 hasta D7 hay un leve cambio en la tasa de respiración y a partir del día D7 disminuye lentamente la tasa de respiración hasta D10, de tal manera se confirma con los resultados obtenidos que el recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera disminuye considerablemente la respiración respecto al tiempo de almacenamiento debido a que está cubierta permite retrasar sus procesos metabólicos.



Grafica 10: Grafica de interacción Glicerol vs Concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de Aloe vera sobre la tasa de respiración en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en 5 días de almacenamiento.

Se evaluó la interacción entre concentración de glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Concentración de Lecitina Soya en el programa estadístico Statgraphic plus (grafica 10) al termino del día **D5** demostrando que conforme aumenta la concentración de CMC de **0.25** a **0.75%** para una concentración de glicerol de **2%** tiende a incrementarse la tasa de respiración por tratamiento de **38.60** a **41.66** ml de **CO₂/kg-hr**, para una concentración de glicerol del **5%** y CMC de **0.25** a **0.75%** tiende a disminuir la tasa de respiración por tratamiento de **36.23** a **32.94** ml de **CO₂/kg-hr** de fresas recubiertas y así mismo para una concentración de glicerol del **5%** y concentraciones de lecitina de soya de **1.5%** y **2%** se obtiene valores de **37.90** y **34.37** ml de **CO₂/kg-hr**; se logra disminuir la tasa de respiración conforme tiende a **2%** la concentración de lecitina y para el caso de una concentración de **2%** glicerol y las mismas concentraciones de lecitina de soya se obtiene **37.54** y **38.35** ml de **CO₂/kg-hr**. y tiende a incrementarse lentamente la tasa de respiración, esto se debe que a bajas concentraciones de glicerol se reduce la capacidad protectora del recubrimiento comestible y facilitando así el incremento de la tasa de respiración

3.7. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA EN LOS SOLIDOS SOLUBLES (°Brix):



Grafica 11: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de Aloe Vera sobre los °Brix en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en 5 días de almacenamiento.

Cuadro 11: Análisis de varianza para los ° Brix en fresas recubierta con gel de aloe vera.

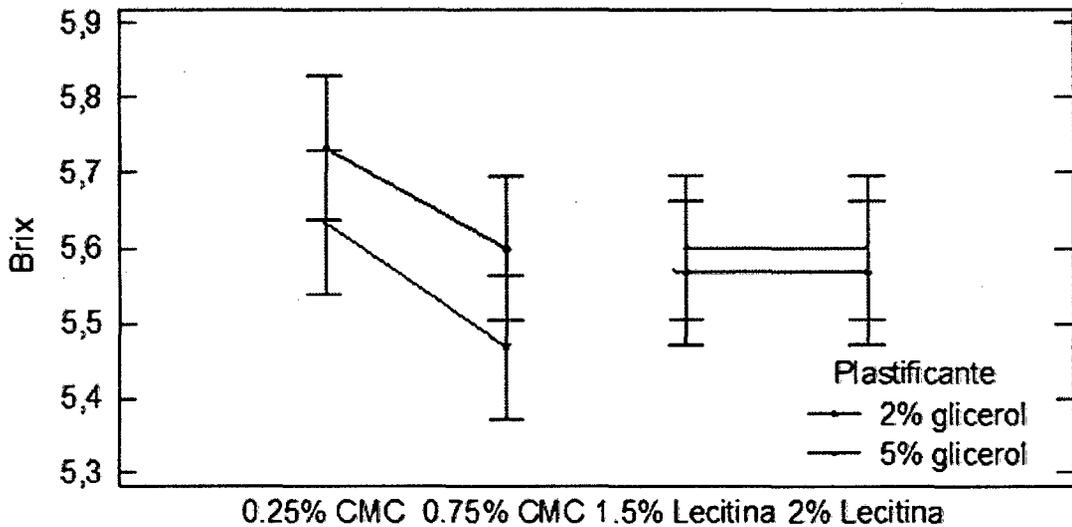
FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo de Almac.	4	5.1775	1.2944	21.8000	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	0.8667	0.1238	2.0852	2.1317	No Sign.
Error Exp.	28	1.6625	0.0594			
TOTAL	39	7.7067				

El análisis de varianza para los sólidos solubles (°Brix) de las fresas recubiertas frente a los frutos del tratamiento control no presentó diferencia estadísticamente significativa (cuadro 11), en la gráfica 11 se puede verificar que a partir del día 5 de almacenamiento tiende a incrementarse los °Brix, además el tratamiento T8 presentó menores °Brix esto se debe a que el **aloe vera + 5% glicerol + 2% lecitina de soya** retarda la maduración debido a la reducción de la respiración.

Estos resultados coincide con lo reportado (Núñez et al. ,2012) en fresas cubiertas con cloruro de calcio y una cubierta plástica, pero difieren con los reportes bibliográficos presentados (Restrepo, 2012) para un recubrimiento comestible de Aloe vera con glicerol evaluado en fresas.

El tratamiento control presentó mayor incremento de °Brix con los días de almacenamiento, esto se puede ver influenciada por la hidrólisis de materiales de la pared celular (Ramírez, 2012), Este comportamiento se debe a que durante la maduración aumenta el dulzor debido a la liberación de azúcares simples del almidón y de otros carbohidratos de reserva (F Riquelme et al., 1996).

Interacciones y 95,0% de Tukey HSD

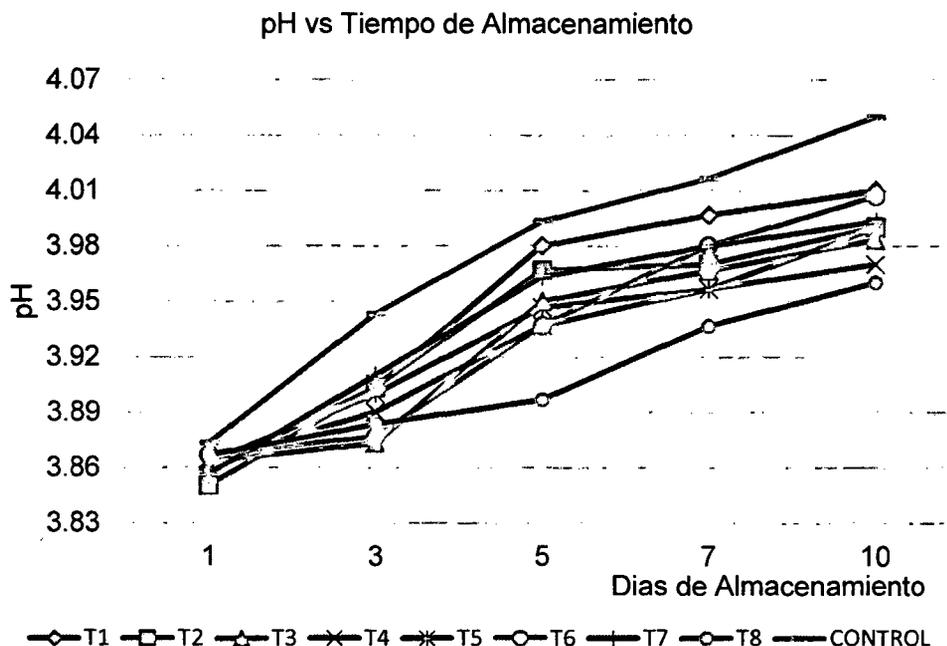


Grafica 12: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre los °Brix en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en cinco días de almacenamiento.

Se evaluó la interacción entre Concentración de Glicerol vs Concentración de CMC y Glicerol vs Concentración de Lecitina Soya en el programa estadístico Statgraphic plus al termino del día D5 (grafica 12), demostrando que conforme aumenta la concentración de CMC de 0.25 a 0.75% para una concentración de glicerol de 2% tiende a disminuir los grados Brix por tratamiento y para una concentración de glicerol del 5% y CMC de 0.25 a 0.75%, también tiende a disminuir los grados brix pero a este % de glicerol mantiene valores más bajos de grados brix.

Así mismo para una concentración de glicerol de 2 y 5% y concentraciones de lecitina de soya de 1.5% y 2% se obtiene valores lineales constantes manteniendo la supremacía de valores más bajos por parte del glicerol al 5%.

3.8. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA EN EL pH:



Grafica 13: Efecto de recubrimiento comestible a base de Gel de Aloe Vera sobre el pH en fresa almacenada a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 10 días.

Los cambios en el pH son un indicativo del grado de acidez de los frutos; se observó una relación inversa entre estos parámetros (anexo 3 y anexo 8). La acidez titulable y el pH en la fresa

recubierta, tanto para el control como para el tratamiento, confirman el bajo contenido de acidez para este fruto.

En cuanto a esta variable se pudo observar un aumento progresivo en relación al tiempo de almacenamiento, en todos los tratamientos (**grafica 13**). Resultados similares fueron reportados (Núñez et al. ,2012) en fresas cubiertas con cloruro de calcio y una cubierta plástica. Los tratamientos **T8** y **T4**, mostraron valores más bajos de pH en comparación a los demás tratamientos y al control que muestra valores más elevados (**figura 34** y **anexo 8**), esto coincide con la reducción de la acidez titulable, esto se debe a la utilización de los ácidos orgánicos como fuente energética para sustentar el proceso de maduración del fruto (Barrera, 2012).

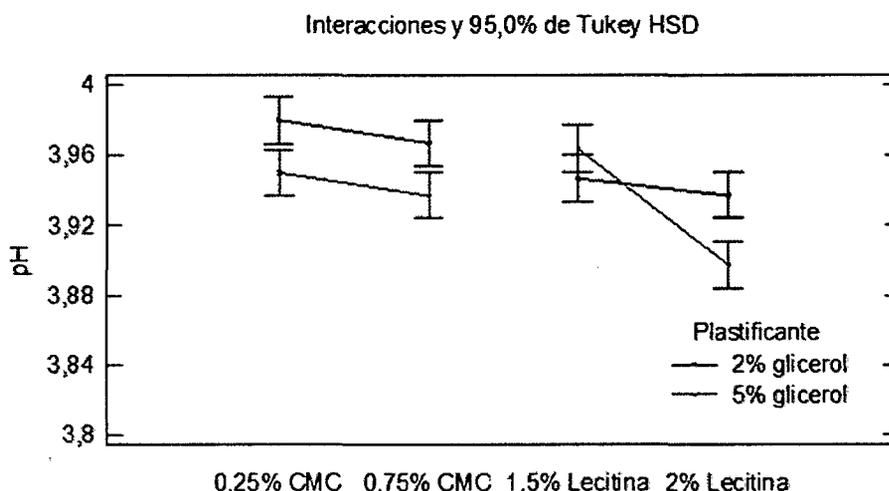
Cuadro 12: Análisis de varianza para el pH en fresas recubiertas con gel de aloe vera

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo de Almac.	4	0.2690	0.0672	7.7955	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	0.0158	0.0023	2.2794	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	0.0278	0.0010			
TOTAL	39	0.3126				

El análisis de varianza indica que existe diferencia significativa ($\alpha=0,05$) con respecto al tiempo de almacenamiento, también indica una mínima diferencia significativa entre los tratamientos.

La prueba de comparación de Tukey nos indica que no hay diferencias significativas entre tratamientos considerando a los tratamientos T8 y T4 como los mejores tratamientos respecto al patrón los cuales la disminuyen el aumento del pH.

La prueba de comparación de Tukey también se aplicó al comparar el tiempo de almacenamiento el cual afecta ligeramente mostrando cambios a partir del día D5.

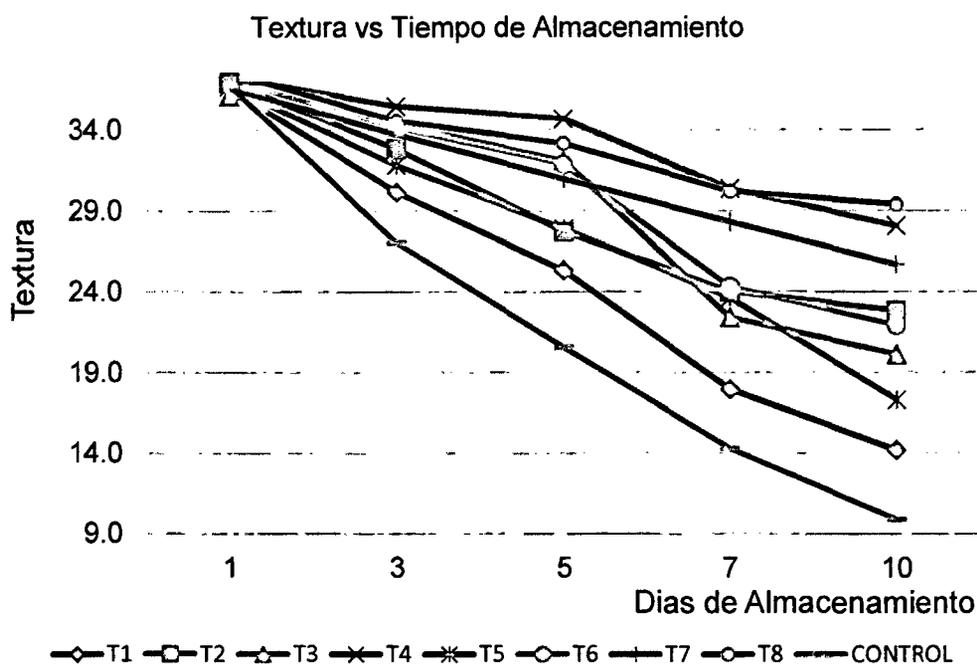


Grafica 14: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre el pH en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en cinco días de almacenamiento.

Se evaluó la interacción entre concentración de glicerol vs concentración de CMC y glicerol vs concentración de lecitina soya en el programa estadístico Statgraphic plus al termino del día **D5** (Figura 35) demostrando que conforme aumenta la concentración de CMC de **0.25 a 0.75%** y la concentración del glicerol de **2% a 5%** tiende a disminuir los valores de pH, similar caso ocurre para la concentración de lecitina de soya de **1.5 a 2%** y glicerol de **2% a 5%** el cual tiende a disminuir los valores de pH manteniendo valores más bajos que el caso del CMC, considerando la mejor concentración del glicerol el **5%**.

3.9. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA SOBRE LA TEXTURA:

Durante el tiempo de almacenamiento se observó una disminución en la textura del fruto de la fresa. La pérdida de firmeza pudo estar relacionada con la deshidratación del fruto. De acuerdo con la gráfica 15, la fuerza máxima de ruptura de la piel descende de **36.82 a 9.90 MJ (-26.92MJ)** para el control, los mejores tratamientos fueron **T8** con reducción de la textura desde **37.60 a 29.37 MJ (-8.23MJ)** y el **T4** con reducción de textura desde **37.26 a 28.05 MJ (-9.21MJ)** al termino del décimo día.



Grafica 15: Efecto del recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la textura de fresa almacenada a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 10 días.

La disminución de la textura posiblemente es producida por la acción de pectinasas y celulasas, que degradan las sustancias pécticas y la hemicelulosa que se encuentran en la piel de los frutos, además de la acción de otras hidrolasas que contribuyen también al ablandamiento (De la Cruz et al., 2007 citado por Barrera, 2012).

Los resultados obtenidos indican que hubo diferencia significativa entre tratamientos y tiempo de almacenamiento; por lo tanto la adición de **5%** de glicerol y **2%** de lecitina de soya al recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera genera una

mejor conservación de la textura de la fresa recubierta. Estos resultados concuerdan con los reportados (Restrepo, 2012) para un recubrimiento comestible de Aloe vera con glicerol evaluado en fresas.

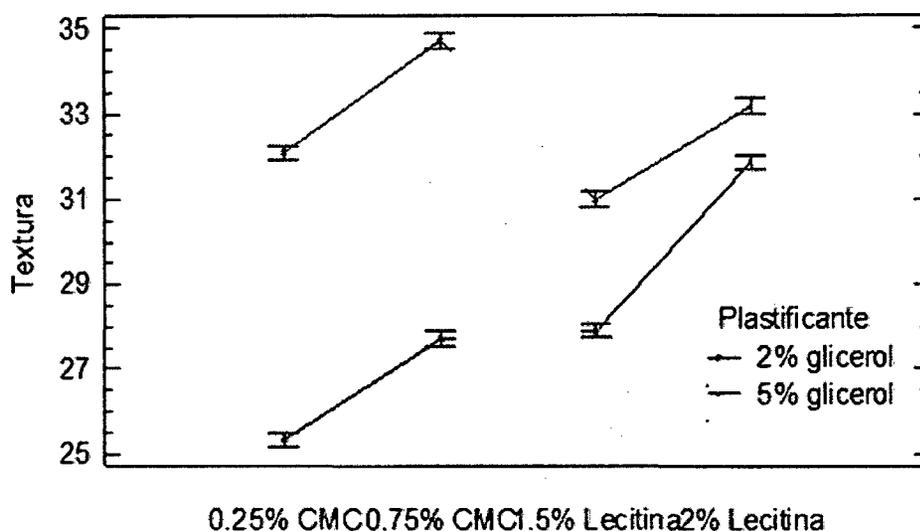
Cuadro 13: Análisis de varianza para el pH en fresas recubiertas con gel de aloe vera.

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular} $\alpha:5\%$	DS
Tiempo de Almac.	4	3342.7924	835.6981	56.5222	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	812.9369	116.1338	7.8547	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	413.9883	14.7853			
TOTAL	39	4569.7176				

El análisis de varianza indica que existe diferencia significativa con respecto al tiempo de almacenamiento, también indica una mínima diferencia significativa entre los tratamientos. La prueba de comparación de Tukey nos indica que no hay diferencias significativas entre tratamientos pero si respecto al patrón; considerando a los tratamientos T8 y T4 como los mejores tratamientos respecto al patrón los cuales la tienden a conservar la firmeza del fruto.

La prueba de comparación de Tukey también se aplicó al comparar el tiempo de almacenamiento el cual afecta significativamente mostrando cambios a partir del día D5.

Interacciones y 95,0% de Tukey HSD

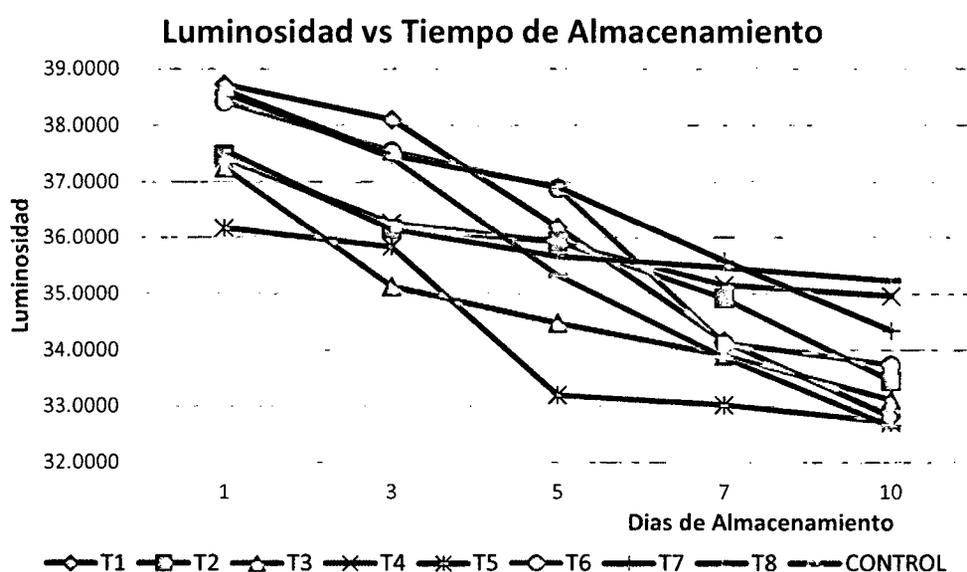


Grafica 16: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de Soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la textura en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en cinco días de almacenamiento.

Se evaluó la interacción entre concentración de Glicerol vs Concentración de CMC y Glicerol vs Concentración de Lecitina Soya en el programa estadístico Statgraphic plus al termino del día D5 (grafica 16) demostrando que conforme aumenta la concentración de CMC de 0.25 a 0.75% y la concentración del glicerol de 2% a 5% tiende a minimizar la caída de los valores de textura, similar caso ocurre para la concentración de lecitina de soya de 1.5 a 2% y glicerol de 2% a 5% el cual tiende a conservarse de mejor la textura

conforme se incrementa la concentración del plastificante (glicerol) en la formulación del recubrimiento .

3.10. EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A BASE DE ALOE VERA SOBRE EL COLOR (LUMINOSIDAD):



Grafica 17: Efecto del recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la luminosidad de fresa almacenada a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 10 días.

La pérdida de luminosidad genera oscurecimiento de la piel del fruto (menores valores de L^*) esto se debe al pardeamiento oxidativo y a la pérdida de humedad que presentaron las fresas durante el almacenamiento.

La luminosidad tiende a disminuir sus valores en todos los tratamientos de acuerdo al tiempo de almacenamiento y la formulación de los tratamientos (gráfica 17) estos resultados concuerdan con Restrepo, 2012; también se puede apreciar de la figura anterior que los tratamientos T8 con valores de luminosidad promedio entre (37.563 y 35.23) presenta una diferencia de -2.333 entre el día 1 y el día 10 ;T4 con valores entre 37.417 y 34.960, presenta una diferencia de -2.457 entre el día 1 y el día 10 de almacenamiento para el caso del tratamiento control con valores entre 38.570 y 32.637; presenta una diferencia de -5.933 puntos. Los demás tratamientos presentaron los siguientes resultados respecto al día D1; T1 (-5.913), T2 (-4.027), T3 (-4.140), T5 (-3.463), T6 (-4.667), T7 (-4.280).

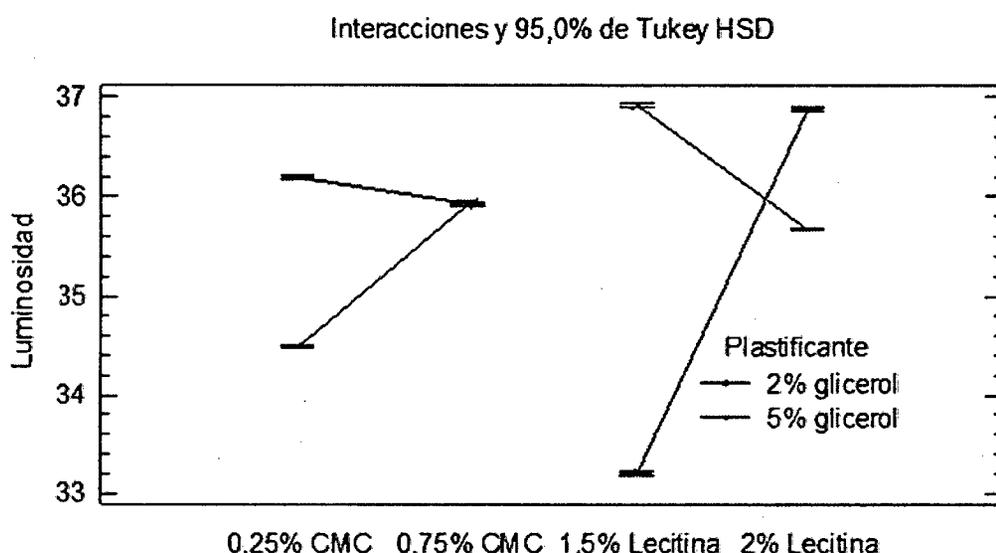
Cuadro 14: Análisis de varianza para la luminosidad en fresas recubiertas con gel de aloe vera.

