



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

TESIS

**EFECTO DE LA RESINA DE ZAPOTE EN EL
CONTROL DE LA MADURACION DEL FRUTO DE
PALTA (*Persea americana*) EN LA VARIEDAD
FUERTE, EN TRES ESTADIOS DE MADUREZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

Autores:

**Soplopuco Benites Yajaira Poleth
Ugaz Velasquez Sheylla Jackelyne**

Asesor:

Ms. Esquivel Paredes, Lourdes Jossefyne

**Línea de Investigación
Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel - Perú
2020**

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a toda mi familia, en especial a mi madre Devora De los Milagros Velásquez Arbulú, a mi hermana, Paola Ugaz Velásquez, a mi tío Luis Alfredo Velásquez Arbulú, a nuestro asesore Jorge Luis Leyva Piedra y a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior, y a nuestra casa de estudios quien nos brindó sus instalaciones y laboratorios para poder realizar la investigación.

Sheylla Ugaz Velásquez

Dedico esta tesis principalmente a Dios por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento de mi formación profesional. A mis padres Miriam Benites Serquén y Salome Soplopuc Mío por ser el pilar importante y por su amor, ejemplo, comprensión y apoyo he logrado alcanzar mis metas, a mi abuelito Isaac que a pesar de la distancia física siento que está conmigo siempre, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como para mí, a mis hermanas por su apoyo consejos apoyo y cariño que me brindan.

Yajaira Poleth Soplopuc Benites

AGRADECIMIENTO

De manera especial agradezco al Ing. Jorge Luis Leyva Piedra; nuestro asesor de tesis por su dirección, paciencia, entrega y valiosos consejos que me permitieron alcanzar los objetivos de la tesis. Al PACTUS de la universidad Señor de Sipán por facilitarnos los materiales y equipos para la realización del presente trabajo. A nuestros profesores por compartir sus conocimientos. A mi compañera de tesis Sheylla porque sin el equipo que formamos, no habiéramos logrado esta meta y finalmente a todos los que colaboraron con nuestra formación profesional y con la realización de la presente tesis.

Yajaira Poleth Soplopuco Benites

Sheylla Ugaz Velásquez

**EFEECTO DE LA RESINA DE ZAPOTE EN EL CONTROL DE LA
MADURACION DEL FRUTO DE PALTA (*Persea americana*) EN LA VARIEDAD
FUERTE, EN TRES ESTADIOS DE MADUREZ**

**EFFECT OF ZAPOTE RESIN IN THE CONTROL OF THE MATURATION OF
PALTA (*Persea americana*) FRUIT IN THE STRONG VARIETY IN THREE
MATURITY STORIES**

Yajaira Poleth Sopolpuco Benites¹

Sheylla Ugaz Velásquez²

Resumen

*La palta o aguacate (*Persea americana*) es un fruto climatérico que presenta alta tasa respiratoria y alta producción de etileno después de la cosecha, lo que lo hace altamente perecedero. Por eso, el control de la maduración de este fruto es fundamental para el aumento de la vida útil del mismo a fin de que su comercialización alcance niveles de proyección en cuanto a tiempo y distancias. (1-MCP). En ese sentido, se le sometió al recubrimiento a un biofilm en base a la resina del zapote en las concentraciones de 0, 30, 90 y 270 nL L-1 durante 12 horas a 24°C y almacenados bajo condiciones ambientales (24°C) por siete días. Se analizaron las variables: color, humedad, peso, tasa respiratoria y transpiración. El delineamiento experimental fue completamente casualizado, en esquema factorial 4 x 10, con cuatro repeticiones de cuatro frutos. La resina de zapote retuvo el desarrollo de la coloración de la corteza y pulpa y proporcionó mayor firmeza de pulpa y menor incidencia de podredumbre en los frutos. Los frutos no tratados presentaron inicio de maduración después de cuatro días a 24°C, mientras que en los frutos tratados la maduración inició después de siete días con una tasa de respiración de 5.75 mgCO₂/kg.h y un índice de madurez nivel 3. Los frutos tratados con el biofilm presentaron menor tasa respiratoria y menor producción de etileno. Los resultados revelan que la aplicación del zapote es satisfactoria para retardar la maduración de los frutos y aumentar la vida de éste.*

Palabras Clave: resina de zapote, palta, persea americana, maduración, biofilm, pulpa.

¹ Adscrito a la Escuela Profesional de Académico Profesional Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email y registro ORCID. <https://orcid.org/0000-0001-8384-8530>

² Adscrito a la Escuela Profesional de Académico Profesional Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email y registro ORCID.

Abstract

The avocado or avocado (Persea americana) is a climacteric fruit that presents high respiratory rate and high ethylene production after harvest, which makes it highly perishable. For this reason, the control of the maturation of this fruit is fundamental for the increase of the useful life of the same in order that its commercialization reach levels of projection in terms of time and distances. (1-MCP). In this sense, a biofilm was applied to the coating based on the zapote resin at concentrations of 0, 30, 90 and 270 nL L⁻¹ for 12 hours at 24oC and stored under ambient conditions (24oC) for seven days. The variables were analyzed: color, humidity, weight, respiratory rate and perspiration. The experimental delineation was completely randomized, in a factorial scheme 4 x 10, with four repetitions of four fruits. The resin of zapote retained the development of the coloration of the bark and pulp and provided greater firmness of pulp and lower incidence of rot in the fruits. The untreated fruits presented maturation beginning after four days at 24oC, while in the treated fruits maturation began after seven days with a respiration rate of 5.75 mgCO₂ / kg.h and a level of maturity level 3. The treated fruits With the biofilm they presented lower respiratory rate and lower ethylene production. The results reveal that the application of the zapote is satisfactory to delay the maturation of the fruits and to increase the life of this one.

Palabras Clave: zapote resin, avocado, American persea, maturation, biofilm, pulp.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
<i>Resumen</i>	iv
<i>Abstract</i>	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	8
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	10
1.3. HIPÓTESIS.....	10
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	11
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.5.1. Objetivo General.....	12
1.5.2. Objetivos específicos.....	12
1.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.6.1. Antecedentes Internacionales.....	13
1.6.2. Antecedentes Nacionales.....	15
1.6.3. Antecedentes Locales.....	17
1.7. Marco Teórico.....	18
1.7.1. Generalidades.....	18

1.7.2.	Variable 1: Estado de madurez.....	33
1.7.3.	Variable 2 Recubrimiento:	35
1.7.4.	Variable 3: Temperatura:.....	36
1.7.5.	Variable 4: Tasa de respiración	36
1.7.6.	Variable 5: Pérdida de peso	38
1.7.7.	Variable 6. Humedad.....	38
1.7.8.	Variable 7: Pérdida de Aceite.....	39
II.	MARCO METODOLÓGICO	40
2.1.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	40
2.1.1.	Tipo de investigación:	40
2.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA:	40
2.2.2.	Muestra.....	40
2.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	41
2.3.1.	Variables Independientes:	41
2.3.2.	Variable dependiente:	41
2.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	43
2.5.	PLAN ESTADÍSTICO DE DATOS:	52
2.6.	Criterios Éticos:	54
2.7.	Criterios de rigor científico: Validez	54
III.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	55
3.1.	Acondicionamiento de materia para obtención de la goma zapote usada en el recubrimiento.....	55
3.2.	Estudio de vida útil de la palta fuerte con aplicación de biofilm de resina del zapote	55
3.2.1.	Tasa de Respiración.....	55

3.2.1.2. Índice de madurez: Organoléptica	57
5.1.1. Pérdida de Peso.....	62
5.1.2. Pérdida de Humedad.....	68
5.1.3. Gráfica de residuos para respuesta de pérdida de aceite a temperatura ambiente	74
1.4.5. Optimización del estudio	80
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	83
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
5.1. Conclusiones	87
5.2. Recomendaciones	88
Referencias Bibliográficas.....	89
ANEXO FOTOGRÁFICO	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición nutricional por cada 100 gramos de la parte comestible de la palta.	19
Tabla 2: Agentes de Recubrimiento	27
Tabla 3: Características físico – químicas de la goma de zapote	31
Tabla 4: Periodo de recolección de goma: Marzo – Diciembre	31
Tabla 5: Operacionalización de las Variables	42
Tabla 6:: Especificaciones del matraz Giardino.....	45
Tabla 7: Matriz decodificada para la evaluación estadística de las variables independientes	53
Tabla 8: Cuadro de la ANOVA para la evaluación estadística de la tasa de respiración	56
Tabla 9: Cuadro de la ANOVA para la evaluación estadística de la pérdida de peso.....	62
Tabla 10: Cuadro de la ANOVA para la evaluación estadística de la pérdida de peso.....	68
Tabla 11: Cuadro de la ANOVA para la evaluación estadística de la pérdida de Aceite ...	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de maduración de la palta	33
Figura 2: Formulación y obtención de la goma zapote	47
Figura 3 Aplicación del recubrimiento de la goma de zapote:	49
Figura 4: Residuos para tasa de respiración - Ambiente	57
Figura 5: Superficie de respuesta tasa de respiración con índices de maduración a temperatura ambiente.....	59
Figura 6: Superficie de respuesta de la Tasa de respiración con índice de maduración refrigerado.....	61
Figura 7: Residuos para respuesta de pérdida de peso en factor ambiente.....	63
Figura 8: Superficie de respuesta de pérdida de peso de acuerdo al estado de madurez a temperatura ambiente.....	65
Figura 9: Residuos para respuesta pérdida de peso a temperatura de refrigeración.....	66
Figura 10: Superficie de respuesta de pérdida de peso en Estado de refrigeración.....	67
Figura 11: Residuos para respuesta Humedad en condiciones de temperatura ambiente ...	69
Figura 12: Superficie de respuesta de la pérdida de humedad a temperatura ambiente	71
Figura 13 : Residuos por pérdidas de humedad a temperatura refrigerada	72
Figura 14: Respuesta de superficie por pérdida de humedad en estado de refrigeración....	73
Figura 15: Residuos para respuesta de pérdida de aceite a temperatura ambiente	75
Figura 16: Superficie de Respuesta de pérdida de aceite a temperatura ambiente	77
Figura 17: Residuos para respuesta de pérdida de aceite a temperatura refrigerada	78
Figura 18: Respuesta de superficie para pérdida de aceite a temperatura refrigerada	79
Figura 19: Optimización del Modelo a sus niveles máximo	82
Figura 20: Foto de la goma de sapote (Capparis scabrida) recién extraída.....	91
Figura 21: Foto de la goma molida con el tamiz N° 20	91
Figura 22: Cosecha de palta fuerte (persea americana)	92
Figura 23: Corte de la palta fuerte	92
Figura 24: Selección y corte de la palta.....	92
Figura 25: paltas cosechadas y colocadas en su encaje de cartón para su traslado al laboratorio.....	93
Figura 26: Agua destilada utilizada para el lavado de las paltas	93

Figura 27: Paltas en la mesa del laboratorio.....	94
Figura 28: Turbo Mixer para el lavado de las paltas	94
Figura 29: Agua destilada medida y preparada para el lavado de las paltas	95
Figura 30: Solución de resina de zapote diluida y preparada para su aplicación	96
Figura 31: Media de resina debidamente diluida a ser utilizada	96
Figura 32: Condiciones de la palta en cuanto a las características de su pulpa.....	97
Figura 33: Distintas muestras de la pulpa de la palta a ser analizada.....	98

I. INTRODUCCIÓN

La palta o aguacate (*Persea americana*) es un fruto climatérico que presenta alta tasa respiratoria y producción elevada de etileno después de la cosecha, lo que le confiere una alta perecibilidad bajo condiciones ambientales (Bower & Cutting, 1988, Kader, 1992). Dada esta característica, el control de la maduración es fundamental para el aumento de la vida útil después de la cosecha, con vistas al mercado interior y a la exportación de frutas. El principal factor que limita el transporte y el tiempo de comercialización, y que desprecia la calidad post-cosecha de la fruta, es el ablandamiento excesivo resultante de la maduración.

La baja temperatura ha sido el método de conservación, el más comúnmente empleado en la preservación, a la post-cosecha de la palta, cuyo tiempo máximo de almacenamiento es dependiente del cultivo y de la temperatura utilizada (Bower & Cutting, 1988). Según Gayet et al. (1995), las paltas se pueden almacenar durante 14 días a 7°C y 85% -90% de humedad relativa y después de ese período, la comercialización puede realizarse durante tres a cuatro días bajo temperatura ambiente. Los tratamientos complementarios como atmósfera modificada o controlada y aplicada, los aceites de calcio favorecen la preservación, la de las frutas (Bower & Cutting, 1988; Gayet et al., 1995; Meir et al., 1997).

En el Perú, la comercialización de la palta al por menor, ocurre sin refrigeración, Si se hiciera la aplicación de la tecnología de conservación propuesto en la presente investigación, puede proporcionar el transporte a largas distancias y el aumento del período de comercialización;

El etileno (C_2H_4) promueve la aceleración, la maduración y la senescencia de frutos climatéricos. En un determinado estadio de la maduración, al etileno se une a su receptor en la célula, un complejo proteico-enzimático, y desencadena una serie de eventos que culminan con la maduración y la senescencia del fruto (Lelievre et al., 1997^a). Se ha comprobado que la inhibición del etileno al receptor (en nuestro caso, las paltas), reduce su efecto, retardando la maduración y la senescencia.

En ese aspecto, la aplicación de un biofilm desarrollado a partir de la resina del árbol de zapote (*Capparis Scabrida*) en el control de maduración de la palta demostró su efectividad en el alargamiento del tiempo de maduración de la palta, aunándose a sus

beneficios su nula toxicidad demostrada (Bower & Cutting, 1988; Gayet et al., 1995; Meir et al., 1997).

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

A Nivel Internacional:

Guarrido (2016), señala que la siembra del aguacate en El Salvador no ha logrado alcanzar los niveles adecuados debido a la presencia de plagas y de la carencia de una tecnología adecuada que permita generar un rendimiento económico a dichas plantaciones, lo que pareciera estarse revertiendo con iniciativas como la del Programa Regional de Investigación e Innovación por Cadenas de Valor Agrícola (PRIICA), mediante la incorporación de nuevas variedades injertadas con mejores perspectivas de desarrollo.

Schaffer, Wolstenholme, & Whiley (2017), en un estudio bastante profundo respecto a la siembra de la palta, señalan que ésta ofrece una diversidad de particularidades que la convierten en uno de los productos agrícolas más sensibles y de mayor cuidado en cuanto a su proceso de pre cosecha y poscosecha, lo que representa un mayor costo de producción y, por ello, un significativo incremento en su precio de comercialización, pues las importaciones de las mejores calidades es bastante elevado así como su duración no permite una distribución exenta de riesgos de pérdida.

A Nivel Nacional:

De acuerdo a Sozzi (2008) existe en América diversos tipos de palta, siendo las más conocidas las siguientes: Palta Mexícola; Palta Hass; Palta Bacon; Palta Reed, Palta Fuerte, Palta zutano, Palta Pinkerton, Edranol, siendo en el Perú, la palta Hass y la Palta Fuerte las más comunes de acuerdo a las características de nuestro país. En ese contexto, la Palta Fuerte como fruta fresca en el Perú, ha ido en ascenso aumentando en un 67.7 % en el 2014, pero a la par, los requisitos de calidad también se han incrementado a un 58.9 % (MINAGRI, 2014). La palta es una fruta tropical que por su expresión climática es altamente perecedera y frágil, desde el momento de su cosecha el fruto de la palta inicia su Proceso de maduración y con él una serie de cambios fisiológicos que de no controlarse conllevarían a la necesidad de un pronto consumo y si a ello sumamos condiciones no adecuadas de almacenamiento a altos porcentajes de pérdidas; a ello debemos sumar que es

un fruto muy demandado por el mercado internacional, cuyo abastecimiento y atención se prolonga por el mismo tiempo que toda su llegada al país de destino y una de las condiciones principales a mantener es la cadena de frío durante el almacenamiento, ya que de no ser así se producen alteraciones estructurales, bioquímicas y microbiológicas (cambio de color de la cáscara de verde a negro y el ablandamiento de la pulpa, etc.); dando como resultado pérdidas pos cosecha;

Prieto (2018), indicó según un estudio realizado en el mercado mayorista de “La Parada” que las principales causas de pérdida del mercado mayorista son pudrición 27%, verdeamiento 22%, pérdida de peso por pérdida de agua 14%, excesiva permanencia en el mercado 12%, golpes 11%, robo/mala clasificación/otros 11%. Según (Raúl, 2012) tanto a nivel mundial como a nivel nacional las pérdidas post cosecha de las paltas se puede producir por una serie de factores, incluyendo presencia de altas concentraciones de CO₂ durante el almacenamiento, uso de baja temperatura durante almacenaje, edad avanzada de la fruta a cosecha o senescencia de la fruta. Muchos desórdenes, como el pardeamiento de pulpa están relacionados con deficiencia de calcio, como también influyen mucho los daños mecánicos (golpes, magulladuras, cortes etc.) en la vida útil de los frutos.

A Nivel Local:

De acuerdo a Ronceros (2017), el almacenamiento puede prolongarse de tres a cuatro semanas tiempo durante el cual debe mantenerse un nivel aceptable de calidad. Sin embargo, cuando el fruto es refrigerado por periodos más largos a bajas temperaturas, existe el riesgo de daños internos y externos (oscurecimiento del sistema vascular de la pulpa, manchado de la cáscara, maduración irregular, desarrollo de colores translúcidos y sabores anormales). Generando una disminución de la calidad comercial del fruto. Al mismo tiempo este tipo de problemas reduce el tiempo de exportación de la palta fuerte (Gestión, 2018), por periodos mayores a 20 días de traslado (Europa o Japón, vía marítima), ocasionando que el fruto llegue prácticamente listo para el consumo y existan problemas de distribución y pérdidas considerables en su calidad al querer ser comercializado.

Esta serie de problemas han sido poco a poco mitigadas a través de la aplicación de técnicas complementarias para la conservación combinadas con el uso de bajas temperaturas, una de ellas es el uso de recubrimientos, cuya finalidad es proteger al fruto y alargar la vida útil del producto durante su comercialización, sin embargo algunos de estos revestimientos

tienen efectos negativos sobre la fruta como: reducción en la pérdida de clorofila, generación de condiciones anaeróbicas, aparición de sabores desagradables y daños en la piel; debido a las reacciones citotóxicas con otros componentes en la formulación de los revestimientos.

Salazar (2014), señala que, el uso de resinas como técnica complementaria para la conservación de frutas en fresco, es costosa, teniendo en cuenta los flujos comerciales en los que respecta a las importaciones de resinas, las cuales superan los 123 mil dólares en valor CIF haciendo que las empresas exportadores de productos ajusten sus precios, limitando su competitividad; así mismo la falta de conocimientos e investigaciones de resinas naturales existentes en nuestro país con potencial para su uso como recubrimientos en la conservación de frutos en fresco hace que se sigan importando resinas artificiales con un alto costo y se genere dependencia de estos insumos. Al respecto, la resina derivada del árbol del zapote en su variante “Capparis Scabrida”, nativa del Perú y del Ecuador, ofrece particularidades botánicas de importante connotación agroindustrial que se utilizan en diversas aplicaciones muy apreciadas por la alta resistencia que ofrece a los agentes externos, utilizándose desde poco tiempo, como película de protección o de recubierta de determinados frutos, los cuales, por su delicada naturaleza, son de difícil manipulación y conservación, como en nuestro caso, de la Palta Forte (Serkovic Linares, 2016).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Es por ello que el problema de investigación queda formulado de la siguiente manera:

¿Cuál será el efecto de la resina de zapote (Capparis Scabrida) en el control de la maduración del fruto de palta (persea americana) variedad fuerte, en tres diferentes grados de madurez?

1.3. HIPÓTESIS

Hipótesis de Investigación (H1)

La aplicación de un recubrimiento formulado a partir de la resina del árbol de Zapote en concentración de 20 g/l, permitirá prolongar la vida útil de la Palta de variedad Forte por más de 7 días con un índice de vida útil normal de madurez fisiológica.

Hipótesis nula (Ho)

La aplicación de un recubrimiento formulado a partir de la resina del árbol de Zapote en concentración de 20 g/l, no permitirá prolongar la vida útil de la Palta de variedad Forte por más de 7 días con un índice de vida útil normal de madurez fisiológica.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El por qué de la investigación se sitúa en el hecho de que la vida útil de la palta de variedad forte poscosecha, es bastante limitada lo que impide un adecuado manejo para su comercialización, pese a ser un producto muy apreciado, tanto en el mercado nacional como internacional.

El para qué de la investigación se ubica en la respuesta que la comunidad científica debe dar ante una problemática que incide en la adecuada comercialización de la palta, lo que, de solucionarse al extender la vida útil de la palta en su variedad forte, va a traer consigo un crecimiento de la agroindustria y de las exportaciones en ese sentido, mejorando las condiciones de vida de quienes forman parte de esta actividad, aumentando el número de puestos de trabajo y demostrando las capacidades de los profesionales en la materia al dar solución a problemas de orden científico y tecnológico con aportes concretos.

En la actualidad, se están llevando múltiples intentos por extender la vida útil de las frutas frescas a través de la aplicación de diferentes técnicas basadas en el uso de complementos naturales como el uso de resinas de determinadas plantas a modo de recubierta o film, tendiente a mantener la calidad del fruto y, a la vez, optimizar su conservabilidad en un mayor tiempo; esto, si se considera que con el desarrollo del comercio mundial, se requiere que frutas frescas con el mínimo de pérdidas en cuanto a sus características naturales, puedan alcanzar mercados mucho más lejanos.

Al respecto, los recubrimientos utilizados proceden de una diversidad de plantas, las cuales ofrecen una condición inocua y de manejabilidad que permiten su aplicación en frutas, particularmente aquellas que, por su naturaleza, son de textura muy delicada, como es el caso de las fresas, las frambuesas, las paltas, entre otras. Así mismo, estos recubrimientos permiten una mejor manipulación de los mismos a fin de que no sean afectados por la abrasión generada por esta actividad.

En el caso particular de la resina de zapote, se ha podido establecer por estudios previos, sobre sus propiedades como recubrimiento cérico en un conjunto determinado de frutas frescas. Entre las propiedades de esta resina se encuentra la de retrasar la senescencia de la fruta y, por tanto, su mejor protección a los diversos factores que puedan generar su perjuicio. Al respecto, hay que señalar que el árbol de zapote, en sus diversas variedades es oriundo de América y en nuestro país, en el distrito de Motupe se encuentra una gran población de estos árboles lo que, aparejado a su aporte en la producción y comercialización de las frutas a ser conservadas, también puede generar una oportunidad de obtener ingresos en los pobladores de Motupe y aledaños, generando nuevos puestos de trabajo.

Si tomamos en consideración que el uso de resinas de origen sintético o semisintético, no sólo puede generar un determinado nivel de toxicidad que, aunque sea mínimo, por su factor acumulativo puede significar una amenaza a la salud de la población, sino que además introduce alteraciones en la calidad del fruto, en cuanto a su sabor, color y demás propiedades, el uso de resinas naturales se presenta como la mejor opción.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la resina de zapote en el control de la maduración del fruto de palta (persea americana) variedad fuerte, en tres diferentes grados de madurez

1.5.2. Objetivos específicos

Realizar la obtención de la cobertura mediante el tratamiento de la resina del Zapote (*Capparis scabrida* H.B.K)

Controlar la maduración de las paltas observándose en dos estadíos muy diferentes estados de temperatura (temperatura ambiente y refrigerada)

Efectuar las optimizaciones estadísticas realizadas en base a los estudios efectuados.

1.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Antecedentes Internacionales.

Vargas (2014), en su Tesis Doctoral: Recubrimientos biodegradables de biopolímeros para su aplicación en frutas, para obtener el título de Doctor en la Universidad de Valencia.

Objetivo: La investigación realizada tuvo como objetivo realizar una recomendación técnica ante un caso práctico: “alargar la vida útil de fresas y fresones y uva de mesa mediante la aplicación de recubrimientos comestibles”.

Metodología: Se trató de una investigación descriptiva. Para este propósito, se realizó una búsqueda bibliográfica en los distintos archivos a los que el investigador tuvo acceso, respecto a las patentes existentes de recubrimientos comestibles, para frutas y de las enunciaciones disponibles actualmente. Para poder decir respecto al recubrimiento ideal, se efectuó un minucioso análisis de las diversas patentes mencionadas en los múltiples artículos científicos, en un periodo que cubre desde el año 2014 al año 2019.

Resultado: El autor concluye que los biofilms o recubrimientos utilizados, ofrecen mejores resultados cuando se utiliza el quitosano en su formulación.
Palabras clave: fresa, uva de mesa, recubrimiento comestible, quitosano y celulosa

Vásquez, Guerrero, & Beltrán, (2013), en su Tesis de Maestría: Recubrimiento de frutas con biopelículas en la Universidad de Puebla, México.

Objetivo: EL objetivo de esta investigación fue el de establecer la tecnología más apropiada para poder prolongar la vida útil de las frutas frescas con un mínimo de procesamiento.

Metodología: Se trató de una investigación descriptiva no correlacional.

Resultado: Se concluyó que, para reducir la pérdida de agua de los productos frescos, los recubrimientos generalmente se aplican inmediatamente después de la cosecha. Es una técnica que ha tenido éxito no solo para reducir la pérdida de peso y retrasar el envejecimiento, sino también para aumentar las propiedades antimicrobianas.

