

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“PELÍCULAS COMESTIBLES EN FRUTOS DE ZAPALLITO  
ITALIANO (*Cucurbita pepo* L.) cv. MODENA”**

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

**EDUARD MANUEL ZEGARRA ZABALETA**

**LIMA-PERÚ**

**2024**

# PELÍCULAS COMESTIBLES EN FRUTOS DE ZAPALLITO ITALIANO (Cucurbita pepo L.) cv. MODENA

## ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="#">pdfslide.tips</a> Internet Source	2%
2	<a href="#">repositorio.espe.edu.ec</a> Internet Source	1%
3	<a href="#">repositorio.upec.edu.ec</a> Internet Source	1%
4	<a href="#">Submitted to University of Sheffield</a> Student Paper	1%
5	<a href="#">doaj.org</a> Internet Source	<1%
6	<a href="#">repositorio.inia.gob.pe</a> Internet Source	<1%
7	<a href="#">paperity.org</a> Internet Source	<1%
8	<a href="#">repositorio.ual.es:8080</a> Internet Source	<1%
9	<a href="#">repositorio.unaj.edu.pe</a> Internet Source	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“PELÍCULAS COMESTIBLES EN FRUTOS DE ZAPALLITO  
ITALIANO (*Cucurbita pepo* L.) cv. MODENA”**

**Eduard Manuel Zegarra Zabaleta**

Tesis para optar el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

---

Ph. D. Liliana María Aragón Caballero  
**PRESIDENTE**

---

Ing. M. S. Andrés Virgilio Casas Díaz  
**ASESOR**

---

Ing. Mg. Sc. Sarita Maruja Moreno Llacza  
**MIEMBRO**

---

Ing. Mg. Agroneg. Daniel Encarnación Chávez  
Bocanegra  
**MIEMBRO**

**LIMA – PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres, Gloriosa Zabaleta y José Zegarra, quienes, con su inquebrantable esfuerzo, dedicación y amor, moldearon mi camino y forjaron mi ser, convirtiéndome en la persona profesional que soy hoy. Su amor y apoyo infinito son el verdadero motor detrás de mis logros. Gracias, de todo corazón.

A mi amada hermana Jenny Zegarra, cuya luz y apoyo incondicional siempre ha sido mi inspiración a lo largo de mi travesía universitaria. Seguir tus pasos es un honor y privilegio que jamás dejaré de valorar.

A mi querida tía, Belia Zabaleta, a quien le debo la inquietud por llevarme a la capital y la oportunidad de quedarme en su hogar para emprender esta travesía en mi vida profesional. Siempre estaré agradecido por tu cariño y por ser un refugio en este gran viaje de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos mis familiares quienes fueron el principal soporte de mi etapa universitaria e influyeron en mi formación profesional, Manuela Tuesta, Zaida Tuesta, Lucio Zegarra, Bárbara Aucchhuaque, Natali Zegarra, Belinda Alvarado, José Alvarado; gracias por su apoyo incondicional en todo momento.

Rocío Salazar, Ángel Toledo y Lucero Cabrera; quienes participaron en el apoyo del proceso experimental de este trabajo.

Al Ing. Andrés Casas, mi asesor, por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo; a la Ing. Isabel Montes, por facilitarme a elegir los datos requeridos en esta investigación.

Al Dr. Alexis Dueñas, por el gran apoyo en todo momento en la parte estadística y así facilitarme una mejor comprensión del desarrollo de este trabajo.

A las empresas Bionatural Solutions y Ecoproa EIRL, por su gentileza en donar sus películas comestibles y por el préstamo de sus instalaciones para aprender a elaborarlas.