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo de Almac.	4	234,4946	58,6236	41,0001	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	65,3415	9,3345	6,5284	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	40,0355	1,4298			
TOTAL	39	339,8716				

Para el caso de luminosidad del fruto de fresa existen diferencias significativas entre tratamientos y tiempo de almacenamiento.

Aplicando tukey con un nivel de significancia del 5% a los tratamientos obtenemos que existe diferencias significativas entre los siguientes tratamientos: T5 - T6 y T5 - T7, además los tratamientos T5 y T7 son significativos respecto al patrón.

Y con respecto al tiempo de almacenamiento las comparaciones de tukey resulta significativos en las siguientes diferencias $|\overline{D1} - \overline{D7}|$, $|\overline{D1} - \overline{D10}|$ Y $|\overline{D3} - \overline{D10}|$ (anexo 10), se observa que a partir del día D5 comienza a incrementarse la diferencia debido a que la fresa recubierta tiende a disminuir su luminosidad.



Grafica 18: Grafica de interacción glicerol vs concentración de CMC y Glicerol vs Lecitina de soya y su efecto en las formulaciones de un recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera sobre la luminosidad en frutos de fresa almacenadas a 5 ± 0.5 °C en cinco días de almacenamiento.

Se evaluó la interacción entre concentración de glicerol vs concentración de CMC y glicerol vs concentración de lecitina soya en el programa estadístico Statgraphic plus al termino del día D5 (gráfica 18). Conforme aumenta la concentración de CMC de 0.25% a 0.75% para una concentración de glicerol del 5% tiende a conservar su luminosidad y para una concentración de glicerol de 2% y las mismas concentraciones de CMC tiende a disminuir la luminosidad. Para la lecitina de soya en concentraciones de 1.5 y 2% y 5% de glicerol presentaron una menor caída en luminosidad; caso contrario ocurrió para la concentración de glicerol al 2% y las mismas concentraciones de lecitina de soya presentando una caída brusca de luminosidad.

3.11. EVALUACION SENSORIAL DE FRESAS CON CUBIERTA COMESTIBLE A BASE DE GEL Y ALOE VERA

Los tratamientos T8, T2, T7, T2 fueron evaluados por 30 panelistas no entrenados sobre atributos de color, sabor y textura.

3.11.1. ANALISIS SENSORIAL PARA EL COLOR

Cuadro 15: Análisis de varianza – Atributo color

FV	G°L	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Panelista	9	24.8417	0.8566	1.5443	1.614	No Sign.
Tratamiento	3	60.4917	20.1639	36.3514	2.724	** Sign.
Error Exp.	7	48.2583	0.5547			
TOTAL	19	133.5917				

Del análisis de varianza se observa que no existe diferencia significancia por parte de los panelistas, pero si sobre los tratamientos.

Aplicando tukey con un nivel de significancia del 5% a los tratamientos se obtiene que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T8 - T4 y T7 - T2.

T2 T4 T7 T8

3.11.2. ANALISIS SENSORIAL PARA EL SABOR

Cuadro 16: Análisis de varianza – Atributo Sabor

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Panelista	29	24.8417	0.8566	1.5443	1.614	No Sign.
Tratamiento	3	60.4917	20.1639	36.3514	2.724	** Sign.
Error Exp.	87	48.2583	0.5547			
TOTAL	119	133.5917				

Del análisis de varianza se observa que no existe diferencia significancia por parte de los panelistas, pero si sobre los tratamientos.

Aplicando tukey con un nivel de significancia del 5% a los tratamientos se obtiene

que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T8 - T4 y T7 - T2.

T2 T4 T7 T8

3.11.3. ANALISIS SENSORIAL PARA LA TEXTURA

Cuadro 17: Análisis de varianza – Atributo color

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Panelista	29	19.50	0.6724	1.1272	1.614	No Sign.
Tratamiento	3	71.10	23.700	39.7283	2.724	** Sign.
Error Exp.	87	51.90	0.5966			
TOTAL	119	142.50				

Del análisis de varianza se observa que no existe diferencia significancia por parte de los panelistas, pero si sobre los tratamientos.

Aplicando Tukey con un nivel de significancia del 5% a los tratamientos se obtiene que no exista diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T8 - T4 y T7 - T2.

T2 T4 T7 T8

Los panelistas valoraron el tratamiento T8 con un promedio de 6.47 de aceptabilidad respecto a los atributos color, sabor y textura (anexo 11, 12,13)

IV. CONCLUSIONES

- 4.1. Los recubrimientos comestibles formuladas a base de Gel de Aloe Vera, Glicerol, Concentraciones de CMC y Lecitina de Soya prolongo las características fisicoquímicas y organolépticas de la fresa por un periodo de 10 días almacenadas en refrigeración a temperatura de $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, encontrándose que la formulación optima es la del tratamiento **T8** formulada con **Aloe vera, 5% de glicerol y 2% de lecitina de soya** seguida por el tratamiento **T4** formulada con **Aloe vera, 5% de glicerol y 0.75% de CMC**.
- 4.2. Con el **Tratamiento 8 (Aloe Vera + 5% de Glicerol + 2% de Lecitina de Soya)**: se minimiza la pérdida de peso en un **1.64%**, acidez en un **0.06%**, vitamina C en un **0.97%**, tasa de respiración en un **50% de ml de $\text{CO}_2/\text{Kg.h}$** , textura en un **8.23MJ**, luminosidad en un **2.333** y azúcares reductores en un **48.68%** en la fresa durante el almacenamiento por 10 días a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- 4.3. El **Tratamiento 8 (Aloe Vera + 5% de Glicerol + 2% de Lecitina de Soya)** mostro satisfacción de 50% en los panelistas respecto a los atributos de color sabor y textura.

V. RECOMENDACIONES

- 5.1. Evaluar la vida útil de la fresa con cubierta comestible a base de gel de aloe vera a diferentes temperaturas y humedades relativas durante el almacenamiento en frío.

- 5.2. Evaluar la aplicabilidad de los recubrimientos formulados a base de gel de Aloe Vera, Glicerol, CMC o Lecitina de Soya en otras frutas.

- 5.3. Evaluar el efecto que presenta el gel de aloe vera frente al crecimiento del moho *Botritis cinerea* en la fresa.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cardozo, C.; Ríos, C (2013).Tratamientos postcosecha aplicados en fresa (*fragaria ananassa* Duch.) Una revisión. Colombia, Universidad de Pamplona.
- Cumplido, G (2012). Functional characterization of strawberry (*fragaria ananassa*) fruit-specific and ripening-related genes involved in aroma and anthochyanins biosynthesis.
- Restrepo, J (2009).Conservación de fresa (*Fragaria ananassa* Duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de revestimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca de sábila (*Aloe barbadensis* Miller).
- Martínez-Romero, Guillen F, Valverde J, Serrano M, Zapata P, Bailen G, et al (2009).Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas.
- Guardiola, R, Sarmiento, J (2008).Consideraciones sobre la estabilización de geles de aloe vera. Colombia, cadena nacional productiva de la sábila.

- Jiménez I, González A, (2012).Estudio comparativo por cromatografía líquida de alta eficiencia del producto de hidrólisis ácida de los polisacáridos del mucílago de aloe vera (aloe barbadensis miller) de diferentes cultivos del departamento de Risaralda, Colombia. Tesis grado. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Colombia.
- Ramírez Q J. (2012).Conservación de mora de castilla (Rubus glaucus benth) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila (aloe barbadensis miller).Tesis grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Alba M, Soares N, Arteaga M (2011). Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos. Universidad de Cordoba.Departamento de Ingeniería de Alimentos. Colombia.
- Romeforo F, Riquelme F, Pretel M, Martínez G, Lozano P, Segura P, Luna P (1996) Nuevas técnicas de conservación de frutas y hortalizas.

- Barrera E, Gil M, García C, Durango D, Gil J. (2012) Empleo de un Recubrimiento Formulado con Propóleos para el Manejo Poscosecha de Frutos de Papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiana). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Pedraza López A. (1999). Caracterización de un ADNc de fresa específico de frutos maduros que presenta homología con péptido metionina sulfóxido eductasas. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias.
- Nuñez C, Castellano G, Ramirez R, Sindoni M, Marín R. (2012). Efecto del cloruro de calcio y una cubierta plástica sobre la conservación de las propiedades organolépticas de la fresa (*Fragaria Ananassa* Duch). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maracaibo, estado Zulia. Venezuela.
- Trejo M, Ramos K, Pérez C. (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. Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales.

ANEXO 1
PASOS PARA EL CÁLCULO DEL ANALISIS DE VARIANZA

Para su resolución se determina lo siguiente:

Calculo del factor de corrección

$$FC = \frac{Y_{...}^2}{abn}$$

Calculo de las sumas de cuadrados

Suma de cuadrado del total:

$$FC = \sum \sum \sum Y_{ijk}^2 - FC$$

Suma de Cuadrados de efectos principales:

$$SC \text{ Trat.} = \frac{Y_{i.}^2}{bn} - FC$$

$$SC \text{ Tiempo} = \frac{Y_{.j}^2}{an} - FC$$

Por diferencia se obtiene la suma de cuadrados del error:

$$SC \text{ Error} = SC \text{ Total} - SC \text{ Trat} - SC \text{ Tiempo}$$

Calculo de los grados de libertad

Grado de Libertad del total:

$$GL \text{ Total} = ab - 1$$

Grado de Libertad del tratamiento:

$$GL \text{ Tratamiento} = a - 1$$

Grado de Libertad para el tiempo de almacenamiento:

$$GL \text{ Tiempo} = b - 1$$

Grados de Libertad del error:

$$GL \text{ Error} = (a - 1)(b - 1)$$

Calculo de los cuadrados medios

Cuadrado medio del tratamiento:

$$\text{CM Trat.} = \frac{\text{SC Trat.}}{\text{GL trat.}}$$

Cuadrado medio del tiempo de almacenamiento:

$$\text{CM Tiempo.} = \frac{\text{SC tiempo}}{\text{GL tiempo}}$$

Cuadrado medio del error:

$$\text{CM Error} = \frac{\text{SC Error}}{\text{GL Error}}$$

Cálculo del valor F calculado

Valor F del tratamiento:

$$\text{F Trat.} = \frac{\text{CM Trat.}}{\text{CM Error}}$$

Valor F para el tiempo de almacenamiento:

$$\text{F Tiempo} = \frac{\text{CM Tiempo}}{\text{CM Error}}$$

Cálculo del valor F tabulado

El valor F_{Tabular} se lee directamente de la tabla de distribución F de Fisher.

Valor F_{Tabular} para los tratamientos:

$$\text{F Trat.} = (\text{GL Trat.} \cdot \text{GL Error})$$

Valor F_{Tabular} para el tiempo de almacenamiento:

$$\text{F Tiempo} = (\text{GL Tiempo} \cdot \text{GL Error})$$

Calculo de la significancia

Es Significativo cuando:

$$\text{F Calculado} > \text{F Tabulado}$$

Es no Significativo cuando:

$$\text{F Calculado} < \text{F Tabulado}$$

Calculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{y}} \times 100\%$$

Prueba de comparación de tukey

Se calcula los promedios de los tratamientos y del tiempo de almacenamiento organizados en orden ascendente.

Promedio para tratamientos:

$$\overline{T1. T2. T3. T4. T5. T6. T7. T8. Tcontrol}$$

Promedio para tiempo de almacenamiento evaluados:

$$\overline{D1. D3. D5. D7. D10}$$

Cálculo del valor crítico de Tukey (T α)

Se determina con un nivel de significancia del 5%.

Valor crítico de Tukey (T α) para los tratamientos:

$$T\alpha \text{ Trat.} = q_{0.05} (\text{GL Trat.} \cdot \text{GL Error}) \times S\bar{y}$$

Valor crítico de Tukey (T α) para el tiempo de almacenamiento:

$$T\alpha \text{ Tiempo.} = q_{0.05} (\text{GL Tiempo.} \cdot \text{GL Error}) \times S\bar{y}$$

Cálculo de la desviación estándar (S \bar{y})

Desviación estándar para los tratamientos:

$$S\bar{y} \text{ Trat.} = \sqrt{\frac{CME}{n^\circ \text{ Trat.}}}$$

Desviación estándar para los días de almacenamiento evaluados:

$$S\bar{y} \text{ Tiempo} = \sqrt{\frac{CME}{n^\circ \text{ dias evaluados}}}$$

Luego se realiza la diferencia de medias en valor absoluto y se considera significativo siempre que dichas diferencias sean mayor que el valor critico de Tukey

$$|\overline{T_i} - \overline{T_j}| > T\alpha$$

ANEXO 2

RESULTADOS DE PERDIDA DE PESO Y CALCULO DE ANALISIS DE VARIANZA

Resultados de tratamientos incluido el tratamiento control

DIAS	% PERDIDA DE PESO								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
1	0.4680	0.4920	0.4100	0.3610	0.3980	0.4670	0.3510	0.3870	0.7690
	0.4810	0.5040	0.3750	0.3540	0.3790	0.4540	0.3640	0.3750	0.7780
	0.4590	0.4870	0.3860	0.3710	0.4210	0.4510	0.3500	0.4000	0.7540
3	1.3420	1.1451	1.2740	1.0180	1.2220	1.3130	1.1160	0.9830	1.8900
	1.3510	1.1710	1.2500	1.0180	1.2050	1.3070	1.1200	1.0040	1.9300
	1.4500	1.1750	1.2640	1.0250	1.5348	1.3150	1.1140	0.9910	1.9000
5	2.0830	1.5302	1.7150	1.3120	1.7130	1.6640	1.5240	1.1080	2.8480
	2.1010	1.5450	1.7480	1.3060	1.7090	1.6600	1.5300	1.1100	2.8500
	2.0720	1.5500	1.7420	1.3240	1.7130	1.6700	1.5280	1.1070	2.8410
7	2.5240	1.9362	2.2490	1.6960	2.4270	2.1820	1.8820	1.3800	3.7900
	2.5740	1.9450	2.2560	1.6870	2.4250	2.1810	1.8820	1.3920	3.8100
	2.4780	1.9500	2.2570	1.7510	2.4340	1.1850	1.8830	1.3910	3.7890
10	2.8960	2.2623	2.5200	1.9720	2.5830	2.5140	2.1860	1.6380	4.5630
	2.9950	2.2670	2.5270	1.9640	2.5780	2.5050	2.1850	1.6400	4.5650
	2.9461	2.2780	2.5250	1.9590	2.5860	2.5180	2.1880	1.6390	4.5570

Suma de resultados por tratamiento y por tiempo de almacenamiento

Días	Tratamiento								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	0.4680	0.4920	0.4100	0.3610	0.3980	0.4670	0.3510	0.3870	
	0.4810	0.5040	0.3750	0.3540	0.3790	0.4540	0.3640	0.3750	
	0.4590	0.4870	0.3860	0.3710	0.4210	0.4510	0.3500	0.4000	
Suma	1.4080	1.4830	1.1710	1.0860	1.1980	1.3720	1.0650	1.1620	9.9450
3	1.3420	1.1451	1.2740	1.0180	1.2220	1.3130	1.1160	0.9830	
	1.3510	1.1710	1.2500	1.0180	1.2050	1.3070	1.1200	1.0040	
	1.4500	1.1750	1.2640	1.0250	1.5348	1.3150	1.1140	0.9910	
Suma	4.1430	3.4911	3.7880	3.0610	3.9618	3.9350	3.3500	2.9780	28.7079
5	2.0830	1.5302	1.7150	1.3120	1.7130	1.6640	1.5240	1.1080	
	2.1010	1.5450	1.7480	1.3060	1.7090	1.6600	1.5300	1.1100	
	2.0720	1.5500	1.7420	1.3240	1.7130	1.6700	1.5280	1.1070	
Suma	6.2560	4.6252	5.2050	3.9420	5.1350	4.9940	4.5820	3.3250	38.0642
7	2.5240	1.9362	2.2490	1.6960	2.4270	2.1820	1.8820	1.3800	
	2.5740	1.9450	2.2560	1.6870	2.4250	2.1810	1.8820	1.3920	
	2.4780	1.9500	2.2570	1.7510	2.4340	1.1850	1.8830	1.3910	
Suma	7.5760	5.8312	6.7620	5.1340	7.2860	5.5480	5.6470	4.1630	47.9472
10	2.8960	2.2623	2.5200	1.9720	2.5830	2.5140	2.1860	1.6380	
	2.9950	2.2670	2.5270	1.9640	2.5780	2.5050	2.1850	1.6400	
	2.9461	2.2780	2.5250	1.9590	2.5860	2.5180	2.1880	1.6390	
Suma	8.8371	6.8073	7.5720	5.8950	7.7470	7.5370	6.5590	4.9170	55.8714
Total	28.2201	22.2378	24.4980	19.1180	25.3278	23.3860	21.2030	16.5450	180.5357

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F. Tabular $\alpha:5\%$	DS
Tiempo Almac.	4	53.0771	13.2693	112.7092	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	6.2739	0.8963	7.6129	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	3.2964	0.1177			
TOTAL	39	62.6474				

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{180.5357}{120} = 1.5045$$

Cálculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{0.1177}}{1.5045} \times 100\% = 22.80\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{0.1177}{8}} = 0.1213$$

$$S\bar{y}Tiempo = \sqrt{\frac{0.1177}{5}} = 0.1534$$

Cálculo de la prueba de comparación de Tukey

Para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05}(7.28) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 4.49 \times 0.1213$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 0.5446$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
Promedios	1.8813	1.4825	1.6332	1.2745	1.6885	1.5591	1.4135	1.1030	2.7756

Cálculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{ Trat.} = 0.544$$

TRAT.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
T1	0.0000	0.3988	0.2481	0.6068	0.1928	0.3223	0.4678	0.7783	0.8943
T2	0.3988	0.0000	0.1507	0.2080	0.2060	0.0765	0.0690	0.3795	1.2931
T3	0.2481	0.1507	0.0000	0.3587	0.0553	0.0741	0.2197	0.5302	1.1424
T4	0.6068	0.2080	0.3587	0.0000	0.4140	0.2845	0.1390	0.1715	1.5011
T5	0.1928	0.2060	0.0553	0.4140	0.0000	0.1295	0.2750	0.5855	1.0871
T6	0.3223	0.0765	0.0741	0.2845	0.1295	0.0000	0.1455	0.4561	1.2165
T7	0.4678	0.0690	0.2197	0.1390	0.2750	0.1455	0.0000	0.3105	1.3621
T8	0.7783	0.3795	0.5302	0.1715	0.5855	0.4561	0.3105	0.0000	1.6726
Control	0.8943	1.2931	1.1424	1.5011	1.0871	1.2165	1.3621	1.6726	0.0000

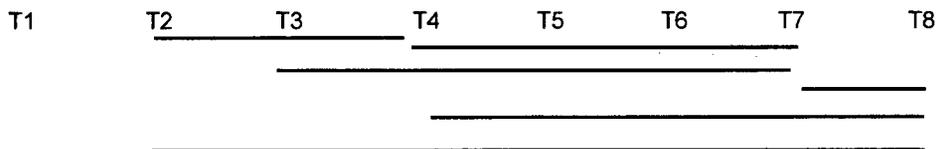
Orden de los mejores tratamientos respecto al patrón

T8-Control	T4-Control	T7-Control	T2-Control
1.6726	1.5011	1.3621	1.2931

Determinando la significancia de los mejores tratamientos las cuales deben cumplir lo siguiente:

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha_{Trat.} = 0.544$$

T7-T3	T8-T4	T4-T2	T7-T3	T8-T7	T8-T2
0.2197	0.1715	0.2080	0.2197	0.3105	0.3795



Para los días de almacenamiento evaluados:

$$T\alpha_{Tiempo} = q_{0.05} (GL_{Tiempo}, GL_{Error}) \times S\bar{y}_{Tiempo}$$

$$T\alpha_{Tiempo} = q_{0.05} (4.28) \times 0.1534$$

$$T\alpha_{Tiempo} = 3.86 \times 0.1534$$

$$T\alpha_{Tiempo} = 0.5921$$

Cálculo de promedios

Para los días de almacenamiento evaluados:

Tiempo(Días)	D1	D3	D5	D7	D10
Promedios	0.41	1.20	1.59	2.00	2.33

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T_{\alpha} \text{Tiempo} = 0.5921$$

DIAS	D1	D3	D5	D7	D10
D1	0.00	0.78	1.17	1.58	1.91
D3	0.78	0.00	0.39	0.80	1.13
D5	1.17	0.39	0.00	0.41	0.74
D7	1.58	0.80	0.41	0.00	0.33
D10	1.91	1.13	0.74	0.33	0.00

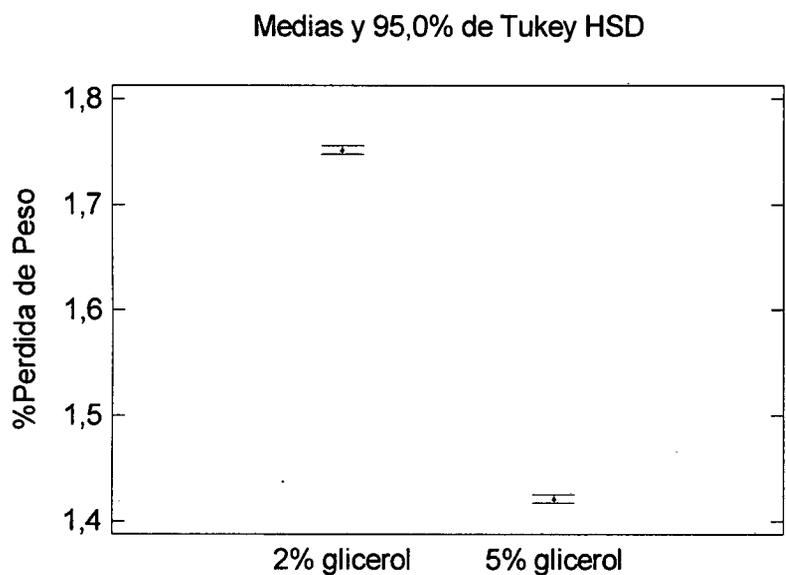
Evaluación de la pérdida de peso al quinto día de almacenamiento interactuando concentración de Glicerol vs concentración de CMC y Lecitina de Soya usando Statgraphics Centurion