Sin embargo, algunas sustancias incluidas en las formulaciones de recubrimientos impermeabilizantes han sido cuestionadas por sus residuos, algunos de los elementos que componen estos recubrimientos han sido prohibidos para las frutas y verduras del circuito biológico.

En este sentido, la investigación apuesta por el desarrollo de recubrimientos mediante el uso de sustancias comestibles. Es una tecnología que tiene como objetivo principal la salud y la seguridad del consumidor, además de mejorar la calidad de los productos posteriores a la cosecha. Los recubrimientos comestibles, a base de extractos de plantas (ECPE), son sustancias totalmente orgánicas y compatibles con productos orgánicos.

Ruiz (2012), en su Tesis de Grado: Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas, en la Universidad de Hermosillo – México.

Objetivo: El objetivo principal que tuvo esta investigación fue el de **evaluar** el efecto de recubrimientos comestibles (RC) de quitosano (Q) (1 y 2 %) con o sin la adición de aceite esencial de canela (AC) (0,03, 0,07 y 0,1 %) sobre los cambios en aceptabilidad, fenoles totales, capacidad antioxidante y población microbiana en fresas.

Metodología: Se trató de una investigación experimental en la que utilizaron fresas sin recubrimiento se utilizaron como control, mientras que el grupo experimental estuvo conformado por frutos tratados y almacenados por 15 días a 5°C y se evaluando cambios en la calidad a intervalos de 3 días.

Resultados: Las fresas se tratan, después de la cosecha, con ceras para dar brillo a las frutas. Según la legislación nacional, el empacador debe indicar en la etiqueta si y qué tipo de cera usó para las naranjas (palabras que el estándar no proporciona para otras frutas). Europa no lo cree así, por lo que los empacadores de otros países pueden usar ceras y productos fungicidas no autorizados en Italia y exportarnos las frutas empaquetadas y tratadas con estos aditivos. Es una paradoja, pero es así. La frase "piel no comestible" aparece en la etiqueta cuando las fresas se tratan con aditivos permitidos por la legislación nacional. Sin embargo, si usa cera de abejas para pulir el exterior, entonces la escritura no aparece.

1.6.2. Antecedentes Nacionales.

Escalante (2015), en su Tesis de Maestría: Aplicación de un recubrimiento comestible de goma de tara (*Caesalpinia Spinosa* Molina Kuntze) sobre fresas (*Fragaria Ananassa* cv. aromas) para prolongar su conservación en la Universidad Agraria de la Molina.

Objetivo: La investigación tuvo como objetivo determinar la eficacia de la goma de tara como recubrimiento comestible de la fresa a fin de prolongar su conservación.

Metodología: Se trató de una investigación estrictamente experimental.

Resultados: Los resultados mostraron que los recubrimientos no tenían efecto sobre los sólidos solubles, la acidez titulable, el pH y el color de las fresas. Además de reducir la tasa de respiración de las muestras, los recubrimientos comestibles de almidón de yuca han sido eficaces para retrasar la pérdida de peso y la compacidad durante el almacenamiento. En las condiciones en que se realizó el estudio, el sorbato de potasio no funcionó para controlar el desarrollo microbiano.

Las fresas recubiertas con almidón de yuca sin agente antimicrobiano mostraron buenas condiciones para el consumo y una buena satisfacción sensorial durante hasta 12 días de almacenamiento, mientras que las muestras de control y las muestras tratadas con el recubrimiento que contiene sorbato de potasio registraron una vida útil de 9 días. , debido a cambios microbianos.

Serkovic (2016), en su Tesis de Grado: Coberturas cerosas y almacenamiento en frío en la conservación pos cosecha de frutos de Tangor W. Murcott, en la Universidad Agraria de la Molina,

Objetivo: El autor señala que su trabajo de investigación tuvo la finalidad de evaluar el efecto de los recubrimientos comestibles de almidón de yuca pueden extender la vida útil de las fresas frescas de 9 a 12 días. También ha revelado la investigación, que los recubrimientos de almidón de yuca pueden ayudar a contrarrestar las alteraciones microbianas sin dañar el sabor o la apariencia externa del producto.

La fresa es una fruta muy delicada y tiene una vida útil corta después de la cosecha. Entre los factores responsables de la pérdida de calidad de las fresas se encuentran las altas actividades metabólicas y el moho.

Metodología: Para extender la vida útil del producto, se han aplicado algunos recubrimientos comestibles de almidón de yuca (3%) a las fresas ligeramente trabajadas, con o sin la adición de sorbato de potasio (0.05%). Algunas fresas sin recubrimiento se usaron como muestra de control. Se monitorearon las propiedades químicas y físicas, la tasa de respiración y la satisfacción sensorial de las fresas recubiertas o no recubiertas, almacenadas durante más de 15 días a una temperatura de 5 ° C.

Resultados: Estudios anteriores habían considerado el uso de diversos materiales de recubrimiento, incluido el gluten de trigo, el mucílago de cactus y el maíz. Los investigadores informaron que el almidón se usa comúnmente para recubrimientos comestibles, aunque el almidón de yuca es poco conocido en el sector alimentario. Esto se puede lograr a costos más bajos que otros almidones. La yuca se produce en grandes cantidades en países tropicales y subtropicales como el Perú.

Salazar (2014), Tesis de Grado: ventaja del uso de recubrimiento de resinas vegetales en la palta para su comercialización internacional – Lambayeque, EN LA Universidad Agraria de la Molina.

Objetivo: Tuvo como objetivo principal determinar las bondades del de las resinas vegetales en la conservación de la palta dirigida a su comercialización internacional.

Metodología: Se trató de una investigación eminentemente de naturaleza experimental.

Resultados: Las paltas que permanecen dos veces más maduras de lo habitual gracias a un revestimiento comestible en la cáscara hecha con materiales vegetales se pusieron a la venta en Europa por primera vez en diciembre de 2019. Las grandes cadenas de supermercados en Alemania y Dinamarca, de hecho, ofrecen la fruta tratada con un recubrimiento insípido, que tiene el potencial de reducir el desperdicio de frutas y verduras frescas a lo largo de la cadena de suministro y el uso de envases de plástico. El revestimiento

por pulverización, controla los dos factores principales que causan el deterioro de los productos frescos; la velocidad a la que sale el agua de la superficie de frutas y verduras y la velocidad a la que entra el oxígeno. Esto permite que los productos tratados permanezcan frescos por más tiempo.

1.6.3. Antecedentes Locales.

Muñoz (2014), en su Tesis de Grado: Control de maduración de la carambola (*Averrhoa Carambola* L.) mediante el uso de biofilm formulado a partir de la resina del árbol de zapote (*Capparis Scabrida* H.B.K), toma en consideración las propiedades y características de la carambola, la cual no sólo es muy frágil, sino que su vida útil es demasiado breve como para que pueda ser comercializada a grandes distancias y se mantenga durante respetables periodos de tiempo.

Objetivo: Evaluar el efecto en la maduración de la carambola a través de la aplicación de un biofilm elaborado a partir de la resina del árbol de zapote.

Metodología: La metodología aplicada fue el análisis mediante la técnica de superficie de respuesta, diseño D- óptimo y modelo cuadrático.

Resultados: Consideradas las diferentes variables de estudio, se pudo determinar que las carambolas sometidas a un estado de madurez organoléptico y que se encontraban recubiertas con biofilm a base de la resina de zapote en una concentración de 200 g/l consigue obtener una tasa de respiración de 4.534 mgCO₂/kh.hr, lo que determina una pérdida de peso por transpiración de 0.931%, °brix de 4.21, acidez de 1.01%, características todas ellas que permiten reducir el proceso de maduración de la carambola y extender su vida útil hasta por más de 21 días lo que supera hasta tres veces el promedio de vida útil de dicha fruto que en condiciones naturales no se extiende más allá de una semana.

1.7. Marco Teórico

1.7.1. Generalidades

1.7.1.1. La palta:

Según Sargapa (2011), El aguacate (*Persea americana*), un árbol con probable origen en el centro-sur de México, que está clasificado como un miembro de la familia de plantas con flores Lauraceae. El fruto de la planta, también llamado aguacate (o pera de aguacate o pera cocodrilo), es botánicamente una baya grande que contiene una sola semilla grande. La *Persea americana* es un árbol que crece hasta 20 m (66 pies), con hojas dispuestas alternativamente de 12–25 cm (4.7–9.8 pulgadas) de largo. Las panículas de flores con brácteas caducas surgen de un nuevo crecimiento o las axilas de las hojas. Las flores son discretas, de color amarillo verdoso, de 5–10 mm (0.2–0.4 in) de ancho.

La especie es variable debido a la presión de selección de los humanos para producir frutos más grandes y carnosos con un exocarpio más delgado. La fruta del aguacate es una baya climérica, de una sola semilla, debido al imperceptible endocarpio que cubre la semilla, [5] [10] en lugar de una drupa. El fruto en forma de pera mide 7–20 cm (2.8–7.9 in) de largo, pesa entre 100 y 1,000 g (3.5 y 35.3 oz), y tiene una semilla central grande, 5–6.4 cm (2.0–2.5 in) largo.

Los aguacates son comercialmente valiosos y se cultivan en climas tropicales y mediterráneos en todo el mundo. Tienen un cuerpo carnoso de piel verde que puede tener forma de pera, de huevo o esférico. Comercialmente, maduran después de la cosecha. Los árboles de aguacate se autopolinizan parcialmente y, a menudo, se propagan mediante injertos para mantener una calidad y cantidad de fruta predecible.

La palta experimenta, tanto en su pre-cosecha como en su pos-cosecha una serie de procedimientos tendientes a optimizar la calidad del fruto. Así, durante la precosecha se dedican muchos cuidados, relacionados principalmente al tratamiento de la tierra, la calidad de los abonos, la calidad del riego, así como el manejo y tratamiento de las plagas que afectan su proceso de madurez como de desarrollo.

Luego de ello viene el periodo de cosecha, donde la palta es cuidadosamente retirada de las plantas, luego colocada en sus respectivas cajas para luego

ser llevada a los centros de acopio donde son seleccionadas de acuerdo a su tamaño y características.

Durante la etapa de la poscosecha se manejan los criterios respecto a su proceso de madurez, el daño ocasionado por el exceso de frío, así como las enfermedades que pueda presentar durante ese periodo. Al respecto, hay que señalar que esta es la etapa donde el fruto pueda experimentar el mayor daño, ya sea por mala manipulación o por exposición a los agentes climáticos.

El Perú exporta grandes cantidades de palta, son más requeridas en países de Europa países como el Reino Unido y España. La Palta cuenta con hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas A, C, D, B6 y E, minerales, fibra y agua.

Tabla 1: *Composición nutricional por cada 100 gramos de la parte comestible de la palta.*

Sustancia	Proporción
Energía	161 Kcal = 674 Kj
Proteínas	1.98 gramos
Carbohidratos.	2.39 gramos
Fibra	5.00 gramos
Vitamina A	61.0 Ug ER
Vitamina B1	0.108 mg
Vitamina B2	0.122 mg
Niacina	2.27 mg EN
Vitamina B6	0.500 mg
Folatos	61.9 Ug
Vitamina C	7.90 mg
Vitamina E	2.30 mg
Calcio	11.00 mg
Fosforó	41.00 mg
Magnesio	39.0 mg
Hierro	1.02 mg
Potasio	599 mg
Zinc	0.420 mg
Grasa total	15.3 gramos

Grasa saturada	2.44 gramos
Sodio	10.0 mg

Fuente: Sargapa, 2011

1.7.1.2. Características botánicas y agronómicas:

De acuerdo a Agusti (2004), la *Persea americana*, o el aguacate, posiblemente se originó en el Valle de Tehuacán en el estado de Puebla, México, aunque la evidencia fósil sugiere que especies similares estaban mucho más extendidas hace millones de años. Sin embargo, no hay evidencia de tres posibles domesticaciones separadas del aguacate, lo que resulta en el mexicano reconocido en la actualidad (aoacatl), Guatemala (quilaoacatl), y de las Indias Occidentales (tlacacolaocatl) variedades locales. Las variedades locales mexicanas y guatemaltecas se originaron en las tierras altas de esos países, mientras que las variedades autóctonas de las Indias Occidentales son una variedad de tierras bajas que abarca desde Guatemala, Costa Rica, Colombia, Ecuador hasta Perú, logrando un amplio rango a través de la agencia humana antes de la llegada de los europeos. Las tres variedades locales separadas tenían más probabilidades de haberse entremezclado en la América precolombina y se describieron en el Códice florentino.

Los primeros residentes vivían en campamentos temporales en un antiguo humedal comiendo aguacates, chiles, moluscos, tiburones, pájaros y leones marinos. El descubrimiento más antiguo de un pozo de aguacate proviene de la cueva de Coxcatlán, que data de hace unos 9,000 a 10,000 años. Otras cuevas en el Valle de Tehuacán de alrededor del mismo período de tiempo también muestran evidencia temprana de la presencia de aguacate. [12] Hay evidencia del uso de aguacate en los sitios de la civilización Norte Chico en Perú por lo menos hace 3.200 años y en Caballo Muerto en Perú desde hace aproximadamente 3.800 hasta 4.500 años.

La variedad nativa no domesticada se conoce como criollo, y es pequeña, de piel negra oscura y contiene una semilla grande. Probablemente coevolucionó con megafauna extinta. El árbol de aguacate también tiene una larga historia de cultivo en América Central y del Sur, probablemente comenzando tan pronto como 5,000 AC. Una jarra de agua con forma de aguacate, que data del año 900 DC, fue descubierta en la ciudad preincaica de Chan Chan.

Según Rojas (2011), la especie subtropical necesita un clima sin heladas y con poco viento. Los vientos fuertes reducen la humedad, deshidratan las flores y afectan la polinización. Incluso cuando se produce una helada leve, puede ocurrir una caída prematura de la fruta, aunque el cultivar ' Hass ' puede tolerar temperaturas de hasta -1°C . Varias variedades resistentes al frío se plantan en la región de Gainesville, Florida, que sobreviven a temperaturas tan bajas como -6.5°C (20°F) con daños menores en las hojas. Los árboles también necesitan suelos bien aireados, idealmente más de 1 m de profundidad.

De este modo se asegura la polinización cruzada entre los cultivares de los grupos A y B. Por su parte, Ferreyra (2010), precisa que, al igual que el plátano, la palta es una fruta climatérica, que madura en el árbol, pero madura del árbol. Los aguacates utilizados en el comercio se recogen duro y verde y se mantienen en refrigeradores a 3.3 a 5.6°C hasta que lleguen a su destino final. Las paltas deben madurar adecuadamente. Los aguacates que caen del árbol maduran en el suelo. Generalmente, la fruta se recoge una vez que alcanza la madurez; Los productores eligen las paltas cuando tienen más del 23% de materia seca, y otros países productores tienen estándares similares. Una vez recogidos, las paltas maduran en una o dos semanas (dependiendo del cultivar) a temperatura ambiente (más rápido si se almacenan con otras frutas como manzanas o plátanos, debido a la influencia del etileno). Algunos supermercados venden paltas maduras que han sido tratados con etileno sintético para acelerar la maduración. El uso de una "sala de maduración" de gas etileno, que ahora es un estándar de la industria, fue pionera en la década de 1980 por el agricultor Gil Henry de Escondido, California, en respuesta a imágenes de una cámara oculta de supermercado que mostraba a los compradores apretando con fuerza repetidamente, aguacates inmaduros, poniéndolos "de vuelta en el contenedor" y avanzando sin hacer una compra. En algunos casos, los aguacates se pueden dejar en el árbol durante varios meses, lo cual es una ventaja para los productores comerciales que buscan el mayor rendimiento de su cosecha, pero si la fruta permanece sin recoger durante demasiado tiempo, se cae al suelo.

1.7.1.3. Variedades de palta:

Existen una diversidad de variedades de palta, entre las que se encuentran:

Nos dice Phoenix (2011) que la raza llamada Ettinger, Predominantemente guatemalteco, con algunos genes de raza mexicana, 'Sharwil' fue desarrollado en 1951 por Sir Frank Sharpe en Redland Bay , al sur de Queensland. El nombre "Sharwil" es una amalgama de Sharpe y Wilson (JC Wilson es el primer propagador). Los vástagos fueron enviados desde Australia a Hawai en 1966.

De acuerdo a Figueroa (2014), la raza conocida como Bocón es una fruta de tamaño mediano con piel verde áspera, se parece mucho al 'Fuerte', pero tiene una forma ligeramente más ovalada. La fruta tiene una pulpa de color amarillo verdoso con un rico sabor a nuez y un alto contenido de aceite (20–24%), y una pequeña semilla. La piel es verde cuando está madura. Representa más del 57% de la agricultura comercial en Hawai, y representa hasta el 20% de todos los aguacates cultivados en Nueva Gales del Sur - Australia Es un portador regular y moderado con fruta de excelente calidad, pero es sensible a las heladas. La resistencia a enfermedades y plagas es superior a 'Fuerte'.

Phoenix (2011) nos dice que el aguacate Fuerte, Una cruz mexicano-guatemalteca originaria de Puebla, el 'Fuerte' se ganó su nombre, lo que significa fuerte en español, después de resistir una helada severa en California en 1913. Resistente a -3°C (27°F), tiene un nivel medio tamaño, fruta en forma de pera con una piel verde, coriácea y fácil de pelar. La carne cremosa de sabor suave y rico tiene 18% de aceite. La piel madura de verde. El tamaño del árbol es de 6 por 4 m (19.7 por 13.1 pies).

Según Ortega (2012), la variedad Hass, es el cultivar más común de aguacate. Produce fruta durante todo el año y representa el 80% de los aguacates cultivados en el mundo. Todos los árboles 'Hass' descienden de un solo "árbol madre" criado por un cartero llamado Rudolph Hass, de La Habra Heights, California. Hass patentó el árbol productivo en 1935. El "árbol madre", de subespecie incierta, murió de podredumbre de la raíz y fue cortado en septiembre de 2002. Los árboles 'Hass' tienen fruta ovalada de tamaño mediano (150–250 g o 5.3–8.8 oz) con una piel negra y de guijarros. La carne tiene una nuez. Un tipo híbrido guatemalteco puede soportar temperaturas de hasta -1°C (30°F).

La palta fuerte, la cual es la variedad escogida para los objetivos de la presente investigación.

1.7.1.4. Técnicas de cultivo de la palta fuerte:

Quispe (2015), nos dice que los aguacates pueden propagarse por semillas, y demorar entre cuatro y seis años en producir frutos, aunque en algunos casos las plántulas pueden demorar 10 años en producirse. [38] Es improbable que la descendencia sea idéntica a la variedad madre en calidad de fruta. Las variedades de primera calidad se propagan por injerto a portainjertos que se propagan por semilla (portainjertos de plántulas) o por capas (portainjertos clonales). Después de aproximadamente un año de cultivo en invernadero, los portainjertos jóvenes están listos para ser injertados. El injerto terminal y lateral se usa normalmente. El vástagoEl cultivar crece durante otros 6 a 12 meses antes de que el árbol esté listo para ser vendido. Los portainjertos clonales se seleccionan por su tolerancia a suelos específicos y condiciones de enfermedades, como una pobre aireación del suelo o resistencia a la enfermedad transmitida por el suelo (pudrición de la raíz) causada por *Phytophthora*.

El riego más adecuado es el de localizado, con aportaciones de 4.000-8.000 m³/ha, en climas subtropicales secos.

Para Quispe (2015), la producción comercial de aguacate se limita a una pequeña fracción de la gran diversidad genética en la especie. La conservación de esta diversidad genética se ha basado principalmente en la recolección en el campo, ya que las semillas de aguacate a menudo no sobreviven al almacenamiento en los bancos de semillas. Esto es problemático, ya que la conservación en el campo de los cultivares vivos es costosa y la pérdida de hábitat amenaza a los cultivares silvestres. Más recientemente, se ha desarrollado un método alternativo de conservación basado en la criopreservación de embriones somáticos de aguacate con métodos confiables para la embriogénesis somática y la reconstitución en árboles vivos.

1.7.1.5. Maduración:

Al igual que el plátano, el aguacate es una fruta climatérica, que madura en el árbol, pero madura del árbol. Los aguacates utilizados en el comercio se recogen duro y verde y se mantienen en refrigeradores a 3.3 a 5.6 ° C (37.9 a 42.1 ° F) hasta que lleguen a su destino final. Los aguacates deben estar maduros para madurar adecuadamente. Los aguacates que caen del árbol maduran en el suelo. Generalmente, la fruta se recoge una vez que alcanza la madurez; Los productores

mexicanos eligen los aguacates 'Hass' cuando tienen más del 23% de materia seca, y otros países productores tienen estándares similares. Una vez recogidos, los aguacates maduran en una o dos semanas (dependiendo del cultivar) a temperatura ambiente (más rápido si se almacenan con otras frutas como manzanas o plátanos, debido a la influencia del etileno).

Opina Mesa (2010), referencia a la propagación y porta injertos, que los aguacates pueden propagarse por semillas, y demorar entre cuatro y seis años en producir frutos, aunque en algunos casos las plántulas pueden demorar 10 años en producirse. [38] Es improbable que la descendencia sea idéntica a la variedad madre en calidad de fruta. Las variedades de primera calidad se propagan por injerto a porta injertos que se propagan por semilla (porta injertos de plántulas) o por capas (porta injertos clonales). Después de aproximadamente un año de cultivo en invernadero, los porta injertos jóvenes están listos para ser injertados. El injerto terminal y lateral se usa normalmente. El vástago al cultivar crece durante otros 6 a 12 meses antes de que el árbol esté listo para ser vendido. Los porta injertos clonales se seleccionan por su tolerancia a suelos específicos y condiciones de enfermedades, como una pobre aireación del suelo o resistencia a la enfermedad transmitida por el suelo (pudrición de la raíz) causada por *Phytophthora*.

1.7.1.6. Plagas de la palta:

De acuerdo a Núñez, (2014), los árboles de aguacate son vulnerables a enfermedades bacterianas, virales, fúngicas y nutricionales (excesos y deficiencias de minerales clave). La enfermedad puede afectar todas las partes de la planta, causando manchas, podredumbre, chancros, picaduras y decoloración.

Trip del aguacate: Según Ripa, (2010), genera la pudrición radical y el desarrollo de moho u hongos cerca del collar, favorecidos por el exceso de riego y agua estancada; En el cultivo, a menudo son atacados por insectos defoliadores y moscas de la fruta.

Araña de cristal: (*Oligonychus*): A decir de Núñez, (2014), esta plaga se presenta en época seca, los adultos succionan los jugos de las hojas, produciendo manchas amarillentas en las mismas. En casos severos, los árboles se debilitan y tiran sus hojas.

Taladrador del tronco: (*Copturomimus persea gunther*). Para Núñez, (2014), esta plaga planta muy sensible a la presencia de un patógeno fúngico: *Phytophthora cinnamomi*. Esto pertenece a la misma familia de mildiu veloso del tomate, *Phytophthora infestans*.

Es un hongo que ataca las raíces de las plantas leñosas, pudriéndolas, especialmente si son muy delgadas.

Acaro de las agallas: (*Eriophyes*): Precisa Ripa (2010), Las hojas de las plantas atacadas se vuelven cloróticas y se marchitan, y en caso de ataques graves, es probable que la planta muera. Otros síntomas son: emaciación, reducción del tamaño del fruto, gominola, pudrición del fruto y collar de plantas. Las plantas infectadas pueden colapsar rápidamente. A veces, sin embargo, sobreviven durante varios años, volviéndose asintomáticos, pero potencialmente infecciosos para las plantas sanas.

La defensa biológica de esta enfermedad se implementa con prácticas agronómicas adecuadas, que no estresan a la planta. En primer lugar, el estancamiento del agua, la causa principal de la propagación del hongo, debe evitarse por completo. Entonces se debe evitar el estrés hídrico, es decir, abundar en riego después de períodos secos. Recuerde siempre que el agua para las plantas debe ser escasa y administrarse constantemente.

Otro factor peligroso es la excesiva fertilización nitrogenada. En cuanto a los parásitos animales, el aguacate suele ser una planta menos sensible que nuestros frutales. Al ser de origen tropical, está acostumbrado a la presencia de numerosos parásitos.

1.7.1.7. Cera:

Según Gómez (2011), El término ceras indica aquellos compuestos que tienen una composición química y características físicas similares a las típicas de la cera de abejas.

Las ceras pertenecen a una clase de compuestos químicos orgánicos de tipo lípido que son maleables a temperatura ambiente y que se funden a una temperatura de aproximadamente 45 ° C dando un líquido de baja viscosidad. Dada su estructura química, son insolubles en agua, pero solubles en solventes apolares.

Las ceras forman la capa delgada que cubre las hojas de las plantas o que proporcionan un recubrimiento superficial para los insectos o la piel de los animales.

En las ceras hay un enlace éster dado por la unión de ácidos carboxílicos de cadena larga y alcoholes de cadena larga; La longitud de la cadena, el grado de insaturación y la presencia de ramas caracterizan la cera (Fomesa, 2011).