A todas las personas quienes participaron de manera directa e indirecta de este trabajo de investigación en todas sus fases.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	2
2.1	CUCURBITACEAS EN EL MUNDO.....	2
2.2	CUCURBITACEAS EN EL PERÚ .....	2
2.3	<i>Cucurbita pepo</i> L.....	3
2.3.1.	Taxonomía.....	3
2.3.2.	Historia de <i>cucurbita pepo</i> L.....	3
2.3.3.	Comercialización nacional de <i>cucurbita pepo</i> L.....	4
2.3.4.	Cuidados culturales del cultivo.....	4
2.3.5.	Indicadores y cuidado de cosecha.....	5
2.3.6.	Manejo poscosecha de <i>cucurbita pepo</i> L.....	5
2.4	DAÑOS EN <i>Cucurbita pepo</i> L. DURANTE POSCOSECHA.....	6
2.5	EL USO DE PELÍCULAS COMESTIBLES. ....	6
2.6	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE PELÍCULAS COMESTIBLES .....	7
2.7	IMPORTANCIA DEL USO DE PELÍCULAS COMESTIBLES EN <i>Cucurbita pepo</i> L.....	7
2.8	MATERIALES DE PELÍCULAS COMESTIBLES Y SUS PROPIEDADES .	8
2.8.1.	Almidón .....	8
2.8.2.	Flavonoides.....	9
2.8.3.	Quitano.....	9
2.8.4.	Aceite de ricino.....	9
2.8.5.	Cera de carnauba.....	9
2.9	APLICACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES.....	10
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	11
3.1	LUGAR.....	11
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS .....	11
3.2.1.	Fruta.....	11
3.2.2.	Películas comestibles .....	11
3.2.3.	Equipos y materiales de almacenamiento.....	12
3.2.4.	Instrumental e insumos de evaluación.....	13

3.3	PROCEDIMIENTO.....	13
3.3.1.	Traslado y recepción de fruta .....	13
3.3.2.	Volcado de la fruta y retiro de desechos.....	13
3.3.3.	Selección y lavado .....	13
3.3.4.	Aplicación de las películas comestibles y secado.....	14
3.3.5.	Etiqueta .....	14
3.4	DISEÑO EXPERIMENTAL .....	16
3.5	EVALUACIONES REALIZADAS .....	17
3.5.1.	Evaluaciones antes de la aplicación de los tratamientos .....	17
3.5.2.	Evaluaciones de la calidad del fruto luego de la aplicación de los tratamientos .....	18
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
4.1	VARIABLES DE LA CALIDAD DEL FRUTO .....	20
4.2.	VARIABLES DE CALIDAD LUEGO DE APLICADO LOS TRATAMIENTOS .....	21
4.2.1.	Porcentaje y tasa de pérdida de peso diario en frutos.....	21
4.2.2.	Evaluación de la firmeza del fruto.....	24
4.2.3.	Evaluación de la tasa de respiración del fruto .....	25
4.2.4.	Índice de daño externo del fruto .....	27
4.2.5.	Evaluación del color del fruto.....	30
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>34</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Tratamientos evaluados.....	16
<b>Tabla 2:</b> Índice de daño en el fruto de <i>C. pepo</i> L .....	19
<b>Tabla 3:</b> Promedio de longitud (cm), peso (gr), diámetro (cm) y porcentaje (%) de peso seco en frutos de Cucurbita pepo L. sin las aplicaciones de películas comestibles. ....	20
<b>Tabla 4:</b> Caracterización del color medio de los frutos de <i>C. pepo</i> L. empleando películas comestibles sobre los frutos.....	31



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Procedimiento del experimento desde la cosecha de los frutos hasta la aplicación de las películas comestibles.....	15
<b>Figura 2:</b> Porcentaje promedio de la pérdida de peso acumulado en frutos de <i>C. pepo</i> L. cv. Modena bajo diferentes tratamientos de películas comestibles. ....	22
<b>Figura 3:</b> Tasa de pérdida de peso diario en frutos de <i>C. pepo</i> L. cv. Modena bajo diferentes tratamientos de películas comestibles.....	22
<b>Figura 4:</b> Firmeza promedio en frutos de <i>C. pepo</i> L. cv. Modena al segundo, séptimo y catorceavo día después del tratamiento con películas comestibles. ....	24
<b>Figura 5:</b> Tasa de la respiración en frutos de <i>C. pepo</i> L. cv. Modena a través del tiempo bajo diferentes tratamientos de películas comestibles.....	26
<b>Figura 6:</b> Índice de daño promedio en frutos de <i>C. pepo</i> L. cv. Modena a través del tiempo con la aplicación de tratamientos de películas comestibles.....	28
<b>Figura 7:</b> Índice de daño de los frutos de <i>C. pepo</i> L. cv. Modena empleando películas comestibles sobre los frutos.....	29