Análisis de varianza para % pérdida de peso

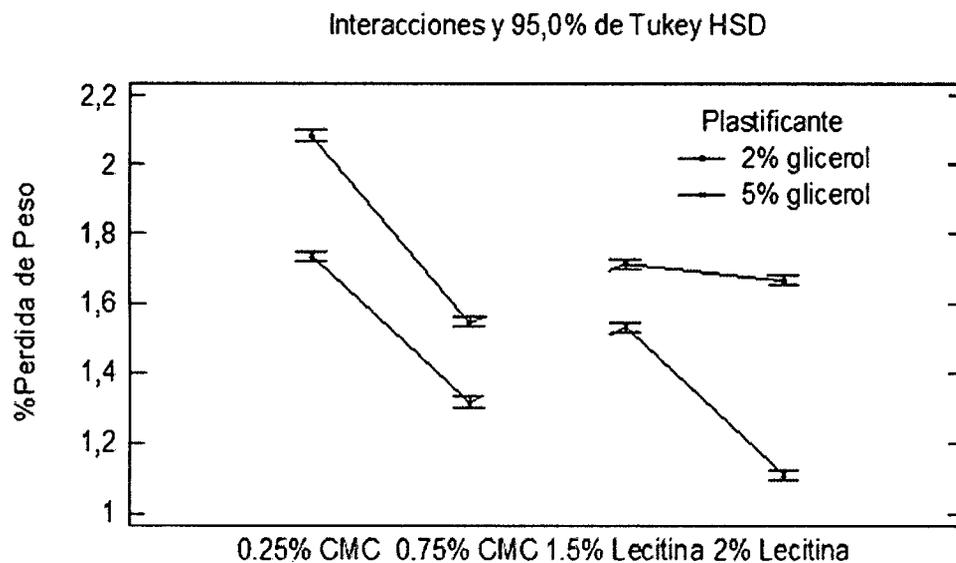
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor - F_{Tabular}
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Plastificante	0.652147	1	0.652147	6903.94	0.0000
B:cmc y lecitina de soya	1.02608	3	0.342025	3620.85	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.124976	3	0.0416585	441.02	0.0000
RESIDUOS	0.00151136	16	0.00009446		
TOTAL (CORREGIDO)	1.80471	23			

Resalta que existe diferencia significativa entre efectos principales e interacción de ambos

Grafica de medias



Grafica de interacción



ANEXO 3

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE ACIDEZ TITULABLE Y CÁLCULO DE ANÁLISIS DE VARIANZA

Resultados de tratamientos incluido el tratamiento control

DIAS	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CONTROL
1	0.757	0.774	0.765	0.765	0.775	0.775	0.777	0.765	0.777
	0.783	0.780	0.771	0.764	0.778	0.764	0.775	0.773	0.778
	0.771	0.777	0.774	0.762	0.756	0.778	0.768	0.763	0.764
3	0.724	0.722	0.710	0.733	0.726	0.721	0.720	0.729	0.699
	0.736	0.731	0.717	0.738	0.724	0.726	0.729	0.726	0.702
	0.738	0.728	0.721	0.738	0.721	0.719	0.727	0.734	0.694
5	0.693	0.703	0.692	0.711	0.718	0.697	0.710	0.722	0.677
	0.706	0.710	0.695	0.715	0.720	0.703	0.714	0.719	0.673
	0.714	0.709	0.702	0.718	0.717	0.694	0.718	0.725	0.679
7	0.665	0.693	0.677	0.700	0.680	0.670	0.690	0.717	0.650
	0.650	0.688	0.673	0.702	0.681	0.678	0.689	0.715	0.653
	0.667	0.684	0.681	0.710	0.685	0.671	0.688	0.717	0.658
10	0.640	0.677	0.660	0.689	0.672	0.660	0.685	0.708	0.610
	0.635	0.671	0.657	0.694	0.667	0.664	0.684	0.707	0.609
	0.646	0.670	0.664	0.691	0.674	0.659	0.682	0.711	0.600

Suma de resultados por tratamiento y por tiempo de almacenamiento

DIAS	TRATAMIENTOS								TOTAL
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	0.757	0.774	0.765	0.765	0.775	0.775	0.777	0.765	
	0.783	0.780	0.771	0.764	0.778	0.764	0.775	0.773	
	0.771	0.777	0.774	0.762	0.756	0.778	0.768	0.763	
Suma	2.3110	2.3310	2.3100	2.2910	2.3090	2.3170	2.3200	2.3010	18.4900
3	0.724	0.722	0.710	0.733	0.726	0.721	0.720	0.729	
	0.736	0.731	0.717	0.738	0.724	0.726	0.729	0.726	
	0.738	0.728	0.721	0.738	0.721	0.719	0.727	0.734	
Suma	2.1980	2.1810	2.1480	2.2090	2.1710	2.1660	2.1760	2.1890	17.4380
5	0.693	0.703	0.692	0.711	0.718	0.697	0.710	0.722	
	0.706	0.710	0.695	0.715	0.720	0.703	0.714	0.719	
	0.714	0.709	0.702	0.718	0.717	0.694	0.718	0.725	
Suma	2.1130	2.1220	2.0890	2.1440	2.1550	2.0940	2.1420	2.1660	17.0250
7	0.665	0.693	0.677	0.700	0.680	0.670	0.690	0.717	
	0.650	0.688	0.673	0.702	0.681	0.678	0.689	0.715	
	0.667	0.684	0.681	0.710	0.685	0.671	0.688	0.717	
Suma	1.9820	2.0650	2.0310	2.1118	2.0460	2.0190	2.0670	2.1490	16.4708
10	0.640	0.677	0.660	0.689	0.672	0.660	0.685	0.708	
	0.635	0.671	0.657	0.694	0.667	0.664	0.684	0.707	
	0.646	0.670	0.664	0.691	0.674	0.659	0.682	0.711	
Suma	1.9210	2.0180	1.9810	2.0740	2.0130	1.9830	2.0510	2.1260	16.1670
TOTAL	10.5250	10.7170	10.5590	10.8298	10.6940	10.5790	10.7560	10.9310	85.5908

Suma de cuadrados:

DIAS	TRATAMIENTOS								TOTAL
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	0.5730	0.5991	0.5852	0.5852	0.6006	0.6006	0.6037	0.5852	
	0.6131	0.6084	0.5944	0.5837	0.6053	0.5837	0.6006	0.5975	
	0.5944	0.6037	0.5991	0.5806	0.5715	0.6053	0.5898	0.5822	
Suma	1.7806	1.8112	1.7787	1.7496	1.7774	1.7896	1.7942	1.7649	14.2462
3	0.5242	0.5213	0.5041	0.5373	0.5271	0.5198	0.5184	0.5314	
	0.5417	0.5344	0.5141	0.5446	0.5242	0.5271	0.5314	0.5271	
	0.5446	0.5300	0.5198	0.5446	0.5198	0.5170	0.5285	0.5388	
Suma	1.6105	1.5856	1.5380	1.6266	1.5711	1.5639	1.5784	1.5973	12.6714
5	0.4802	0.4942	0.4789	0.5055	0.5155	0.4858	0.5041	0.5213	
	0.4984	0.5041	0.4830	0.5112	0.5184	0.4942	0.5098	0.5170	
	0.5098	0.5027	0.4928	0.5155	0.5141	0.4816	0.5155	0.5256	
Suma	1.4885	1.5010	1.4547	1.5323	1.5480	1.4617	1.5294	1.5639	12.0794
7	0.4422	0.4802	0.4583	0.4900	0.4624	0.4489	0.4761	0.5141	
	0.4225	0.4733	0.4529	0.4925	0.4638	0.4597	0.4747	0.5112	
	0.4449	0.4679	0.4638	0.5041	0.4692	0.4502	0.4733	0.5141	
Suma	1.3096	1.4214	1.3750	1.4866	1.3954	1.3588	1.4242	1.5394	11.3105
10	0.410	0.458	0.436	0.475	0.452	0.436	0.469	0.501	
	0.403	0.450	0.432	0.482	0.445	0.441	0.468	0.500	
	0.417	0.449	0.441	0.477	0.454	0.434	0.465	0.506	
Suma	1.2301	1.3575	1.3081	1.4338	1.3507	1.3108	1.4022	1.5066	10.9000
TOTAL	7.4193	7.6767	7.4546	7.8289	7.6427	7.4847	7.7283	7.9721	61.2074

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo de Almac.	4	0.1382	0.0345	82.0929	2.4847	** SIGN
Tratamiento	7	0.0093	0.0013	3.1412	2.1317	*SIGN
Error Exp.	28	0.0118	0.0004			
TOTAL	39	0.1592				

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{85.5908}{120} = 0.7173$$

Calculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{0.0004}}{0.7173} \times 100\% = 2.7882\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{0.0004}{8}} = 0.0224$$

$$S\bar{y}Tiempo = \sqrt{\frac{0.0004}{5}} = 0.0283$$

Cálculo de la prueba de comparación de Tukey

Prueba de Tukey para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05}(7.28) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 4.49 \times 0.0224$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 0.1004$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
Promedios	0.7017	0.7145	0.7039	0.7220	0.7129	0.7053	0.7171	0.7287	0.6815

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{ Trat.} = 0.1004$$

TRAT.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CONTROL
T1	0.0000	0.0128	0.0023	0.0203	0.0113	0.0036	0.0154	0.0271	0.0201
T2	0.0128	0.0000	0.0105	0.0075	0.0015	0.0092	0.0026	0.0143	0.0329
T3	0.0023	0.0105	0.0000	0.0181	0.0090	0.0013	0.0131	0.0248	0.0224
T4	0.0203	0.0075	0.0181	0.0000	0.0091	0.0167	0.0049	0.0067	0.0405
T5	0.0113	0.0015	0.0090	0.0091	0.0000	0.0077	0.0041	0.0158	0.0314
T6	0.0036	0.0092	0.0013	0.0167	0.0077	0.0000	0.0118	0.0235	0.0237
T7	0.0154	0.0026	0.0131	0.0049	0.0041	0.0118	0.0000	0.0117	0.0355
T8	0.0271	0.0143	0.0248	0.0067	0.0158	0.0235	0.0117	0.0000	0.0472
CONTROL	0.0201	0.0329	0.0224	0.0405	0.0314	0.0237	0.0355	0.0472	0.0000

De los valores del cuadro se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre tratamientos y cabe resaltar que los tratamientos T8 y T4 son ligeramente mayores a los demás tratamientos respecto al patrón; esto indica que estos

tratamientos retardan ligeramente en la disminución de la acidez en la fresa recubierta a comparación de los demás tratamientos.

Prueba de Tukey para los días de almacenamiento evaluados:

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (\text{GL Tiempo. GL Error}) \times S\bar{y}\text{Tiempo}$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (4.28) \times 0.0283$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 3.86 \times 0.0283$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 0.1092$$

Cálculo de promedios

Para los días de almacenamiento evaluados:

TIEMPO(DIAS)	D1	D3	D5	D7	D10
PROMEDIOS	0.77	0.73	0.71	0.69	0.67

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha \text{Tiempo} = 0.1092$$

DIAS	D1	D3	D5	D7	D10
D1	0.00	0.04	0.06	0.08	0.10
D3	0.04	0.00	0.02	0.04	0.05
D5	0.06	0.02	0.00	0.02	0.04
D7	0.08	0.04	0.02	0.00	0.01
D10	0.10	0.05	0.04	0.01	0.00

De los valores del cuadro se puede resaltar que el tiempo de almacenamiento afecta ligeramente en la acidez de la fresa recubierta. mostrando cambios a partir del día D5.

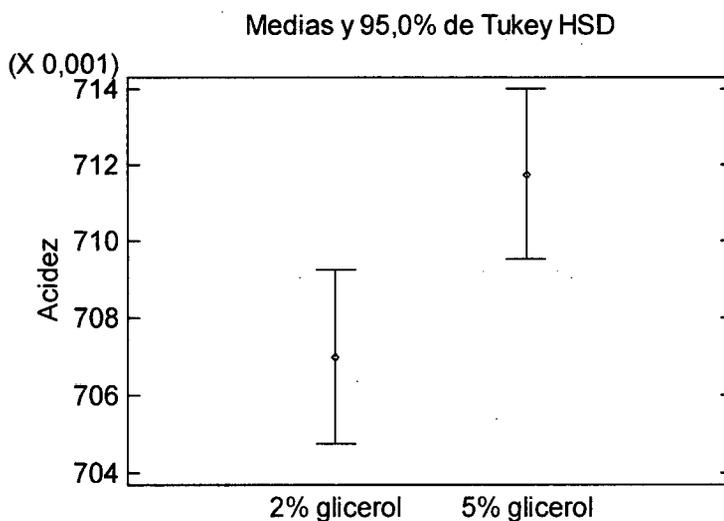
Evaluación de la acidez titulable al quinto día de almacenamiento interactuando concentración de Glicerol vs concentración de CMC y Lecitina de Soya usando Statgraphics Centurion

Análisis de varianza acidez titulable

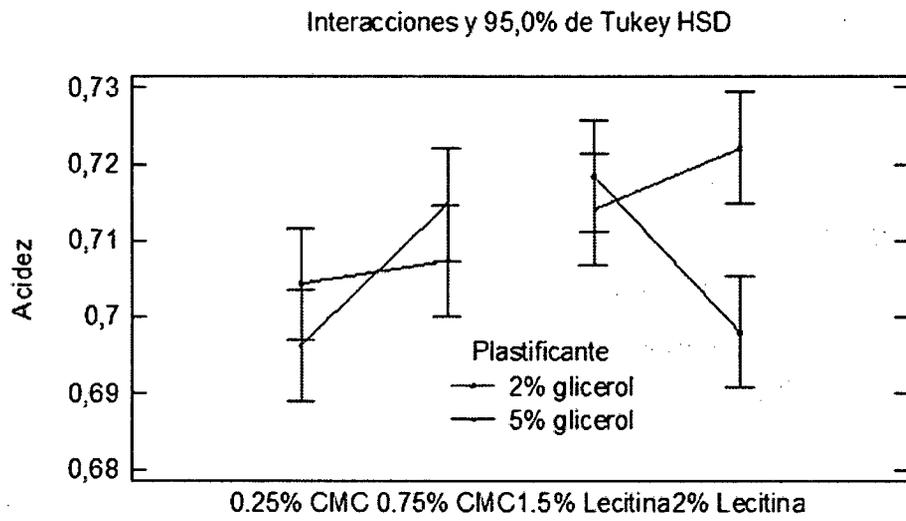
<i>Fuente</i>	<i>SC</i>	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor- F_{Tabular}</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Plastificante	0.000135375	1	0.000135375	5.07	0.0388
B:Biopolimero	0.000785458	3	0.000261819	9.80	0.0007
INTERACCIONES					
AB	0.000933458	3	0.000311153	11.65	0.0003
RESIDUOS	0.000427333	16	0.0000267083		
TOTAL (CORREGIDO)	0.00228163	23			

Según el F_{Tabular} es menor a 0.05 en todas. esto indica que tienen diferencia significativa.

Grafica de medias



Grafica de interacción



ANEXO 4

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE AZUCARES REDUCTORES Y CALCULO DE ANALISIS DE VARIANZA

Resultados de tratamientos incluido el tratamiento control

DIAS	AZUCARES REDUCTORES(mg/ml)								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CONTROL
01	1.1122	1.1079	1.1122	1.0795	1.1103	1.0627	1.1180	1.0659	1.1445
	1.1079	1.1178	1.1108	1.0933	1.0654	1.0205	1.1447	1.0838	1.1693
	1.0894	1.1159	1.0957	1.1173	1.1042	1.0581	1.1037	1.0899	1.1620
03	1.5697	1.5576	1.7938	1.2452	1.2183	1.6896	1.2935	1.1710	2.3846
	1.5649	1.5707	1.7860	1.2413	1.2428	1.6581	1.3144	1.1848	2.5336
	1.5503	1.5795	1.7974	1.2651	1.2552	1.7195	1.3360	1.1630	2.6205
05	1.6676	1.6658	2.0686	1.3611	1.5732	1.8137	1.4962	1.2435	2.8600
	1.6765	1.6734	2.0617	1.5137	1.6032	1.7991	1.5134	1.2401	2.9428
	1.6460	1.6785	2.0547	1.4651	1.5867	1.8440	1.5244	1.2321	2.8894
07	2.8773	2.0006	3.4591	1.9537	1.9447	2.2991	2.0433	1.9037	3.8554
	2.8833	2.0411	3.4540	1.9799	1.9646	2.5212	2.0605	1.9156	3.8812
	2.8588	2.0377	3.4450	1.9278	1.9632	2.3231	2.0836	1.8782	3.8443
10	3.1622	2.0962	4.2219	2.0856	2.2490	2.5721	2.3600	1.9863	4.2600
	3.2154	2.1620	4.2253	2.0896	2.2547	2.6273	2.3341	1.9928	4.2870
	3.1892	2.1358	4.2508	2.0462	2.2593	2.5680	2.3892	1.9875	4.2418

Suma de resultados por tratamiento y por tiempo de almacenamiento

Tiempo	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
01	1.1122	1.1079	1.1122	1.0795	1.1103	1.0627	1.1180	1.0659	
	1.1079	1.1178	1.1108	1.0933	1.0654	1.0205	1.1447	1.0838	
	1.0894	1.1159	1.0957	1.1173	1.1042	1.0581	1.1037	1.0899	
Suma	3.3095	3.3416	3.3187	3.2901	3.2799	3.1413	3.3664	3.2396	26.2871
03	1.5697	1.5576	1.7938	1.2452	1.2183	1.6896	1.2935	1.1710	
	1.5649	1.5707	1.7860	1.2413	1.2428	1.6581	1.3144	1.1848	
	1.5503	1.5795	1.7974	1.2651	1.2552	1.7195	1.3360	1.1630	
Suma	4.6849	4.7078	5.3772	3.7516	3.7163	5.0672	3.9439	3.5188	34.7677
05	1.6676	1.6658	2.0686	1.3611	1.5732	1.8137	1.4962	1.2435	
	1.6765	1.6734	2.0617	1.5137	1.6032	1.7991	1.5134	1.2401	
	1.6460	1.6785	2.0547	1.4651	1.5867	1.8440	1.5244	1.2321	
Suma	4.9901	5.0177	6.185	4.3399	4.7631	5.4568	4.5340	3.7157	39.0023
05	2.8773	2.0006	3.4591	1.9537	1.9447	2.2991	2.0433	1.9037	
	2.8833	2.0411	3.4540	1.9799	1.9646	2.5212	2.0605	1.9156	
	2.8588	2.0377	3.4450	1.9278	1.9632	2.3231	2.0836	1.8782	
Suma	8.6194	6.0794	10.3581	5.8614	5.8725	7.1434	6.1874	5.6975	55.8191
10	3.1622	2.0962	4.2219	2.0856	2.2490	2.5721	2.3600	1.9863	
	3.2154	2.1620	4.2253	2.0896	2.2547	2.6273	2.3341	1.9928	
	3.1892	2.1358	4.2508	2.0462	2.2593	2.5680	2.3892	1.9875	
Suma	9.5668	6.3940	12.6980	6.2214	6.7630	7.7674	7.0833	5.9666	62.4605
Total	31.1707	25.5405	37.9370	23.4644	24.3948	28.5761	25.1150	22.1382	218.3367

Suma de cuadrados

Dias	Tratamientos							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
01	1.2370	1.2274	1.2370	1.1653	1.2328	1.1293	1.2499	1.1361
	1.2274	1.2495	1.2339	1.1953	1.1351	1.0414	1.3103	1.1746
	1.1868	1.2452	1.2006	1.2484	1.2193	1.1196	1.2182	1.1879
Suma	3.6512	3.7222	3.6714	3.6090	3.5871	3.2903	3.7784	3.4986
03	2.4640	2.4261	3.2177	1.5505	1.4843	2.8547	1.6731	1.3712
	2.4489	2.4671	3.1898	1.5408	1.5446	2.7493	1.7276	1.4038
	2.4034	2.4948	3.2306	1.6005	1.5755	2.9567	1.7849	1.3526
Suma	7.3163	7.3880	9.6382	4.6918	4.6043	8.5607	5.1857	4.1276
05	2.7809	2.7749	4.2791	1.8526	2.4750	3.2895	2.2386	1.5463
	2.8107	2.8003	4.2506	2.2913	2.5703	3.2368	2.2904	1.5378
	2.7093	2.8174	4.2218	2.1465	2.5176	3.4003	2.3238	1.5181
Suma	8.3009	8.3925	12.7515	6.2904	7.5628	9.9266	6.8528	4.6022
07	8.2789	4.0024	11.9654	3.8169	3.7819	5.2859	4.1751	3.6241
	8.3134	4.1661	11.9301	3.9200	3.8597	6.3564	4.2457	3.6695
	8.1727	4.1522	11.8680	3.7164	3.8542	5.3968	4.3414	3.5276
Suma	24.7650	12.3207	35.7635	11.4534	11.4957	17.0391	12.7621	10.8212
10	9.9995	4.3941	17.8244	4.3497	5.0580	6.6157	5.5696	3.9454
	10.3388	4.6742	17.8532	4.3664	5.0837	6.9027	5.4480	3.9713
	10.1710	4.5616	18.0693	4.1869	5.1044	6.5946	5.7083	3.9502
Suma	30.5093	13.6299	53.7469	12.9031	15.2461	20.1130	16.7259	11.8668
Total	74.5427	45.4534	115.5715	38.9477	42.4960	58.9298	45.3049	34.9164

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo Almac.	4	37.6620	9.4155	30.1364	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	12.4948	1.7850	5.7132	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	8.7480	0.3124			
TOTAL	39	58.9048				

Cálculo de la media general

$$\bar{y} = \frac{218.3367}{120} = 1.8195$$

Cálculo del coeficiente de variación (cv)

$$CV = \frac{\sqrt{0.3124}}{1.8195} \times 100\% = 30.72\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{0.3124}{8}} = 0.1979$$

$$S\bar{y}Tiempo = \sqrt{\frac{0.3124}{5}} = 0.2504$$

Cálculo de la prueba de comparación de Tukey

Para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05}(7.28) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 4.49 \times 0.1979$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 0.8886$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
Promedios	2.0780	1.7027	2.5291	1.5643	1.6263	1.9051	1.6743	1.4759	2.9384

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{ Trat.} = 0.8886$$

Trat.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
T1	0.0000	0.3753	0.4511	0.5138	0.4517	0.1730	0.4037	0.6022	0.8604
T2	0.3753	0.0000	0.8264	0.1384	0.0764	0.2024	0.0284	0.2268	1.2357
T3	0.4511	0.8264	0.0000	0.9648	0.9028	0.6241	0.8548	1.0533	0.4093
T4	0.5138	0.1384	0.9648	0.0000	0.0620	0.3408	0.1100	0.0884	1.3741
T5	0.4517	0.0764	0.9028	0.0620	0.0000	0.2788	0.0480	0.1504	1.3121
T6	0.1730	0.2024	0.6241	0.3408	0.2788	0.0000	0.2307	0.4292	1.0334
T7	0.4037	0.0284	0.8548	0.1100	0.0480	0.2307	0.0000	0.1985	1.2641
T8	0.6022	0.2268	1.0533	0.0884	0.1504	0.4292	0.1985	0.0000	1.4625
Control	0.8604	1.2357	0.4093	1.3741	1.3121	1.0334	1.2641	1.4625	0.0000

De los valores del cuadro se puede resaltar la alta diferencia de los tratamientos T8 y T4 con respecto al tratamiento patrón, esta diferencia indica la significancia con el resto de tratamientos y a su vez resalta que dichos tratamientos influyen favorablemente en la conservación de la fresa.