1.7.1.8. Recubrimientos:

Definición y propiedades funcionales:

Los recubrimientos son aquellos materiales de origen natural, principalmente vegetal que se aplican sobre determinados alimentos formando una fina capa que tiene como función principal, el de proteger a la agresividad ambiental y otros agentes que puedan perjudicar la calidad y condición del alimento. En el caso específico de las frutas, el recubrimiento se convierte en la barrera semipermeable que tiene como objetivo el de controlar los gases y al vapor de agua que acelera el proceso de maduración de la fruta, manteniendo las características naturales intrínsecas del fruto, pues en la función de barrera que desarrolla el recubrimiento, reduce la transpiración del fruto (Tarazaga, 2007)

Tipos de recubrimientos:

Existen tres clases de recubrimientos: los recubrimientos polisacáridos, las proteínas y los lípidos. Hay ocasiones en que es más recomendable varios recubrimientos con el objetivo de obtener una sustancia con mejores y características más específicas. Es importante señalar, que los recubrimientos que han sido desarrollados a partir de una base de polisacáridos son hidrofílicos ya que, permite la generación de enlaces de hidrogeno, los mismos que se convierten en una barrera muy eficiente contra el oxígeno, pero deficientes. Los recubrimientos que tienen como principio activo a las proteínas, tienen entre otras de sus propiedades, el hecho de que sean hidrofílicos. Al respecto, luego de varias investigaciones se ha podido determinar que ofrecen una aceptable resistencia mecánica lo que los hace recomendables para proteger a las frutas de la manipulación excesiva, así como de lesiones ocasionadas en el trasiego que se hace de ellas. En el lado negativo, se ha podido establecer que ofrecen una resistencia muy débil a la

pérdida de humedad lo que no los hace muy recomendables en lo que respecta al alargamiento de la vida útil de las frutas (Pascall, 2013).

Composición, funciones y propiedades:

Es evidente que una de las características principales que deben tener los recubrimientos es aquella relacionada a que sean comestibles y que no afecten el sabor principal que es el de la fruta. A ello se agrega el factor de su semipermeabilidad a gases como el oxígeno y el dióxido de carbono (O_2 y CO_2) así como al vapor de agua. A estas características químicas se agrega el hecho de que los recubrimientos deben ofrecer una respetable resistencia de naturaleza mecánica a fin de proteger a los frutos de los daños ocasionados por su transporte, embalaje y distribución. (Elika, 2009)

En resumen, las principales propiedades que deben ofrecer los recubrimientos se sintetizan de la siguiente forma:

- Inhibir el proceso de pérdida de gases y de humedad del fruto
- Inhibir la disminución de las grasas y solutos vegetales de la fruta
- Presentar una mejor protección mecánica y actuar de escudo contra los daños físicos que pueda experimentar la fruta durante su manipulación y transporte.
- Retener las características naturales de la fruta a fin de que ésta mantenga su sabor, olor y demás propiedades.

Tabla 2: Recubrimientos naturales más usados

Código	Recubrimiento
E901	Cera de abejas
E902	Cera de candelilla
E903	Cera de carnauba
E904	Goma laca
E905	Aceites minerales
E906	Goma benjuí
E907	Cera micro cristales refinada

E908	Cera de germen de arroz
E912	Esteres de ácido montánico
E913	Laolina
E914	Cera de polietileno oxidada
E915	Goma de zapote

Fuente: (Elika, 2009)

1.7.1.9. Efectos de la aplicación de recubrimientos a frutos:

Cada año, se arrojan al basurero millones de dólares en desperdicios de alimentos, mientras que en el mundo se alcanzan los 550 mil millones. Un gran desperdicio, que podría ser útil en varias formas. Si se utilizan recubrimientos, que también son comestibles, se produce una solución que gelifica la fruta, la recubre y se adhiere como una película. Gracias a esta película, que actúa como una barrera semipermeable, la fruta permanece más hidratada y más consistente durante más tiempo, reteniendo más agua y dióxido de carbono y reduciendo la penetración de oxígeno. (Pantastico, 2009)

Por ello, las aplicaciones de tratamientos en la etapa de pos recolección también ofrecen una importante función antibacteriana. Si se agregan otros componentes al colágeno, como el jugo de arándano, un poderoso antioxidante, el riesgo de contaminación con *Escherichia coli* se reduce en un 41%. Otra función importante de los recubrimientos comestibles es su capacidad para retrasar la maduración de la fruta, permitiendo así una mayor vida útil y manteniendo las características nutricionales y nutraceuticas sin cambios. Los recubrimientos comestibles no solo se pueden usar para proteger alimentos de origen vegetal, sino también, por ejemplo, alimentos de origen animal como el queso. (Pantastico, 2009).

Es importante el recubrimiento, porque también puede transmitir compuestos bioactivos, de lo contrario ausentes en los alimentos que, de esta manera, asumirían un valor agregado más alto que el valor básico. A este respecto, un experimento ha encontrado que un componente fenólico con propiedades antioxidantes, agregado en la solución de recubrimiento comestible, permanece en la fruta de tomate incluso después de enjuagar el recubrimiento. Con respecto al costo, tal tratamiento de recubrimiento en tomates es potencialmente muy barato. De hecho, a partir de un cálculo

realizado después de experimentos realizados a nivel de laboratorio, el costo del tratamiento sería de solo 3 centavos por kilo de tomates. (Osorio, 2012).

Formas de aplicación:

A continuación, se describen las formas más usadas y recomendadas para la aplicación del recubrimiento:

1. *En forma de espuma:*

Se aplica a través de un inyector de espuma el cual “dispara” dicha espuma sobre la fruta a ser tratada, cubriendo de forma inmediata todo su entorno (Osorio, 2012).

2. *En forma de aspersión:*

Según Osorio (2012) la técnica de la aspersión es muy útil en la medida que permite una aplicación más íntegra del recubrimiento, la cual puede ser aplicada en distintos niveles gracias a que los aspersores pueden ser graduados.

3. *En forma de inmersión:*

La inmersión ofrece un tratamiento mucho más integral en la medida que las frutas a ser tratadas, son sumergidas dentro de un recipiente que contiene el recubrimiento en estado líquido (Osorio, 2012)

4. *Con cepillos:*

Esta es otra técnica que es bastante efectiva, pues el recubrimiento es aplicado mediante una serie de cepillos, aunque su lado negativo es que la velocidad y nivel de cepillado tiene que ser el mínimo posible a fin de evitar perjuicios en la fruta (Martínez, 2011).

La formulación de un recubrimiento:

El tipo, características y efectos de los distintos tipos de recubrimiento de acuerdo a las distintas investigaciones efectuadas, ha permitido establecer que la goma de zapote es la fórmula ideal para su aplicación en la palta persea

americana fuerte. Para ello, siguiendo a Muñoz (2013), se dispuso utilizar una concentración del recubrimiento 80 a 200 g/l.

Lavado:

Los frutos, una vez que son cosechados se encuentran en una condición de cierto nivel de suciedad generada por una diversidad de elementos que se encuentran adheridas a su cáscara. Los nutricionistas a menudo recomiendan consumir frutas y verduras con su cáscara, especialmente frutas como manzanas o peras, porque allí es donde se concentran la bondad y los nutrientes que los hacen tan únicos. Sin embargo, también es cierto que los parásitos, pequeños insectos, agentes nocivos y, otros agentes como el polvo, pesticidas y fungicidas, pueden concentrarse en la piel, por lo que una vez recogidos deben ser sometidos a un escrupuloso proceso de lavado. (Elika, 2009)

Pre secado:

El pre secado es la etapa a través de la cual, una vez lavados los frutos, son sometidos a un proceso de secado natural, pero no al extremo de deshidratarlos, pues tienen que conservar un determinado porcentaje de humedad necesaria para la etapa siguiente, consistente en la aplicación de la cera de recubrimiento (Martínez, 2011).

Encerado:

a. Esta práctica se realiza para:

Esta etapa se caracteriza por restituir a la fruta, el recubrimiento ceroso natural que poseía al momento de su cosecha y que se perdió durante el proceso de lavado y pre secado (Arriaga, 2010).

b. Legislación:

Al respecto sobre los tipos de ceras o recubrimientos idóneos a ser usados en la conservación de la fruta, la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos. A establecido una directiva muy específica respecto a los productos a ser utilizados en los recubrimientos (Elika, 2009).

Tabla 3: Características físico – químicas de la goma de zapote

Tipo de goma	Goma de sapote	Goma arábica	Goma karaya	Goma ghatti	
Características físicas	Color	Al ser extraída: Marrón rojizo. En polvo: crema claro o blanco amarillento	Al ser extraída: café ámbar. En polvo: blanco ligeramente amarillento	Color amarillo pálido a marrón rosáceo. En polvo: gris pálido – marrón rosáceo.	Color: Marrón claro
	Humedad	10-12%	8-15%	19% a 20% Max	15% Max
	Viscosidad (medido con Brookfield)	En soluciones al 15 – 20% la viscosidad es de 160 – 350 cps (a 25°C; 20 RPM)	<u>Premium y Gum Acacia</u> #2 (ISC) En soluciones al 20% = 150 – 200 cps max	Viscosidad a 1% de conc=200 – 500 cps Viscosidad a 2% de conc = 5000 – 8000	Al 5% de concentración a 25°C viscosidad 200 cps min Al 5% de conc = 50 – 400 cps
Características químicas	Composición Química	Galactosa, arabinosa, ramnosa y ácido glucourónico. Rotación óptica: Dextrógira	Galactosa, ramnosa, arabinosa ácido glucourónico, - Ácido 4-o-metilglucouronico	Ácido D-galactourónio L-ramnosa, - D-galactosa, - D-glucourónico	-L-arabinosa, D-galactosa, D-mannosa, D-xylosa y ácido D-glucoronico
	pH	4.41 – 4.52	4.0 – 4.8	4.3 – 5.0	4.5 – 5.2
Usos			Emulsificante encapsulante de sabores, espesante/ Fijador, Estabilizador de espumas. Retardante de la cristalización del azúcar	Espesante, estabilizante y emulsificante . Previene la cristalización	Emulsionante, Espesante/Fijador., formación de películas

Fuente: Elika, (2009)

Rendimiento: Goma de Zapote

Tabla 4: Periodo de recolección de goma: Marzo – Diciembre

Rendimiento goma	Cantidad	Unidad
Rendimiento Promedio Por Árbol	18	g/ arbol

Densidad	34.5	n° arboles/ ha
Individuos Productivos	70.4	%
Rendimiento Por Ha/ Colecta	434.64	E/HA
Rendimiento Por Ha/ Año	4.35	Kg/HA

Fuente: Elika, (2009)

1.7.1.10. Efecto en la maduración por el recubrimiento:

Baja temperatura:

El sometimiento a las frutas a bajas temperaturas posee efectos positivos en cuanto extiende el proceso de maduración, reduce el metabolismo de los microorganismos e inhibe la pérdida de humedad, gases y aceites que son, los que, al fin al cabo, determinan la velocidad del proceso de maduración (Agricultura, 2010).

Modificación de la atmosfera:

Los cambios que pueden introducirse respecto a los niveles de oxígeno y CO₂, van a determinar una reducción de las actividades de microorganismos sobre las frutas, optimizando la resistencia del fruto a estos elementos patógenos. De esta forma, también se inhiben los procesos fermentativos que puedan tener lugar durante el proceso de maduración (Agricultura, 2010).

Concentraciones elevadas de CO₂ mejoran la respuesta de la fruta a la senescencia, más aún cuando estos se hayan en condiciones de almacenamiento. La disminución del oxígeno a niveles por debajo del 10% posee los mismos efectos. La refrigeración a 0°C, igualmente mejora la resistencia del fruto alargando su conservación. No obstante, una vez expuestos al ambiente natural, el proceso de maduración se acelera y se presentan las mismas características que si no hubiera sido sometido a refrigeración.

1.7.2. Variable 1: Estado de madurez

Después de la cosecha, los frutos mantienen muchos de los procesos vitales predominante en el momento anterior a la cosecha, principalmente la respiración.

De acuerdo a Sozzi (2008), señala que son diversas mudanzas ocurren en la estructura y composición de la pared de las células, resultando en ablandamiento del fruto. Por ejemplo, el cambio en el color de la corteza del fruto, derivado de la destrucción de la clorofila, da lugar a los pigmentos carotenoides rojo y amarillo, mientras que la reducción en el contenido de almidón se acompaña del aumento en el contenido de azúcar. Algunos compuestos volátiles producidos confieren a los frutos sabor y aroma. El etileno, uno de los compuestos volátiles encontrados en la mayoría de los frutos en ciertos estadios del desarrollo, al alcanzar una concentración suficiente, induce la maduración, que resultará en aumento de su producción, acelerando el proceso de senescencia de los tejidos. (p. 29).



Figura 1: Proceso de maduración de la palta

Fuente: <https://www.campodebenamayor.es/frutas-tropicales/propiedades-del-aguacate/>

Una de las leyes fundamentales de la química es que la tasa de las reacciones es controlada por la temperatura. Esta tasa prácticamente se duplica para cada aumento de 10⁰C. El término Q₁₀ se conoce como "Cociente de temperatura" y puede ser representado por la ecuación:

$$Q_{10} = \left[\frac{R_2}{R_1} \right]^{10/(t_2-t_1)}$$

En que:

Q_{10} = Cociente de temperatura por cada incremento de 10°C (para una mayoría de frutos, aproximadamente 2.4)

R_1 = Tasa de respiración a temperatura 1 (t_1)

R_2 = Tasa de respiración a temperatura 2 ($t_2^\circ\text{C}$)

Diversas enzimas se encuentran involucradas en los procesos de respiración y maduración de los frutos también afectan a la temperatura. De esta forma, el control de la temperatura por medio de la refrigeración es el medio más efectivo para prolongar la vida comercial de los frutos.

En general, los frutos presentan diferencias en sus características durante el almacenamiento. Estas diferencias dependen de la estación de crecimiento, tasa de respiración, cantidad de etileno liberado y de factores genéticos. (Vargas Colás, 2014)

Para utilizar adecuadamente el almacenamiento en frío, es necesario comprender el significado del término "maduro" y la importancia de la determinación de la madurez de las frutas. La madurez fisiológica puede definirse como el punto en que el fruto ya ha alcanzado una fase de desarrollo que permite el manejo adecuado durante la cosecha y post-cosecha (incluida la maduración por etileno), sin que haya una modificación de la calidad mínima exigida por el consumidor. Un ejemplo muy común es el caso de algunas frutas, en general las climatéricas, como, por ejemplo, el plátano, que, aunque tiene madurez adecuada la cosecha, todavía presenta el color verde. La calidad comestible en ese estadio de maduración, sin embargo, está lejos de ser óptima para consumo al natural o para determinados procesos industriales. Sin embargo, para la gran mayoría de las hortalizas, la maduración óptima para la cosecha coincide con la calidad comestible óptima. (Ruiz Cruz, 2012)

Muchas investigaciones se han hecho para estudiar la composición de los frutos en diferentes estadios de desarrollo, pues durante esa fase, ocurren muchas transformaciones físicas y químicas, indicando la calidad del fruto y el comportamiento post-cosecha. Entre las más importantes transformaciones que ocurren en el último estadio de maduración son:

- incremento del azúcar
- disminución de la acidez;

- disminución del contenido de almidón (manzanas, peras y plátanos);
- aumento de la cantidad de aceite (coco y aguacate);
- desarrollo de volátiles que contribuyen al sabor y aroma;
- forma de pigmentos en la cáscara y pulpa;
- incremento del ácido ascórbico, seguido por decrecimiento;
- aumento en caroteno; y
- la cáscara de muchos frutos, cuando maduros, desarrolla cera, dando brillo y protección contra la pérdida de humedad.

Muchas características o propiedades de los frutos se han utilizado como índice de cosecha y estandarización para la comercialización. Algunos ejemplos son la razón entre a₉ y ácido, para frutas cítricas; cantidad de aceite, para los aguacates; y una cantidad de aza, para uvas.

Desarrollo, maduración, maduración y envejecimiento son fases en la vida del fruto. El desarrollo incluye la maduración, que corresponde al último estadio de desarrollo, en que el fruto alcanza el tamaño máximo y la calidad óptima para la alimentación. La maduración es el proceso terminal de maduración, cuando el fruto desarrolla sabor, textura y aroma. Sin embargo, algunos frutos no maduran convenientemente mientras presionan las plantas, como el aguacate, la pera y la manga. Este problema, según algunos investigadores, ha sido relacionado con el etileno y su función como hormona de la maduración o sustancias antagónicas a la del etileno. (Sozzi, 2008)

1.7.3. Variable 2 Recubrimiento:

Las películas procesadas a partir de polímeros naturales no tóxicos se han firmado como una nueva categoría de materiales de alto potencial para la formación de coberturas protectoras comestibles sobre frutos y hortalizas. (Sánchez R., 2009). Esta es una tecnología emergente, en constante desarrollo, y de particular importancia para las áreas de conservación post-cosecha de frutos tropicales y principalmente para el aumento de vida de productos mínimamente procesados. En particular, frutos de alta pervivencia y los seguimientos denominados "fresh-cut" y "ready-to-eat" son los que requieren cuidados de conservación y la tecnología de revestimientos ha sido adoptada como una estrategia fundamental para el mantenimiento de la apariencia y de sus cualidades nutricionales. (Sozzi, 2008)

Los revestimientos empleados dependen fundamentalmente de la fisiología del fruto pueden tener carácter hidrofílico y tienen como principal final crear una membrana entre el producto y su entorno, actuando como reductor de la permeación de gases esenciales a la actividad respiratoria y como barrera a la inmovilización e infestación de patógenos. Las cubiertas presentan propiedades mecánicas específicas y pueden minimizar los daños de origen mecánico derivados del transporte y el manejo (Vargas Colás, 2014).

1.7.4. Variable 3: Temperatura:

En general, en el proceso de maduración de las frutas, a partir de los 30 ° C comienza a disminuir la actividad enzimática, 35 ° C disminuye aún más y se para 40 ° C. Si continuamos 30 ° C espera, maduración, no será normal, siendo este irregular.

El límite inferior para la inactividad de la enzima es entre 0 ° C y 2 ° C, pero a esta temperatura el agua congela la expansión del producto dando que afectan a las células del tejido. Cuando el descongelado tejido no reabsorbe el agua porque las células se dañan y, por lo tanto, la textura se modifica. A continuación, alta o muy baja temperatura no es conveniente, es ideal para quedarse un poco por encima de la temperatura de congelación de la fruta, para almacenar y prolongar la vida útil más larga.

Cuando no tiene frío fruta climática disminuye el deterioro y el otro climaterio el inicio de la maduración se retrasa, y si se mantiene a baja temperatura durante mucho tiempo ser aplicado Etileno (más) para madurar. El intervalo ideal para la maduración organoléptica está entre 10 ° C y 30 ° C, de forma optimizada 20 ° C. Ningún beneficio cuando la temperatura es baja, pero debe tener en cuenta factores como maduración, conservación, daño de frío, etc.

Los frutos climáticos como los plátanos, los aguacates y los mangos, deben sometidos a un tratamiento de temperaturas bajas cuando se exportan a mercados distantes y se enviará mientras que aún duro y verde, con el fin de reducir los daños y las pérdidas durante el paseo y la manipulación.

1.7.5. Variable 4: Tasa de respiración

La respiración es el principal proceso fisiológico que continúa ocurriendo en el período post-cosecha, ya que el vegetal no está más ligado a su origen; es necesario, entonces, que utilice sus reservas de sustratos, acumulado durante el crecimiento

y la maduración. Según Chitarra & Chitarra (2009), la actividad respiratoria es influenciada por la composición del fruto completamente formado y por las alteraciones químicas que ocurren durante la fase de maduración. Para los autores, la respiración resulta en modificaciones profundas de las sustancias que participan de estas alteraciones (proteínas, glicídeos, lípidos, ácidos orgánicos, vitaminas minerales, hemicelulosa y pectinas), pudiendo ser altamente indeseables desde el punto de vista de la calidad; en condiciones no controladas, estos cambios pueden llevar rápidamente a la senescencia, y los tejidos se vuelven muy susceptibles al ataque de microorganismos ya la pérdida de humedad. Siendo así, es un hecho que el control de la respiración es una condición esencial para la obtención de condiciones adecuadas de almacenamiento de los productos perecederos. (Chitarra & Chitarra, 2009)

La respiración consiste en la descomposición oxidativa de sustancias complejas presentes en las células, como polisacáridos, azúcares simples, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos en moléculas simples como CO₂ y H₂O con producción de energía (Sánchez R., 2009). Según los autores, la respiración no es sólo importante para la producción de energía, pues a partir de los compuestos intermediarios existentes a lo largo de la cadena respiratoria, otras sustancias importantes se sintetizan como, por ejemplo, varios compuestos fenólicos, incluyendo fitohexinas, que son sustancias sintetizadas para combatir el ataque de hongos causantes de podredumbre, y lignina, envuelta en la cicatrización de heridas. Se puede producir también la síntesis de tanino, importante componente de calidad de algunas frutas, como es el caso del caqui (Chitarra & Chitarra, 2009)

La respiración es el proceso relacionado con la oxidación predominantemente de sustancias orgánicas en las mitocondrias y con sistemas enzimáticos de las células. Para los autores, ocurre en tres fases:

- hidrólisis de polisacáridos en azucareros simples;
- oxidación de los azúcares a ácido pirúvico (ciclo gliolítico);
- Transformación aeróbica del ácido pirúvico y otros ácidos orgánicos en CO₂, agua y energía (ciclo de Krebs).

Según KLUGE, NACHTIGAL, & FACHINELLO, (2012), desde que, cosechadas en su estadio ideal, las frutas climatéricas son capaces de completar su

maduración cuando destacadas de la planta, mientras que las no climáticas deben ser cosechadas cuando alcanzan la completa calidad comestible. No existen diferencias fundamentales entre los dos grupos de frutos en cuanto al mecanismo de maduración (p. 52)

Para los autores, los frutos no climáticos presentan maduración más lenta, necesitando más tiempo para completar el proceso, sin demanda súbita en la demanda de energía; ya en los frutos climatéricos los eventos ocurren rápidamente y con gran demanda de energía, responsable por la súbita ascensión en la tasa respiratoria.

Como ejemplos de frutos climatéricos pueden citar: ciruela, manzana, melocotón, nectarina, pera, caqui, kiwi, albaricoque, arándano, maracuyá, papaya, mango, plátano y la palta. Como ejemplo de frutos no climáticos tenemos: uva, limón, naranja, piña, fresa, higo, frambuesa, cereza y zarzamora.

1.7.6. Variable 5: Pérdida de peso

La pérdida de agua causa una disminución significativa del peso y a medida que avanza, disminuye la apariencia y elasticidad del producto perdiendo su turgencia, es decir, se vuelve blando y marchito (Salazar López, 2014).

Se da por la fórmula:

$$\text{Pérdida de peso} = (P1 - P2)$$

1.7.7. Variable 6. Humedad

La humedad es la cantidad de agua o vapor de agua contenido en la atmósfera (o, más generalmente, en una masa de aire), en una sustancia o en un cuerpo (Sánchez R., 2009).

Hay varios parámetros que representan la humedad de un sistema:

Humedad absoluta: es la densidad del vapor de agua, es decir, la relación entre la masa del vapor de agua y el volumen que lo contiene. En el sistema SI se mide en (kg / m³), incluso si su submúltiplo (g / m³) se prefiere en uso técnico. La humedad absoluta varía con la temperatura y la presión. [2] No se expresa como un porcentaje, es un valor difícil de interpretar y por esta razón se prefiere el uso de humedad relativa. La humedad absoluta se puede expresar en términos de masa de agua por volumen de atmósfera

o en términos de presión parcial relativa de vapor en comparación con otros componentes atmosféricos (kg / m^3 o Pa) o en masa de vapor (kg) en masa de aire (kg).

Humedad específica: es la relación entre la masa de agua y la masa de aire seco contenida en un volumen dado. Se demuestra la presión de agua parcial y la presión de agua parcial en condiciones saturadas. En el campo de la termodinámica aplicada, se prefiere esta segunda cantidad porque, en relación con la masa de aire seco, esto nunca variará en los procesos termodinámicos normales (por encima de la temperatura de 132 K) en lugar de la masa de aire húmedo (por ejemplo: con la condensación de vapor en el aire húmedo, el fluido puede sustraerse fácilmente). La humedad específica, medida en g / kg , no es muy inmediata para describir la cantidad de vapor.

Humedad relativa: indica la relación porcentual entre la cantidad de vapor contenido en una masa de aire y la cantidad máxima (es decir, en saturación) que el volumen de aire puede contener en las mismas condiciones de temperatura y presión, es decir, la relación entre la presión vapor parcial y presión de saturación. (En otras palabras, es la relación entre la humedad absoluta y la humedad de saturación). Un valor de humedad relativa del 100% no implica que toda la masa de aire esté compuesta de agua o vapor, sino que esa masa de aire contiene la cantidad máxima de vapor que puede contener esas condiciones sin condensación: en estas situaciones, la posibilidad de precipitación es muy alta.

El cálculo de la humedad estará definido por:

% Humedad = Porcentaje de humedad de la muestra (pulpa)

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(M1-M2)*100}{M}$$

1.7.8. Variable 7: Pérdida de Aceite

Está dada por la cantidad de aceite natural que pierde el fruto cuando entra a su fase de madurez y que está asociada a otras variables como son los de la pérdida de humedad y tasa de respiración y que a decir de Serkovic Linares (2016), son los más determinantes en relación a la pérdida de calidad del fruto.