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de la película comestible comercial “ECOWAX EXPORT MG-UE” .....	40
Anexo 2: Ficha técnica de la película comestible comercial “ECOWAX FRESH PE” .....	43
Anexo 3: Análisis estadístico de los parámetros de calidad del fruto .....	45
Anexo 4: Análisis estadístico del porcentaje y tasa de pérdida de peso diario en frutos ....	47
Anexo 5: Análisis estadístico de la evaluación de la firmeza del fruto .....	60
Anexo 6: Análisis estadístico de la evolución en la tasa de respiración del fruto .....	64
Anexo 7: Análisis estadístico del índice de daño .....	65

## RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo la finalidad de evaluar el efecto de películas comestibles comerciales y elaboradas sobre el comportamiento en frío para frutos de *Cucurbita pepo* L. cv. Modena durante catorce días en poscosecha. La investigación y evaluaciones se hicieron en las instalaciones del Laboratorio de Poscosecha de la UNALM. Las características evaluadas fueron características relacionadas a la calidad del fruto cosechado (longitud, peso, diámetro, peso seco) y características que determinan el grado de deterioro del fruto una vez cosechado (pérdida de peso, firmeza, tasa de respiración, índice de daño, color). El fruto recubierto con las películas comestibles de almidón de arroz + aceite de ricino y Ecowax Fresh PE presentaron una menor pérdida de peso. La firmeza se conservó mejor empleando la película comestible comercial que aún está en ensayos de la empresa Bionatural Solutions S.A.C. La tasa de respiración, el índice de daño y el color del fruto no fueron afectados por el uso de las películas comestibles. En conclusión, los tratamientos con mejores resultados fueron obtenidos con las películas comestibles comerciales Ecowax Fresh PE con 2% de sólidos solubles y formulado a base de quitosano; también con Bionatural Solutions formulado con flavonoides naturales de frutos tropicales; y por último, la película elaborada a base de almidón de arroz + aceite de ricino.

**Palabras clave:** Películas comestibles, zapallito italiano, cv. Modena.

## **ABSTRACT**

The purpose of the research work was to evaluate the effect of commercial and elaborated edible films on the postharvest life of *Cucurbita pepo* L. cv. Modena fruits. The experimental procedures and evaluations were carried out at the Postharvest Laboratory of UNALM. Characteristics evaluated were fruit quality (height, weight, diameter, dry weight, weight loss, firmness, respiration rate, damage index, color). Fruit coated with the edible films of rice starch + castor oil and Ecowax Fresh PE ha lower weight loss. Firmness performed better with the commercial edible film that is still in development from Bionatural Solutions S.A.C. Respiration rate, damage index and fruit color were not affected by the use of edible films. In conclusion, treatments with the best results were obtained with the commercial edible films Ecowax Fresh PE with 2% soluble solids and formulated mainly with chitosan; also with Bionatural solutions formulated with natural flavonoids from tropical fruits; finally, the film elaborated with rice starch + castor oil.

**Keywords:** Edible films, Italian zucchini, cv. Modena.

## I. INTRODUCCIÓN

*Cucurbita pepo L.* es una hortaliza con una piel muy delicada y abundante en antioxidantes como el betacaroteno, ácido fólico y las vitaminas C y E. Una de las características destacadas de este fruto es su elevado contenido de humedad, superando el 90%. Sin embargo, esta característica conlleva a una tasa significativa de pérdida de peso durante la poscosecha, convirtiéndolo en una verdura altamente perecedera y generando ciertas problemáticas en su manejo y conservación. En consecuencia, la rápida deshidratación y deterioro de los frutos de *C. pepo L.* después de la cosecha se refleja en la disminución de las defensas antioxidantes y con la aparición de especies reactivas con el oxígeno durante su almacenamiento en frío. Todo ello trae un rápido deterioro, pérdida de firmeza y descomposición. No obstante, existen diferentes alternativas de tratamientos para fortalecer la calidad en los frutos de *C. pepo L.* durante su manejo poscosecha. (Bleoanca et al., 2022).