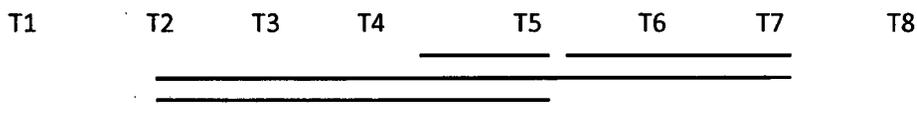
Los tratamientos no adecuados son T3,T1,T6

Orden de los mejores tratamientos respecto al patrón

T8-Control	T4-Control	T5-Control	T7-Control	T2-Control
1.4625	1.3741	1.3121	1.2641	1.2357

Comparando los valores más bajos de los mejores tratamientos

T7-T2	T7-T5	T5-T4	T5-T2	T8-T4
0.0284	0.0480	0.0620	0.0764	0.0884



Para los días de almacenamiento evaluados:

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (\text{GL Tiempo. GL Error}) \times S\bar{y}\text{Tiempo}$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (4.28) \times 0.2504$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 3.86 \times 0.2504$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 0.9665$$

Cálculo de promedios

Para los días de almacenamiento evaluados:

Tiempo(Días)	D1	D3	D5	D7	D10
Promedios	1.0953	1.4487	1.6251	2.3258	2.6025

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T_{\alpha \text{Tiempo.}} = 0.9665$$

DIAS	D1	D3	D5	D7	D10
D1	0.0000	0.3534	0.5298	1.2305	1.5072
D3	0.3534	0.0000	0.1764	0.8771	1.1539
D5	0.5298	0.1764	0.0000	0.7007	0.9774
D7	1.2305	0.8771	0.7007	0.0000	0.2767
D10	1.5072	1.1539	0.9774	0.2767	0.0000

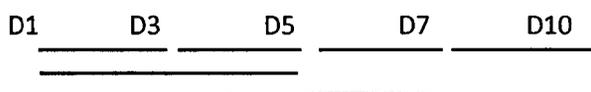
De los valores del cuadro se puede resaltar la diferencia significativa de los días D1,D3,D5 con respecto al D10 y asimismo D1 con respecto al D7, esta diferencia indica la significancia con el resto de días evaluados y a su vez resalta que la mayoría de los tratamientos hasta el día D5 tienden a incrementarse levemente y a partir del día D7 tiende a incrementarse significativamente de tal manera se confirma con los resultados obtenidos que el tiempo de almacenamiento afecta considerablemente en el incremento de los azúcares reductores debido que la fresa recubierta continua con sus procesos metabólicos.

Orden de los tratamientos significativos

D1-D7	D1-D10	D3-D10	D5-D10
1.2305	1.5072	1.1539	0.9774

Comparando los valores menores a 0.9665 los cuales indican que no difieren en forma significativa sí.

D3-D5	D7-10	D1-D3	D1-D5	D5-D7	D7-D3
0.1764	0.2767	0.3534	0.5298	0.7007	0.8771



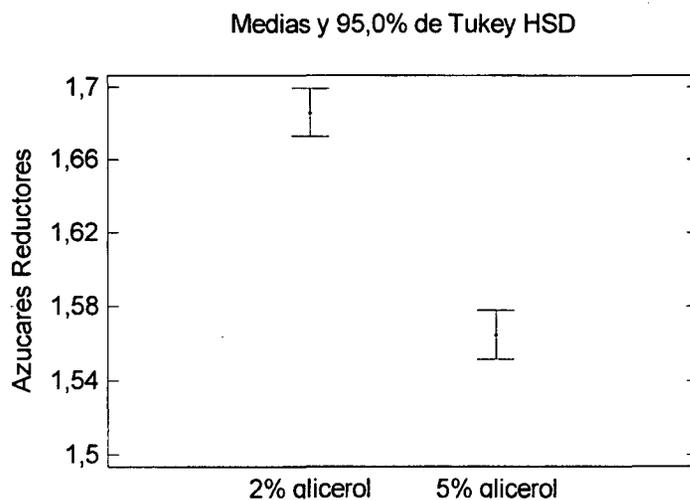
Evaluación de azúcares reductores al quinto día de almacenamiento interactuando concentración de Glicerol vs concentración de CMC y Lecitina de Soya usando Statgraphics Centurion

Análisis de varianza azúcares reductores

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-F_{Tabular}</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Plastificante	0.0879792	1	0.0879792	95.12	0.0000
B:Cmc y Lecitina de soya	0.453919	3	0.151306	163.59	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.74054	3	0.246847	266.89	0.0000
RESIDUOS	0.0147983	16	0.000924895		
TOTAL (CORREGIDO)	1.29724	23			

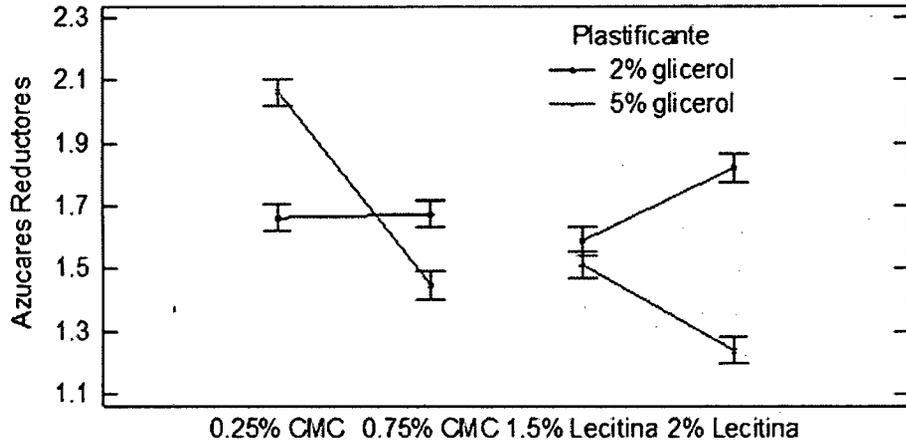
Existe significancia entre efectos principales e interacción.

Grafica de medias



Grafica de interacción

Interacciones y 95.0% de Tukey HSD



ANEXO 5

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE VITAMINA C Y CALCULO DE ANALISIS DE VARIANZA

Resultados de tratamientos incluido el tratamiento control

Dias	Tratamiento								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	57.7386	57.7843	57.6471	57.5556	57.6013	57.4183	57.6928	57.7843	57.6471
	57.1895	57.6471	57.8301	57.3725	57.5556	57.6471	57.8301	57.6928	57.9673
	57.0980	57.5556	57.7386	57.4641	57.6013	57.6928	57.4641	57.7386	56.4118
3	56.4118	57.5556	57.4183	57.4641	57.1895	57.3725	57.2353	57.5556	57.5098
	56.6405	57.2353	57.3268	57.0523	56.6405	57.3725	57.0523	57.4183	57.3725
	56.1830	57.1438	57.2353	57.3725	57.4183	57.6013	56.3660	57.5556	57.3268
5	56.1373	57.2353	56.9608	57.2124	56.4575	56.8693	57.2490	57.2353	57.1438
	56.1830	57.1895	57.0523	56.9150	55.7712	56.6863	56.6085	57.0523	57.2353
	55.6797	56.9150	57.0523	57.2810	57.1438	57.2810	55.6477	57.2810	57.1895
7	55.9085	57.1895	56.3203	57.0980	56.3660	56.4118	56.7320	57.0980	56.7778
	55.8627	57.0980	56.5490	56.8235	54.6732	56.4118	56.2745	56.9150	56.3660
	55.2680	56.5033	56.2288	57.2353	56.7320	57.0523	54.7647	57.0523	56.3660
10	55.8170	56.9150	56.1830	56.7229	55.5882	56.3660	56.5033	56.8235	56.1373
	55.4052	56.8693	56.1373	56.7320	53.8497	56.0458	55.8170	56.4118	56.1830
	55.0392	56.4118	56.0915	56.0458	56.4118	56.5948	54.3529	56.9608	56.2745

Suma de cuadrados

Días	TRATAMIENTOS								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	3333.746	3339.025	3323.188	3312.647	3317.910	3296.861	3328.459	3339.025	
	3270.639	3323.188	3344.320	3291.604	3312.647	3323.188	3344.320	3328.459	
	3260.182	3312.647	3333.746	3302.123	3317.910	3328.459	3302.123	3333.746	
Suma	9864.566	9974.861	10001.255	9906.374	9948.467	9948.508	9974.902	10001.230	79620.163
3	3182.291	3312.647	3296.861	3302.123	3270.639	3291.604	3275.880	3312.647	
	3208.146	3275.880	3286.362	3254.965	3208.146	3291.604	3254.965	3296.861	
	3156.529	3265.414	3275.880	3291.604	3296.861	3317.910	3177.126	3312.647	
Suma	9546.967	9853.941	9859.103	9848.691	9775.646	9901.117	9707.970	9922.155	78415.591
5	3151.396	3275.880	3244.533	3273.259	3187.449	3234.117	3277.448	3275.880	
	3156.529	3270.639	3254.965	3239.317	3110.427	3213.337	3204.522	3254.965	
	3100.229	3239.317	3254.965	3281.113	3265.414	3281.113	3096.667	3281.113	
Suma	9408.155	9785.836	9754.463	9793.689	9563.290	9728.567	9578.637	9811.957	77424.593
7	3125.760	3270.639	3171.976	3260.182	3177.126	3182.291	3218.520	3260.182	
	3120.641	3260.182	3197.789	3228.910	2989.159	3182.291	3166.819	3239.317	
	3054.552	3192.623	3161.678	3275.880	3218.520	3254.965	2999.172	3254.965	
Suma	9300.953	9723.443	9531.444	9764.971	9384.805	9619.547	9384.512	9754.464	76464.139
10	3115.537	3239.317	3156.529	3217.487	3090.048	3177.126	3192.623	3228.910	
	3069.736	3234.117	3151.396	3218.520	2899.790	3141.132	3115.537	3182.291	
	3029.314	3182.291	3146.256	3141.132	3182.291	3202.971	2954.238	3244.533	
Suma	9214.587	9655.726	9454.182	9577.139	9172.129	9521.229	9262.398	9655.734	75513.125
TOTAL	47335.229	48993.806	48600.446	48890.864	47844.337	48718.969	47908.419	49145.541	387437.611

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo Almac.	4	33.6224	8.4056	10.8430	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	15.5900	2.2271	2.8730	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	21.7059	0.7752			
TOTAL	39	70.9183				

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{6817.9178}{120} = 56.8160$$

Calculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{0.7752}}{56.8160} \times 100\% = 1.55 \%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{0.7752}{8}} = 0.3113$$

$$S\bar{y}Tiempo = \sqrt{\frac{0.7752}{5}} = 0.3938$$

Cálculo de la prueba de comparación de Tukey

Prueba de Tukey para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05} (7.28) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 4.49 \times 0.3113$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 1.3977$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
Promedios	56.1708	57.1499	56.9181	57.0898	56.4667	56.9882	56.5060	57.2383	56.9272

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{ Trat.} = 1.3977$$

TRAT.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CONTROL
T1	0.0000	0.9791	0.7473	0.9190	0.2959	0.8174	0.3352	1.0675	0.7564
T2	0.9791	0.0000	0.2318	0.0601	0.6832	0.1617	0.6439	0.0885	0.2227
T3	0.7473	0.2318	0.0000	0.1717	0.4514	0.0701	0.4121	0.3202	0.0091
T4	0.9190	0.0601	0.1717	0.0000	0.6231	0.1016	0.5838	0.1485	0.1626
T5	0.2959	0.6832	0.4514	0.6231	0.0000	0.5216	0.0394	0.7717	0.4606
T6	0.8174	0.1617	0.0701	0.1016	0.5216	0.0000	0.4822	0.2501	0.0610
T7	0.3352	0.6439	0.4121	0.5838	0.0394	0.4822	0.0000	0.7323	0.4212
T8	1.0675	0.0885	0.3202	0.1485	0.7717	0.2501	0.7323	0.0000	0.3111
CONTROL	0.7564	0.2227	0.0091	0.1626	0.4606	0.0610	0.4212	0.3111	0.0000

De los valores del cuadro se puede resaltar que no hay diferencia significativa entre tratamientos por el cual se puede concluir que la vitamina C no influye considerablemente en la fresa recubierta.

Prueba de Tukey para los días de almacenamiento evaluados:

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (\text{GL Tiempo. GL Error}) \times S\bar{y}\text{Tiempo}$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (4.28) \times 0.3938$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 3.86 \times 0.3938$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 1.5201$$

Cálculo de promedios

Para los días de almacenamiento evaluados:

Tiempo(Días)	D1	D3	D5	D7	D10
Promedios	57.60	57.16	56.80	56.44	56.09

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha \text{Tiempo} = 1.5201$$

DIAS	D1	D3	D5	D7	D10
D1	0.00	0.44	0.80	1.16	1.51
D3	0.44	0.00	0.36	0.72	1.07
D5	0.80	0.36	0.00	0.36	0.71
D7	1.16	0.72	0.36	0.00	0.35
D10	1.51	1.07	0.71	0.35	0.00

De los valores del cuadro se puede resaltar que el tiempo de almacenamiento afecta ligeramente en la pérdida de vitamina C en la fresa recubierta. mostrando cambios a partir del día D7 y a su vez se confirma que la pérdida de vitamina C es no significativo en la fresa recubierta.

Evaluación de la Vitamina C al quinto día de almacenamiento interactuando concentración de Glicerol vs concentración de CMC y Lecitina de Soya usando Statgraphics Centurion

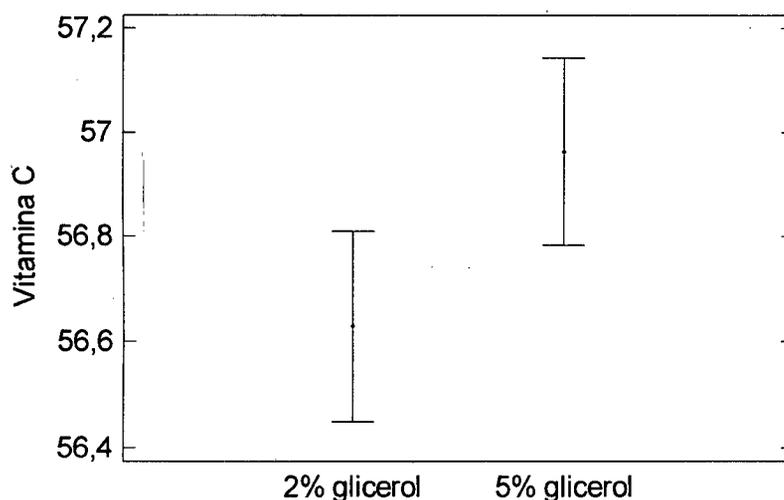
Análisis de varianza Vitamina C

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-$F_{Tabular}$</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:plastificante	0.666233	1	0.666233	3.87	0.0666
B: Cmc y Lecitina de Soya	2.17892	3	0.726308	4.22	0.0223
INTERACCIONES					
AB	0.992903	3	0.330968	1.92	0.1664
RESIDUOS	2.75227	16	0.172017		
TOTAL (CORREGIDO)	6.59033	23			

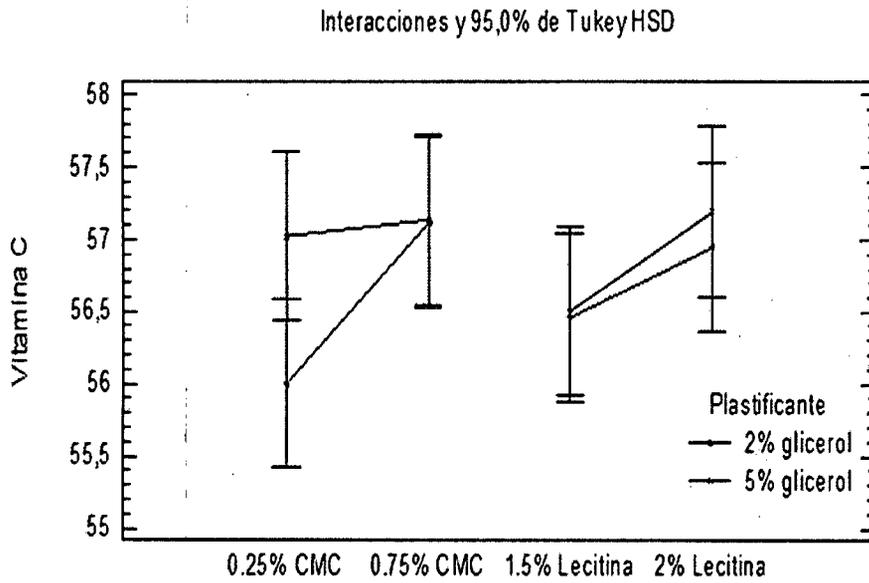
Resalta que la concentración de Cmc y Lecitina de Soya tiene significancia

Grafica de medias

Medias y 95,0% de Tukey HSD



Grafica de interacción



ANEXO 6

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE LA TASA DE RESPIRACION Y CALCULO DE ANALISIS DE VARIANZA

Resultados de tratamientos incluido el tratamiento control

Días	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
1	25.33	26.15	26.14	25.19	26.87	26.98	26.01	25.07	25.12
	25.15	27.53	27.34	26.40	27.08	27.16	26.19	24.85	27.37
	27.54	26.66	24.78	26.18	29.45	28.13	26.47	27.11	29.39
3	33.79	36.92	30.62	31.06	34.85	32.74	34.85	29.57	32.43
	33.07	37.15	32.26	32.11	34.78	32.14	34.17	27.64	35.88
	34.98	35.8	30.85	31.87	35.65	33.55	35.56	30.01	33.71
5	38.02	40.13	35.9	32.37	36.96	38.02	38.02	34.54	44.32
	37.64	42.71	36.71	33.89	37.53	37.15	37.59	33.98	46.53
	40.14	42.13	36.07	32.55	38.12	39.89	38.1	34.60	45.62
7	46.1	44	42.95	37.95	41.9	41.9	41.18	35.82	54.24
	44.32	45.11	44.11	38.03	42.33	41.66	40.67	35.71	57.72
	46.54	44.22	43.33	37.95	42.17	42.78	42.11	36.27	51.99
10	49.63	42.24	44.35	36.11	44.35	43.3	39.07	31.06	63.33
	49.78	44.71	45.69	37.11	44.77	44.06	40.74	31.12	60.01
	51.11	42.12	45.25	37.15	45.83	44.12	41.88	32.27	65.25

Suma de resultados por tratamiento y por tiempo de almacenamiento

Dias	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	25.3300	26.1500	26.1400	25.1900	26.8700	26.9800	26.0100	25.0700	
	25.1500	27.5300	27.3400	26.4000	27.0800	27.1600	26.1900	24.8500	
	27.5400	26.6600	24.7800	26.1800	29.4500	28.1300	26.4700	27.1100	
Suma	78.0200	80.3400	78.2600	77.7700	83.4000	82.2700	78.6700	77.0300	635.7600
3	33.7900	36.9200	30.6200	31.0600	34.8500	32.7400	34.8500	29.5700	
	33.0700	37.1500	32.2600	32.1100	34.7800	32.1400	34.1700	27.6400	
	34.9800	35.8000	30.8500	31.8700	35.6500	33.5500	35.5600	30.0100	
Suma	101.8400	109.8700	93.7300	95.0400	105.2800	98.4300	104.5800	87.2200	795.9900
5	38.0200	40.1300	35.9000	32.3700	36.9600	38.0200	38.0200	34.5400	
	37.6400	42.7100	36.7100	33.8900	37.5300	37.1500	37.5900	33.9800	
	40.1400	42.1300	36.0700	32.5500	38.1200	39.8900	38.1000	34.6000	
Suma	115.8000	124.9700	108.6800	98.8100	112.6100	115.0600	113.7100	103.1200	892.7600
7	46.1000	44.0000	42.9500	37.9500	41.9000	41.9000	41.1800	35.8200	
	44.3200	45.1100	44.1100	38.0300	42.3300	41.6600	40.6700	35.7100	
	46.5400	44.2200	43.3300	37.9500	42.1700	42.7800	42.1100	36.2700	
Suma	136.9600	133.3300	130.3900	113.9300	126.4000	126.3400	123.9600	107.8000	999.1100
10	49.6300	42.2400	44.3500	36.1100	44.3500	43.3000	39.0700	31.0600	
	49.7800	44.7100	45.6900	37.1100	44.7700	44.0600	40.7400	31.1200	
	51.1100	42.1200	45.2500	37.1500	45.8300	44.1200	41.8800	32.2700	
Suma	150.5200	129.0700	135.2900	110.3700	134.9500	131.4800	121.6900	94.4500	1007.8200
Total	583.1400	577.5800	546.3500	495.9200	562.6400	553.5800	542.6100	469.6200	4331.4400

Suma de cuadrados:

Días	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	641.609	683.823	683.300	634.536	721.997	727.920	676.520	628.505	
	632.523	757.901	747.476	696.960	733.326	737.666	685.916	617.523	
	758.452	710.756	614.048	685.392	867.303	791.297	700.661	734.952	
suma	2032.583	2152.479	2044.824	2016.889	2322.626	2256.883	2063.097	1980.980	16870.359
3	1141.764	1363.086	937.584	964.724	1214.523	1071.908	1214.523	874.385	
	1093.625	1380.123	1040.708	1031.052	1209.648	1032.980	1167.589	763.970	
	1223.600	1281.640	951.723	1015.697	1270.923	1125.603	1264.514	900.600	
suma	3458.989	4024.849	2930.015	3011.473	3695.093	3230.490	3646.625	2538.955	26536.488
5	1445.520	1610.417	1288.810	1047.817	1366.042	1445.520	1445.520	1193.012	
	1416.770	1824.144	1347.624	1148.532	1408.501	1380.123	1413.008	1154.640	
	1611.220	1774.937	1301.045	1059.503	1453.134	1591.212	1451.610	1197.160	
suma	4473.510	5209.498	3937.479	3255.852	4227.677	4416.855	4310.139	3544.812	33375.820
7	2125.210	1936.000	1844.703	1440.203	1755.610	1755.610	1695.792	1283.072	
	1964.262	2034.912	1945.692	1446.281	1791.829	1735.556	1654.049	1275.204	
	2165.972	1955.408	1877.489	1440.203	1778.309	1830.128	1773.252	1315.513	
suma	6255.444	5926.321	5667.884	4326.686	5325.748	5321.294	5123.093	3873.789	41820.259
10	2463.137	1784.218	1966.923	1303.932	1966.923	1874.890	1526.465	964.724	
	2478.048	1998.984	2087.576	1377.152	2004.353	1941.284	1659.748	968.454	
	2612.232	1774.094	2047.563	1380.123	2100.389	1946.574	1753.934	1041.353	
suma	7553.417	5557.296	6102.061	4061.207	6071.664	5762.748	4940.147	2974.531	43023.071
OTAL	23773.943	22870.442	20682.262	16672.105	21642.808	20988.270	20083.101	14913.066	161625.998

Análisis de variación

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo Almac.	4	4019.1135	1004.7784	52.5261	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	726.4979	103.7854	5.4255	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	535.6158	19.1291			
TOTAL	39	5281.2272				

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{4331.4400}{120} = 36.0953$$

Calculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{19.1291}}{36.0953} \times 100\% = 12.12\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{19.1291}{8}} = 1.5463$$

$$S\bar{y}Tiempo = \sqrt{\frac{19.1291}{5}} = 1.9560$$

Cálculo de la prueba de comparación de Tukey

Para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05}(7.28) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 4.49 \times 1.5463$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 6.9429$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
Promedios	38.8760	38.5053	36.4233	33.0613	37.5093	36.9053	36.1740	31.3080	44.8607

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{ Trat.} = 6.9429$$

Trat.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
T1	0.0000	0.3707	2.4527	5.8147	1.3667	1.9707	2.7020	7.5680	5.9847
T2	0.3707	0.0000	2.0820	5.4440	0.9960	1.6000	2.3313	7.1973	6.3553
T3	2.4527	2.0820	0.0000	3.3620	1.0860	0.4820	0.2493	5.1153	8.4373
T4	5.8147	5.4440	3.3620	0.0000	4.4480	3.8440	3.1127	1.7533	11.7993
T5	1.3667	0.9960	1.0860	4.4480	0.0000	0.6040	1.3353	6.2013	7.3513
T6	1.9707	1.6000	0.4820	3.8440	0.6040	0.0000	0.7313	5.5973	7.9553
T7	2.7020	2.3313	0.2493	3.1127	1.3353	0.7313	0.0000	4.8660	8.6867
T8	7.5680	7.1973	5.1153	1.7533	6.2013	5.5973	4.8660	0.0000	13.5527
Control	5.9847	6.3553	8.4373	11.7993	7.3513	7.9553	8.6867	13.5527	0.0000

De los valores del cuadro se puede resaltar la alta diferencia de los tratamientos T8 y T4 con respecto al tratamiento patrón, esta diferencia indica la significancia con el resto de tratamientos y a su vez resalta que dichos tratamientos influyen favorablemente en la disminución de la respiración de la fresa recubierta con estas formulaciones.