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. Tipo de investigación:

De acuerdo al tratamiento al que se han sometido las variables, se trató de una investigación Experimental, pues se introdujeron cambios directos en las variables independientes estudiadas: estadio de madurez, porcentaje de cera a aplicar y tiempo de almacenamiento y dependientes: tasa de respiración, pérdida de peso, humedad y aceite con el objetivo de extender el tiempo de vida útil de las paltas variedad fuerte.

2.1.2. Tipo de diseño de investigación:

El diseño fue experimental, estudiando la relación causal entre las variables independientes (estado de madurez, porcentaje de goma aplicada y tiempo de almacenamiento) y sus efectos directos y mensurables en las variables dependientes (tasa de respiración, pérdida de peso, humedad, aceite)

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA:

2.2.1. Población:

Paltas de variedad fuerte (*Persea americana*) y resina del árbol de zapote (*Capparis scabrida* H.B.K).

2.2.2. Muestra

Las muestras de palta fuerte (*Persea americana*) que han alcanzado la madurez fisiológica y organoléptica, fueron obtenidas de un lote proveniente del fundo “El Garbanzal”, Distrito de Olmos, Región Lambayeque, así como resina de Zapote. Ambas muestras (paltas fuertes y resina de zapote), estuvieron libres de daños físicos y microbiológicos. Para la elección específica de las paltas a ser consideradas en el experimento se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, la cantidad de paltas fuertes estuvo determinada por el número de tratamientos experimentales resultado del plan estadístico de datos.

Criterios de Inclusión:

Las muestras utilizadas en la investigación provinieron de una única fuente productiva.

Criterios de exclusión:

Se eliminaron todas aquellas paltas que presentaban algún tipo de daño físico visible.

2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

2.3.1. Variables Independientes:

Estadio de Madurez: Verde (1), verde oscuro (2) y oscuro (3))

Porcentaje de recubrimiento (%)

Temperatura. Ambiente (20-25°C) y Refrigerada (5°C)

2.3.2. Variable dependiente:

Tasa de respiración (MgCO₂/Kg)

Pérdida de peso por transpiración (Kg)

Humedad (%)

Aceite (%)

Tabla 5: Operacionalización de las Variables

Variable Independiente	Dimensión	Indicador	Técnica e recolección de datos	Instrumentos de recolección
Estado de madurez	Estado de madurez 1	Verde Verde oscuro Oscuro	Análisis de documentos	Guía de análisis de documentos
Temperatura almacenamiento	Ambiente Refrigeración	20-25°C 5°C	Observación	Termómetro
Recubrimiento	Sin recubrimiento Con recubrimiento	10-20%	Control de datos	Guía análisis de documentos
Variable Dependiente	Dimensión	Indicador	Técnicas de recolección de datos	Instrumentos de recolección
Tasa de respiración	MgCO ₂ /Kg	(+) O ₂ (+)CO ₂ (>) producción etileno (<) tasa de respiración	Observación	Guía de observación
Pérdida de peso	Kg	(>) pérdida de peso (↑) Pérdida de textura (>) Pérdida de peso (↓) Pérdida de textura (>) Pérdida de agua	Observación	Guía de Observación
Humedad	%	(↓) pérdida de peso (↑) Porcentaje de aceite	Observación	Guía de observación
Aceite	%	(↓) Pérdida de Humedad (↑) Porcentaje de aceite	Análisis de documentos	Guía de Observación

Fuente: Elaboración propia

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos que se han tomado para realizar la investigación son las siguientes:

Recopilación de datos secundarios. Se ha realizado mediante la recopilación de diversas fuentes que pueden bibliográficas, hemerográficas, investigaciones previas que sirvan de referentes, etc.

Recopilación de datos primarios. Se ha hecho el acopio de información procedente de la experiencia de personas ligadas al ámbito de la siembra, cosecha y comercialización de la palta.

Observación. Constituye el método de primera mano que utilizamos desde el inicio del proyecto hasta la culminación del informe de Tesis.

Materia prima: Está constituido por los frutos y la resina (biofilm) del Zapote con el que se recubrieron las paltas que fueron utilizadas en la parte experimental de la investigación.

- Paltas variedad fuerte (persea americana)
- Resina comercial del Zapote

Reactivos e insumos: Compuesto por los elementos y sustancias usados en el proceso de investigación:

- Hidróxido de potasio
- Ácido oxálico
- Hidróxido de bario
- Fenolftaleína
- Agar-agar
- Agua destilada
- Hipoclorito de sodio

Materiales complementarios:

- Vasos de precipitado
- Pipetas
- Probetas
- Pro pipeta
- Erlenmeyer
- Becker
- Filtro
- Bureta
- Placas Petri
- Gotero
- Algodón

Listado y Descripción de Equipos e instrumentos:

- **Soporte universal:** El Soporte Universal es una herramienta multipropósito utilizada en todos los laboratorios de química que tiene como objeto, servir de punto de apoyo y de sostén de los diversos instrumentos que son usados durante los procedimientos experimentales.

- **Bureta:** La bureta es un instrumento de medición utilizado en laboratorios químicos para la dosificación precisa de volúmenes líquidos. Se utiliza por lo general en titulaciones y en pruebas experimentales, en los que es necesario para dosificar un líquido.

- **Matraz:** El matraz es uno de los instrumentos más importante de un laboratorio de química. Se utiliza como recipiente donde se efectúan las distintas combinaciones o mezclas. Para la investigación, fue requerida un matraz con capacidad de 100 ml, con una capacidad de 105 Mn y un diámetro de 60 Mn

Tabla 6:: Especificaciones del matraz Giardino.

CÓDIGO	CAPACIDAD	ALTURA	DIÁMETRO
	ml	Mm	Mm
1121 – 100G	100	105	60

Fuente: Giardino, 2013.

- **Balanza analítica:** La balanza analítica de laboratorio es un instrumento de medición extremadamente preciso que le permite determinar la masa de un objeto o una muestra con extrema precisión. Generalmente se usa en laboratorios industriales o académicos y en todas aquellas aplicaciones que requieren un alto rango de medición.

- **Estufa:** La estufa de secado es un equipo que se utilizara para secar la cascara de palta.

- **Respirómetro** Es un instrumento usado en los laboratorios para determinar los niveles de respiración de los organismos que son sometidos bajo estudiosa, sean estos animales o vegetales. Su funcionamiento se basa en medir el intercambio de gases (dióxido de carbono y oxígeno) como parte de su metabolismo respiratorio.

- **Soxhlet:** Originalmente se usaba exclusivamente para la extracción de lípidos de un material sólido (usando éter etílico como disolvente); En los métodos de análisis, el nombre extracto etéreo se usaba a menudo para indicar el complejo de los componentes químicos liposolubles separados con el Soxhlet. En general, el extractor Soxhlet se usa para reemplazar la filtración en los casos en que el soluto a separar tiene una solubilidad reducida con respecto al solvente y si las impurezas son insolubles en el solvente, mientras que la filtración se usa si la solubilidad del soluto en el solvente es bastante alta.

Proceso para la formulación, obtención y aplicación del recubrimiento de la goma de zapote.

El diagrama de flujo del proceso para la formulación, obtención y aplicación del recubrimiento de la goma zapote, puede verse en el gráfico N° 2

a) Formulación y obtención de la goma de zapote:

- Recepción de la goma de zapote

b) Lavado y desinfectado

Para la eliminación de agentes contaminantes en la goma de zapote se sumergió en una solución de hipoclorito de sodio (50ppm) por 3 minutos.

c) Molienda

Pasa posteriormente a ser molido de 3 a 5 mm de tamaño de la goma de zapote (permitiendo de esta forma una rápida disolución).

d) Pesado

La resina ya refinada fue pesada dependiendo a la cantidad necesaria para cada muestra.

e) Disolución

Cada muestra con rango de 80 gr/l a 200 g/l de disolución a ejecutar con tiempo estimado de 48 hr (se recomienda utilizar para las disoluciones agua destilada)

f) Filtrado

Una vez disuelta la resina, ésta fue filtrada utilizando tamiz metálico N°8 reteniendo restos de corteza o impurezas

g) Envasado

Se envasó a temperatura ambiente.

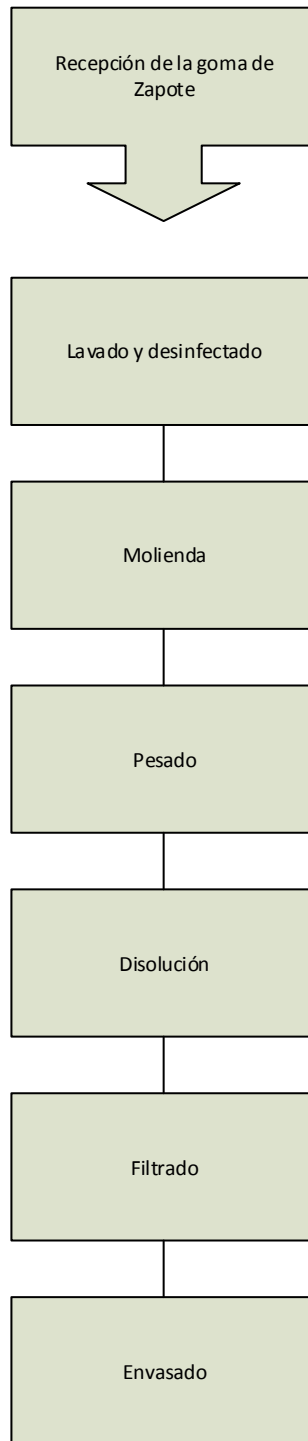


Figura 2: Formulación y obtención de la goma zapote

Fuente: Elaboración propia

Aplicación del recubrimiento de la goma de zapote.

1. Selección del fruto

Se seleccionaron las Paltas variedad fuerte (*persea americana*) que cumplieran con los requisitos para la evaluación respectiva: calibre, golpes y daños (heridas, lesiones).

2. Acondicionamiento

Se acondicionó la fruta en un lugar en el que no sufriera ningún daño.

3. Lavado

Se lavó cada palta con 500 ml de agua destilada con 5 gotas de tuyen para un mejor lavado

4. Tratamiento céreo

A la resina de zapote se le agregó agua destilada y glicerol al 15% para ser agitada a 30° C por 10 minutos

5. Recubrimiento de la fruta

Para finalizar la aplicación del recubrimiento se realizó por inmersión a temperatura ambiente (aprox. 23 °C)

6. Acondicionamiento

La fruta recubierta con cera de sapote fue acondicionada con una refrigeración de 4° C y con una humedad relativa < 85%.

7. Evaluación

Posteriormente se evaluó la tasa de respiración, la pérdida de peso, aceite, humedad.

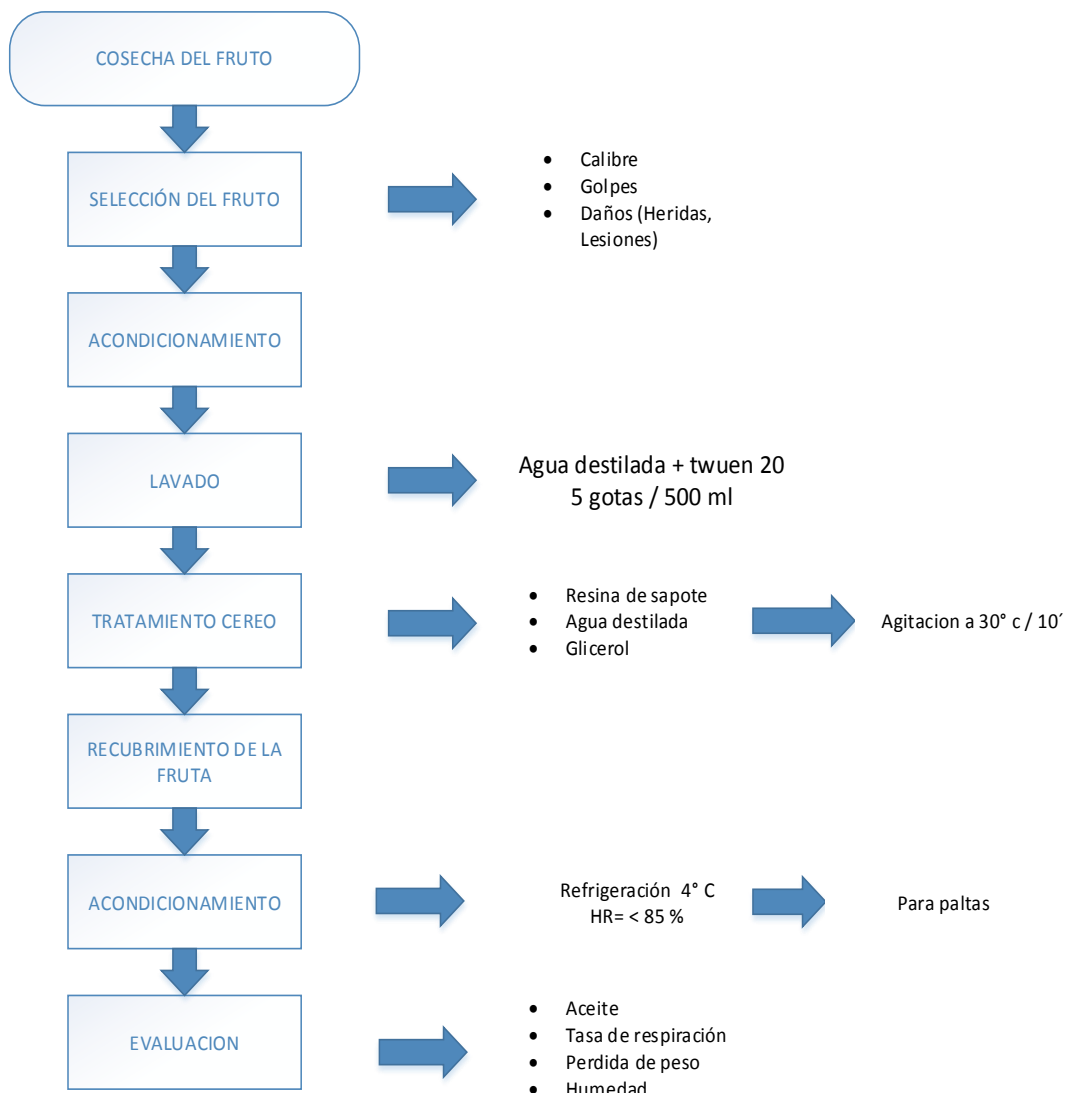


Figura 3 Aplicación del recubrimiento de la goma de zapote:

Fuente: Elaboración propia

Evaluación físico químico y metabólico

1. Determinación de la Tasa de respiración

Para esta etapa, se ensambló el respirómetro, procediéndose inmediatamente a colocar las paltas de variedad fuerte (*Persea americana*) recubiertas con la resina del zapote (promedio de 500 g).

Seguidamente se introdujeron 80 ml de KOH al 9% y se reguló el flujo de aire de la bomba de pecera, efectuando un barrido en la cámara durante diez minutos (eliminar toda

presencia de aire contenido, producto del ingreso de la palta variedad fuerte (Persea americana) recubiertas con resina formulado a partir de la goma del árbol de zapote.

Al término, se ubicó la segunda trampa con 40 ml de Ba(OH)₂ a una presión de 0.1 N dejándose a la palta a un proceso de respiración de 20 minutos promedio. Seguidamente se transfirió a otro recipiente el Ba(OH)₂ aplicándose un proceso de trituración mezclada la solución de ácido oxálico a 0.1 N. los resultados alcanzados fueron sometidos al cálculo a través de la fórmula:

Intensidad Respiratoria

$$IR = \frac{(Vb - Vm) \times N \times 22 \times 60}{W \times t} \rightarrow \text{Ecuación 01}$$

Dónde:

V_m = Volumen de ácido oxálico para titular la muestra (ml)

V_b = Volumen de ácido oxálico para titular el blanco (ml)

N = Normalidad del ácido oxálico (meq/l)

W = Peso de la muestra (kg)

t = Tiempo de barrido (min)

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

P = Peso mili equivalente del CO₂ (g/meq)

I.R. = Intensidad respiratoria (mg.CO₂/kg.h)

2. Determinación de pérdida de peso

Se efectuaron mediciones del peso de la palta persea americana. Es obvio que durante el proceso de almacenamiento se perdió peso del fruto, principalmente por deshidratación, lo que determinó la pérdida de las características vitales del fruto como son su elasticidad y turgencia.

La pérdida de peso diario fue evaluada a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdida de peso} = (P1 - P2) \rightarrow \text{Ecuación 02}$$

Dónde:

P1= Peso inicial

P2= Peso final

3. Determinación de humedad

$$\% \text{Humedad} = \frac{(M1 - M2) \times 100}{M} \rightarrow \text{Ecuación 03}$$

Para establecer el índice de humedad, la pulpa de la palta fue sometida en un crisol a un secamiento con una temperatura de 105°C en un intervalo de tiempo de 240 minutos. Finalizado este procedimiento, se utilizó el desecador para que la muestra alcanzase la temperatura ambiente. Luego se volvieron a efectuar los pesos y se efectuaron comparaciones en cuanto a éste respecto a la muestra antes y después de aplicado el procedimiento descrito.

Dónde:

M1= Peso del crisol más muestra húmeda

M2= Peso del crisol más muestra seca

M = Peso de la muestra

4. Determinación de contenido de aceite

Se realizó extracción lipídica a una muestra pulverizada de 5 gramos de pulpa deshidratada obtenida de la muestra en la cual se determinará el contenido de humedad. El método de extracción a utilizar es

El porcentaje de aceite se determinará de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Aceite P.M.F.} = \frac{EEx(100 - \% \text{Humedad})}{\text{Gramos de muestra seca}} \rightarrow \text{Ecuación 04}$$

Dónde:

% Aceite P. M. F =	gramos de muestra seca
%Aceite P.M.F =	Porcentaje de aceite de la pulpa en base peso de muestra fresca
EE =	Peso del aceite extraído de la muestra seca (mediante Soxhlet)
% Humedad =	Porcentaje de humedad de la muestra (pulpa)

2.5. PLAN ESTADÍSTICO DE DATOS:

En estadística, la Metodología de superficie de respuesta (RSM) explora las relaciones entre diferentes variables explicativas y una o más variables de respuesta. El método fue introducido por George EP Box y KB Wilson en 1951. La idea principal de RSM es utilizar una secuencia de experimentos diseñados para obtener una respuesta óptima. Box y Wilson sugieren usar un polinomio modelo de segundo grado para hacer esto. Reconocen que este modelo es solo una aproximación, pero lo usan porque dicho modelo es fácil de estimar y aplicar, aunque se sabe poco sobre el proceso. (Hurtado, 2008).

En la Figura 4 se muestra el diseño estadístico D-óptima, tipo de estudio “Responde Surface” (superficie respuesta) con un diseño de modelo “Cuadrática” (cuadrático), desarrollando 17 “runs” (tratamientos experimentales). El “Factor” variable independiente a utilizarse serán: Estadio de Madurez, Recubrimiento y Estado de madurez.

Tabla 7: Matriz decodificada para la evaluación estadística de las variables independientes

SID	Run	Block	Factor 1 A Recubrimiento %	Factor 2 B Estado de madurez	Factor 3 C Temperatura °C	Response 1 Tasa de Respis arción	Response 2-Pérdida de peso	Response 3 - Humedad %	Response 4 - Aceite %
12	1	1	15	1	Ambiente	7.669	6.62	3.77	96.7168893
10	2	1	12.28	1	Refrigeración	11.64	2.31	3.04	41.5895699
9	3	1	18.3	3	Ambiente	4.853	8.67	3.53	78.5124512
13	4	1	20	2	Ambiente	6.649	5.75	2.97	52.7845237
4	5	1	15.31	1	Refrigeración	5.849	3.69	2.61	65.478547
16	6	1	15.31	1	Refrigeración	5.846	1.44	4.01	62.9658541
7	7	1	11.11	1	Ambiente	6.386	3.81	3.3	63.8956413
6	8	1	13.08	3	Refrigeración	8.78	3.81	3.94	47.8566557
1	9	1	20	1	Ambiente	4.688	3.51	3.04	51.8955233
8	10	1	15.87	2	Ambiente	8.638	4.8	3.53	25.4386525
15	11	1	13.08	3	Refrigeración	9.417	2.44	2.97	88.2913673
17	12	1	17.43	2	Refrigeración	3.519	1.52	3.02	19.787939
3	13	1	14.86	3	Ambiente	6.008	7.15	2.99	65.5557507
12	14	1	10	2	Ambiente	5.86	3.95	2.94	88.5699966
11	15	1	19.53	2	Refrigeración	5.755	3.81	2.3	93.5896522
5	16	1	17.43	2	Refrigeración	8.418	3.02	5.3	89.4522124
14	17	1	10	3	Ambiente	3.451	5.44	3.02	96.7168893

Fuente: Minitab 1

2.6. Criterios Éticos:

La investigación, el desarrollo científico y los avances tecnológicos contribuyen a crear nuevas perspectivas de bienestar y tienen importantes consecuencias para la sociedad. Sin embargo, con el tiempo, todo lo que usualmente llamamos "progreso" ha planteado preguntas complejas y preguntas cruciales no solo sobre la relación entre investigación y ética, sino también sobre la ética de la actividad de investigación en sí, lo que alimenta un amplio debate sobre el cual se comparan opiniones de diferente naturaleza.

En ese contexto, la presente investigación se ha ceñido estrictamente a los principios éticos respecto a la calidad, tipo y fehaciencia de la investigación, proporcionado cifras reales y concretas, así como procedimientos estadísticos acordes con la realidad.

2.7. Criterios de rigor científico: Validez

Para la metodología (métodos y técnicas), desde el planteamiento mismo de la presente investigación, se tuvo en consideración formular una propuesta operativa que pueda definir criterios científicos adecuados e identificar procedimientos concretos para atribuir el estado de "publicación científica" a los productos de investigación.

Dentro del proceso de desarrollo de la investigación, se tuvo en cuenta la importancia científica del tema, la novedad y originalidad del texto, las habilidades del autor, la coherencia y el rigor de la aplicación metodológica, la legibilidad de la forma según los criterios de análisis científica.

Fiabilidad

Para fines de esta investigación no se diseñaron instrumentos de evaluación lo que no conlleva a determinar la fiabilidad de los mismos, por el contrario, se emplearon equipos para la cuantificación de las variables dependientes, en este caso representa vital considerar la precisión y exactitud de los mismos a fin de disminuir el error en los resultados, para ello se contemplará la calibración

III. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Acondicionamiento de materia para obtención de la goma zapote usada en el recubrimiento

Siguiendo con la secuencia para la obtención de zapote, se tuvo en cuenta el proceso de extracción de la resina, la cual se extrae por exudación, mediante la realización de pequeñas incisiones en las ramas y fuste de los árboles. Se escogieron gomas cristalizadas que aparentaban tener un mayor tiempo de exudación (Ver Fig. 20 en el Anexo Fotográfico).

Posteriormente se procedió al lavado y desinfectado al 0.1% de hipoclorito de sodio. Más adelante, se procedió a su molienda con fragmentos de 3 a 5mm promedio (ver Fig. 21 en el Anexo fotográfico). Seguidamente se efectuó el pesado para luego, realizar la disolución con rangos de 80 a 200 g/l. Más adelante se tamizó a fin de eliminar impurezas y se envasó a temperatura ambiente para su aplicación en las paltas fuertes seleccionadas.

3.2. Estudio de vida útil de la palta fuerte con aplicación de biofilm de resina del zapote

3.2.1. Tasa de Respiración

TRANSFORMACIÓN

Al trabajar con el programa Minitab 15, se encuentra con la posibilidad para realizar el ajuste de los datos para someterlos a una transformación; ello cuando la razón entre el máximo y el mínimo es mayor a 10. En el caso de nuestra investigación no fue requerido dicha transformación dado que nuestra Razón Máximo a Mínimo es 3.19586 (Razón < 10).

FIT SUMMARY

Si eligió el modelo cuadrático pues lo que se busca es alcanzar valores en relación a la interacción de todo el conjunto de factores lineales y cuadráticos.

F(X) MODEL

La interacción entre los factores A (Recubrimiento), B (estado de maduración) y C (temperatura) en su modelo lineal y cuadrática respectivamente.

ANOVA

Tabla 8: Cuadro de la ANOVA para la evaluación estadística de la tasa de respiración

Source Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-Value Prob > F	
Model	47.30	8	6.40	15.32	<0.0001	Significant
A-Recubrimiento	11.32	1	11.32	23.47	0.0007	
B-Tiempo de almacenamiento	42.86	1	42.86	92.71	<0.0001	
C-Índice de respiración	4.66	1	4.66	9.97	0.0091	
AB	2.35	1	2.35	5.01	0.0408	
AC	0.017	1	0.017	0.036	0.8533	
BC	6.94	1	6.94	16.88	0.0019	
A ²	2.58	1	2.58	5.43	0.0358	
B ²	0.018	1	0.016	0.016	0.8154	
Residual	4.22	10	0.41			
Lack of Fit	1.08	5	0.19	0.31	0.8529	No Significant
Pure Error	3.12	5	0.67			
Cot total	70.23	18				

Fuente: Fuente: Minitab 15

En la tabla 8 se presenta el estudio de varianza del modelo acabado. En la primera fila se puede apreciar el resumen global de todo el modelo (incluye todos los efectos y las interacciones), en el cual, la sumatoria de los cuadrados denominados “Sum of Squares” es de 47.30 mientras que el valor F es 15.32 (F valué). En esa línea, puede verse que el modelo es “*significant*” al 95% de confiabilidad ($\alpha = 0.05$) y en donde el estadígrafo p [p-value, Prob>F], tiene un valor < 0.01 . De esta manera, consideramos el valor F del modelo en 0.0001. Los valores de “Prob>F” menores que 0.05 nos hablan en líneas generales que los términos que se han utilizado para armar el modelo son significativos y, por tanto, sus variables del eje X son: A, B, C, AB, BC y A² los cuales son significativos, a diferencia de las interacciones de AC y B².