La aplicación de películas comestibles a partir de polisacáridos, proteínas o lípidos proporcionan una barrera selectiva al vapor de agua, oxígeno, dióxido de carbono, así como una defensa mecánica externa en los frutos sin alterar su sabor y textura. (Bleoanca et al., 2022).

El uso de películas comestibles de forma invisible, comestibles, incoloros e insípidos comprueban el mantenimiento del color y la firmeza en frutas, prolongando la vida útil y la calidad del producto. (Rossi et al., 2017). Por lo tanto, es necesario evaluar el uso de películas comestibles en frutos de *C. pepo L.* sobre todo con materiales hidrofílicos para la formación de una barrera en la pérdida de vapor de agua del producto durante su manejo en poscosecha. (Alma et al., 2019).

Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de las películas comestibles en frutos cosechados de *Cucurbita pepo L.* cv. Modena en preservar su calidad poscosecha.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 CUCURBITACEAS EN EL MUNDO

La familia Cucurbitaceae es ampliamente distribuida en las regiones tropicales y subtropicales, siendo uno de los grupos vegetales más comunes. Con alrededor de 117 géneros y 850 especies, se le considera una familia particularmente diversa. Dentro del continente americano, se encuentra casi el 68% de la diversidad, descartando en países como México, Brasil, Perú y Venezuela. Estas plantas presentan una notable variabilidad morfológica, siendo mayormente herbáceas y pudiendo ser anuales o perennes. Se clasifican como monoicas o dioicas, con flores que surgen de las axilas de las hojas, ya sea de manera solitaria o en inflorescencias racimosas. Sus frutos, clasificados como bayas o pepos se caracterizan por tener un mesocarpo carnoso y jugoso. (Amaya, 2021)

Según Rodríguez et al., (2018), las cucurbitáceas desempeñan un papel importante en la seguridad alimentaria dentro de las civilizaciones precolombinas en América. Esto se debió a su adaptabilidad agronómica y versatilidad en la cocina. En la actualidad, su valor sigue siendo evidente, especialmente por la amplia diversidad dentro del género cucúrbita, que comprende de 20 a 27 especies. Las más destacadas en términos de uso son *Cucurbita máxima*, *Cucurbita moschata*, *Cucurbita pepo*, *Cucurbita argyrosperma* y *Cucurbita ficifolia*.

### 2.2 CUCURBITACEAS EN EL PERÚ

Las cucurbitáceas son hortalizas ancestrales en el Perú, siendo cultivadas por antiguas culturas como Mochica y Chimú. Por ello, son clave esencial de la agrobiodiversidad peruana. También, tienen alto contenido per cápita porque brinda grandes beneficios económicos a los agricultores de la costa, sierra y selva. Dentro de su valor nutricional se encuentra en mayor demanda el calcio, hierro y vitaminas A, B y C. Aparte, en el año 2021 la superficie cosechada de cucurbitáceas fue aproximadamente 14 993 ha, con una producción total de 403 187 t y un rendimiento de 26 845 t ha<sup>-1</sup>. Siendo las regiones de Ancash, Arequipa, Tacna, Lima y La libertad las principales zonas de producción, llegando a obtener un precio promedio en chacra de S/. 1.08 el kilo. (Ministerio de Desarrollo Agrario Y Riego, 2021).

## 2.3 *Cucurbita pepo* L.

### 2.3.1. Taxonomía

Según Veladez (1998) la clasificación taxonómica de *Cucurbita pepo* L. es la siguiente:

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Cucurbitales
<b>Familia</b>	Cucurbitacea
<b>Género</b>	Cucurbita
<b>Especie</b>	<i>Cucurbita pepo</i> L.

*Cucurbita pepo* L. abarca varios cultivares, definiendo un cultivar a un grupo de plantas que ha sido seleccionados y cultivados por características particulares. La mayoría de los frutos son cilíndricos, el color de los frutos va desde tonos oscuros de verde hasta tonalidades más suaves, a veces con franjas de diferentes matices de amarillo. (Montenegro, 2018).

*Cucurbita pepo* L. cv Modena se caracteriza por ser una planta de buen vigor, siendo un híbrido F1 a partir de dos cepas puras. Los frutos se caracterizan por ser de color verde oscuro, buena lisura en la su parte externa y produce buena relación de longitud y diámetro en los frutos debido a su forma alargada. (Bejo, 2023). Por otro lado, esta hortaliza posee un elevado contenido de agua (95%) y es apreciado por el bajo contenido calórico (10-20 Kcal/100g) (Castagnino et al., 2008).