Los tratamientos con menor diferencia respecto al patrón son T1, T2, T5 lo cual indica que estos recubrimientos no favoreció adecuadamente en la disminución de la respiración de la fresa.

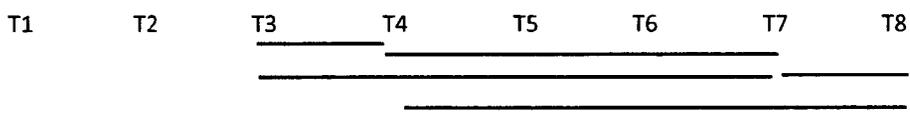
Orden de los mejores tratamientos respecto al patrón

T8-Control	T4-Control	T7-Control	T3-Control
13.5527	11.7993	8.6867	8.4373

Determinando la significancia de los mejores tratamientos las cuales deben cumplir lo siguiente:

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{Trat.} = 6.9429$$

T8-T3	T8-T7	T4-T3	T4-T7	T8-T4	T7-T3
5.1153	4.8660	3.3620	3.1127	1.7533	0.2493



Para los días de almacenamiento evaluados:

$$T_{\alpha \text{ Tiempo}} = q_{0.05} (\text{GL Tiempo. GL Error}) \times S_{\bar{y}} \text{Tiempo}$$

$$T_{\alpha \text{ Tiempo}} = q_{0.05} (4.28) \times 1.9560$$

$$T_{\alpha \text{ Tiempo}} = 3.86 \times 1.9560$$

$$T_{\alpha \text{ Tiempo}} = 7.5502$$

Cálculo de promedios

Para los días de almacenamiento evaluados:

Tiempo(Días)	D1	D3	D5	D7	D10
Promedios	26.49	33.17	37.20	41.63	41.99

Cálculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T_{\alpha \text{ Tiempo}} = 7.5502$$

DIAS	D1	D3	D5	D7	D10
D1	0.00	6.68	10.71	15.14	15.50
D3	6.68	0.00	4.03	8.46	8.83
D5	10.71	4.03	0.00	4.43	4.79
D7	15.14	8.46	4.43	0.00	0.36
D10	15.50	8.83	4.79	0.36	0.00

De los valores del cuadro se puede resaltar la diferencia significativa de los días D5, D7, D10 con respecto al día D1 y asimismo el día D7 con respecto al D3, esta diferencia indica la significancia con el resto de días evaluados y a su vez resalta que la mayoría de los tratamientos hasta el día D5 tienden incrementar su a respiración de manera leve y a partir del día D5 hasta d10 tiende a incrementarse significativamente de tal manera se confirma con los resultados obtenidos que el recubrimiento comestible a base de gel de aloe vera disminuye considerablemente la respiración debido a que esta cubierta permite retrasar sus procesos metabólicos,

Orden de los tratamientos significativos

D1-D10	D1-D7	D1-D5	D7-D3
15.50	15.14	10.71	8.46

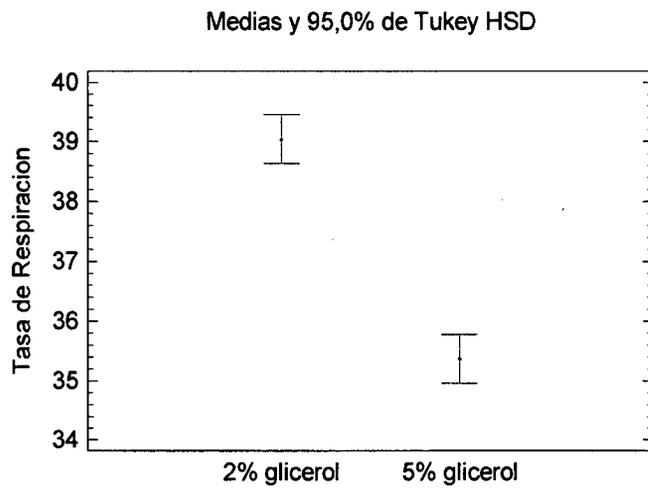
Evaluación de la Tasa de Respiración al quinto día de almacenamiento interactuando concentración de Glicerol vs concentración de CMC y Lecitina de Soya usando Statgraphics Centurion

Análisis de varianza tasa de respiración

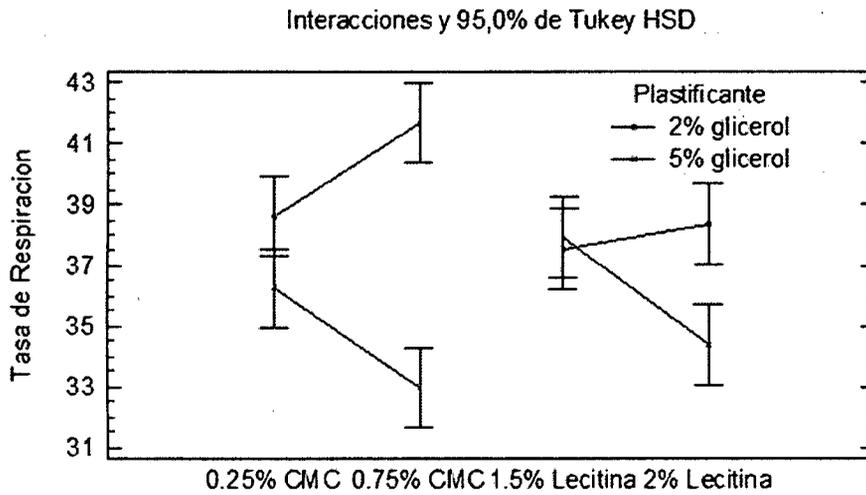
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-$F_{Tabular}$</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Plastificante	81.1073	1	81.1073	92.59	0.0000
B: Cmc y Lecitina	6.15153	3	2.05051	2.34	0.1119
INTERACCIONES					
AB	65.3617	3	21.7872	24.87	0.0000
RESIDUOS	14.0159	16	0.875992		
TOTAL (CORREGIDO)	166.636	23			

Resalta que la concentración de plastificante tiene significancia y por ende repercute en la interacción.

Grafica de medias



Grafica de interacción



ANEXO 7

RESULTADOS DE EVALUACIÓN ° BRIX Y CALCULO DE ANALISIS DE VARIANZA

Resultados de tratamientos incluido el tratamiento control

Días	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
1	5.40	5.40	5.40	5.40	5.50	5.40	5.40	5.40	5.70
	5.50	5.50	5.50	5.30	5.30	5.30	5.40	5.50	5.50
	5.50	5.50	5.40	5.30	5.40	5.50	5.40	5.40	5.60
3	5.60	5.40	5.60	5.40	5.60	5.40	5.50	5.60	5.80
	5.60	5.50	5.60	5.40	5.50	5.50	5.50	5.50	5.60
	5.60	5.50	5.50	5.30	5.50	5.50	5.60	5.50	5.70
5	5.70	5.50	5.70	5.50	5.60	5.50	5.50	5.60	6.20
	5.70	5.60	5.60	5.50	5.60	5.60	5.60	5.60	6.10
	5.80	5.70	5.60	5.40	5.50	5.60	5.70	5.60	6.20
7	6.10	5.90	5.70	5.70	5.90	5.80	5.80	5.80	6.40
	6.20	5.80	5.80	5.60	5.90	5.70	5.70	5.70	6.40
	6.10	6.80	5.70	5.40	5.80	5.80	5.80	5.70	6.50
10	6.20	6.10	5.90	6.00	6.00	6.00	6.00	5.80	6.40
	6.20	6.10	5.90	6.00	6.10	5.90	5.90	5.70	6.50
	6.20	6.10	6.00	5.80	5.90	5.90	5.90	5.70	6.60

Suma de resultados por tratamiento y por tiempo de almacenamiento

Días	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	5.40	5.40	5.40	5.40	5.50	5.40	5.40	5.40	
	5.50	5.50	5.50	5.30	5.30	5.30	5.40	5.50	
	5.50	5.50	5.40	5.30	5.40	5.50	5.40	5.40	
Suma	16.4000	16.4000	16.3000	16.0000	16.2000	16.2000	16.2000	16.3000	130.0000
3	5.60	5.40	5.60	5.40	5.60	5.40	5.50	5.60	
	5.60	5.50	5.60	5.40	5.50	5.50	5.50	5.50	
	5.60	5.50	5.50	5.30	5.50	5.50	5.60	5.50	
Suma	16.8000	16.4000	16.7000	16.1000	16.6000	16.4000	16.6000	16.6000	132.2000
5	5.70	5.50	5.70	5.50	5.60	5.50	5.50	5.60	
	5.70	5.60	5.60	5.50	5.60	5.60	5.60	5.60	
	5.80	5.70	5.60	5.40	5.50	5.60	5.70	5.60	
Suma	17.2000	16.8000	16.9000	16.4000	16.7000	16.7000	16.8000	16.8000	134.3000
7	6.10	5.90	5.70	5.70	5.90	5.80	5.80	5.80	
	6.20	5.80	5.80	5.60	5.90	5.70	5.70	5.70	
	6.10	6.80	5.70	5.40	5.80	5.80	5.80	5.70	
Suma	18.4000	18.5000	17.2000	16.7000	17.6000	17.3000	17.3000	17.2000	140.2000
10	6.20	6.10	5.90	6.00	6.00	6.00	6.00	5.80	
	6.20	6.10	5.90	6.00	6.10	5.90	5.90	5.70	
	6.20	6.10	6.00	5.80	5.90	5.90	5.90	5.70	
Suma	18.6000	12.2000	17.8000	17.8000	18.0000	17.8000	17.8000	17.2000	137.2000
TOTAL	87.4000	80.3000	84.9000	83.0000	85.1000	84.4000	84.7000	84.1000	673.9000

Suma de cuadrados

Días	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	29.160	29.160	29.160	29.160	30.250	29.160	29.160	29.160	
	30.250	30.250	30.250	28.090	28.090	28.090	29.160	30.250	
	30.250	30.250	29.160	28.090	29.160	30.250	29.160	29.160	
Suma	89.660	89.660	88.570	85.340	87.500	87.500	87.480	88.570	704.280
3	31.360	29.160	31.360	29.160	31.360	29.160	30.250	31.360	
	31.360	30.250	31.360	29.160	30.250	30.250	30.250	30.250	
	31.360	30.250	30.250	28.090	30.250	30.250	31.360	30.250	
Suma	94.080	89.660	92.970	86.410	91.860	89.660	91.860	91.860	728.360
5	32.490	30.250	32.490	30.250	31.360	30.250	30.250	31.360	
	32.490	31.360	31.360	30.250	31.360	31.360	31.360	31.360	
	33.640	32.490	31.360	29.160	30.250	31.360	32.490	31.360	
Suma	98.620	94.100	95.210	89.660	92.970	92.970	94.100	94.080	751.710
7	37.210	34.810	32.490	32.490	34.810	33.640	33.640	33.640	
	38.440	33.640	33.640	31.360	34.810	32.490	32.490	32.490	
	37.210	46.240	32.490	29.160	33.640	33.640	33.640	32.490	
Suma	112.860	114.690	98.620	93.010	103.260	99.770	99.770	98.620	820.600
10	38.440	37.210	34.810	36.000	36.000	36.000	36.000	33.640	
	38.440	37.210	34.810	36.000	37.210	34.810	34.810	32.490	
	38.440	37.210	36.000	33.640	34.810	34.810	34.810	32.490	
Suma	115.320	111.630	105.620	105.640	108.020	105.620	105.620	98.620	856.090
TOTAL	510.540	499.740	480.990	460.060	483.610	475.520	478.830	471.750	3861.040

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo de Almac.	4	5.1775	1.2944	21.8000	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	0.8667	0.1238	2.0852	2.1317	No Sign.
Error Exp.	28	1.6625	0.0594			
TOTAL	39	7.7067				

Cálculo de la media general

$$\bar{y} = \frac{680.0000}{120} = 5.6667$$

Cálculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{0.0594}}{5.6667} \times 100\% = 4.30\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{0.0594}{8}} = 0.0862$$

$$S\bar{y}Tiempo = \sqrt{\frac{0.0594}{5}} = 0.1090$$

Cálculo de la prueba de comparación de Tukey

Prueba de Tukey para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05}(7.28) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 4.49 \times 0.0862$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 0.3870$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
Promedios	5.8267	5.7600	5.6600	5.5333	5.6733	5.6267	5.6467	5.6067	6.0800

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{ Trat.} = 0.3870$$

Trat.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
T1	0.0000	0.0667	0.1667	0.2933	0.1533	0.2000	0.1800	0.2200	0.2533
T2	0.0667	0.0000	0.1000	0.2267	0.0867	0.1333	0.1133	0.1533	0.3200
T3	0.1667	0.1000	0.0000	0.1267	0.0133	0.0333	0.0133	0.0533	0.4200
T4	0.2933	0.2267	0.1267	0.0000	0.1400	0.0933	0.1133	0.0733	0.5467
T5	0.1533	0.0867	0.0133	0.1400	0.0000	0.0467	0.0267	0.0667	0.4067
T6	0.2000	0.1333	0.0333	0.0933	0.0467	0.0000	0.0200	0.0200	0.4533
T7	0.1800	0.1133	0.0133	0.1133	0.0267	0.0200	0.0000	0.0400	0.4333
T8	0.2200	0.1533	0.0533	0.0733	0.0667	0.0200	0.0400	0.0000	0.4733
Control	0.2533	0.3200	0.4200	0.5467	0.4067	0.4533	0.4333	0.4733	0.0000

De los valores del cuadro se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre tratamientos; y que el pH no afecta en los tratamientos.

Prueba de Tukey para los días de almacenamiento evaluados:

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (\text{GL Tiempo. GL Error}) \times S\bar{y}\text{Tiempo}$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (4.28) \times 0.1090$$

$$T\alpha \text{Tiempo} = 3.86 \times 0.1090$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 0.4207$$

Cálculo de promedios

Para los días de almacenamiento evaluados:

Tiempo(Días)	D1	D3	D5	D7	D10
Promedios	5.42	5.51	5.60	5.84	5.97

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha \text{Tiempo} = 0.4207$$

DIAS	D1	D3	D5	D7	D10
D1	0.00	0.09	0.18	0.42	0.55
D3	0.09	0.00	0.09	0.33	0.46
D5	0.18	0.09	0.00	0.25	0.37
D7	0.42	0.33	0.25	0.00	0.13
D10	0.55	0.46	0.37	0.13	0.00

De los valores del cuadro se puede resaltar que el tiempo de almacenamiento tiene significancia en $|\bar{D1} - \bar{D10}|$ y $|\bar{D3} - \bar{D10}|$ ambos mayores a 0.4207, se observa que a partir del día D7 comienza a incrementarse la diferencia debido a que conforme se incrementa la madurez tiende a aumentar los ° Brix.

Evaluación de los ° Brix al quinto día de almacenamiento interactuando concentración de Glicerol vs concentración de CMC y Lecitina de Soya usando Statgraphics Centurion

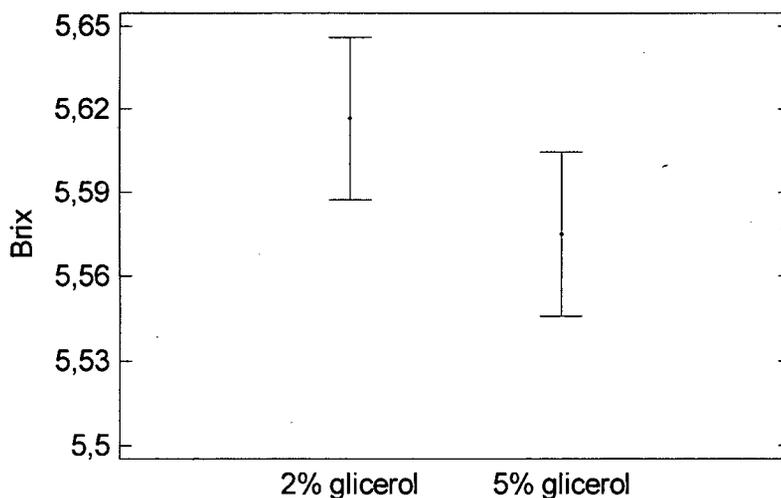
Análisis de varianza °Brix

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-$F_{Tabular}$</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Plastificante	0.0104167	1	0.0104167	2.27	0.1512
B:Cmc y Lecitina de Soya	0.07125	3	0.02375	5.18	0.0108
INTERACCIONES					
AB	0.0345833	3	0.0115278	2.52	0.0952
RESIDUOS	0.0733333	16	0.00458333		
TOTAL (CORREGIDO)	0.189583	23			

Resalta que la concentración de Cmc y Lecitina de Soya tiene significancia

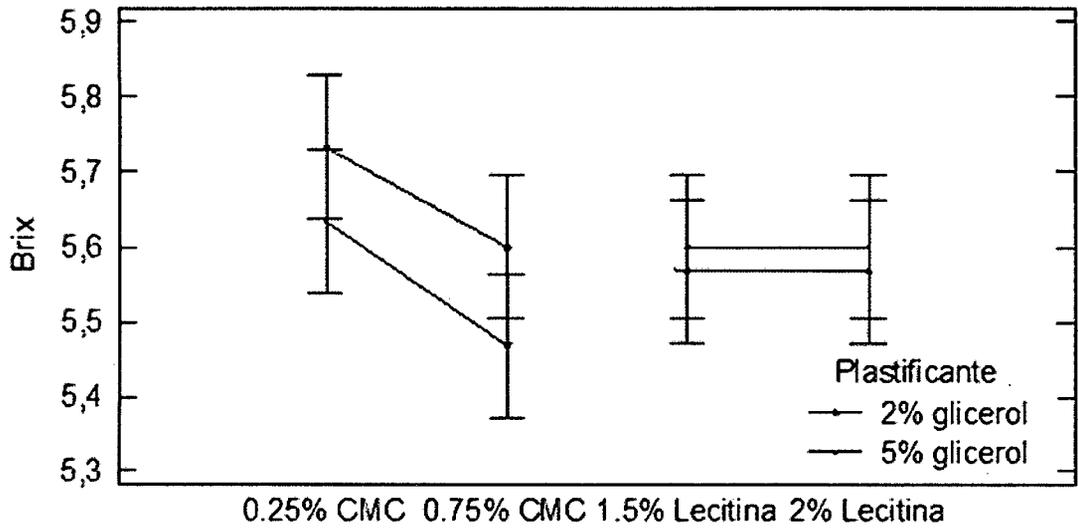
Gráfica de medias

Medias y 95,0% de Tukey HSD



Gráfica de interacción

Interacciones y 95,0% de Tukey HSD



ANEXO 8

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL pH Y CALCULO DE ANALISIS DE VARIANZA

Resultados de tratamientos incluido el tratamiento control

Dias	pH								Control
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	3.87	3.88	3.87	3.86	3.87	3.88	3.87	3.87	3.87
	3.84	3.82	3.86	3.88	3.86	3.85	3.86	3.86	3.88
	3.87	3.85	3.86	3.85	3.86	3.87	3.84	3.87	3.87
3	3.91	3.93	3.88	3.90	3.92	3.89	3.92	3.89	3.94
	3.88	3.90	3.87	3.89	3.90	3.86	3.90	3.88	3.94
	3.92	3.88	3.87	3.88	3.88	3.88	3.91	3.88	3.95
5	3.97	3.98	3.95	3.94	3.95	3.94	3.97	3.90	3.99
	3.98	3.97	3.94	3.93	3.94	3.93	3.95	3.90	3.98
	3.99	3.95	3.96	3.94	3.95	3.94	3.97	3.89	4.01
7	3.98	3.98	3.97	3.96	3.96	3.99	3.98	3.94	4.02
	4.01	3.97	3.96	3.96	3.95	3.97	3.98	3.93	4.01
	4.00	3.96	3.97	3.95	3.96	3.98	3.98	3.94	4.02
10	4.01	4.00	3.99	3.98	3.99	4.02	3.99	3.96	4.05
	4.01	3.99	3.98	3.97	4.01	4.01	3.99	3.95	4.03
	4.01	3.98	3.98	3.96	3.97	3.99	4.00	3.97	4.07

Suma de resultados por tratamiento y por tiempo de almacenamiento

Días	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	3.87	3.88	3.87	3.86	3.87	3.88	3.87	3.87	
	3.84	3.82	3.86	3.88	3.86	3.85	3.86	3.86	
	3.87	3.85	3.86	3.85	3.86	3.87	3.84	3.87	
Suma	11.5800	11.5500	11.5900	11.5900	11.5900	11.6000	11.5700	11.6000	92.6700
3	3.91	3.93	3.88	3.90	3.92	3.89	3.92	3.89	
	3.88	3.90	3.87	3.89	3.90	3.86	3.90	3.88	
	3.92	3.88	3.87	3.88	3.88	3.88	3.91	3.88	
Suma	11.7100	11.7100	11.6200	11.6700	11.7000	11.6300	11.7300	11.6500	93.4200
5	3.97	3.98	3.95	3.94	3.95	3.94	3.97	3.90	
	3.98	3.97	3.94	3.93	3.94	3.93	3.95	3.90	
	3.99	3.95	3.96	3.94	3.95	3.94	3.97	3.89	
Suma	11.9400	11.9000	11.8500	11.8100	11.8400	11.8100	11.8900	11.6900	94.7300
7	3.98	3.98	3.97	3.96	3.96	3.99	3.98	3.94	
	4.01	3.97	3.96	3.96	3.95	3.97	3.98	3.93	
	4.00	3.96	3.97	3.95	3.96	3.98	3.98	3.94	
Suma	11.9900	11.9100	11.9000	11.8700	11.8700	11.9400	11.9400	11.8100	95.2300
10	4.01	4.00	3.99	3.98	3.99	4.02	3.99	3.96	
	4.01	3.99	3.98	3.97	4.01	4.01	3.99	3.95	
	4.01	3.98	3.98	3.96	3.97	3.99	4.00	3.97	
Suma	12.0300	11.9700	11.9500	11.9100	11.9700	12.0200	11.9800	11.8800	95.7100
Total	59.2500	59.0400	58.9100	58.8500	58.9700	59.0000	59.1100	58.6300	471.7600