3.2.1.1. Índice de madurez: Fisiológica

Tasa de Respiración = 14.64225 - (0.12584 Concentración de Biofilm) - (0.17489 x Tiempo de almacenamiento) + (5.78564 x 10⁻⁴ x Concentración x Tiempo de

almacenamiento) + (4.11334 x 10⁻⁴ x Concentración de biofilm²) - (6.12589 x 10⁻⁴ x Tiempo de almacenamiento²).

3.2.1.2. Índice de madurez: Organoléptica

Tasa de Respiración = 18.39065 - (0.11032 x Concentración de Biofilm) - (0.31735 x Tiempo de almacenamiento) + (6.81913 x 10⁻⁴ x Concentración x Tiempo de almacenamiento) + (4.77834 x 10⁻⁴ x Concentración de biofilm²) - (6.12589 x 10⁻⁴ x Tiempo de almacenamiento²).

GRÁFICAS OBTENIDAS DE LA EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA TASA DE RESPIRACIÓN RESPECTO AL FACTOR AMBIENTE

Teniendo como referencia el siguiente resumen de datos estadísticos que se obtuvieron, a continuación, las gráficas con respecto a la tasa de respiración.

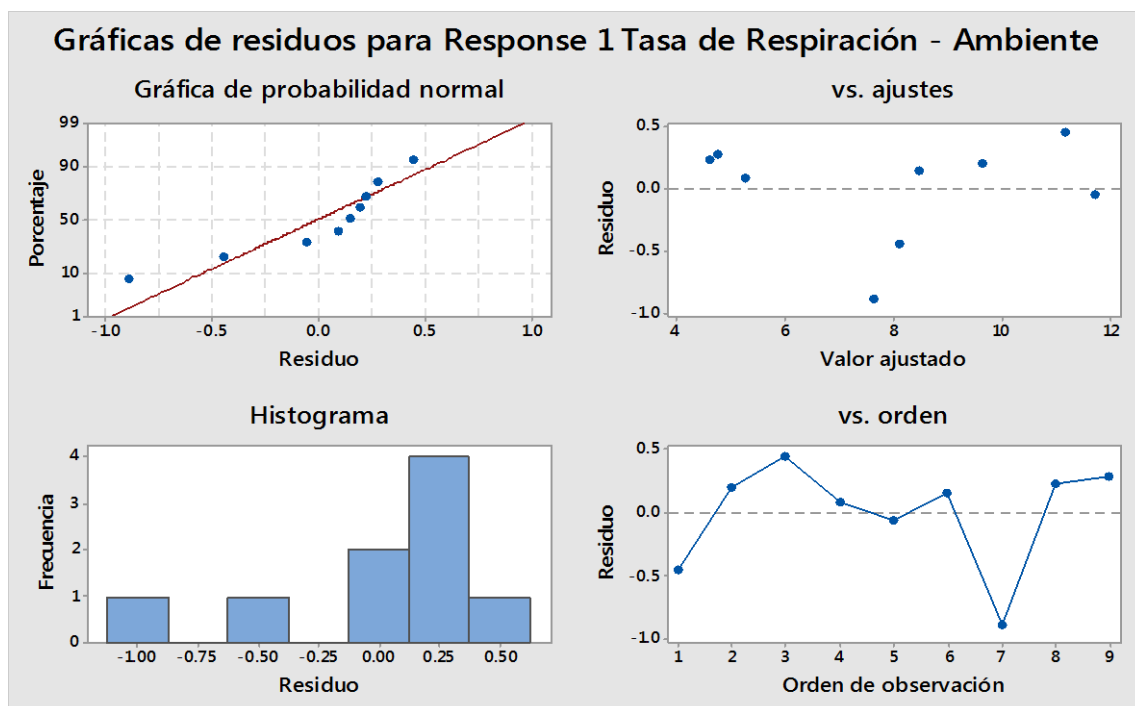


Figura 4: Residuos para tasa de respiración - Ambiente
Fuente: Minitab 15

En la gráfica de probabilidad normal (Normal Plot of residuals) normalidad de los errores, uno de la presuposición es de la ANOVA: si los puntos se desviaran de la línea es posible que los errores no se distribuyan normalmente). Lo que se

busca es que los puntos estén lo más próximo a la línea normal propuesta por el programa estadístico.

En la gráfica vs Ajustes, se aprecia el residual estandarizado frente al valor ajustado, este último obtenido a partir de la fórmula de optimización descrita en páginas anteriores. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual (observado durante la ejecución del tratamiento en laboratorio) menor que valor ajustado (obtenido a partir de la fórmula de optimización). Observamos además que los valores se alejan al valor 0 (cero) en el eje de las Y, precisamente porque los valores ajustados y actuales no son iguales generando un valor positivo o negativo, si sólo si, los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos aparecerían sobre la línea de $= 0$.

En la gráfica Vs orden, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 17 corridas (run), observamos que hay variaciones entre sus valores actuales y ajustados, porque de lo contrario se aproximarían a la línea horizontal $Y = 0$. Así también podemos identificar a las corridas (run) que presentan un valor residual por encima (2, 3, 4, 6, 8, 9), Orden de observación $>$ residuo) y debajo (1, 5, 7), orden de observación $<$ residuo) del valor $Y = 0$.

En la gráfica del histograma se puede ver que es asimétrica y presenta rupturas entre las frecuencias y los residuos, hallándose el valor más alto en el punto 4 con un residuo de 0.25.

3.2.1.3. Modelo gráfico de superficie de respuesta para tasa de respiración a temperatura ambiente

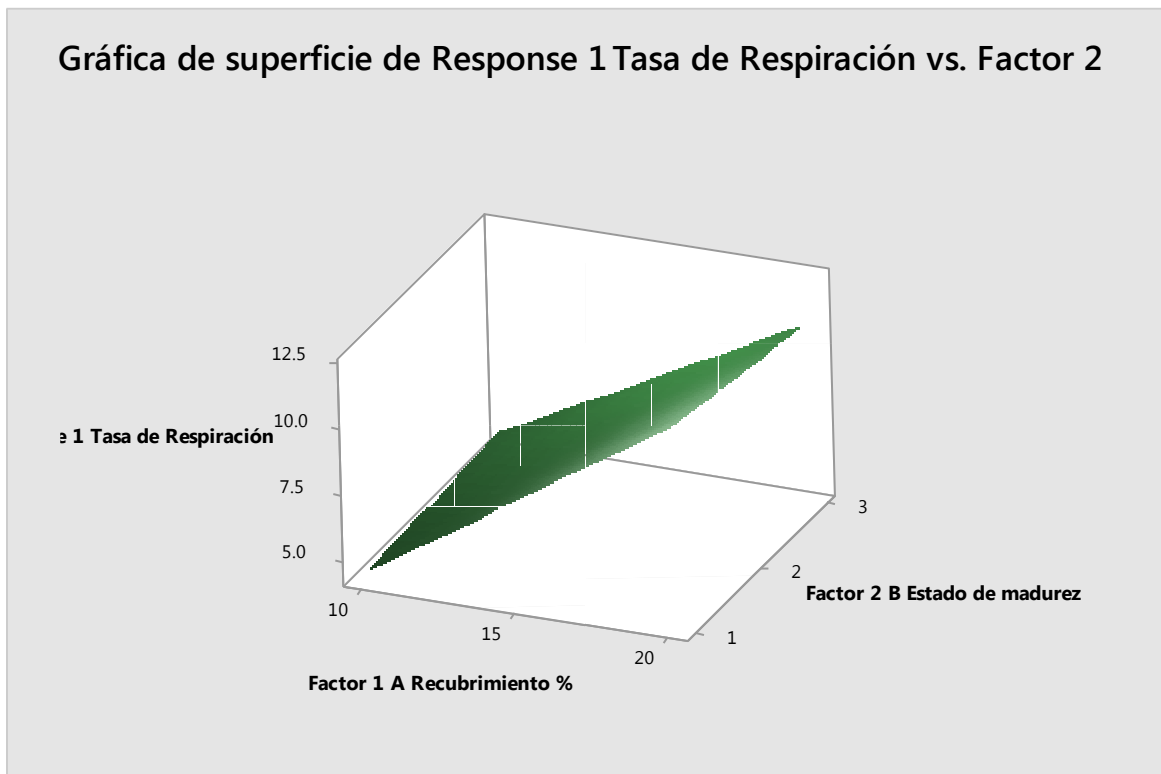


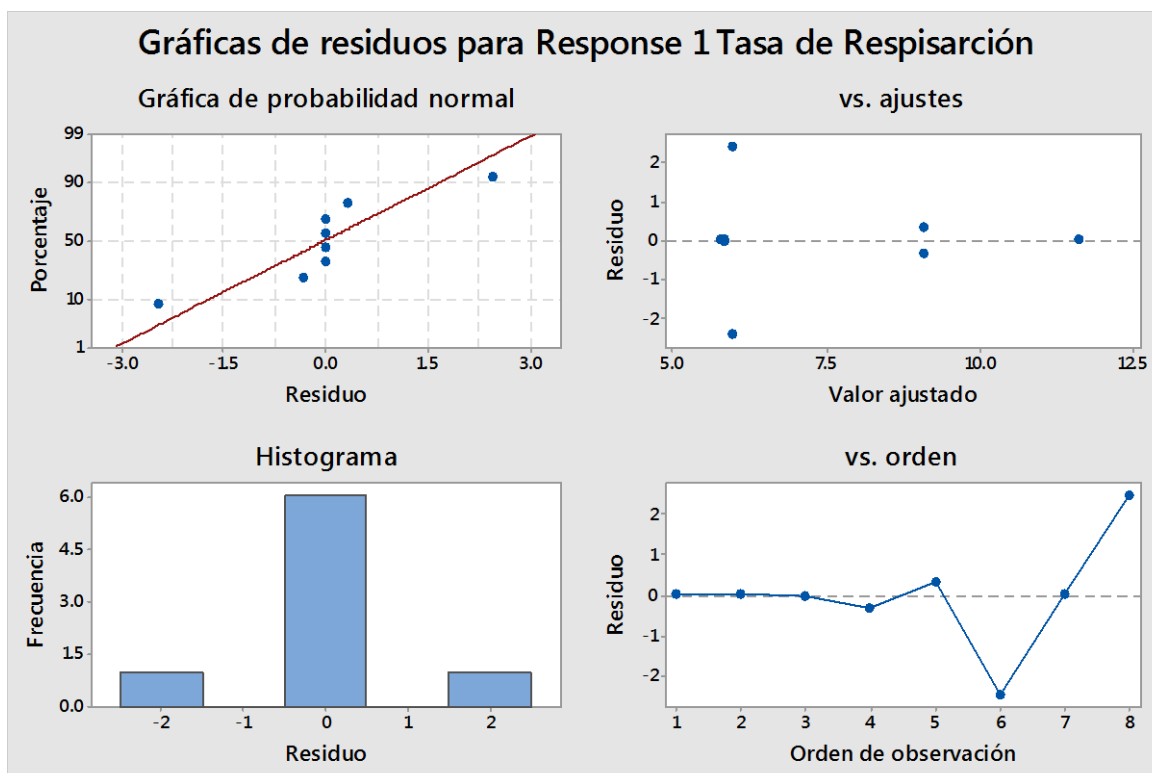
Figura 5: Superficie de respuesta tasa de respiración con índices de maduración a temperatura ambiente

Fuente: Minitab 15

Con concentraciones de recubrimiento de resina de zapote de 10 g/l con paltas en estado verde-verde “1” obtenemos una tasa de respiración de 4.00 mgCC>2/kg.h que desciende progresivamente hasta alcanzar su plena madurez “3” con una tasa de respiración de 10.5 mgCCWkg.h.

Para concentraciones de de 20 g/l con una palta en condición verde-verde “1” obtenemos una tasa de respiración de 6.32 mgC0₂/kg.h que desciende progresivamente hasta alcanzar su condición máxima de madurez “3” con una tasa de respiración de 12.2 mgC0₂/kg.h.

4. Gráficas obtenidas de la evaluación estadística de la tasa de respiración a temperatura de refrigeración



En la gráfica de probabilidad normal (Normal Plot of residuals) normalidad de los errores, uno de la presuposición es de la ANOVA: si los puntos se desviaran de la línea es posible que los errores no se distribuyan normalmente). Lo que se busca es que los puntos estén lo más próximo a la línea normal propuesta por el programa estadístico.

En la gráfica vs Ajustes, se aprecia el residual estandarizado frente al valor ajustado, este último obtenido a partir de la fórmula de optimización descrita en páginas anteriores. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual (observado durante la ejecución del tratamiento en laboratorio) menor que valor ajustado (obtenido a partir de la fórmula de optimización). Observamos además que los valores se acercan al valor 0 (cero) en el eje de las Y, precisamente porque los valores ajustados y actuales son iguales generando un valor positivo o negativo, si sólo si, los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos aparecerían sobre la línea de = 0.

En la gráfica Vs orden, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de

la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 17 corridas (run), observamos que hay variaciones entre sus valores actuales y ajustados, porque de lo contrario se aproximarían a la línea horizontal $Y = 0$. Así también podemos identificar a las corridas (run) que presentan un valor residual por encima (5 y 7), Orden de observación $>$ residuo) y debajo (4 y 6), orden de observación $<$ residuo) del valor $Y = 0$.

En la gráfica del histograma se puede ver que es asimétrica y presenta rupturas entre las frecuencias y los residuos, hallándose el valor más alto en el punto 0 con un residuo de 0.25.

5. Modelo gráfico de superficie de respuesta para tasa de respiración a temperatura de refrigeración

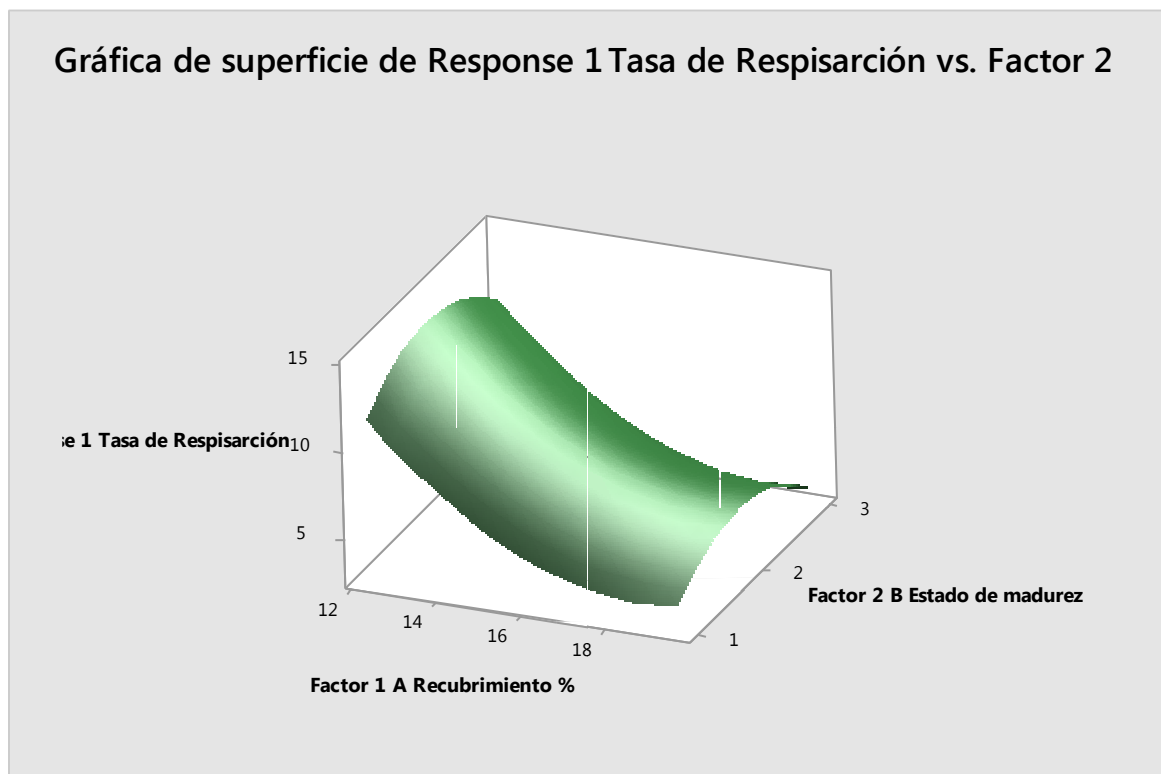


Figura 6: Superficie de respuesta de la Tasa de respiración con índice de maduración refrigerado

Fuente: Minitab 15

En la figura 5 se constata que las bajas tasas de respiración son de muestras que tengan recubrimiento de la resina del Zapote en concentraciones de 12.28 g/l a 19.53 g/l ha prolongado condición de madurez y estando sometidas a refrigeración a una temperatura de 5°C.

Con concentraciones de resina de 12.28 en la condición verde-verde (1) obtenemos una tasa de respiración de 11.64 mgCC>2/kg.h que desciende progresivamente hasta el día último día con una tasa de respiración de 3.51 mgCO₂/kg.h y un índice de madurez nivel 3 Para concentraciones de resina de zapote de 19.53 g/l al día “uno” obtenemos una tasa de respiración de 5.75 mgCO₂/kg.h que desciende progresivamente hasta el último día con una tasa de respiración de 5.75 mgCO₂/kg.h y un índice de madurez nivel 3

5.1.1. Pérdida de Peso

Tabla 9: Cuadro de la ANOVA para la evaluación estadística de la pérdida de peso

Source Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-Value Prob > F	
Model	4.34	6	0.54	6.07	<0.0052	Significant
A-Recubrimiento	0.85	1	0.85	9.47	0.0107	
B-Tiempo de almacenamiento	0.99	1	0.99	11.19	0.0076	
C-Índice de P. de peso	3.83	1	1.89	21.08	0.0091	
AB	0.013	1	0.013	0.14	0.0408	
AC	0.067	1	0.067	0.75	0.8533	
BC	6.94	1	0.013	0.15	0.0019	
A ²	2.58	1	0.11	1.20	0.0358	
B ²	0.018	1	0.041	4.58	0.8154	
Residual	0.89	10	0.089			
Lack of Fit	0.89	5	0.18	0.31	0.0001	No Significant
Pure Error	6.295E-003	5	1.258E-003			
Cot total	70.23	18				

Fuente: Minitab 15

El valor F del modelo desarrollado es de 0.052, lo que implica que el modelo es significativo. Los valores de “Prob>F” considerados menores que 0.05 nos señalan que el modelo es significativo, en este caso, A, B y C son significativos contrario a AB, AC, BC, A² y B².

Se obtiene la ecuación en términos de factores reales d esta forma:

Índice de madurez: Fisiológica

Pérdida de peso= -0.40463 - (0.013692 X concentración de resina) – (0.055954 X tiempo de almacenamiento)+(4.95483X10⁻⁵ X Concentración X Tiempo de

almacenamiento) + (6.17850 X 10⁻⁵ X concentración de resina²) - (3.25491 X 10⁻³ X Tiempo de almacenamiento²)

Índice de madurez: Organoléptica

Pérdida de peso= -0.48573 - (0.011451 X concentración de resina) – (0.050510 X tiempo de almacenamiento)+(4.95483 X 10⁻⁵ X Concentración X Tiempo de almacenamiento) + (6.17850X10⁻⁵ X concentración de resina²) - (3.25491 X 10⁻³ X Tiempo de almacenamiento²)

A. Gráficas obtenidas de la evaluación estadística de la pérdida de peso respecto a temperatura ambiente

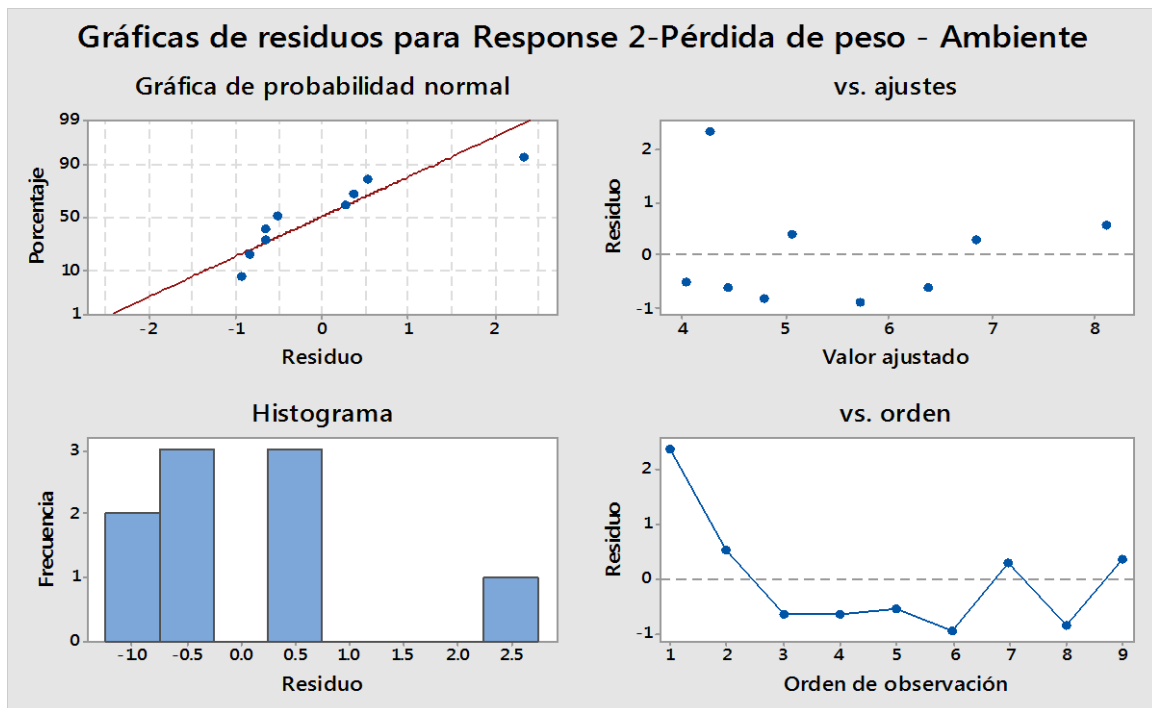


Figura 7: Residuos para respuesta de pérdida de peso en factor ambiente

Fuente: Minitab 15

En la gráfica de probabilidad normal (Normal Plot of residuals) normalidad de los errores, uno de la presuposición es de la ANOVA: si los puntos se desviaran de la línea es posible que los errores no se distribuyan normalmente). Lo que se busca es que los puntos estén lo más próximo a la línea normal propuesta por el programa estadístico en la relación entre pérdida de peso en el factor ambiente.

En la gráfica vs Ajustes, se aprecia el residual estandarizado frente al valor ajustado, este último obtenido a partir de la fórmula de optimización descrita en páginas anteriores. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual (observado durante la ejecución del tratamiento en laboratorio) menor que valor ajustado (obtenido a partir de la fórmula de optimización). Observamos además que los valores se acercan al valor 0 (cero) en el eje de las Y, precisamente porque los valores ajustados y actuales no son iguales generando un valor positivo o negativo, si sólo si, los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos aparecerían sobre la línea de $= 0$.

En la gráfica Vs orden, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 17 corridas (run), observamos que hay variaciones entre sus valores actuales y ajustados, porque de lo contrario se aproximarían a la línea horizontal $Y = 0$. Así también podemos identificar a las corridas (run) que presentan un valor residual por encima sólo en 1, 2, 7 y 9 (Orden de observación $>$ residuo) y debajo (3, 4, 5, 6 y 8), orden de observación $<$ residuo) del valor $Y = 0$.

En la gráfica del histograma se puede ver que es asimétrica y presenta rupturas entre las frecuencias y los residuos, hallándose el valor más alto en el punto 3 con un residuo de 0.25.