### 2.3.2. Historia de *Cucurbita pepo* L.

Según datos arqueológicos, *Cucurbita pepo* L. tuvo una presencia extendida en el norte de México y el suroeste de Estados Unidos desde aproximadamente el 7000 a.C. hasta la era cristiana. En la región Rio Guadalupe en Texas, se identifica una variedad silvestre llamada C. texana, esto podría ser la forma ancestral de *C. pepo* L., caracterizada por una corteza dura y un sabor amargo. Por lo tanto, siendo originaria del sur de América y Mesoamérica, esta especie ha sido cultivada por culturas precolombinas, convirtiéndose en una de las primeras hortalizas en llegar a Europa tras el encuentro con el Nuevo Mundo. (Montenegro, 2018).

### **2.3.3. Comercialización nacional de *Cucurbita pepo* L.**

En el Perú muchos agricultores cultivan *Cucurbita pepo* L., las áreas que son destinadas para el manejo de la producción en campo van desde 50 m<sup>2</sup> hasta 1 ha. La producción de *C. pepo* L. a nivel nacional es destinada con un fin comercial dentro del mercado nacional. También, el manejo del cultivo en campo se da a través de la tecnología convencional. Por lo tanto, la comercialización de *C. pepo* L. en el Perú se da con fines gastronómicos por la demanda del turismo (Ministerio de Ambiente, 2020).

### **2.3.4. Cuidados culturales del cultivo**

#### **a. Riego**

El género *Cucurbita*, en términos generales, son plantas que requieren una atención especial en cuanto a la humedad del suelo. Es necesario proporcionar riegos más frecuentes, especialmente con la aparición de los primeros frutos. Sin embargo, es importante evitar encharcamientos, ya que pueden ser perjudiciales para el desarrollo del cultivo. En las etapas iniciales del cultivo, no se aconseja el exceso de agua en el suelo para facilitar el enraizamiento. Se sugiere la práctica de alternar el riego, es decir, regar un sí y otro no. Esta alternancia contribuye a que el surco que permanezca seco sea el punto de inicio para la cosecha, promoviendo las condiciones óptimas para el desarrollo y recolección eficientes de los frutos (Suquilanda, 2003).

#### **b. Control de malezas**

Es esencial mantener el cultivo libre de malezas con el propósito de mejorar la aireación del suelo y prevenir la competencia por nutrientes. El primer control de malezas se lleva a cabo tan pronto como las plantas alcanzan una altura de 10 cm aproximadamente. Posteriormente, se implementan controles adicionales según sea necesario, siempre antes de que las malas hierbas puedan invadir el terreno. En el contexto de un manejo orgánico, se recomienda realizar la deshierba de forma manual para garantizar prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. (Calucho, 2017).

#### **c. Limpieza de flores**

Las flores de *Cucurbita pepo* L. se desprenden una vez hayan cumplido su función y se descomponen rápidamente, Por lo tanto, es necesario llevar a cabo una limpieza del área, dado que representan una fuente potencial de agentes patógenos que podrían provocar enfermedades. (Calucho Pucha, 2017).



### **2.3.5. Indicadores y cuidado de cosecha**

La actividad de cosecha del fruto de *Cucurbita pepo* L. es muy importante, porque a partir de esta acción depende directamente el buen o mal resultado del proceso de poscosecha. Por ejemplo, la manipulación del fruto una vez recolectado debe ser sumamente cuidadosa al daño físico o pérdida de deshidratación en campo (García Galiano, 2014).

La recolección de frutos en *Cucurbita pepo* L. comienza alrededor de los 60 días si se busca comercializar en la fase tierna, o a los 120 para obtener frutos maduros. Este proceso se realiza manualmente, empleando tijeras o cuchillos. Se aconseja cortar con un pedúnculo de 1 o 2 cm y evitar impactos que puedan dañar el producto. (Gualle, 2015)

Los frutos recolectados deben ser almacenados en un entorno fresco, ya sea en cajas o ser vendidos de inmediato. También es aconsejable descartar frutos que presentan blandura, daños o hayan sido afectados por insectos. Para un almacenamiento temporal, se sugiere seleccionar una habitación con temperaturas moderadas, evitando lugares demasiado frescos o cálidos, y preferiblemente bajo sombra (Silva, 2017).