Suma de cuadrados

Días	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	14.9769	15.0544	14.9769	14.8996	14.9769	15.0544	14.9769	14.9769	
	14.7456	14.5924	14.8996	15.0544	14.8996	14.8225	14.8996	14.8996	
	14.9769	14.8225	14.8996	14.8225	14.8996	14.9769	14.7456	14.9769	
Suma	44.6994	44.4693	44.7761	44.7765	44.7761	44.8538	44.6221	44.8534	357.8267
3	15.2881	15.4449	15.0544	15.2100	15.3664	15.1321	15.3664	15.1321	
	15.0544	15.2100	14.9769	15.1321	15.2100	14.8996	15.2100	15.0544	
	15.3664	15.0544	14.9769	15.0544	15.0544	15.0544	15.2881	15.0544	
Suma	45.7089	45.7093	45.0082	45.3965	45.6308	45.0861	45.8645	45.2409	363.6452
5	15.7609	15.8404	15.6025	15.5236	15.6025	15.5236	15.7609	15.2100	
	15.8404	15.7609	15.5236	15.4449	15.5236	15.4449	15.6025	15.2100	
	15.9201	15.6025	15.6816	15.5236	15.6025	15.5236	15.7609	15.1321	
Suma	47.5214	47.2038	46.8077	46.4921	46.7286	46.4921	47.1243	45.5521	373.9221
7	15.8404	15.8404	15.7609	15.6816	15.6816	15.9201	15.8404	15.5236	
	16.0801	15.7609	15.6816	15.6816	15.6025	15.7609	15.8404	15.4449	
	16.0000	15.6816	15.7609	15.6025	15.6816	15.8404	15.8404	15.5236	
Suma	47.921	47.283	47.203	46.966	46.966	47.521	47.521	46.492	377.873
10	16.080	16.000	15.920	15.840	15.920	16.160	15.920	15.682	
	16.080	15.920	15.840	15.761	16.080	16.080	15.920	15.603	
	16.080	15.840	15.840	15.682	15.761	15.920	16.000	15.761	
Suma	48.240	47.761	47.601	47.283	47.761	48.161	47.840	47.045	381.692
TOTAL	234.091	232.426	231.396	230.914	231.862	232.114	232.972	229.184	1854.958

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo de Almac.	4	0.2690	0.0672	7.7955	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	0.0158	0.0023	2.2794	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	0.0278	0.0010			
TOTAL	39	0.3126				

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{471.7600}{120} = 3.9313$$

Calculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{0.0010}}{3.9313} \times 100\% = 0.804 \%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{0.0010}{8}} = 0.0112$$

$$S\bar{y}Tiempo = \sqrt{\frac{0.0010}{5}} = 0.0141$$

Cálculo de la prueba de comparación de Tukey

Prueba de Tukey para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05}(7.28) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 4.49 \times 0.0112$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 0.0503$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
Promedios	3.9500	3.9360	3.9273	3.9233	3.9313	3.9333	3.9407	3.9087	3.9753

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{ Trat.} = 0.0503$$

Trat.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
T1	0.0000	0.0140	0.0227	0.0267	0.0187	0.0167	0.0093	0.0413	0.0253
T2	0.0140	0.0000	0.0087	0.0127	0.0047	0.0027	0.0047	0.0273	0.0393
T3	0.0227	0.0087	0.0000	0.0040	0.0040	0.0060	0.0133	0.0187	0.0480
T4	0.0267	0.0127	0.0040	0.0000	0.0080	0.0100	0.0173	0.0147	0.0520
T5	0.0187	0.0047	0.0040	0.0080	0.0000	0.0020	0.0093	0.0227	0.0440
T6	0.0167	0.0027	0.0060	0.0100	0.0020	0.0000	0.0073	0.0247	0.0420
T7	0.0093	0.0047	0.0133	0.0173	0.0093	0.0073	0.0000	0.0320	0.0347
T8	0.0413	0.0273	0.0187	0.0147	0.0227	0.0247	0.0320	0.0000	0.0667
Control	0.0253	0.0393	0.0480	0.0520	0.0440	0.0420	0.0347	0.0667	0.0000

De los valores del cuadro se puede resaltar que los tratamientos T8 y T4 son ligeramente diferente respecto al patrón resaltando como los mejores tratamientos.

Prueba de Tukey para los días de almacenamiento evaluados:

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (\text{GL Tiempo. GL Error}) \times S\bar{y}\text{Tiempo}$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (4.28) \times 0.0141$$

$$T\alpha \text{Tiempo} = 3.86 \times 0.0141$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 0.0544$$

Cálculo de promedios

Para los días de almacenamiento evaluados:

Tiempo(Días)	D1	D3	D5	D7	D10
Promedios	3.86	3.89	3.95	3.97	3.99

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha \text{Tiempo} = 0.0544$$

DIAS	D1	D3	D5	D7	D10
D1	0.00	0.03	0.09	0.11	0.13
D3	0.03	0.00	0.05	0.08	0.10
D5	0.09	0.05	0.00	0.02	0.04
D7	0.11	0.08	0.02	0.00	0.02
D10	0.13	0.10	0.04	0.02	0.00

De los valores del cuadro se puede resaltar que el tiempo de almacenamiento afecta Significativamente El PH de la fresa recubierta, mostrando cambios a partir del día D5.

Evaluación del pH al quinto día de almacenamiento interactuando concentración de Glicerol vs concentración de CMC y Lecitina de Soya usando Statgraphics Centurion

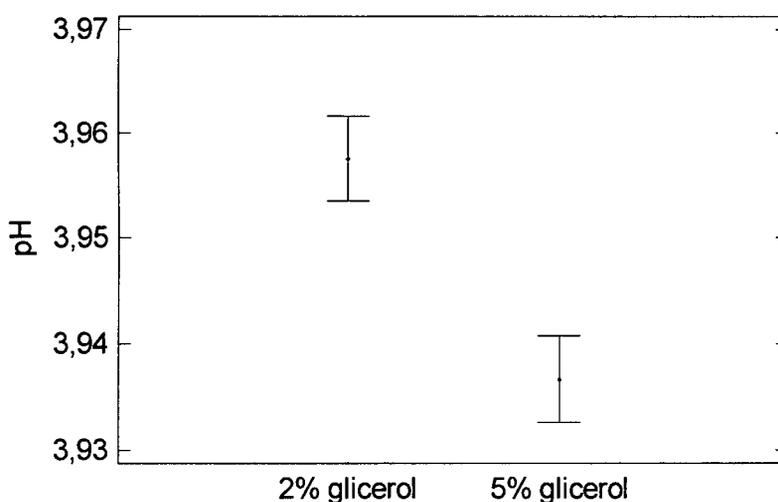
Análisis de varianza pH

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-$F_{Tabular}$</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Plastificante	0.00260417	1	0.00260417	29.76	0.0001
B:Cmc y Lecitina de Soya	0.00797917	3	0.00265972	30.40	0.0000
INTERACCIONES					
AB	0.0029125	3	0.000970833	11.10	0.0003
RESIDUOS	0.0014	16	0.0000875		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0148958	23			

Resalta que los valores-P son menores a 0.05 por ende estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el pH con un 95.0% de nivel de confianza.

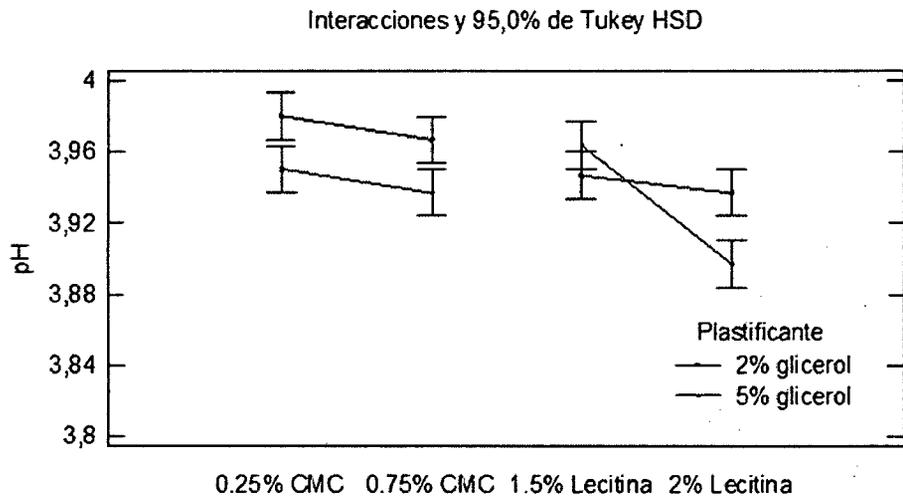
Grafica de medias

Medias y 95,0% de Tukey HSD



Conforme aumenta el % de glicerol el pH tiende a mantener valores bajos.

Grafica de interacción



ANEXO 9

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE LA TEXTURA Y CALCULO DE ANALISIS DE VARIANZA

Resultados de tratamientos incluido el tratamiento control

Días	Tratamientos (mJ)								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
1	36.90	36.90	35.98	37.22	36.90	37.23	36.90	37.75	36.84
	36.41	37.12	36.18	37.23	36.78	37.14	36.40	37.54	36.78
	36.55	36.87	36.25	37.34	36.47	36.97	36.48	37.52	36.83
3	30.11	32.71	34.65	35.22	31.86	34.13	33.78	34.59	27.15
	30.15	33.03	34.13	35.46	31.77	34.25	33.75	34.55	26.97
	30.20	32.75	34.33	35.78	31.84	34.02	33.70	34.55	26.99
5	25.32	27.64	32.22	34.78	27.80	31.77	30.84	33.12	20.53
	25.30	27.89	31.88	34.57	27.98	31.79	30.98	33.20	20.55
	25.36	27.56	32.17	34.77	27.95	31.98	31.12	33.18	20.60
7	18.07	24.16	22.13	30.28	23.65	24.26	28.39	30.17	14.27
	17.88	23.85	22.77	30.33	23.69	24.25	28.34	30.23	14.15
	17.98	23.97	22.36	30.47	23.66	24.30	28.22	30.17	14.51
10	14.24	22.80	20.10	27.98	17.32	21.88	25.78	29.32	9.33
	14.16	22.91	20.25	28.06	17.37	21.83	25.65	29.41	10.12
	14.22	22.73	20.03	28.12	17.24	21.91	25.56	29.38	10.26

Suma de resultados por tratamiento y por tiempo de almacenamiento

Días	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	36.90	36.90	35.98	37.22	36.90	37.23	36.90	37.75	
	36.41	37.12	36.18	37.23	36.78	37.14	36.40	37.54	
	36.55	36.87	36.25	37.34	36.47	36.97	36.48	37.52	
Suma	109.8600	110.8900	108.4100	111.7900	110.1500	111.3400	109.7800	112.8100	885.0300
3	30.11	32.71	34.65	35.22	31.86	34.13	33.78	34.59	
	30.15	33.03	34.13	35.46	31.77	34.25	33.75	34.55	
	30.20	32.75	34.33	35.78	31.84	34.02	33.70	34.55	
Suma	90.4600	98.4900	103.1100	106.4600	95.4700	102.4000	101.2300	103.6900	801.3100
5	25.32	27.64	32.22	34.78	27.80	31.77	30.84	33.12	
	25.30	27.89	31.88	34.57	27.98	31.79	30.98	33.20	
	25.36	27.56	32.17	34.77	27.95	31.98	31.12	33.18	
Suma	75.9800	83.0900	96.2700	104.1200	83.7300	95.5400	92.9400	99.5000	731.1700
7	18.07	24.16	22.13	30.28	23.65	24.26	28.39	30.17	
	17.88	23.85	22.77	30.33	23.69	24.25	28.34	30.23	
	17.98	23.97	22.36	30.47	23.66	24.30	28.22	30.17	
Suma	53.9300	71.9800	67.2600	91.0800	71.0000	72.8100	84.9500	90.5700	603.5800
10	14.24	22.80	20.10	27.98	17.32	21.88	25.78	29.32	
	14.16	22.91	20.25	28.06	17.37	21.83	25.65	29.41	
	14.22	22.73	20.03	28.12	17.24	21.91	25.56	29.38	
Suma	42.6200	68.4400	60.3800	84.1600	51.9300	65.6200	76.9900	88.1100	538.2500
Total	372.8500	432.8900	435.4300	497.6100	412.2800	447.7100	465.8900	494.6800	3559.3400

Suma de cuadrados:

Días	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	1361.610	1361.610	1294.560	1385.328	1361.610	1386.073	1361.610	1425.063	
	1325.688	1377.894	1308.992	1386.073	1352.768	1379.380	1324.960	1409.252	
	1335.903	1359.397	1314.063	1394.276	1330.061	1366.781	1330.790	1407.750	
Suma	4023.201	4098.901	3917.615	4165.677	4044.439	4132.233	4017.360	4242.065	32641.492
3	906.612	1069.944	1200.623	1240.448	1015.060	1164.857	1141.088	1196.468	
	909.023	1090.981	1164.857	1257.412	1009.333	1173.063	1139.063	1193.703	
	912.040	1072.563	1178.549	1280.208	1013.786	1157.360	1135.690	1193.703	
Suma	2727.675	3233.488	3544.028	3778.068	3038.178	3495.280	3415.841	3583.873	26816.431
5	641.102	763.970	1038.128	1209.648	772.840	1009.333	951.106	1096.934	
	640.090	777.852	1016.334	1195.085	782.880	1010.604	959.760	1102.240	
	643.130	759.554	1034.909	1208.953	781.203	1022.720	968.454	1100.912	
Suma	1924.322	2301.375	3089.372	3613.686	2336.923	3042.657	2879.320	3300.087	22487.743
7	326.525	583.706	489.737	916.878	559.323	588.548	805.992	910.229	
	319.694	568.823	518.473	919.909	561.216	588.063	803.156	913.853	
	323.280	574.561	499.970	928.421	559.796	590.490	796.368	910.229	
Suma	969.500	1727.089	1508.179	2765.208	1680.334	1767.100	2405.516	2734.311	15557.237
10	202.778	519.840	404.010	782.880	299.982	478.734	664.608	859.662	
	200.506	524.868	410.063	787.364	301.717	476.549	657.923	864.948	
	202.208	516.653	401.201	790.734	297.218	480.048	653.314	863.184	
Suma	605.492	1561.361	1215.273	2360.978	898.917	1435.331	1975.845	2587.795	12640.992
Total	10250.189	12922.214	13274.468	16683.618	11998.791	13872.602	14693.882	16448.130	110143.895

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F. _{Tabular α:5%}	DS
Tiempo de Almac.	4	3342.7924	835.6981	56.5222	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	812.9369	116.1338	7.8547	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	413.9883	14.7853			
TOTAL	39	4569.7176				

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{3559.34}{120} = 29.6612$$

Cálculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{14.7853}}{29.6612} \times 100\% = 12.964\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{14.7853}{8}} = 1.3595$$

$$S\bar{y}Tiempo = \sqrt{\frac{14.7853}{5}} = 1.7196$$

Cálculo de la prueba de comparación de Tukey

Prueba de Tukey para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05}(7.28) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 4.49 \times 1.3595$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 6.1042$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

TRATAMIENTOS	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	CONTROL
PROMEDIOS	24.8567	28.8593	29.0287	33.1740	27.4853	29.8473	31.0593	32.9787	21.7253

Cálculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{ Trat.} = 6.1042$$

TRAT.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
T1	0.0000	4.0027	4.1720	8.3173	2.6287	4.9907	6.2027	8.1220	3.1313
T2	4.0027	0.0000	0.1693	4.3147	1.3740	0.9880	2.2000	4.1193	7.1340
T3	4.1720	0.1693	0.0000	4.1453	1.5433	0.8187	2.0307	3.9500	7.3033
T4	8.3173	4.3147	4.1453	0.0000	5.6887	3.3267	2.1147	0.1953	11.4487
T5	2.6287	1.3740	1.5433	5.6887	0.0000	2.3620	3.5740	5.4933	5.7600
T6	4.9907	0.9880	0.8187	3.3267	2.3620	0.0000	1.2120	3.1313	8.1220
T7	6.2027	2.2000	2.0307	2.1147	3.5740	1.2120	0.0000	1.9193	9.3340
T8	8.1220	4.1193	3.9500	0.1953	5.4933	3.1313	1.9193	0.0000	11.2533
Control	3.1313	7.1340	7.3033	11.4487	5.7600	8.1220	9.3340	11.2533	0.0000

De los valores del cuadro se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre tratamientos; pero se observa que la mayor diferencia de los tratamientos respecto al patrón es para T8 y T4 los cuales son mayores a 6.1042.

Prueba de Tukey para los días de almacenamiento evaluados:

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (\text{GL Tiempo. GL Error}) \times S\bar{y}\text{Tiempo}$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (4.28) \times 1.7196$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 3.86 \times 1.7196$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 6.6377$$

Cálculo de promedios

Para los días de almacenamiento evaluados:

Tiempo(Días)	D1	D3	D5	D7	D10
Promedios	36.88	33.39	30.47	25.15	22.43

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha \text{Tiempo} = 6.6377$$

Días	D1	D3	D5	D7	D10
D1	0.00	3.49	6.41	11.73	14.45
D3	3.49	0.00	2.92	8.24	10.96
D5	6.41	2.92	0.00	5.32	8.04
D7	11.73	8.24	5.32	0.00	2.72
D10	14.45	10.96	8.04	2.72	0.00

De los valores del cuadro se puede resaltar que el tiempo de almacenamiento tiene significancia a partir del día D5 de almacenamiento respecto al día D1.

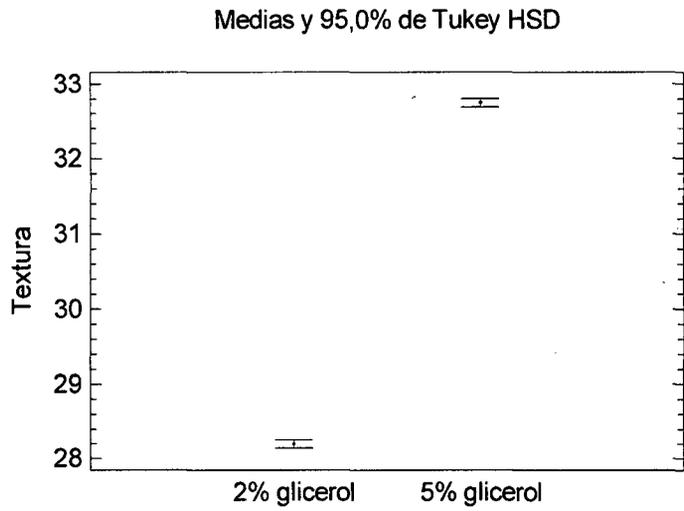
Evaluación de la textura al quinto día de almacenamiento interactuando concentración de Glicerol vs concentración de CMC y Lecitina de Soya usando Statgraphics Centurion

Análisis de varianza para la textura

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-$F_{Tabular}$</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Plastificante	123.715	1	123.715	8088.15	0.0000
B:Cmc y Lecitina de Soya	53.0241	3	17.6747	1155.52	0.0000
INTERACCIONES					
AB	35.3601	3	11.7867	770.58	0.0000
RESIDUOS	0.244733	16	0.0152958		
TOTAL (CORREGIDO)	212.344	23	123.715		

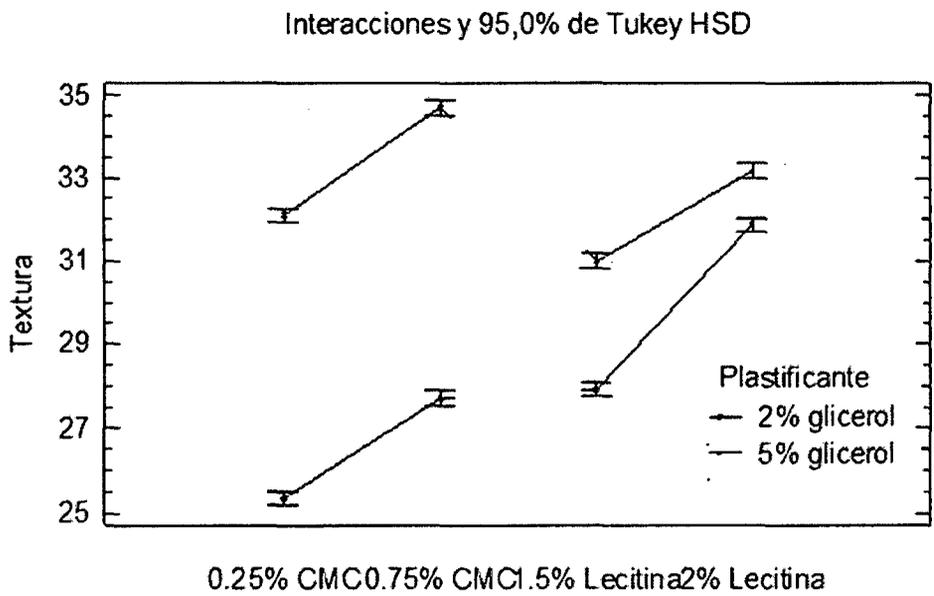
Resalta que los tres valores-P son menores a 0.05 por ende estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la textura con un 95.0% de nivel de confianza.

Grafica de medias



Conforme aumenta el % de glicerol la textura tiende a mantener valores altos.