B. Modelo gráfico de superficie de respuesta para pérdida de peso a temperatura ambiente

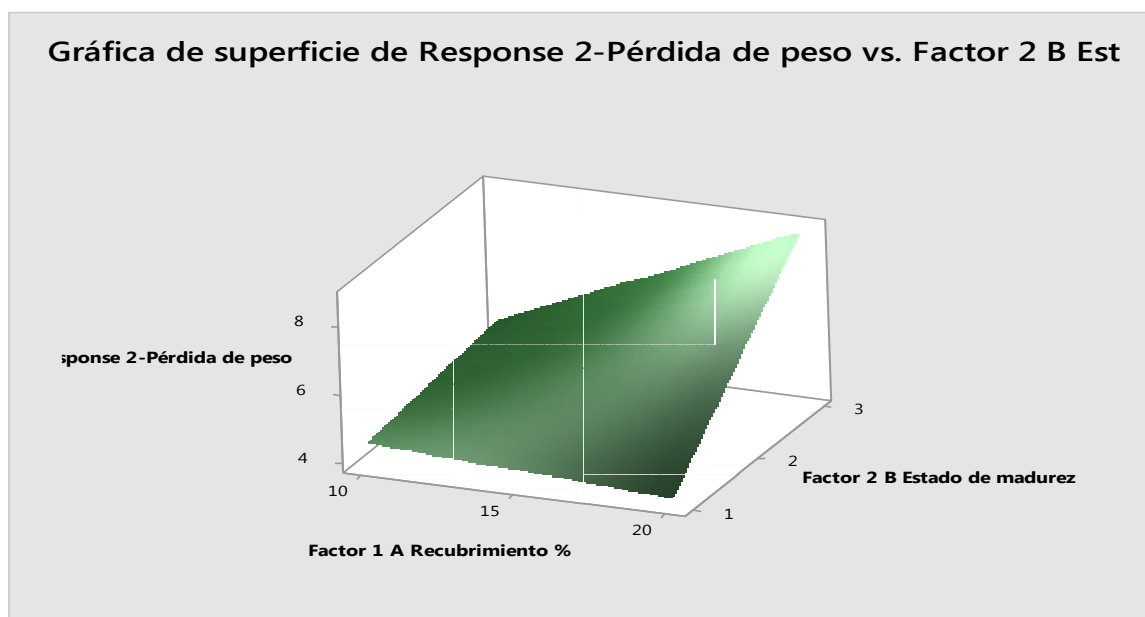


Figura 8: Superficie de respuesta de pérdida de peso de acuerdo al estado de madurez a temperatura ambiente

Fuente: Minitab 15

En la figura 7 se constata que la pérdida de peso a temperatura ambiente de muestras que tengan recubrimiento de la resina del Zapote en concentraciones de 10 g/l a 20 g/l a temperatura de 20 - 25°C.

Con concentraciones de resina de 10 en la condición verde-verde (1) obtenemos una pérdida de peso de 3.95 g que asciende progresivamente conforme la palta ingresa a su fase más alta de maduración (nivel 3). Para concentraciones de resina de zapote de 20 g/l al día “cinco” obtenemos una pérdida de peso de 3.51 que desciende progresivamente hasta el último día con una pérdida de peso de 4.83 g y un índice de madurez nivel 3.

C. Gráficas obtenidas de la evaluación estadística de la pérdida de peso respecto a temperatura refrigerada

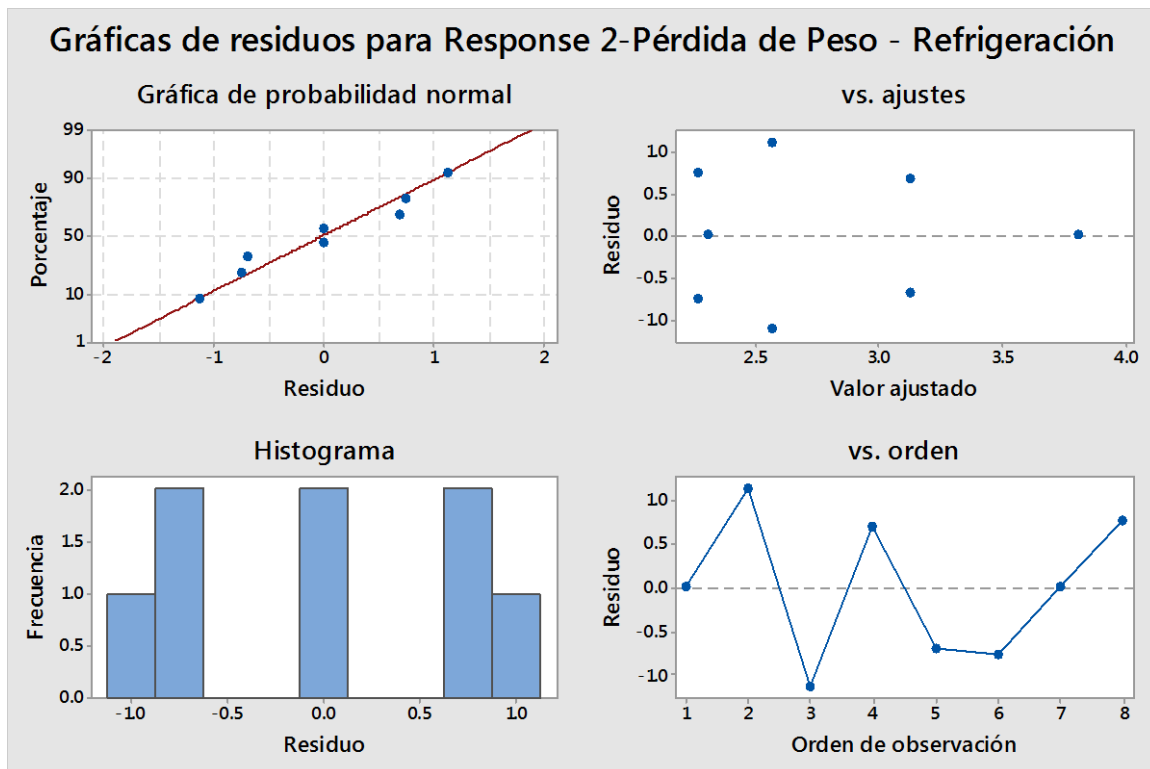


Figura 9: Residuos para respuesta pérdida de peso a temperatura de refrigeración

Fuente: Minitab 15

En la gráfica de probabilidad normal (Normal Plot of residuals) normalidad de los errores, uno de la presuposición es de la ANOVA: si los puntos se desviarán de la línea es posible que los errores no se distribuyan normalmente). Lo que se busca es que los puntos estén lo más próximo a la línea normal propuesta por el programa estadístico en la relación entre pérdida de peso en el factor ambiente.

En la gráfica vs Ajustes, se aprecia el residual estandarizado frente al valor ajustado, este último obtenido a partir de la fórmula de optimización descrita en páginas anteriores. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual (observado durante la ejecución del tratamiento en laboratorio) menor que valor ajustado (obtenido a partir de la fórmula de optimización). Observamos además que los valores se acercan al valor 0 (cero) en el eje de las Y, precisamente porque los valores ajustados y actuales no son iguales generando un valor positivo o negativo, si sólo si, los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos aparecerían sobre la línea de = 0.

En la gráfica Vs orden, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 17 corridas (run), observamos que hay variaciones entre sus valores actuales y ajustados, porque de lo contrario se aproximarían a la línea horizontal $Y = 0$. Así también podemos identificar a las corridas (run) que presentan un valor residual por encima sólo en 1, 2, 4, 7 y 9 (Orden de observación $>$ residuo) y debajo (3, 5, y 6), orden de observación $<$ residuo) del valor $Y = 7$.

En la gráfica del histograma se puede ver que es asimétrica y presenta rupturas entre las frecuencias y los residuos, hallándose el valor más alto en el punto 1 y similar -1 con un residuo de 2.

D. Superficie de respuesta para la pérdida de peso respecto a temperatura refrigerada

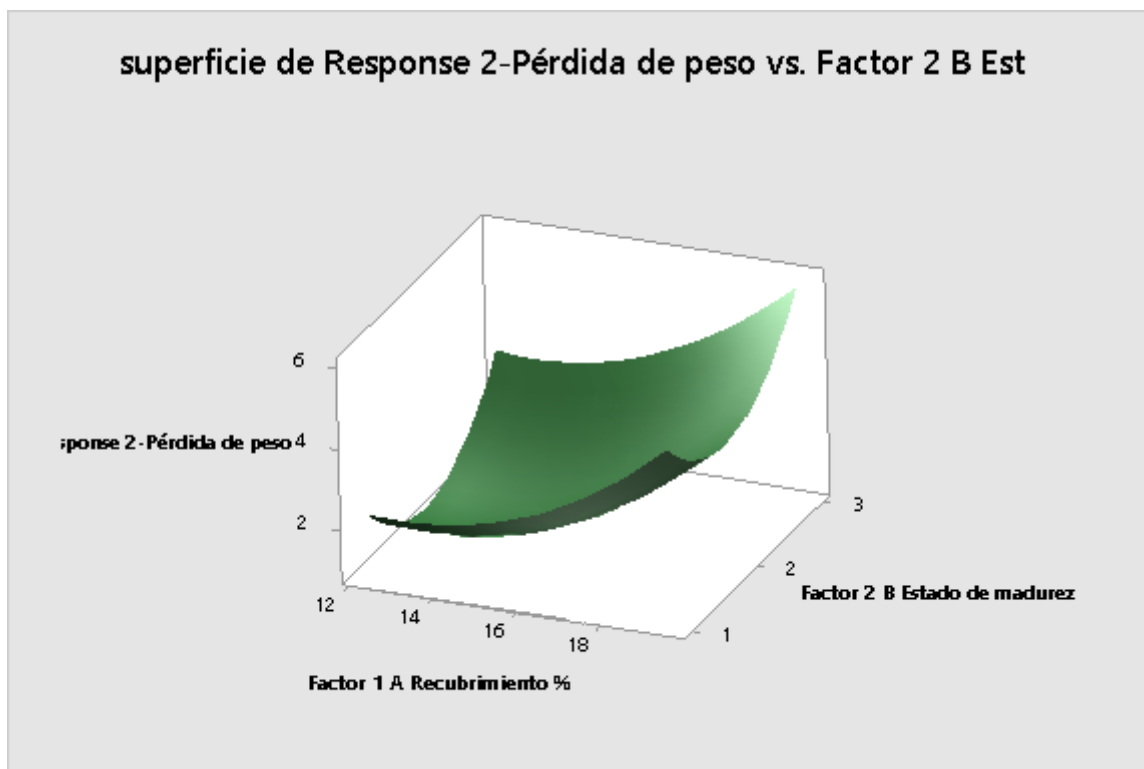


Figura 10: Superficie de respuesta de pérdida de peso en Estado de refrigeración

Fuente: Minitab 15

En la figura 9 se constata que la pérdida de peso a temperatura refrigerada de muestras que tengan recubrimiento de la resina del Zapote en concentraciones de 12.28 g/l a 19.53 g/l a temperatura de 5°C.

Con concentraciones de resina de 10 en la condición verde-verde (1) obtenemos una pérdida de peso de 3.95 g que asciende progresivamente conforme la palta ingresa a su fase más alta de maduración (nivel 3). Para concentraciones de resina de zapote de 14.86 g/l al día “cinco” obtenemos una pérdida de peso de 7.15 g que desciende progresivamente hasta el último día con una pérdida de peso de 3.81 g y un índice de madurez nivel 3.

5.1.2. Pérdida de Humedad

A. Anova

Tabla 10: Cuadro de la ANOVA para la evaluación estadística de la pérdida de peso

Source Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-Value Prob > F	
Model	0.079	6	0.54	15.38	<0.0001	Significant
A-Recubrimiento	0.047	1	0.85	7.29	0.0221	
B-Tiempo de almacenamiento	0.99	1	0.99	29.26	0.0003	
C-Índice P. de humedad	0.19	1	1.89	54.88	<0.0001	
AB	0.97	1	0.013	15.03	0.0030	
AC	1.406E-003	1	1.406E-003	0.22	0.6221	
BC	0.018	1	0.018	2.88	0.1233	
A ²	6.083E-004	1	6.083E-004	0.094	0.7642	
B ²	3.518E-003	1	3.518E-003	0.49	0.4296	
Residual	0.064	10	0.064			
Lack of Fit	0.057	5	0.18	3.48	0.0962	No Significant
Pure Error	0.014	5	2.687 E-003			
Cot total	0.88	18				

Fuente: Minitab 15

El valor F del modelo desarrollado es de 0.052, lo que implica que el modelo es significativo. Los valores de “Prob>F” considerados menores que 0.05 nos señalan que el modelo es significativo, en este caso, A, B y C son significativos contrario a AB, AC, BC, A² y B².

Se obtiene la ecuación en términos de factores reales d esta forma:

Índice de madurez: Fisiológica

$$\begin{aligned} \text{Pérdida de humedad} = & 1.52157 - (1.65156 \times 10^{-3} \times \text{concentración de resina}) \\ & - (0.039579 \times \text{tiempo de almacenamiento}) + (1.35983 \times 10^{-4} \times \text{Concentración} \\ & \times \text{Tiempo de almacenamiento}) + (4.65542 \times 10^{-6} \times \text{concentración de resina}^2) \\ & - (2.86082 \times 10^{-4} \times \text{Tiempo de almacenamiento}^2) \end{aligned}$$

Índice de madurez: Organoléptica

$$\begin{aligned} \text{Pérdida de humedad} = & 1.27451 - (1.97632 \times 10^{-3} \times \text{concentración de resina}) \\ & - (0.032148 \times \text{tiempo de almacenamiento}) + (1.35983 \times 10^{-4} \times \text{Concentración} \\ & \times \text{Tiempo de almacenamiento}) + (4.65542 \times 10^{-6} \times \text{concentración de} \\ & \text{resina}^2) - (2.86082 \times 10^{-4} \times \text{Tiempo de almacenamiento}^2) \end{aligned}$$

B. Evaluación estadística de la pérdida de humedad respecto a temperatura ambiente

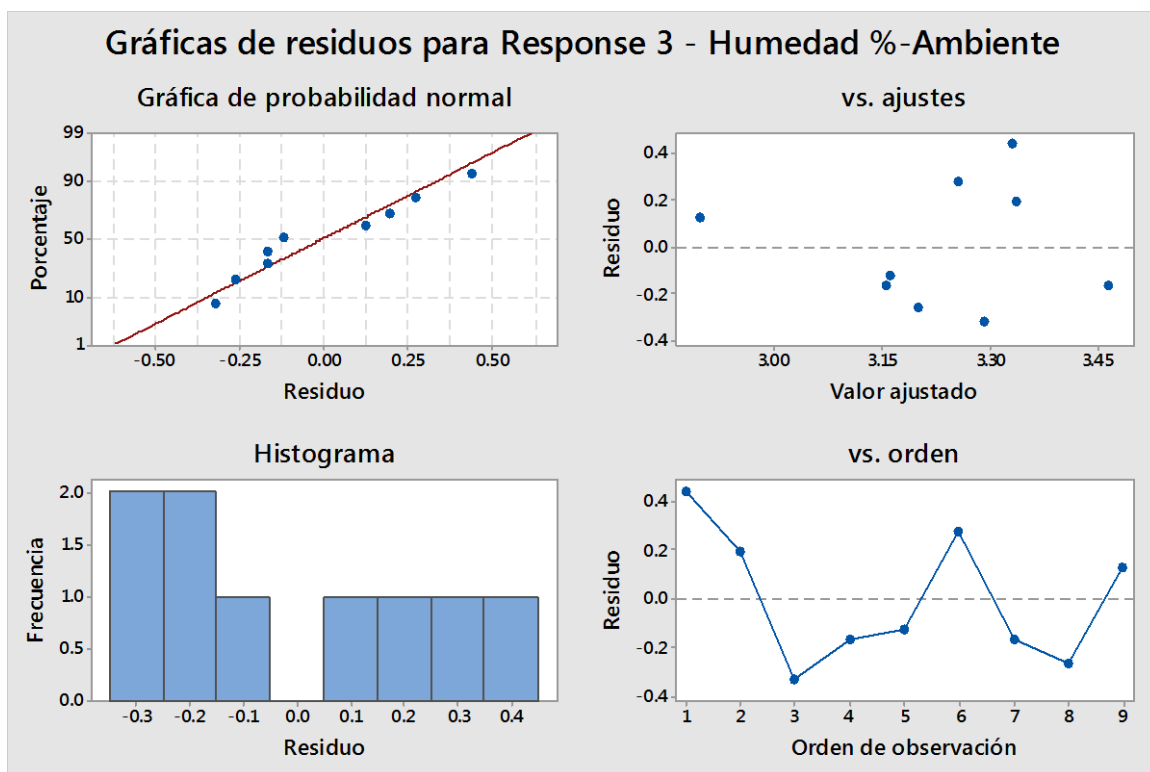


Figura 11: Residuos para respuesta Humedad en condiciones de temperatura ambiente

Fuente: Minitab 15

En la gráfica de probabilidad normal (Normal Plot of residuals) normalidad de los errores, uno de la presuposición es de la ANOVA: si los puntos se

desviaran de la línea es posible que los errores no se distribuyan normalmente). Lo que se busca es que los puntos estén lo más próximo a la línea normal propuesta por el programa estadístico en la relación entre pérdida de humedad en el factor ambiente.

En la gráfica vs Ajustes, se aprecia el residual estandarizado frente al valor ajustado, este último obtenido a partir de la fórmula de optimización descrita en páginas anteriores. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual (observado durante la ejecución del tratamiento en laboratorio) menor que valor ajustado (obtenido a partir de la fórmula de optimización). Observamos además que los valores se acercan al valor 0 (cero) en el eje de las Y, precisamente porque los valores ajustados y actuales no son iguales generando un valor positivo o negativo, si sólo si, los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos aparecerían sobre la línea de $= 0$.

En la gráfica Vs orden, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 17 corridas (run), observamos que hay variaciones entre sus valores actuales y ajustados, porque de lo contrario se aproximarían a la línea horizontal $Y = 0$. Así también podemos identificar a las corridas (run) que presentan un valor residual por encima sólo en 1, 2, 6 y 9 (Orden de observación $>$ residuo) y debajo (3, 4, 5, 7 y 8), orden de observación $<$ residuo) del valor $Y = 7$.

En la gráfica del histograma se puede ver que es asimétrica y presenta rupturas entre las frecuencias y los residuos, hallándose el valor más alto en el punto 1 y similar -1 con un residuo de 2.

C. Superficie de respuesta de la pérdida de humedad respecto a temperatura ambiente

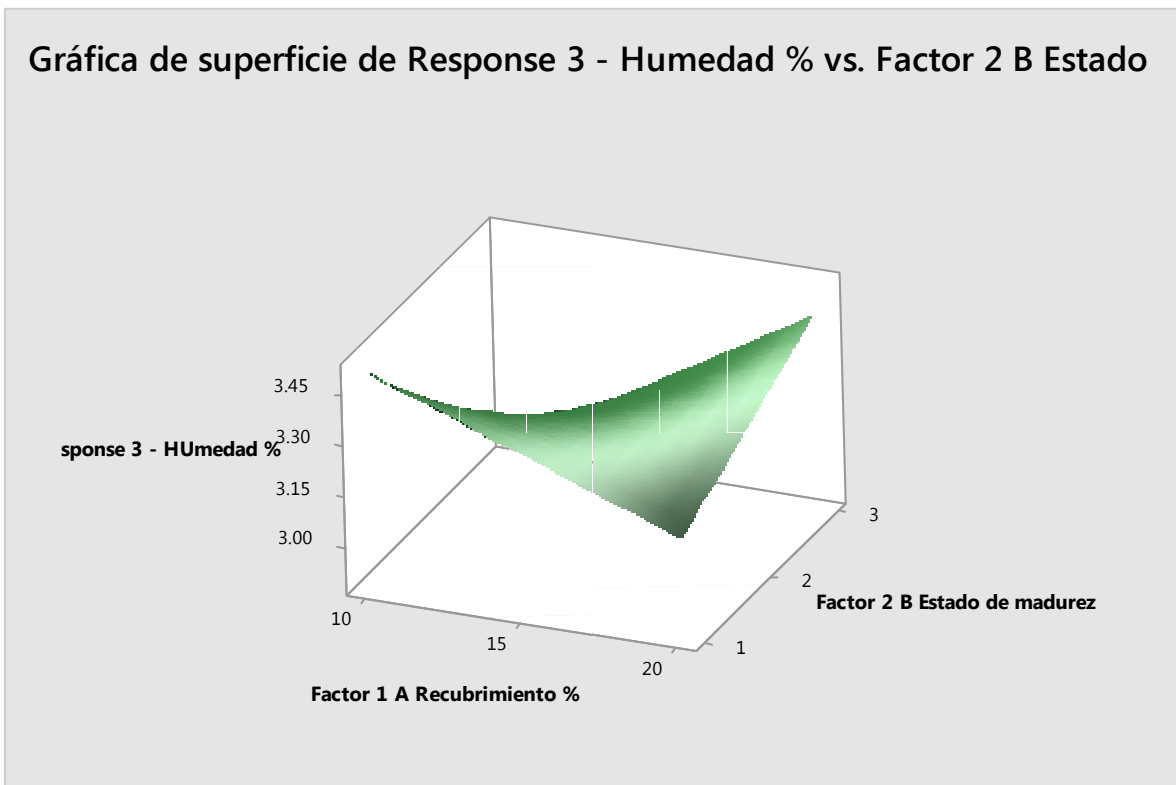


Figura 12: Superficie de respuesta de la pérdida de humedad a temperatura ambiente

Fuente: Minitab 15

En la figura 11 se constata que la pérdida de peso a temperatura refrigerada de muestras que tengan recubrimiento de la resina del Zapote en concentraciones de 10 g/l a 20 g/l a temperatura de 5°C.

Con concentraciones de resina de 10 en la condición verde-verde (1) obtenemos una pérdida de humedad de 2.94% que asciende progresivamente conforme la palta ingresa a su fase más alta de maduración (nivel 3). Para concentraciones de resina de zapote de 14.86 g/l al día “cinco” obtenemos una pérdida de humedad de 2.99% que desciende progresivamente hasta el último día con una pérdida de humedad de 3.02 % y un índice de madurez nivel 3.

D. Evaluación estadística de la pérdida de humedad respecto a temperatura refrigerada

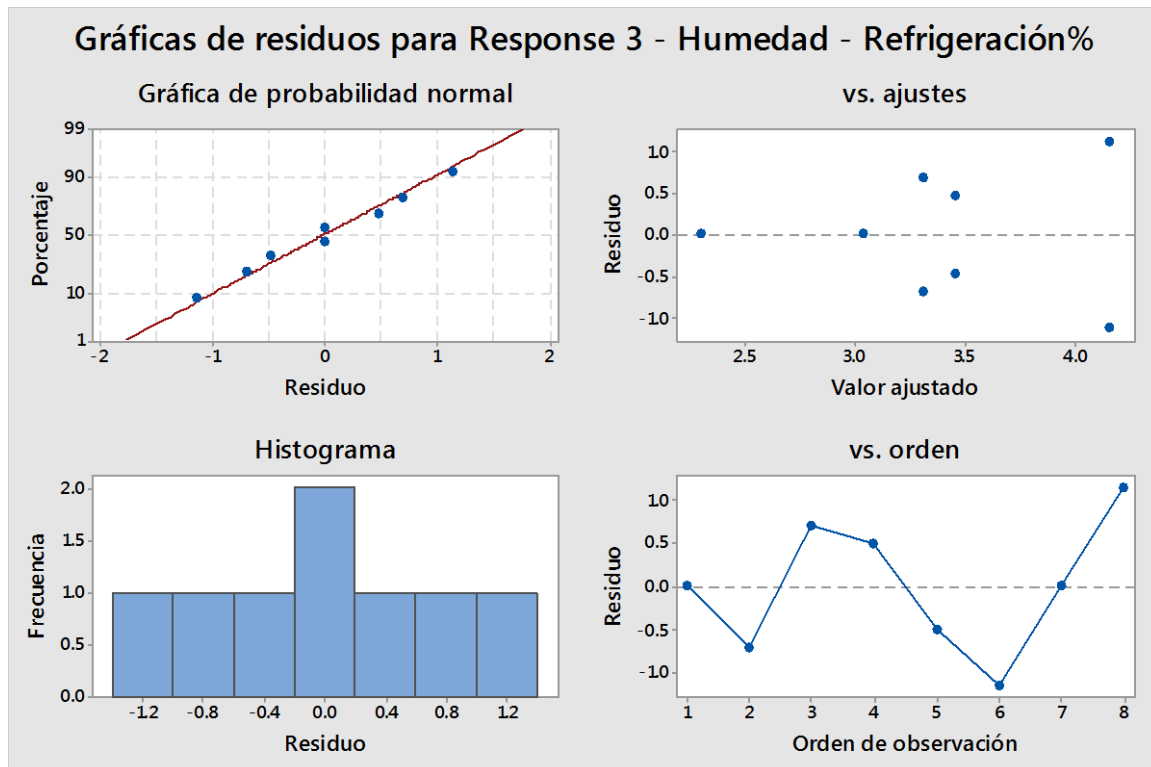


Figura 13 : Residuos por pérdidas de humedad a temperatura refrigerada

Fuente: Minitab

En la gráfica de probabilidad normal (Normal Plot of residuals) normalidad de los errores, uno de la presuposición es de la ANOVA: si los puntos se desviaran de la línea es posible que los errores no se distribuyan normalmente). Lo que se busca es que los puntos estén lo más próximo a la línea normal propuesta por el programa estadístico en la relación entre pérdida de humedad en el factor ambiente.

En la gráfica vs Ajustes, se aprecia el residual estandarizado frente al valor ajustado, este último obtenido a partir de la fórmula de optimización descrita en páginas anteriores. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual (observado durante la ejecución del tratamiento en laboratorio) menor que valor ajustado (obtenido a partir de la fórmula de optimización). Observamos además que los valores se acercan al valor 0 (cero) en el eje de las Y, precisamente porque los valores ajustados y actuales no son iguales generando un valor positivo o negativo, si sólo si, los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos aparecerían sobre la línea de = 0.