Grafica de interacción



ANEXO 10

RESULTADOS DE EVALUACIÓN DEL COLOR Y CALCULO DE ANALISIS DE VARIANZA

Valores de pureza de color-valores croma (*C)

Días	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
1	36.580	36.058	38.199	39.329	38.883	36.536	35.410	35.566	37.509
	36.563	36.109	38.191	39.358	38.878	36.408	35.382	35.658	37.503
	36.803	36.510	38.229	39.236	38.890	36.389	35.372	35.664	37.422
3	37.205	36.613	37.824	38.963	39.095	36.600	35.542	36.617	39.872
	37.245	36.592	37.938	39.212	39.015	36.667	35.512	36.594	39.879
	37.014	36.645	37.981	39.112	39.165	36.656	35.512	36.636	39.738
5	40.010	39.331	37.754	38.834	40.728	37.040	35.725	37.559	41.819
	40.070	39.336	37.889	38.940	40.790	37.096	35.723	37.586	41.837
	40.000	39.347	37.926	38.731	40.781	37.112	35.754	35.704	41.806
7	38.841	38.266	37.050	38.621	40.822	36.806	37.762	38.519	41.994
	38.950	38.336	37.076	38.702	40.818	36.810	37.780	38.559	42.028
	38.989	38.363	36.961	38.572	40.835	36.810	37.761	38.552	41.960
10	39.611	37.924	36.931	39.592	40.865	36.091	38.668	38.782	42.714
	39.564	37.874	36.989	39.695	40.909	36.184	38.658	38.809	42.717
	39.397	37.887	36.949	39.677	40.894	36.148	38.643	38.786	42.677

Valores de luminosidad (*L)

Días	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
1	38.730	37.470	37.260	37.410	36.170	38.450	38.630	37.560	38.580
	38.720	37.480	37.250	37.420	36.190	38.400	38.620	37.560	38.560
	38.730	37.470	37.250	37.420	36.170	38.360	38.630	37.570	38.570
3	38.100	36.150	35.120	36.270	35.840	37.560	37.480	36.140	37.450
	38.120	36.160	35.140	36.260	35.840	37.530	37.460	36.150	37.430
	38.090	36.150	35.130	36.270	35.840	37.520	37.490	36.150	37.400
5	36.190	35.920	34.480	35.920	33.200	36.890	36.930	35.660	35.340
	36.200	35.930	34.490	35.900	33.210	36.870	36.910	35.670	35.330
	36.180	35.940	34.470	35.930	33.190	36.870	36.900	35.660	35.320
7	34.150	34.910	33.900	35.160	33.020	34.130	35.610	35.450	33.890
	34.160	34.920	33.910	35.140	33.040	34.120	35.570	35.480	33.900
	34.150	34.930	33.880	35.160	33.000	34.110	35.570	35.470	33.820
10	32.810	33.440	33.110	34.960	32.770	33.730	34.370	35.220	32.640
	32.820	33.450	33.130	34.950	32.790	33.730	34.340	35.240	32.630
	32.810	33.450	33.100	34.970	32.580	33.720	34.330	35.230	32.640

Valores del ángulo de color (h):

Días	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
1	36.316	37.704	37.344	37.560	35.413	34.954	36.760	36.943	34.954
	36.129	37.271	37.198	37.452	35.337	34.953	36.759	36.796	34.876
	36.092	36.906	37.235	37.416	35.222	34.951	36.870	36.870	34.992
3	32.822	34.683	32.170	34.450	30.157	31.300	33.822	34.528	30.370
	32.741	34.528	32.211	34.411	30.242	31.216	33.822	34.411	30.328
	33.225	34.528	32.252	34.411	30.071	31.174	33.941	34.527	30.456
5	29.726	30.284	29.726	29.899	26.473	29.726	30.837	31.216	27.429
	29.510	30.242	29.899	29.813	26.470	29.639	30.922	31.215	27.384
	29.813	30.157	29.942	30.114	26.473	29.726	31.006	31.300	27.429
7	25.267	27.203	24.275	28.013	24.466	26.657	25.361	29.205	24.323
	25.501	27.022	24.322	28.058	24.323	26.702	25.408	29.205	24.228
	25.314	27.021	24.418	28.325	24.320	26.702	25.454	29.249	24.275
10	23.316	23.893	22.782	26.794	22.441	23.701	24.180	27.789	21.703
	23.364	23.797	22.782	26.839	22.392	23.702	24.228	27.788	21.653
	23.268	23.797	22.880	26.702	22.391	23.749	24.275	27.789	21.652

Valores de (*a)

Días	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
1	29.470	28.530	30.370	31.180	31.690	29.940	28.370	28.430	30.750
	29.530	28.740	30.420	31.240	31.720	29.840	28.350	28.560	30.770
	29.740	29.190	30.430	31.170	31.770	29.830	28.300	28.530	30.650
3	31.270	30.110	32.010	32.130	33.810	31.270	29.530	30.170	34.400
	31.330	30.140	32.100	32.350	33.700	31.360	29.500	30.190	34.420
	30.970	30.190	32.120	32.270	33.890	31.360	29.460	30.180	34.250
5	34.750	33.960	32.780	33.670	36.450	32.170	30.670	32.100	37.120
	34.870	33.990	32.850	33.780	36.510	32.240	30.650	32.150	37.150
	34.710	34.020	32.870	33.510	36.500	32.230	30.650	32.140	37.100
7	35.120	34.030	33.770	34.090	37.150	32.890	34.120	33.620	38.260
	35.150	34.150	33.790	34.150	37.200	32.890	34.130	33.660	38.320
	35.250	34.170	33.650	33.960	37.210	32.880	34.100	33.640	38.250
10	36.380	34.670	34.050	35.340	37.770	33.050	35.270	34.310	39.680
	36.320	34.650	34.100	35.420	37.830	33.130	35.250	34.330	39.700
	36.190	34.660	34.040	35.440	37.810	33.090	35.220	34.320	39.660

Valores de (*b)

Días	Tratamientos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
1	21.670	22.050	23.170	23.970	22.530	20.940	21.190	21.370	21.480
	21.560	21.860	23.090	23.940	22.480	20.860	21.170	21.350	21.440
	21.680	21.930	23.140	23.830	22.430	20.840	21.220	21.400	21.470
3	20.160	20.830	20.150	22.040	19.630	19.020	19.780	20.750	20.160
	20.140	20.750	20.220	22.160	19.660	19.000	19.770	20.680	20.140
	20.270	20.770	20.270	22.100	19.630	18.980	19.830	20.770	20.150
5	19.830	19.840	18.730	19.350	18.170	18.360	18.320	19.500	19.260
	19.740	19.800	18.880	19.370	18.190	18.350	18.350	19.470	19.240
	19.880	19.770	18.920	19.420	18.190	18.400	18.410	19.550	19.270
7	16.590	17.500	15.240	18.150	16.920	16.520	16.180	18.800	17.310
	16.780	17.420	15.260	18.210	16.800	16.530	16.200	18.810	17.260
	16.660	17.440	15.290	18.290	16.820	16.550	16.220	18.830	17.250
10	15.670	15.370	14.300	17.850	15.600	14.500	15.850	18.080	15.810
	15.690	15.290	14.330	17.920	15.570	14.550	15.870	18.100	15.770
	15.570	15.300	14.370	17.840	15.580	14.550	15.900	18.070	15.760

Análisis de varianza para la luminosidad (*L)

Suma de valores de luminosidad por tratamientos y por tiempo de almacenamiento

Días	Promedios								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	38.730	37.470	37.260	37.410	36.170	38.450	38.630	37.560	
	38.720	37.480	37.250	37.420	36.190	38.400	38.620	37.560	
	38.730	37.470	37.250	37.420	36.170	38.360	38.630	37.570	
Suma	116.1800	112.4200	111.7600	112.2500	108.5300	115.2100	115.8800	112.6900	904.9200
3	38.100	36.150	35.120	36.270	35.840	37.560	37.480	36.140	
	38.120	36.160	35.140	36.260	35.840	37.530	37.460	36.150	
	38.090	36.150	35.130	36.270	35.840	37.520	37.490	36.150	
Suma	114.3100	108.4600	105.3900	108.8000	107.5200	112.6100	112.4300	108.4400	877.9600
5	36.190	35.920	34.480	35.920	33.200	36.890	36.930	35.660	
	36.200	35.930	34.490	35.900	33.210	36.870	36.910	35.670	
	36.180	35.940	34.470	35.930	33.190	36.870	36.900	35.660	
Suma	108.5700	107.7900	103.4400	107.7500	99.6000	110.6300	110.7400	106.9900	855.5100
7	34.150	34.910	33.900	35.160	33.020	34.130	35.610	35.450	
	34.160	34.920	33.910	35.140	33.040	34.120	35.570	35.480	
	34.150	34.930	33.880	35.160	33.000	34.110	35.570	35.470	
Suma	102.4600	104.7600	101.6900	105.4600	99.0600	102.3600	106.7500	106.4000	828.9400
10	32.810	33.440	33.110	34.960	32.770	33.730	34.370	35.220	
	32.820	33.450	33.130	34.950	32.790	33.730	34.340	35.240	
	32.810	33.450	33.100	34.970	32.580	33.720	34.330	35.230	
Suma	98.4400	100.3400	99.3400	104.8800	98.1400	101.1800	103.0400	105.6900	811.0500
Total	539.9600	533.7700	521.6200	539.1400	512.8500	541.9900	548.8400	540.2100	4278.3800

Suma de cuadrados para la luminosidad (*L)

Días	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	1500.0129	1404.0009	1388.3076	1399.5081	1308.2689	1478.4025	1492.2769	1410.7536	
	1499.2384	1404.7504	1387.5625	1400.2564	1309.7161	1474.5600	1491.5044	1410.7536	
	1500.0129	1404.0009	1387.5625	1400.2564	1308.2689	1471.4896	1492.2769	1411.5049	
Suma	4499.2642	4212.7522	4163.4326	4200.0209	3926.2539	4424.4521	4476.0582	4233.0121	34135.2462
3	1451.6100	1306.8225	1233.4144	1315.5129	1284.5056	1410.7536	1404.7504	1306.0996	
	1453.1344	1307.5456	1234.8196	1314.7876	1284.5056	1408.5009	1403.2516	1306.8225	
	1450.8481	1306.8225	1234.1169	1315.5129	1284.5056	1407.7504	1405.5001	1306.8225	
Suma	4355.5925	3921.1906	3702.3509	3945.8134	3853.5168	4227.0049	4213.5021	3919.7446	32138.7158
5	1309.7161	1290.2464	1188.8704	1290.2464	1102.2400	1360.8721	1363.8249	1271.6356	
	1310.4400	1290.9649	1189.5601	1288.8100	1102.9041	1359.3969	1362.3481	1272.3489	
	1308.9924	1291.6836	1188.1809	1290.9649	1101.5761	1359.3969	1361.6100	1271.6356	
Suma	3929.1485	3872.8949	3566.6114	3870.0213	3306.7202	4079.6659	4087.7830	3815.6201	30528.4653
7	1166.2225	1218.7081	1149.2100	1236.2256	1090.3204	1164.8569	1268.0721	1256.7025	
	1166.9056	1219.4064	1149.8881	1234.8196	1091.6416	1164.1744	1265.2249	1258.8304	
	1166.2225	1220.1049	1147.8544	1236.2256	1089.0000	1163.4921	1265.2249	1258.1209	
Suma	3499.351	3658.219	3446.953	3707.271	3270.962	3492.523	3798.522	3773.654	28647.454
10	1076.496	1118.234	1096.272	1222.202	1073.873	1137.713	1181.297	1240.448	
	1077.152	1118.903	1097.597	1221.503	1075.184	1137.713	1179.236	1241.858	
	1076.496	1118.903	1095.610	1222.901	1061.456	1137.038	1178.549	1241.153	
Suma	3230.145	3356.039	3289.479	3666.605	3210.513	3412.464	3539.081	3723.459	27427.785
Total	19513.500	19021.096	18168.826	19389.731	17567.966	19636.111	20114.947	19465.490	152877.667

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F. Tabular $\alpha:5\%$	DS
Tiempo de Almac.	4	234.4946	58.6236	41.0001	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	65.3415	9.3345	6.5284	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	40.0355	1.4298			
TOTAL	39	339.8716				

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{4278.380}{120} = 35.6532$$

Calculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{1.4298}}{35.6532} \times 100\% = 3.354\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{1.4298}{8}} = 0.4228$$

$$S\bar{y}Tiempo = \sqrt{\frac{1.4298}{5}} = 0.5348$$

Cálculo de la prueba de comparación de Tukey

Prueba de Tukey para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05}(7.28) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 4.49 \times 0.4228$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 1.8984$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
Promedios	35.9973	35.5847	34.7747	35.9427	34.1900	36.1327	36.5893	36.0140	35.5667

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{ Trat.} = 1.8984$$

Trat.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
T1	0.0000	0.4127	1.2227	0.0547	1.8073	0.1353	0.5920	0.0167	0.4307
T2	0.4127	0.0000	0.8100	0.3580	1.3947	0.5480	1.0047	0.4293	0.0180
T3	1.2227	0.8100	0.0000	1.1680	0.5847	1.3580	1.8147	1.2393	0.7920
T4	0.0547	0.3580	1.1680	0.0000	1.7527	0.1900	0.6467	0.0713	0.3760
T5	1.8073	1.3947	0.5847	1.7527	0.0000	1.9427	2.3993	1.8240	1.3767
T6	0.1353	0.5480	1.3580	0.1900	1.9427	0.0000	0.4567	0.1187	0.5660
T7	0.5920	1.0047	1.8147	0.6467	2.3993	0.4567	0.0000	0.5753	1.0227
T8	0.0167	0.4293	1.2393	0.0713	1.8240	0.1187	0.5753	0.0000	0.4473
Control	0.4307	0.0180	0.7920	0.3760	1.3767	0.5660	1.0227	0.4473	0.0000

De los valores del cuadro se puede apreciar que existe diferencia significativa entre tratamientos; T5-T6 y T5-T7 debido a que son mayores a 1.8984 .

Prueba de Tukey para los días de almacenamiento evaluados:

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (\text{GL Tiempo. GL Error}) \times S\bar{y}\text{Tiempo}$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (4.28) \times 0.5348$$

$$T\alpha \text{Tiempo} = 3.86 \times 0.5348$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 2.0646$$

Cálculo de promedios

Para los días de almacenamiento evaluados:

Tiempo(Dias)	D1	D3	D5	D7	D10
Promedios	37.71	36.58	35.65	34.54	33.79

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha \text{Tiempo} = 2.0646$$

DIAS	D1	D3	D5	D7	D10
D1	0.0000	1.1233	2.0588	3.1658	3.9113
D3	1.1233	0.0000	0.9354	2.0425	2.7879
D5	2.0588	0.9354	0.0000	1.1071	1.8525
D7	3.1658	2.0425	1.1071	0.0000	0.7454
D10	3.9113	2.7879	1.8525	0.7454	0.0000

De los valores del cuadro se puede resaltar que el tiempo de almacenamiento tiene significancia en las siguientes diferencias $|\overline{D1} - \overline{D7}|$, $|\overline{D1} - \overline{D10}|$ y $|\overline{D3} - \overline{D10}|$ todas estas son mayores a 0.4207, también se observa que a partir del día D7 comienza a incrementarse la diferencia debido a que la fresa recubierta tiende a disminuir su luminosidad.

Evaluación de la luminosidad de la fresa recubierta al quinto día de almacenamiento interactuando concentración de Glicerol vs concentración de CMC y Lecitina de Soya usando Statgraphics Centurion.

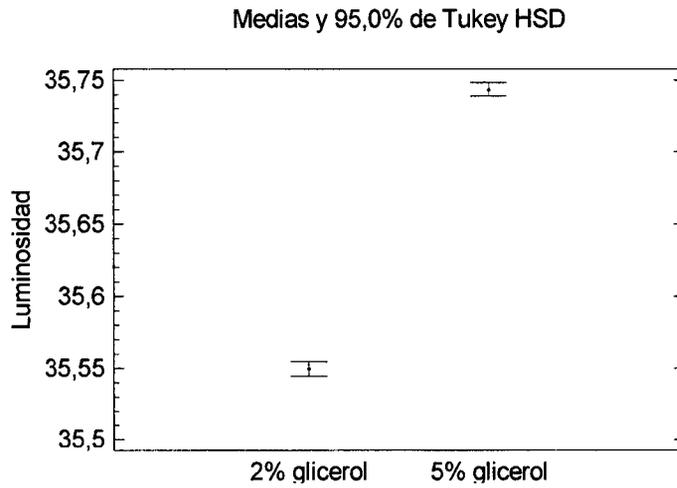
Análisis de varianza para la luminosidad (*L)

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-F_{Tabular}</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Plastificante	0.226204	1	0.226204	1751.26	0.0000
B:Cmc y Lecitina de Soya	5.46195	3	1.82065	14095.34	0.0000
INTERACCIONES					
AB	27.0517	3	9.01725	69810.96	0.0000
RESIDUOS	0.00206667	16	0.000129167		
TOTAL	32.742	23			

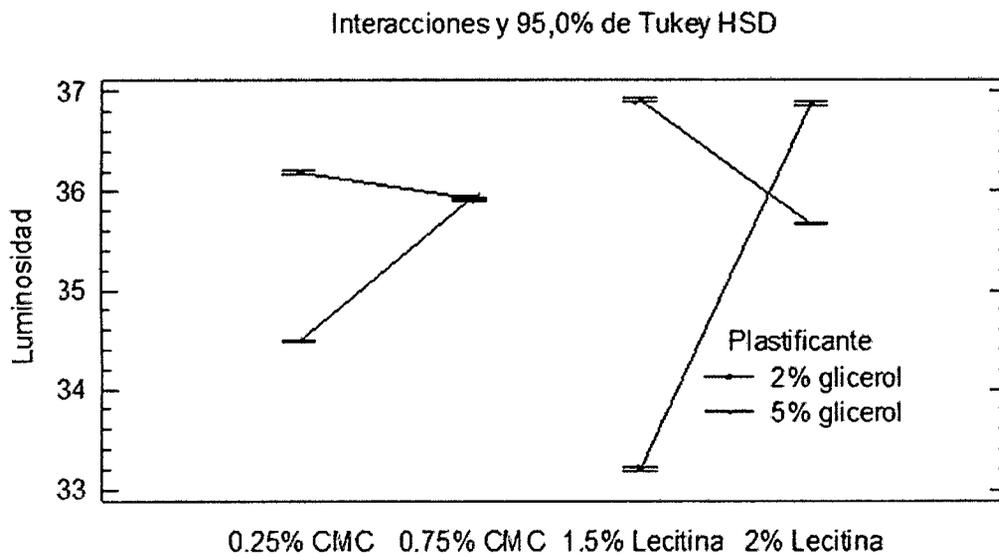
Resalta que los tres valores-P son menores a 0.05 por ende estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la luminosidad de fresas recubiertas con un 95.0% de nivel de confianza.

Grafica de medias para la luminosidad (*L)

Grafica de medias



Grafica de interacción para la luminosidad (*L)



Calculo del análisis de varianza para el ángulo del tono de color (h)

Suma de tratamientos: Angulo del tono de color (h)

Días	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	36.316	37.704	37.344	37.560	35.413	34.954	36.760	36.943	
	36.129	37.271	37.198	37.452	35.337	34.953	36.759	36.796	
	36.092	36.906	37.235	37.416	35.222	34.951	36.870	36.870	
Suma	108.5370	111.8810	111.7770	112.4280	105.9720	104.8580	110.3890	110.6090	876.4510
3	32.822	34.683	32.170	34.450	30.157	31.300	33.822	34.528	
	32.741	34.528	32.211	34.411	30.242	31.216	33.822	34.411	
	33.225	34.528	32.252	34.411	30.071	31.174	33.941	34.527	
Suma	98.7880	103.7390	96.6330	103.2720	90.4700	93.6900	101.5850	103.4660	791.6430
5	29.726	30.284	29.726	29.899	26.473	29.726	30.837	31.216	
	29.510	30.242	29.899	29.813	26.470	29.639	30.922	31.215	
	29.813	30.157	29.942	30.114	26.473	29.726	31.006	31.300	
Suma	89.0490	90.6830	89.5670	89.8260	79.4160	89.0910	92.7650	93.7310	714.1280
7	25.267	27.203	24.275	28.013	24.466	26.657	25.361	29.205	
	25.501	27.022	24.322	28.058	24.323	26.702	25.408	29.205	
	25.314	27.021	24.418	28.325	24.320	26.702	25.454	29.249	
Suma	76.0820	81.2460	73.0150	84.3960	73.1090	80.0610	76.2230	87.6590	631.7910
10	23.316	23.893	22.782	26.794	22.441	23.701	24.180	27.789	
	23.364	23.797	22.782	26.839	22.392	23.702	24.228	27.788	
	23.268	23.797	22.880	26.702	22.391	23.749	24.275	27.789	
Suma	69.9480	71.4870	68.4440	80.3350	67.2240	71.1520	72.6830	83.3660	584.6390
Total	442.4040	459.0360	439.4360	470.2570	416.1910	438.8520	453.6450	478.8310	3598.6520

Suma de cuadrados: Angulo del tono de color (h)

Días	Tratamientos								Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1	1318.8519	1421.5916	1394.5743	1410.7536	1254.0806	1221.7821	1351.2976	1364.7852	
	1305.3046	1389.1274	1383.6912	1402.6523	1248.7036	1221.7122	1351.2241	1353.9456	
	1302.6325	1362.0528	1386.4452	1399.9571	1240.5893	1221.5724	1359.3969	1359.3969	
Suma	3926.7890	4172.7719	4164.7108	4213.3630	3743.3734	3665.0667	4061.9186	4078.1278	32026.1211
3	1077.2837	1202.9105	1034.9089	1186.8025	909.4446	979.6900	1143.9277	1192.1828	
	1071.9731	1192.1828	1037.5485	1184.1169	914.5786	974.4387	1143.9277	1184.1169	
	1103.9006	1192.1828	1040.1915	1184.1169	904.2650	971.8183	1151.9915	1192.1137	
Suma	3253.1574	3587.2761	3112.6489	3555.0363	2728.2883	2925.9469	3439.8468	3568.4134	26170.6142
5	883.6351	917.1207	883.6351	893.9502	700.8197	883.6351	950.9206	974.4387	
	870.8401	914.5786	893.9502	888.8150	700.6609	878.4703	956.1701	974.3762	
	888.8150	909.4446	896.5234	906.8530	700.8197	883.6351	961.3720	979.6900	
Suma	2643.2901	2741.1439	2674.1086	2689.6182	2102.3004	2645.7405	2868.4627	2928.5049	21293.1692
7	638.4213	740.0032	589.2756	784.7282	598.5852	710.5956	643.1803	852.9320	
	650.3010	730.1885	591.5597	787.2514	591.6083	712.9968	645.5665	852.9320	
	640.7986	730.1344	596.2387	802.3056	591.4624	712.9968	647.9061	855.5040	
Suma	1929.521	2200.326	1777.074	2374.285	1781.656	2136.589	1936.653	2561.368	16697.472
10	543.636	570.875	519.020	717.918	503.598	561.737	584.672	772.229	
	545.876	566.297	519.020	720.332	501.402	561.785	586.996	772.173	
	541.400	566.297	523.494	712.997	501.357	564.015	589.276	772.229	
Suma	1630.912	1703.470	1561.533	2151.247	1506.357	1687.537	1760.944	2316.630	14318.631
TOTAL	13383.670	14404.988	13290.076	14983.550	11861.975	13060.881	14067.825	15453.044	110506.008

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular} α:5%	DS
Tiempo de Almac.	4	2322.7992	580.6998	205.2641	2.4847	** Sign.
Tratamiento	7	184.8603	26.4086	9.3348	2.1317	*Sign.
Error Exp.	28	79.2131	2.8290			
TOTAL	39	2586.8725				

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{3598.6520}{120} = 29.9888$$

Calculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{2.8290}}{29.9888} \times 100\% = 5.609\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{2.8290}{8}} = 0.5947$$

$$S\bar{y}Tiempo = \sqrt{\frac{2.8290}{5}} = 0.7522$$

Cálculo de la prueba de comparación de TUKEY

Prueba de TUKEY para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05}(7.28) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 4.49 \times 0.5947$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 2.6702$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
Promedios	29.4936	30.6024	29.2957	31.3505	27.7461	29.2568	30.2430	31.9221	27.7368

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha\text{ Trat.} = 2.6702$$

Trat.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Control
T1	0.0000	1.1088	0.1979	1.8569	1.7475	0.2368	0.7494	2.4285	1.7568
T2	1.1088	0.0000	1.3067	0.7481	2.8563	1.3456	0.3594	1.3197	2.8656
T3	0.1979	1.3067	0.0000	2.0547	1.5497	0.0389	0.9473	2.6263	1.5589
T4	1.8569	0.7481	2.0547	0.0000	3.6044	2.0937	1.1075	0.5716	3.6137
T5	1.7475	2.8563	1.5497	3.6044	0.0000	1.5107	2.4969	4.1760	0.0093
T6	0.2368	1.3456	0.0389	2.0937	1.5107	0.0000	0.9862	2.6653	1.5200
T7	0.7494	0.3594	0.9473	1.1075	2.4969	0.9862	0.0000	1.6791	2.5062
T8	2.4285	1.3197	2.6263	0.5716	4.1760	2.6653	1.6791	0.0000	4.1853
Control	1.7568	2.8656	1.5589	3.6137	0.0093	1.5200	2.5062	4.1853	0.0000

De los valores del cuadro se puede apreciar que los tratamientos T8 y T4 tienen mayor diferencia respecto al patrón esto significa que la formulación realizada para estos tratamientos evita incrementar el estado de madurez de la fresa recubierta, también se puede apreciar que existe diferencia significativa entre T2-T5. T2-T4. T5-T4, T5-T8 todas estas diferencias de medias son mayores a 2.6702 esto indica que estos tratamientos difieren significativamente entre sí respecto al ángulo del tono de color (h).