En la gráfica Vs orden, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 17 corridas (run), observamos que hay variaciones entre sus valores actuales y ajustados, porque de lo contrario se aproximarían a la línea horizontal $Y = 0$. Así también podemos identificar a las corridas (run) que presentan un valor residual por encima sólo en 1, 4, 7 y 8 (Orden de observación > residuo) y debajo (2, 5, 6), orden de observación < residuo) del valor $Y = 8$.

En la gráfica del histograma se puede ver que es asimétrica y presenta rupturas entre las frecuencias y los residuos, hallándose el valor más alto en el punto 1 y similar -1 con un residuo de 2.

E. Gráfica de superficie de respuesta para la pérdida de humedad a temperatura de refrigeración

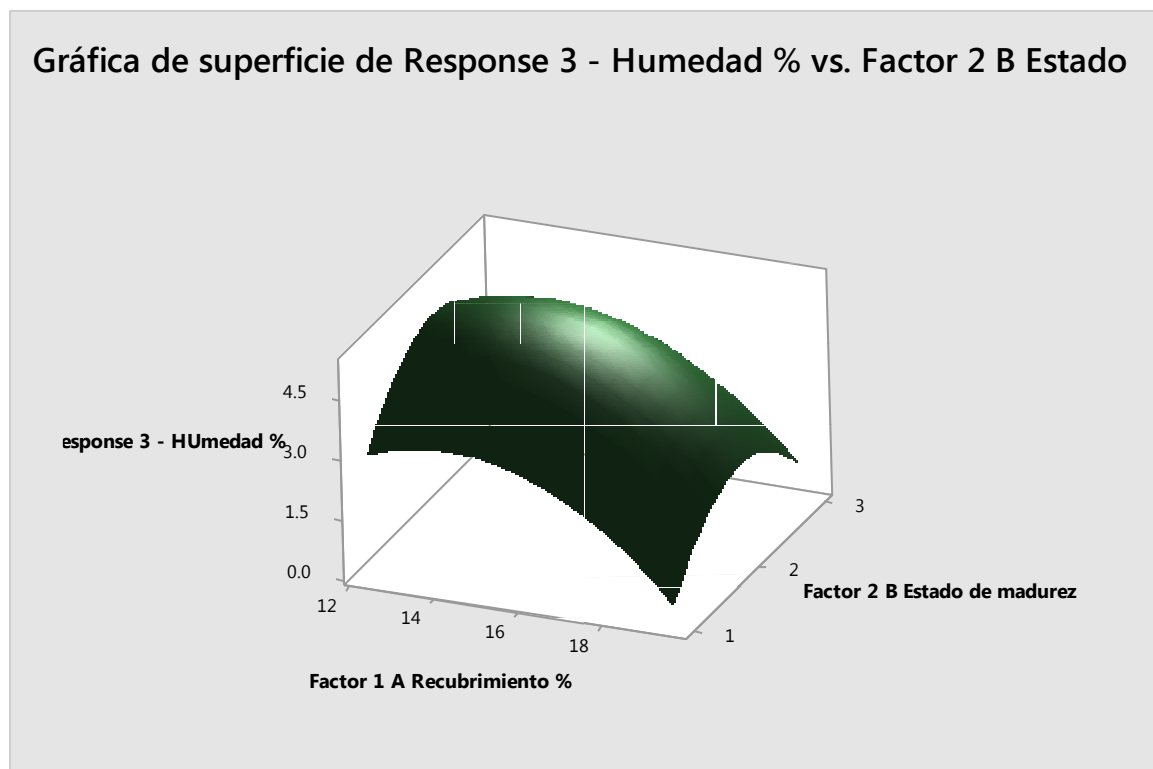


Figura 14: Respuesta de superficie por pérdida de humedad en estado de refrigeración

Fuente: Minitab 15

En la figura 13 se constata que la pérdida de peso a temperatura refrigerada de muestras que tengan recubrimiento de la resina del Zapote en concentraciones de 12.28 g/l a 19.53 g/l a temperatura de 5°C.

Con concentraciones de resina de 10 en la condición verde-verde (1) obtenemos una pérdida de humedad de 2.94% que asciende progresivamente conforme la palta ingresa a su fase más alta de maduración (nivel 3). Para concentraciones de resina de zapote de 13.08 g/l al día “cinco” obtenemos una pérdida de humedad de 2.97% que desciende muy lentamente hasta el último día con una pérdida de humedad de 5.3% y un índice de madurez nivel 3.

5.1.3. Respuesta de pérdida de aceite a temperatura ambiente

A. Anova

Tabla 11: Cuadro de la ANOVA para la evaluación estadística de la pérdida de Aceite

Source Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-Value Prob > F	
Model	8.40	6	1.06	30.88	<0.0001	Significant
A-Recubrimiento	0.21	1	0.22	6.41	0.0301	
B-Tiempo de almacenamiento	5.38	1	5.41	162.92	<0.0001	
C-Índice P. Aceite	0.17	1	0.17	5.32	0.0441	
AB	0.15	1	0.15	4.88	0.0030	
AC	0.24	1	0.24	6.55	0.0221	
BC	0.24	1	0.24	4.96	0.0233	
A ²	0.021	1	0.021	6.49	0.4542	
B ²	1.18	1	1.18	0.49	0.0001	
Residual	0.035	10	0.035			
Lack of Fit	0.035	5	0.69	36.14	0.0962	No Significant
Pure Error	0.000	5	0.000			
Cot total	8.72	18				

Fuente: Minitab 15

El valor F del modelo desarrollado es de 0.052, lo que implica que el modelo es significativo. Los valores de “Prob>F” considerados menores que 0.05 nos señalan que el modelo es significativo, en este caso, A, B y C son significativos contrario a AB, AC, BC, A² y B².

Se obtiene la ecuación en términos de factores reales d esta forma:

Índice de madurez: Fisiológica

$$\begin{aligned} \text{Pérdida de Aceite} = & 5.70989 - (9.30270 \times 10^{-3} \times \text{concentración de resina}) - \\ & (0.050038 \times \text{tiempo de almacenamiento}) + (1.7554 \times 10^{-4} \times \text{Concentración} \\ & \times \text{Tiempo de almacenamiento}) + (2.64806 \times 10^{-6} \times \text{concentración de resina}^2) \\ & - (5.57886 \times 10^{-4} \times \text{Tiempo de almacenamiento}^2) \end{aligned}$$

Índice de madurez: Organoléptica

$$\begin{aligned} \text{Pérdida de Aceite} = & 5.19355 - (9.30270 \times 10^{-3} \times \text{concentración de resina}) - \\ & (0.02778 \times \text{tiempo de almacenamiento}) + (1.7654 \times 10^{-4} \times \text{Concentración} \times \\ & \text{Tiempo de almacenamiento}) + (2.64806 \times 10^{-6} \times \text{concentración de resina}^2) - \\ & (5.57886 \times 10^{-4} \times \text{Tiempo de almacenamiento}^2) \end{aligned}$$

B. Evaluación estadística de la pérdida de aceite respecto a temperatura ambiente

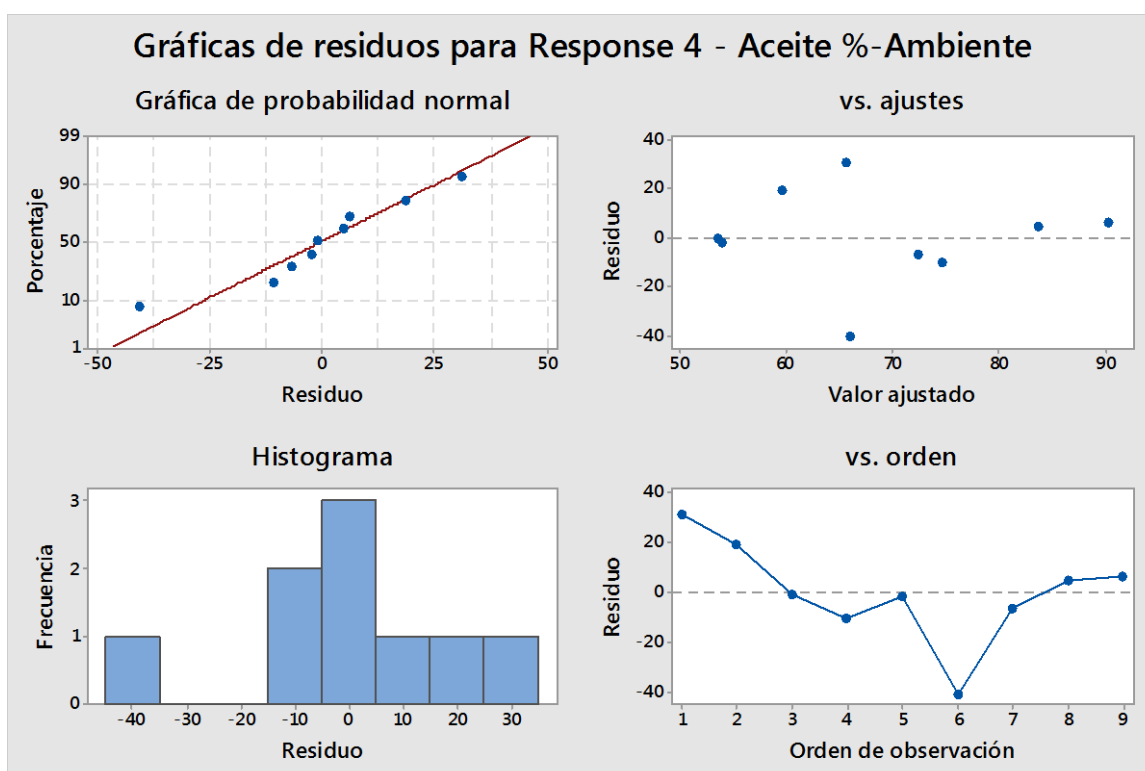


Figura 15: Residuos para respuesta de pérdida de aceite a temperatura ambiente

Fuente: Minitab 15

En la gráfica de probabilidad normal (Normal Plot of residuals) normalidad de los errores, uno de la presuposición es de la ANOVA: si los puntos se desviaran de la línea es posible que los errores no se distribuyan normalmente). Lo que se busca es que los puntos estén lo más próximo a la línea normal propuesta por el programa estadístico en la relación entre pérdida de humedad en el factor ambiente.

En la gráfica vs Ajustes, se aprecia el residual estandarizado frente al valor ajustado, este último obtenido a partir de la fórmula de optimización descrita en páginas anteriores. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual (observado durante la ejecución del tratamiento en laboratorio) menor que valor ajustado (obtenido a partir de la fórmula de optimización). Observamos además que los valores se acercan al valor 0 (cero) en el eje de las Y, precisamente porque los valores ajustados y actuales no son iguales generando un valor positivo o negativo, si sólo si, los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos aparecerían sobre la línea de $= 0$.

En la gráfica Vs orden, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 17 corridas (run), observamos que hay variaciones entre sus valores actuales y ajustados, porque de lo contrario se aproximarían a la línea horizontal $Y = 0$. Así también podemos identificar a las corridas (run) que presentan un valor residual por encima sólo en 1, 4, 7 y 8 (Orden de observación $>$ residuo) y debajo (2, 5, 6), orden de observación $<$ residuo) del valor $Y = 8$.

En la gráfica del histograma se puede ver que es asimétrica y presenta rupturas entre las frecuencias y los residuos, hallándose el valor más alto en el punto 1 y similar -1 con un residuo de 2.

C. Superficie de respuesta para la pérdida de aceite a temperatura ambiente

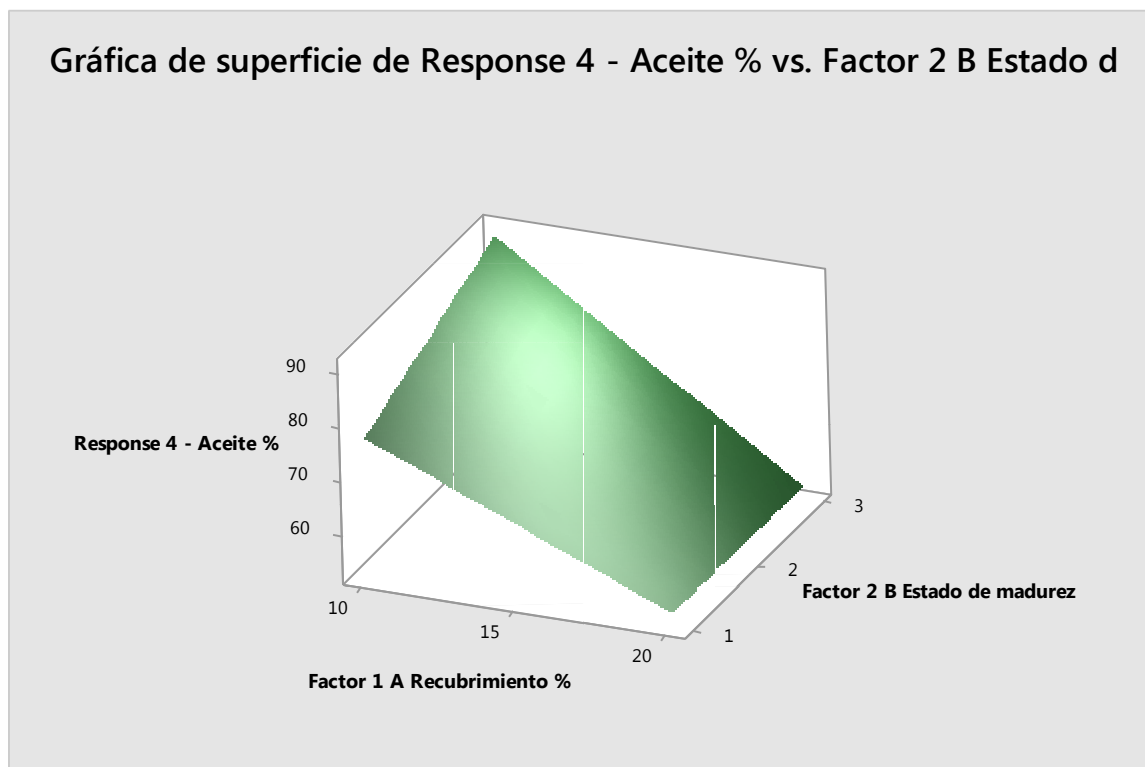


Figura 16: Superficie de Respuesta de pérdida de aceite a temperatura ambiente

Fuente: Minitab 15

En la figura 15 se constata que la pérdida de peso a temperatura refrigerada de muestras que tengan recubrimiento de la resina del Zapote en concentraciones de 12.28 g/l a 19.53 g/l a temperatura de 5°C.

Con concentraciones de resina de 10 en la condición verde-verde (1) obtenemos una pérdida de aceite de 2.94% que asciende progresivamente conforme la palta ingresa a su fase más alta de maduración (nivel 3). Para concentraciones de resina de zapote de 13.08 g/l al día “cinco” obtenemos una pérdida de aceite de 2.97% que desciende muy lentamente hasta el último día con una pérdida de aceite de 5.3% y un índice de madurez nivel 3.

D. Evaluación estadística de la pérdida de aceite respecto a temperatura ambiente

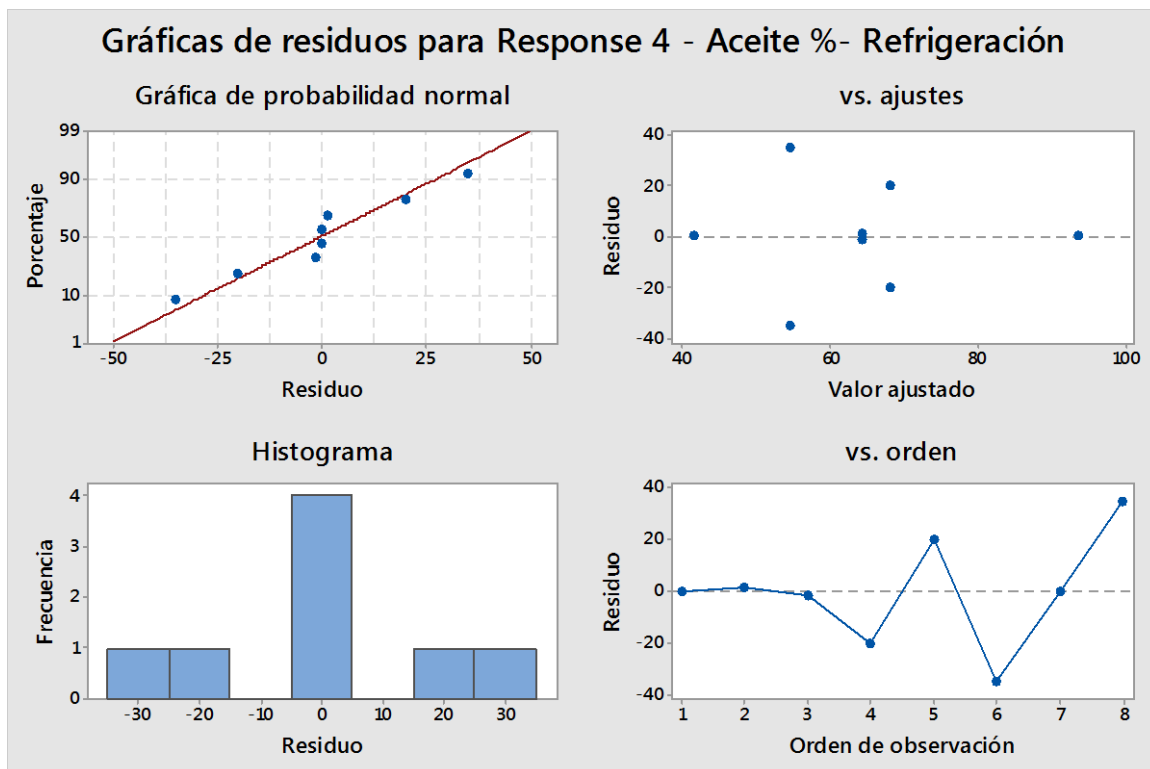


Figura 17: Residuos para respuesta de pérdida de aceite a temperatura refrigerada.

Fuente: Minitab 15

En la gráfica de probabilidad normal (Normal Plot of residuals) normalidad de los errores, uno de la presuposición es de la ANOVA: si los puntos se desviarán de la línea es posible que los errores no se distribuyan normalmente). Lo que se busca es que los puntos estén lo más próximo a la línea normal propuesta por el programa estadístico en la relación entre pérdida de humedad en el factor ambiente.

En la gráfica vs Ajustes, se aprecia el residual estandarizado frente al valor ajustado, este último obtenido a partir de la fórmula de optimización descrita en páginas anteriores. Los que presentan valores residuales negativos son aquellos que presentan un valor actual (observado durante la ejecución del tratamiento en laboratorio) menor que valor ajustado (obtenido a partir de la fórmula de optimización). Observamos además que los valores se acercan al valor 0 (cero) en el eje de las Y, precisamente porque los valores ajustados y actuales no son iguales generando un valor positivo o negativo, si sólo si, los valores residuales fueran iguales a cero todos los puntos aparecerían sobre la línea de = 0.

En la gráfica Vs orden, observamos el valor residual que es la diferencia entre el valor obtenido de cada tratamiento en el laboratorio y el valor obtenido a partir de la fórmula de optimización, haciendo una comparación entre las 17 corridas (run), observamos que hay variaciones entre sus valores actuales y ajustados, porque de lo contrario se aproximarían a la línea horizontal $Y = 0$. Así también podemos identificar a las corridas (run) que presentan un valor residual por encima sólo en 1, 4, 7 y 8 (Orden de observación > residuo) y debajo (2, 5, 6), orden de observación < residuo) del valor $Y = 8$.

En la gráfica del histograma se puede ver que es asimétrica y presenta rupturas entre las frecuencias y los residuos, hallándose el valor más alto en el punto 1 y similar -1 con un residuo de 2.

E. Superficie de respuesta para la pérdida de aceite a temperatura refrigerada

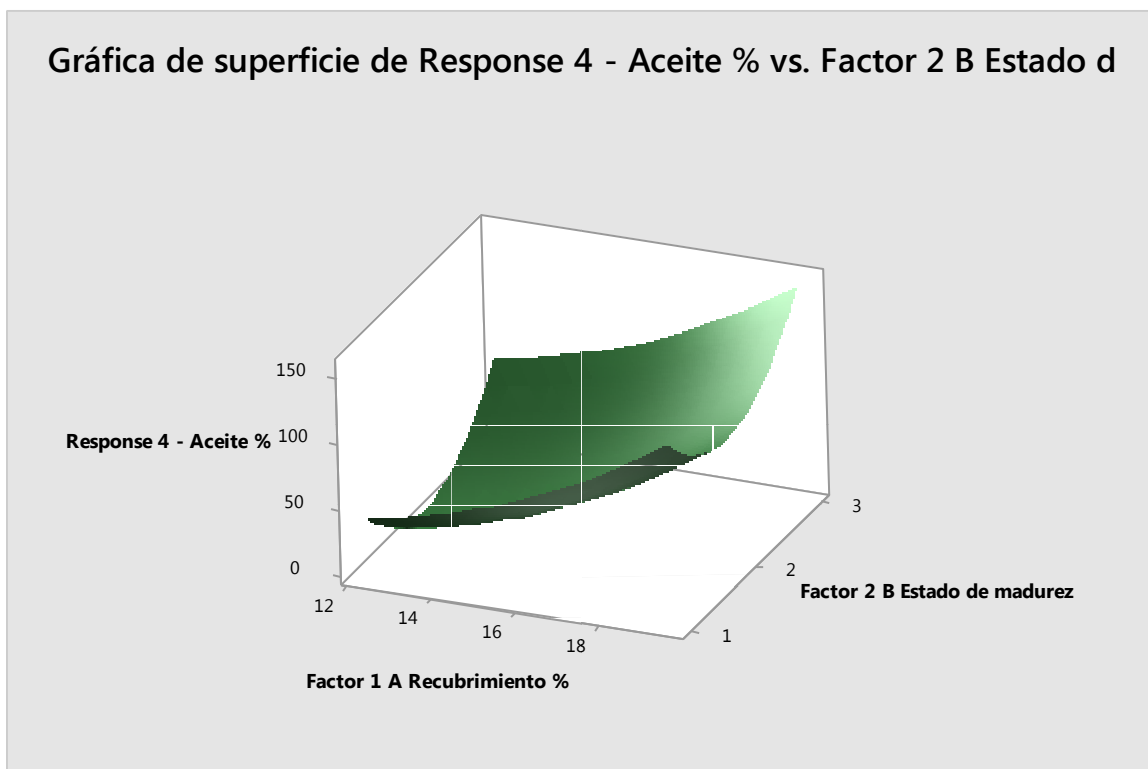


Figura 18: Respuesta de superficie para pérdida de aceite a temperatura refrigerada

Fuente: Minitab 15

En la figura 17 se constata que la pérdida de aceite a temperatura refrigerada de muestras que tengan recubrimiento de la resina del Zapote en concentraciones de 12.28 g/l a 19.53 g/l a temperatura de 5°C.

Con concentraciones de resina de 10 en la condición verde-verde (1) obtenemos una pérdida de aceite de 2.94% que asciende progresivamente conforme la palta ingresa a su fase más alta de maduración (nivel 3). Para concentraciones de resina de zapote de 13.08 g/l al día “cinco” obtenemos una pérdida de aceite de 2.97% que desciende muy lentamente hasta el último día con una pérdida de aceite de 5.3% y un índice de madurez nivel 3.

1.4.5. Optimización del estudio

Para aplicar la optimización del estudio, fue imprescindible tener muy en claro los alcances otorgados por las evaluaciones estadísticas anteriores y así determinar los niveles máximos, mínimos o exactos con los cuales queremos trabajar los factores estudiados (concentración de resina, índice de madurez o temperatura); decidir si las variables respuestas (tasa de respiración, pérdida de peso, humedad o nivel de aceite) serían maximizados, minimizados o planteados en un rango preciso, de acuerdo a los resultados obtenidos y en comunión con los objetivos planteados para la investigación y propuestos en la hipótesis.

De acuerdo a los aspectos específicos, obtuvimos:

1. Factores estudiados Concentración de la resina de zapote

Hicimos el ajuste de maximización debido a que siempre se obtendrá indicativos bajos por lo delicado del fruto y las pérdidas pos cosecha.

Temperatura

Se minimizó a 5° C, debido a que los resultados están expresando que con la recubierta de resina de zapote y los cuidados y manipuleo correctos se prolonga la conservación de la palta a una mayor proyección de tiempo de durabilidad.

Índice de madurez

Se utilizará una madurez refrigerante, esto debido a que, como ya señalamos, las exigencias que demanda el mercado con respecto a la palta, así como el mayor tiempo necesario que se requiere para su traslado a mayores distancias debido a la expansión actual del comercio, se necesita reducir su perecibilidad.

Cubierta de resina:

Se optimizó hacia un máximo de la concentración de la resina (con un factor de recubrimiento de 19.53 g/l lo que plantea como recomendación usar entre 15 – 20 g/l), lo que ha podido demostrar lo determinante que es la resina del zapote a la hora de disminuir la perecibilidad de la palta; esto se refuerza con las condiciones apropiadas de refrigeración

2. Variables respuestas

Tasa de respiración

Se buscó alcanzar una tasa de respiración mínima ($3.451 \text{ mgCO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr} - 4.632 \text{ mgCCO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$) que son valores muy adecuados para la conservación de frutos de pulpa delicada como la palta a una temperatura de 5°C , con el fin de no afectar sus calidades en cuanto a sabor y aspecto.