Prueba de Tukey para los días de almacenamiento evaluados:

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (\text{GL Tiempo. GL Error}) \times S\bar{y}\text{Tiempo}$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = q_{0.05} (4.28) \times 0.7522$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 3.86 \times 0.7522$$

$$T\alpha \text{ Tiempo} = 2.9035$$

Cálculo de promedios

Para los días de almacenamiento evaluados:

Tiempo(Días)	D1	D3	D5	D7	D10
Promedios	36.52	32.99	29.76	26.32	24.36

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > TaTiempo = 2.9035$$

DIAS	D1	D3	D5	D7	D10
D1	0.00	3.53	6.76	10.19	12.16
D3	3.53	0.00	3.23	6.66	8.63
D5	6.76	3.23	0.00	3.43	5.40
D7	0.19	6.66	3.43	0.00	1.96
D10	2.16	8.63	5.40	1.96	0.00

De los valores del cuadro se puede resaltar que el tiempo de almacenamiento tiene significancia en casi todos los tratamientos a excepción de $|\bar{D7} - \bar{D10}| = 1.96$ que es menor a 2.9035 debido que la fresa va disminuyendo la velocidad de maduración, previo a esto se observa que a partir del día D5 comienza a incrementarse la diferencia debido al incremento de la madurez de la fresa recubierta.

ANEXO 11

Análisis sensorial para el color

Panelista	TRATAMIENTOS				Suma
	T2	T4	T7	T8	
1	5	6	5	7	23
2	5	6	5	6	22
3	4	7	5	6	22
4	5	6	6	6	23
5	4	7	5	7	23
6	5	6	6	7	24
7	5	5	5	7	22
8	6	6	5	7	24
9	4	7	5	6	22
10	5	7	5	7	24
11	4	7	5	6	22
12	5	6	6	6	23
13	4	7	5	7	23
14	5	6	6	7	24
15	6	7	7	6	26
16	4	7	5	6	22
17	4	6	5	5	20
18	4	6	5	6	21
19	5	6	4	6	21
20	5	7	4	6	22
21	5	7	4	7	23
22	6	7	5	7	25
23	6	7	5	7	25
24	5	5	5	7	22
25	5	6	4	6	21
26	4	6	4	6	20
27	4	6	4	6	20
28	4	5	4	7	20
29	4	7	4	7	22
30	4	5	5	7	21
Suma	141	189	148	194	672

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Panelista	29	17.8000	0.6138	1.4779	1.614	No Sign.
Tratamiento	3	74.8667	24.9556	60.0867	2.724	** Sign.
Error Exp.	87	36.1333	0.4153			
TOTAL	119	128.8000				

Del análisis de varianza se concluye que existe significancia para los tratamientos.

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{672}{120} = 5.60$$

Calculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{0.4153}}{5.60} \times 100\% = 11.51\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{0.4153}{4}} = 0.3222$$

Cálculo de la prueba de comparación de TUKEY para el tratamiento significativo

Prueba de Tukey para el tratamiento:

$$T\alpha \text{ Trat.} = q_{0.05} (3, 87) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha \text{ Trat.} = 3.338 \times 0.3222$$

$$T\alpha \text{ Trat.} = 1.0755$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T2	T4	T7	T8
Promedios	4.7000	6.3000	4.9333	6.4667

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T\alpha_{Trat.} = 1.0755$$

TRAT.	T2	T4	T7	T8
T2	0.0000	1.6000	0.2333	1.7667
T4	1.6000	0.0000	1.3667	0.1667
T7	0.2333	1.3667	0.0000	1.5333
T8	1.7667	0.1667	1.5333	0.0000

T2 T4 T7 T8

De los valores en análisis sensorial para el atributo color se puede apreciar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T8-T4 y T7-T2.

ANEXO 12

Análisis sensorial para el sabor

Panelista	TRATAMIENTOS				Suma
	T2	T4	T7	T8	
1	6	7	6	7	26
2	5	6	5	6	22
3	5	7	6	7	25
4	5	6	6	6	23
5	4	7	5	7	23
6	4	5	6	5	20
7	6	6	5	7	24
8	5	5	5	7	22
9	4	7	5	6	22
10	6	8	7	6	27
11	4	7	5	6	22
12	5	6	6	6	23
13	4	5	5	7	21
14	5	6	4	6	21
15	6	7	5	6	24
16	7	7	4	6	24
17	4	6	5	7	22
18	4	6	4	6	20
19	5	7	4	7	23
20	4	7	5	6	22
21	5	6	4	7	22
22	6	6	5	6	23
23	4	7	5	7	23
24	5	5	4	6	20
25	4	6	4	6	20
26	4	7	4	5	20
27	5	6	6	6	23
28	4	8	4	7	23
29	6	7	6	7	26
30	5	5	5	6	21
Suma	146	191	150	190	677

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Panelista	29	24.8417	0.8566	1.5443	1.614	No Sign.
Tratamiento	3	60.4917	20.1639	36.3514	2.724	** Sign.
Error Exp.	87	48.2583	0.5547			
TOTAL	119	133.5917				

Del análisis de varianza se concluye que existe significancia para los tratamientos

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{677}{120} = 5.6417$$

Calculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{0.5547}}{5.6417} \times 100\% = 13.20\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{0.5547}{4}} = 0.3724$$

Cálculo de la prueba de comparación de TUKEY para el tratamiento significativo

Prueba de TUKEY para el tratamiento:

$$T\alpha \text{ Trat.} = q_{0.05} (3.87) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha \text{ Trat.} = 3.338 \times 0.3724$$

$$T\alpha \text{ Trat.} = 1.2431$$

Cálculo de promedios

Para los tratamientos:

Tratamientos	T2	T4	T7	T8
Promedios	4.8667	6.3667	5.0000	6.3333

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > T_{\alpha}Trat. = 1.2431$$

Trat.	T2	T4	T7	T8
T2	0.0000	1.5000	0.1333	1.4667
T4	1.5000	0.0000	1.3667	0.0333
T7	0.1333	1.3667	0.0000	1.3333
T8	1.4667	0.0333	1.3333	0.0000



De los valores en análisis sensorial para el atributo Sabor se puede apreciar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T8-T4 y T7-T2.

ANEXO 13

Análisis sensorial para la textura

Panelista	TRATAMIENTOS				Suma
	T2	T4	T7	T8	
1	6	7	6	7	26
2	6	6	5	8	25
3	5	7	6	7	25
4	6	6	6	6	24
5	4	7	5	7	23
6	5	5	6	5	21
7	6	6	5	7	24
8	5	5	5	8	23
9	4	7	5	6	22
10	6	6	7	7	26
11	4	7	5	7	23
12	4	6	6	6	22
13	4	6	5	7	22
14	5	6	4	6	21
15	6	7	5	7	25
16	7	7	4	6	24
17	4	6	5	7	22
18	4	6	4	6	20
19	5	7	4	7	23
20	4	6	5	6	21
21	5	7	4	7	23
22	6	6	5	6	23
23	4	7	5	7	23
24	5	7	4	6	22
25	4	6	4	6	20
26	4	7	4	7	22
27	5	6	6	6	23
28	4	8	4	7	23
29	6	7	6	7	26
30	5	6	6	6	23
Suma	148	193	151	198	690

Análisis de varianza

FV	GL	SC	CM	Valor F	V.F _{Tabular α:5%}	DS
Panelista	29	19.5000	0.6724	1.1272	1.614	No Sign.
Tratamiento	3	71.1000	23.7000	39.7283	2.724	** Sign.
Error Exp.	87	51.9000	0.5966			
TOTAL	119	142.5000				

Del análisis de varianza se concluye que existe significancia para los tratamientos

Calculando la media general

$$\bar{y} = \frac{690}{120} = 5.750$$

Calculo del coeficiente de variación (CV)

$$CV = \frac{\sqrt{0.5966}}{5.750} \times 100\% = 13.43\%$$

Cálculo de la desviación estándar ($S\bar{y}$)

$$S\bar{y}Trat. = \sqrt{\frac{0.5966}{4}} = 0.3862$$

Cálculo de la prueba de comparación de TUKEY para el tratamiento significativo

Prueba de TUKEY para el tratamiento:

$$T\alpha\text{ Trat.} = q_{0.05}(3.87) \times S\bar{y}Trat.$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 3.338 \times 0.3862$$

$$T\alpha\text{ Trat.} = 1.2892$$

Cálculo de promedios

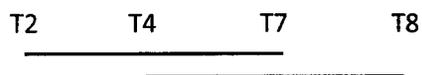
Para los tratamientos:

Tratamientos	T2	T4	T7	T8
Promedios	4.9333	6.4333	5.0333	6.6000

Calculo de diferencia de medias

$$|\bar{T}_i - \bar{T}_j| > Ta_{Trat.} = 1.2892$$

Trat.	T2	T4	T7	T8
T2	0.0000	1.5000	0.1000	1.6667
T4	1.5000	0.0000	1.4000	0.1667
T7	0.1000	1.4000	0.0000	1.5667
T8	1.6667	0.1667	1.5667	0.0000



De los valores en análisis sensorial para el atributo textura se puede apreciar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T8-T4 y T7-T2.

Promedio de los atributos evaluados:

Atributo	T2	T4	T7	T8
Color	4.700	6.300	4.933	6.467
Sabor	4.867	6.367	5.000	6.333
Textura	4.933	6.433	5.033	6.600
Total	14.5	19.1	15.0	19.4
Promedio	4.83	6.37	4.99	6.47

ANEXO 14

FORMATO DE EVALUACIÓN DE ANÁLISIS SENSORIAL

Prueba de análisis sensorial para determinar la aceptabilidad

Fecha _____

Evalué las diferencias en muestras de fresas con recubrimiento comestible en sus atributos comestible en sus atributos de color, sabor y textura

Marque con un aspa(X) donde corresponda según el cuadro

Evaluación de atributos

1	Extremadamente desagradable	6	Me gusta un poco
2	Muy desagradable	7	Agradable
3	Desagradable	8	Muy agradable
4	Me disgusta un poco	9	Extremadamente agradable
5	Ni me agrada ni me disgusta		

Nº Muestra:

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Nº Muestra:

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Nº Muestra:

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Nº Muestra:

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9

COMENTARIOS

.....

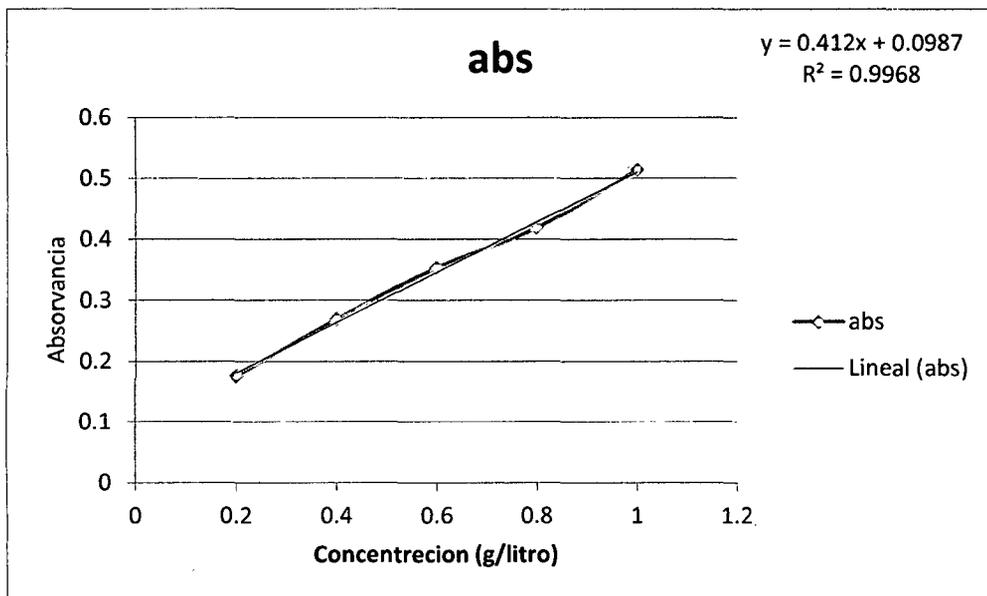
.....

.....

ANEXO 15

CURVA DE CALIBRACION PARA AZUCARES REDUCTORES

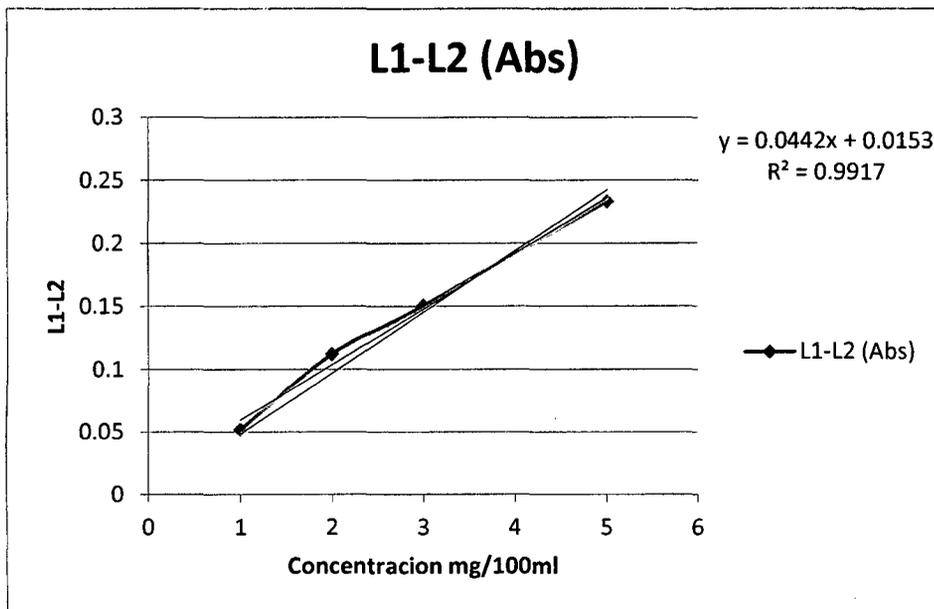
Concentración (g/litro)	Valores de abs a 540 nm
0.2	0.176
0.4	0.2688
0.6	0.3531
0.8	0.4182
1	0.5133



ANEXO 16

CURVA DE CALIBRACION PARA VITAMINA C

concentración (mg/100ml)	L1-L2(Abs)
1	0.0520
2	0.1121
3	0.1503
5	0.2330



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



RESUMEN

I. DATOS GENERALES (PRE GRADO):

1.1. UNIVERSIDAD:

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

1.2. ESCUELA O CARRERA PROFESIONAL:

INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

1.3. TITULO DE TRABAJO:

“EFECTO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE GEL DE MUCILAGO DE PENCA SABILA (*Aloe Barbadensis miller*) EN LA VIDA UTIL DE LA FRESA (*Fragaria ananassa*)”

1.4. AREA DE INVESTIGACION:

EXPERIMENTAL Y APLICADO

1.5. AUTORES:

DNI: 44991964, ALEX JOHN CANO SALINAS

DNI: 43488926, FRANK EDWIN CORALES CHAUCA

1.6. TITULO PROFESIONAL AL QUE CONDUCE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

1.7. AÑO DE APROBACION DE LA SUSTENTACION:

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



II. CONTENIDO DEL RESUMEN:

2.1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO:

2.1.1. Objetivo de la Investigación:

La necesidad de desarrollar productos saludables, económicos y a su vez que permita preservar el medio ambiente, ha impulsado el desarrollo de recubrimientos formulados a partir de componentes naturales comestibles y biodegradables. Los recubrimientos comestibles están siendo considerados como una excelente alternativa para conservar y mejorar las características sensoriales de los frutos y hortalizas y otros alimentos perecibles debido a que contribuye a la extensión de la vida útil del producto al reducir la transpiración, respiración y otras reacciones oxidativas, disminuyendo así los desórdenes fisiológicos.

En este trabajo se busca realizar un recubrimiento comestible formulado a base de gel de aloe vera a partir de las formulaciones: Aloe-Glicerol-CMC y Aloe-Glicerol-Lecitina de soya, para explorar y estudiar la posibilidad de formular una película comestible con potencial de aplicarse para conservar frutos frescos, aprovechando las propiedades de estos componentes que garanticen un fruto de alta calidad.

2.1.2. Formulación del Problema:

- ¿Cuál será el efecto del uso de recubrimientos comestibles formulados a base de gel de Aloe Vera-Glicerol-CMC y gel de Aloe Vera-Glicerol-Lecitina de soya en la vida útil de la fresa almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a $5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$?

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



2.2. OBJETIVOS:

2.2.1. Objetivo General:

- En este trabajo se plantea el desarrollo de un envase activo (recubrimiento comestible) formulado a base de gel de Aloe Vera-Glicerol-CMC y gel Aloe Vera-Glicerol-Lecitina de Soya, basado en la conservación por refrigeración de fresa recubierta, para aumentar la vida útil y conservar sus características físico químicas.

2.2.2. Objetivos Específicos:

- Determinar la mejor formulación para un recubrimiento comestible a base de gel de aloe Vera-Glicerol-CMC y Aloe Vera-Glicerol-Lecitina de Soya que permita alargar la vida útil de la fresa.
- Evaluar el efecto de la aplicación del recubrimiento comestible en los parámetros fisicoquímicos: Pérdida de Peso, Acidez Titulable, Azúcares Reductores, Vitamina C, Tasa de Respiración, pH, Sólidos Solubles (°Brix), Textura y color (Luminosidad) en frutos de fresa almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a $5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- Evaluar el efecto de la aplicación del recubrimiento comestible en los parámetros de calidad: color, aroma y sabor de la fresa almacenada en envases de PET y conservada en refrigeración a $5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



2.3. HIPOTESIS:

Si es posible prolongar la vida útil de la fresa manteniendo sus características fisicoquímicas y organolépticas similares a las del producto fresco utilizando recubrimientos comestibles a base de gel de Aloe Vera-Glicerol-CMC y Aloe Vera-Glicerol-Lecitina de Soya.

2.4. MARCO TEORICO:

El desarrollo de películas y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas tanto frescos como mínimamente procesados ha generado recientes avances respecto al efecto sinérgico de los componentes sobre la vida anaquel de dichos alimentos, también han sido utilizadas como vehículo para la adición o incorporación de otros componentes que ayudan a mejorar la calidad.

Los métodos de conservación que permiten mantener los atributos de calidad con características sensoriales de frescura resultan ser vitales para un mercado de consumidores que demanda día a día alimentos mínimamente procesados.

La tecnología emergente de aplicación de recubrimientos comestibles sobre frutas, como sistema de conservación, ha venido ganando mucho desarrollo y posicionamiento debido a su relativo bajo costo frente a otras de mayor aplicación tecnológica como las atmósferas modificadas, controladas y los empaques activos entre otros.



2.5. CONCLUSIONES:

- Los recubrimientos comestibles formulados a base de Gel de Aloe Vera, Glicerol, Concentraciones de CMC y Lecitina de Soya prolongo las características fisicoquímicas y organolépticas de la fresa por un periodo de 10 días almacenadas en refrigeración a temperatura de $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, encontrándose que la formulación optima es la del tratamiento T8 formulada con **Aloe vera, 5% de glicerol y 2% de lecitina de soya** seguida por el tratamiento T4 formulada con **Aloe vera, 5% de glicerol y 0.75% de CMC**.
- Con el **Tratamiento 8 (Aloe Vera + 5% de Glicerol + 2% de Lecitina de Soya)**: se minimiza la pérdida de peso en un **1.64%**, acidez en un **0.06%**, vitamina C en un **0.97%**, tasa de respiración en un **50% de ml de $\text{CO}_2/\text{Kg.h}$** , textura en un **8.23MJ**, luminosidad en un **2.333** y azúcares reductores en un **48.68%** en la fresa durante el almacenamiento por 10 días a $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- El **Tratamiento 8 (Aloe Vera + 5% de Glicerol + 2% de Lecitina de Soya)** mostro satisfacción de 50% en los panelistas respecto a los atributos de color sabor y textura.

2.6. RECOMENDACIONES:

- Evaluar la vida útil de la fresa con cubierta comestible a base de gel de aloe vera a diferentes temperaturas y humedades relativas durante el almacenamiento en frío.
- Evaluar la aplicabilidad de los recubrimientos formulados a base de gel de Aloe Vera, Glicerol, CMC o Lecitina de Soya en otras frutas.
- Evaluar el efecto que presenta el gel de aloe vera frente al crecimiento del moho *Botrytis cinerea* en la fresa.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



2.7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. 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).
2. Ramírez Q J. (2012).Conservación de mora de castilla (Rubus glaucus benth) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila (aloe barbadensis miller).Tesis grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias.
3. Guardiola, R, Sarmiento, J (2008).Consideraciones sobre la estabilización de geles de aloe vera. Colombia, cadena nacional productiva de la sábila.
4. Nuñez C, Castellano G, Ramirez R, Sindoni M, Marín R. (2012).Efecto del cloruro de calcio y una cubierta plástica sobre la conservación de las propiedades organolépticas de la fresa (Fragaria X Ananassa Duch). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maracaibo, estado Zulia. Venezuela.
5. Alba M, Soares N, Arteaga M (2011). Filmes y revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos.Universidad de Cordoba.Departamento de Ingeniería de Alimentos. Colombia.
6. Trejo M, Ramos K, Pérez C. (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. Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales.
7. Jiménez I, González A, (2012).Estudio comparativo por cromatografía líquida de alta eficiencia del producto de hidrólisis

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ácida de los polisacáridos del mucílago de aloe vera (aloe barbadensis miller) de diferentes cultivos del departamento de Risaralda, Colombia. Tesis grado. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Colombia.

8. Martínez-Romero, Guillen F, Valverde J, Serrano M, Zapata P, Bailen G, et al (2009). Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas.
9. Cumplido, G (2012). Functional characterization of strawberry (fragaria x ananassa) fruit-specific and ripening-related genes involved in aroma and anthocyanins biosynthesis.
10. Cardozo, C.; Ríos, C (2013). Tratamientos postcosecha aplicados en fresa (Fragaria x ananassa duch.): una revisión. Colombia, Universidad de Pamplona.
11. Barrera E, Gil M, García C, Durango D, Gil J. (2012) Empleo de un Recubrimiento Formulado con Propóleos para el Manejo Poscosecha de Frutos de Papaya (Carica papaya L. cv. Hawaiana). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias.
12. Pedraza López A. (1999). Caracterización de un ADNc de fresa específico de frutos maduros que presenta homología con péptido metionina sulfóxido eductasas. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Facultad de Ciencias.