Pérdida de peso

Es deseable que las pérdidas de peso no excedan del intervalo 1% -5% del peso inicial reduciendo la deshidratación del fruto por pérdida de sus atributos, evitando que aparezcan manchas negras en la pulpa, así como el ablandamiento de su tejido, así como cambios en aroma.

Humedad

La pérdida de humedad tiene un efecto catastrófico para la palta, pues con ella se alteran la pulpa, el color y emergen manchas desagradables en el fruto. Por ello se buscó optimizar con un margen mínimo tolerable de 2 – 2.3% de pérdida de humedad.

Aceite

La pérdida de aceite es otro de los indicadores más sensibles respecto a la evolución de la palta en su estado de madurez, por lo que su correlación con respecto a los factores de madurez, temperatura y cubierta de resina nos permite establecer que alcanza el 6.7468292% en condiciones de temperatura ambiente.

3. Resultados de optimización

La figura 11 nos muestra gráficamente los valores exactos elegidos por parte de los investigadores para los puntos máximos tomando en consideración el análisis efectuado de cada uno de los factores y sus variables respuesta teniendo en cuenta el análisis estadístico de cada factor y respuesta al igual que todo lo visto en el proceso de ejecución del proyecto. Los factores estudiados están escritos en rojo y escrito en azul para los de las variables respuesta.

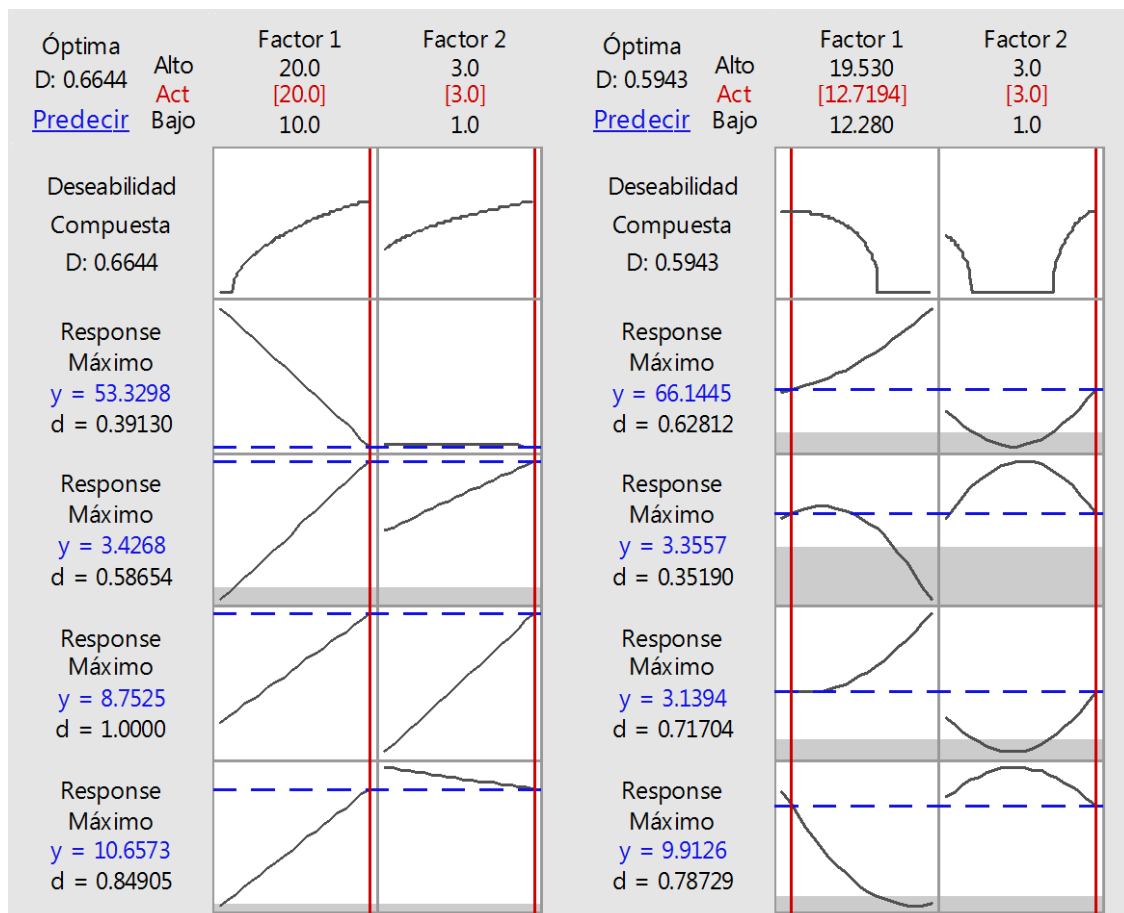


Figura 19: Optimización del Modelo a sus niveles máximo

Fuente: Minitab 15

La figura a 19 nos muestra el reporte detallado de la optimización efectuada por parte de los investigadores, en la misma se puede apreciar la respuesta que el software Minitab 15 nos sugiere para los ajustes respectivos y que para la presente investigación es de utilizar paltas fuerte en un estado de madurez organoléptico recubiertas con un capa de goma zapote de 200 g/l de concentración permite obtener un tiempo de vida útil de casi 24 días con una tasa

de respiración de 4.534 mgCO²/kh.hr, una pérdida de peso por transpiración de 0.931 %, una pérdida de aceite de 4.21..

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Evaluación de los factores estudiados

La vida útil de la palta fuerte (*persea americana*), resulta ser de tres a cuatro semanas, cuando es almacenado en condiciones de humedad y temperaturas adecuadas (Ortega R., 2013). Para poder extender la misma, se han desarrollado diversas técnicas con el fin de extender la vida útil de la palta fuerte, aunque algunas presentan problemas como es el caso de la refrigeración, en la medida que, si bien retrasa su maduración, se genera un perjuicio del fruto (Ruiz, 2012).

Por tal motivo, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de un recubrimiento en base a la resina de zapote, la que, por sus características, se proyecta propicia para extender el periodo de vida útil de la palta fuerte (*persea americana*)

El problema empieza desde el momento de la elección para su cosecha, prefiriéndose aquellas paltas maduras en su misma planta, pues conservan mejor sus propiedades y calidades (Chitarra & Chitarra, 2009). En la evaluación desarrollada en la presente investigación se pudo apreciar que, en el estado de madurez, a temperatura ambiental y de refrigeración se dieron cambios muy notorios y contrastantes, que arrojaron a todas luces las bondades de la conservación de la palta con la cobertura de la resina de zapote con una temperatura de 5°C sobre el grupo que permaneció con el recubrimiento, pero en condiciones de temperatura normal durante siete días.

Para poder prolongar la vida útil de la palta (*persea americana*) en su variedad fuerte se requiere de conocer y aplicar una tecnología basada, en primer lugar, en su conservación a temperaturas promedio de 5°C con una cobertura recomendada de resina de Zapote entre 15 - 20 g/l, extendiendo su durabilidad post cosecha hasta 1 semana más de lo que comúnmente dura. Contrario a lo que señalan Vásquez, Guerrero & Beltrán, (2013), la conservación de las frutas delicadas con biofilms (en nuestro caso la resina del zapote), sólo sería recomendable en frutas con cáscara delgada. Con la presente investigación logra demostrarse que el uso de coberturas o biofilms, asociado a la refrigeración moderada, tienen muy buenos resultados en frutos como la palta que poseen una cáscara más dura, como lo

demonstró en su momento Muñoz León, (2014) con la carambola y el uso de un biofilm a base de la misma resina de zapote. A ello se agrega que esta resina es atóxica, de fácil tratamiento y de muy bajo costo.

Los aspectos negativos a considerar están relacionados con el aspecto que presenta la palta con cobertura refrigerada, la cual, pese a mantener sus características comestibles intactas por más del tiempo de maduración, externamente ofrece un aspecto de sobremaduración, lo cual exige estudios más profundos que incorporen más variables de respuesta para optimizar este aspecto que, a nuestra consideración, no perturba las calidades y bondades intrínsecas de la palta en su punto óptimo de consumo.

Probablemente, si se amplía el proceso con la aplicación de nuevas coberturas que repongan la original, en sus aspectos de deterioro, puedan aportar un mejor aspecto al fruto (Ruiz Cruz, 2012)

En el proceso de investigación se utilizaron coberturas de aproximadamente 200 g/l, motivado por la naturaleza de su cáscara así como las características agrídulces que tenía como objetivo conservar (Muñoz León, 2014), la palta, por el grosor de su cáscara, no es recomendable agregar una cobertura mayor que los 20 g/l utilizados con el fin de evitar a niveles intolerables, el intercambio gaseoso durante la respiración de los tejidos del fruto, pues podría generar que se acumularan altos niveles de etanol lo que afectaría la calidad del fruto en cuanto a sabor y olor así como a un mayor deterioro en su peso (Vargas Colás, 2014).

Si bien es cierto, la palta (*persea americana*), en su variedad fuerte, ofrece una propensión a la uniformidad en cuanto a su aspecto, el encerado de la resina del zapote debe ser realizado por inmersión, no siendo recomendable el uso de otros procedimientos.

Evaluación de las variables respuestas:

Tasa de respiración (TR):

El principal proceso fisiológico que continúa ocurriendo después de la cosecha es la respiración; que en ese período se da debido a las reservas de sustratos acumulados en el período de crecimiento y maduración de los vegetales. La respiración consiste en la descomposición oxidativa de sustancias complejas presentes en las células (como almidón, azúcares y ácidos orgánicos) en moléculas simples (CO_2 y H_2O) con producción de energía.

La tasa respiratoria está, en general, directamente ligada a la tasa de deterioro de un producto cosechado y la temperatura a la que se expone influye directamente en la respiración; y el aumento de la temperatura eleva su tasa respiratoria disminuyendo así su vida post-cosecha (vida de estante). La tasa respiratoria de una fruta depende de su grado de desarrollo (McGuire, 2009)

En el caso del estudio de la palta es inversamente proporcional, es decir, tiene un comportamiento de un fruto climatérico de alta tasa de respiración. Durante la fase inicial de su desarrollo inician con (TR) altas de 22.343 mgCO²/kg-h de los cuales disminuyen progresivamente a 8.70 mgCO²/kg-h en condiciones ambientales (PRONATTA, 2000). Así mismo, a 5 °C presenta una (TR) entre 5-10 mg CO²/Kg h. (Ortega R., 2013). Durante el estudio se pudo observar que los frutos en estado refrigerado recubiertos con el biofilm de zapote a temperaturas de 5°C tienen un mayor descenso de la tasa respiratoria. A comparación de las evaluadas en temperatura ambiente, el estado fisiológico presenta un rango de tasa respiratoria más elevado. Estos datos dependerán de la concentración de la cobertura. Esto comprueba que los rangos pre establecidos para la tasa respiratoria, como el caso de la carambola (Muñoz León, 2014) y de otros estudios (Ruiz Cruz, 2012), validan la investigación, en condiciones de refrigeración 5°C, manteniéndose en el rango de 5-10 mg CO²/Kg h. (Vargas Colás, 2014), logrando la palta controlar su proceso de maduración de manera exitosa, evitando la afectación de la pulpa con excesiva acuosidad o negruras.

Pérdida de peso:

Este parámetro está vinculado con las aperturas epidérmicas que representan la principal vía de pérdida de agua a través de la cutícula de la palta. Representa alrededor del 5-10 % de la pérdida total (Muñoz León, 2014). A ello se agregan otros factores como el estado de maduración del fruto, factores ambientales, presión atmosférica, etc. En este trabajo, se toma como principal referente la temperatura de almacenamiento (5°) lo cual reduce, junto con la cubierta de la resina, la deshidratación del fruto a niveles ambientales naturales. Al transpirar menos y mantener de mejor manera su equilibrio gracias a la resina que reduce el impacto del frío sobre la pulpa de la palta, se reduce la pérdida de peso, cosa que no sucede con la palta recubierta pero expuesta a temperatura ambiente.

Pérdida de humedad.

Los cambios en la humedad de la palta fuerte (persea americana) en función del tiempo de almacenamiento, a lo largo del trabajo de investigación, se pudo evaluar que el porcentaje de pérdida de humedad en las muestras control (sin recubrimiento) fue significativamente ($P < 0,05$) mayor en relación con las muestras recubiertas con resina de zapote. En las paltas del grupo control, la pérdida de humedad promedio fue cercano de 9.18 en las diez semanas de almacenamiento, mientras que las paltas recubiertas del grupo experimental presentaron la menor pérdida de peso, con 1,10%, durante el mismo periodo. Las frutas que fueron recubiertas utilizando una proporción del 12% (v/v), independientemente de las concentraciones de resina de zapote utilizadas, presentaron valores de pérdida de humedad entre 3,58 y 4,55%; por el contrario, las frutas recubiertas con menores concentraciones de Resina (8,0% v/v), sin tener en consideración las proporciones de la misma, presentaron menores porcentajes de pérdida de humedad (1,05 – 1,89%). Estos resultados son bastante cercanos a los reportados por Serkovic (2016) en frutas sometidas con mezclas de cera y metil ciclopropeno, fueron hallados rangos que oscilaban entre 1,80 y 5.2, dependiendo de las concentraciones de cera utilizadas. Asimismo, Vásquez, Guerrero, & Beltrán (2013) alcanzaron valores de pérdida de humedad aproximados al 6,0%, luego de 6 semanas en que tuvieron almacenadas las paltas las cuales estaban recubiertas con cera candelilla. Se tiene que considerar que los valores más reducidos de pérdida de humedad encontrados en las frutas recubiertas pueden ser atribuidos “a las propiedades de barrera para la difusión de gases de las estomas, organelos que regulan el proceso de transpiración, además del intercambio de gases, entre la fruta y el medio ambiente” (Serkovic Linares, 2016, p. 27).

Pérdida de Aceite

El coeficiente de correlación entre el porcentaje de aceite y el peso del fruto fue para las distintas localidades del presente estudio el siguiente: Los coeficientes de correlación fueron significativos sólo en tres localidades, las cuales aparecen en el Cuadro 9. Para el resto de las localidades, es decir, La Serena Cabildo y La Cruz se obtuvieron los siguientes coeficientes: 0,19; 0,59 y 0,58 respectivamente.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Para los propósitos de esta investigación, se seleccionaron paltas (*persea americana*) en su variedad fuerte, que ofrecieran las bondades y calidades más uniformes identificadas a fin de obtener lecturas adecuadas al momento de someterlas al estudio, lo que permitió reducir a un mínimo cualquier tipo de variable interviniente durante los procedimientos.

De acuerdo a nuestro primer objetivo, se realizó la obtención de la cobertura mediante el tratamiento de la resina del Zapote (*Capparis scabrida* H.B.K), la cual fue utilizada para recubrir los frutos mediante un procedimiento de inmersión, lo que permitió la distribución homogénea de la cobertura en todas las paltas utilizadas de manera uniforme, permitiendo así mantener sus propiedades funcionales que le garantizaron una respuesta igualmente adecuada durante todo el proceso de la investigación.

La resina del árbol de zapote (*Capparis scabrida* H.B.K) ha demostrado su gran utilidad y versatilidad para aplicaciones en el campo de la industria alimentaria, debido a sus características de inocuidad, fácil tratamiento y buena respuesta en aplicaciones tecnológicas como la utilizada en la presente investigación en la que fue determinante para ofrecer tecnología pos cosecha de alta efectividad y fácil adecuación. De esta manera, se superó con éxito los principales aspectos considerados en esta investigación con respecto a la tasa de respiración, pérdida de peso, humedad y aceite presentes en la palta y que son determinantes para su índice de maduración, así como para su conservación pos cosecha.

Con respecto a nuestro segundo objetivo, se controló la maduración de las paltas observándose en dos estadíos muy diferentes estados de temperatura (temperatura ambiente y refrigerada), ambos grupos con recubrimiento teniéndose como resultado que una cobertura formulada de 20 g/l permite, en el caso específico de la palta, conservar las condiciones intrínsecas de este fruto así como su calidad, extendiendo su vida útil por 7 días más de lo previsto (por lo general la palta en estado e madurez tiene una vida útil de 2 semanas (Ortega R., 2013). Las formulaciones menores a 20 g/l de acuerdo al modelo optimizado no ofrecen la misma garantía.

Con respecto a nuestro tercer objetivo, se efectuaron las optimizaciones estadísticas realizadas en base a los estudios efectuados nos permiten afirmar que, tomando en consideración los requisitos que exige actualmente el mercado de la palta, a nivel interno como externo, exige el uso de nuevas tecnologías que permita ofrecer durabilidad y calidad por más tiempo del producto, por lo que, estudios como el presente demuestra su valor como aporte a la consecución de estos fines.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda en primer lugar, la manipulación de la resina de zapote utilizando agua preferentemente destilada, con el fin de evitar contaminación de elementos patógenos, así como eludir la mezcla con olores que alteren el perfil de la palta.

La aplicación de la cobertura debe hacerse por inmersión total de los frutos a fin de que estos se recubran de manera uniforme evitando con ello que se queden zonas expuestas.

Realizar investigaciones y adecuaciones posteriores de esta tecnología con el fin de optimizar los métodos y los procedimientos a nivel práctico en el campo, para que los agricultores que deseen su utilización, les sea accesible y cómodo.

No se hicieron estudios microbiológicos por lo que este aspecto debería ser considerado en futuros trabajos similares. No obstante, como medida preventiva se recomienda el uso de algún elemento fungicida y antimicrobiano que puede ser agregado a la mezcla y con el fin de evitar su toxicidad, puede ser uno de origen natural del que haya evidencia en estudios científicos.

Referencias Bibliográficas

- Chitarra, M., & Chitarra, A. (2009). *Poscosecha y verduras: la fisiología y la manipulación*. Sao Paulo: Librería varela.
- Escalante Varona, A. (2015). *Aplicación de un recubrimiento comestible de goma de tara (caesalpinia spinosa molina kuntze sobre fresas (fragaria ananassa cv. aromas) para prolongar su conservación*. Lima: Universidad Agraria de la Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1854/J11.E74-T.pdf;sequence=1>
- Gestión. (4 de marzo de 2018). *Gestión*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/peru-consolida-segundo-proveedor-mundial-paltas-228551>
- Guarrido, A. (2016). *CULTIVO del Aguacate en Centro América*. Tegucigalpa: Ciencia Agrícola.
- KLUGE, R., NACHTIGAL, J., & FACHINELLO, J. (2012). *Fisiología y manejo post-cosecha de frutas de clima templado*. Sao Paulo: Librería Rural.
- McGuire, M. (2009). *Estimating stem respiration in trees by a mass balance approach that accounts for internal and external fluxes of CO2*. San Diego: Academic Press.
- Muñoz León, L. (2014). *Control de maduración de la carambola (Averrhoa carambola L.) mediante el uso de biofilm formulado a partir de la resina del árbol de zapote (Capparis scabrada H.B.K)*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán.
- Ortega R., D. (2013). *problemas fisiológicos del aguacate post cosecha*. México D.F.: Instituto de tecnologías agrícolas.
- Prieto, J. (2018). *La Palta y sus beneficios*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Garcilaso de la Vega.
- Roncero, A. (2017). La Agroindustria en Lambayeque. *Sembrando Caminos*, 27-39.
- Ruiz Cruz, S. (2012). *Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas*. México: Universidad de Hermosillo. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/813/81339864002.pdf>

- Salazar López, J. (2014). *Caracterización físico - química de la semilla del zapote Capparis Scavrida H.B.K. de la zona de Motupe, Lambayeque*. Lima: Universidad Agraria e la Molina. Obtenido de http://repositorio.lamolina.edu.pe/browse?order=ASC&rpp=20&sort_by=1&etal=-1&offset=171&type=title
- Sánchez R., P. (2009). *manejo de producción frutícola post cosecha*. Madrid: McGraw Hills.
- Schaffer, B., Wolstenholme, B., & Whiley, A. (2017). *The avocado : botany, production and uses*. Cambridge, MA: CABI.
- Serkovic Linares, I. (2016). *Coberturas cerosas y almacenamiento en frío en la conservación pos cosecha de frutos de Tangor W. Murcott*. Lima: Universidad Agraria de la Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1965>
- Sozzi, G. O. (2008). *Árboles frutales. Ecofisiología, cultivo y aprovechamiento*. Buenos Aires: Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires.
- Vargas Colás, M. (2014). *Recubrimientos biodegradables de biopolímeros para su aplicación en frutas*. Valencia: Universidad de Valencia. Obtenido de <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=46476>
- Vásquez, M., Guerrero, J., & Beltrán, A. (2013). *Recubrimiento de frutas con biopelículas*. Puebla - México: Universidad de Puebla. Obtenido de <http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al-2013.pdf>

ANEXO FOTOGRÁFICO



Figura 20: Foto de la goma de sapote (*Capparis scabrida*) recién extraída



Figura 21: Foto de la goma molida con el tamiz N° 20



Figura 22: Cosecha de palta fuerte (persea americana)



Figura 23: Corte de la palta fuerte



Figura 24: Selección y corte de la palta



Figura 25: paltas cosechadas y colocadas en su encaje de cartón para su traslado al laboratorio



Figura 26: Agua destilada utilizada para el lavado de las paltas



Figura 27: Paltas en la mesa del laboratorio



Figura 28: Turbo Mixer para el lavado de las paltas



Figura 29: Agua destilada medida y preparada para el lavado de las paltas

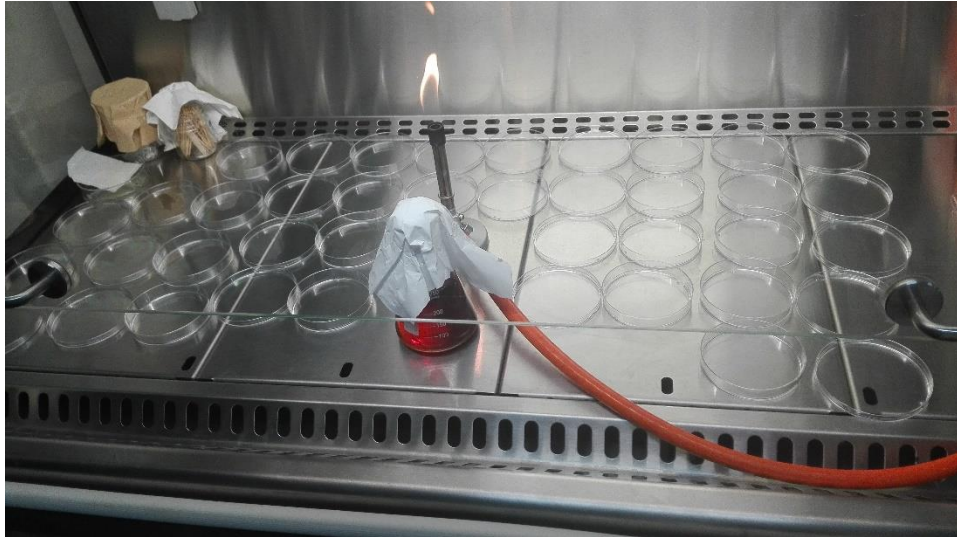


Figura 30: Solución de resina de zapote diluida y preparada para su aplicación



Figura 31: Media de resina debidamente diluida a ser utilizada

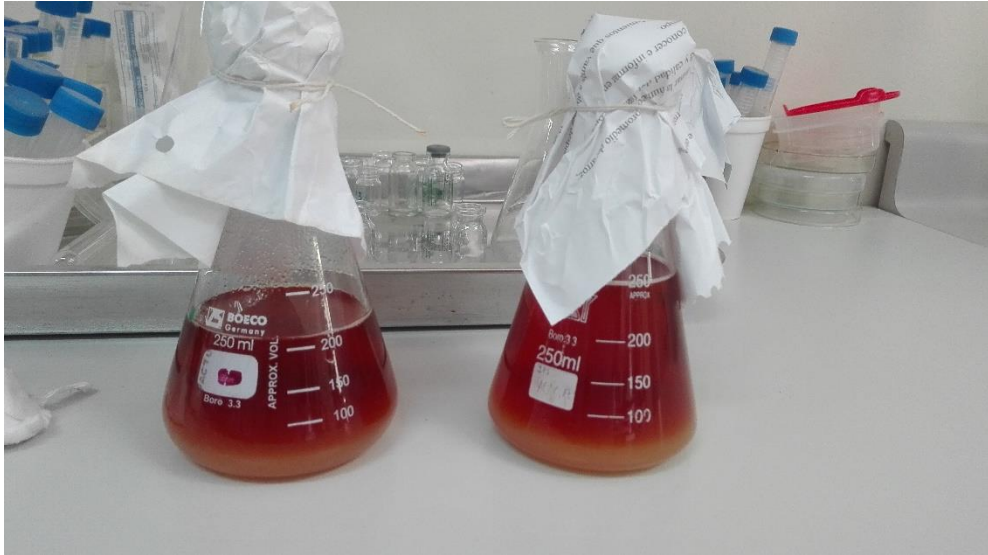


Figura 32: Condiciones de la palta en cuanto a las características de su pulpa



Figura 33: Distintas muestras de la pulpa de la palta a ser analizada