### **2.3.6. Manejo poscosecha de *Cucurbita pepo* L.**

Según Fornaris (2012), para reducir pérdidas de importancia económica es importante el manejo de la cosecha y poscosecha del fruto. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que en el momento de la cosecha las frutas deben estar en buenas condiciones y en la etapa óptima de madurez fisiológica o comercial del fruto, se debe manejar las frutas con sumo cuidado en todo momento para no causar un daño físico o mecánico ya que esto provoca el deterioro y pudrición del fruto, la temperatura de refrigeración recomendada es de 10 a 12.5°C, ya que temperaturas menores a 10°C pueden causar daños por frío, y la humedad relativa recomendada es de 85 a 90%.

Además, el pre enfriamiento en frutos y hortalizas desempeña un papel muy importante durante la poscosecha. Este proceso se centra en reducir rápidamente la temperatura del fruto recién cosechado, esto permitirá a ralentizar el proceso de maduración y minimizar pérdidas (Universidad de California, 1996). Entre los métodos de pre enfriamientos más utilizados se encuentran el pre enfriamiento por aire forzado, que implica la circulación de aire alrededor de los frutos en cámaras especializadas; el pre enfriamiento por agua, mediante la inmersión o aspersión de los frutos con agua fría para extraer el calor acumulado; el pre enfriamiento por vacío, que aplica condiciones de vacío para acelerar la eliminación de calor; y el pre

enfriamiento rápido, lo cual expone los frutos a temperaturas bajas por un periodo corto para un enfriamiento (Makule et al., 2022).

Por último, el almacenamiento en frío permite almacenar en frío al fruto a cierta temperatura con el fin de prolongar la vida comercial del fruto y preservar su calidad, reduciendo la velocidad de deterioro de los frutos. El proceso de refrigeración disminuye la velocidad de procesos metabólicos y protege contra patógenos (García, 2014).

#### **2.4 DAÑOS EN *Cucurbita pepo* L. DURANTE POSCOSECHA**

Respecto al daño de *Cucurbita pepo* L. en poscosecha, es conveniente que los frutos mantengan la calidad durante el transporte y la comercialización después de la actividad de la cosecha. Esto dependerá de muchos factores, uno de los principales es la manipulación y la tolerancia al frío del producto durante el tiempo de poscosecha. La gran mayoría de estos frutos tienen sensibilidad al daño por frío. En consecuencia, esto se refleja en los diferentes síntomas del fruto como la menor firmeza y mayor pérdida de peso. Además, todo esto se debe a la mayor producción de etileno y diferentes metabolitos que se asocian al estrés fisiológico de la fruta durante el tiempo de poscosecha (Pérez et al., 2016).

Hoy en día las pérdidas en poscosecha en productos hortofrutícolas son mayores al 20% de la producción total. Esto se produce por el daño microbiológico, fisiológico y el mal manejo en almacén. En consecuencia, se reduce el periodo de almacenamiento. Por ello, para minimizar los diferentes daños que ocurre en poscosecha se debe implementar un uso de tecnologías diferentes. Entre los diferentes usos se tiene el correcto almacenamiento a temperaturas bajas, la aplicación de radiaciones gamma y ultravioleta, el control biológico, la conservación de una atmósfera controlada y la aplicación de películas comestibles (Fernández Valdes, 2015).

#### **2.5 EL USO DE PELÍCULAS COMESTIBLES.**

Una película comestible es una capa delgada de material comestible y se obtiene a través de materiales orgánicos comestibles. El principal objetivo es la protección a la fruta de diferentes riesgos físicos, químicos y biológicos. Por ello, es importante que cumpla con regulaciones alimentarias, debe ser económico y de fácil aplicación para una mejor apariencia mecánica y nutricional del producto. Además, su clasificación depende del material estructural formado, por ejemplo hidrocoloides (polisacáridos y proteínas), lípidos o mezclas de combinaciones estructurales (Meral et al., 2022).

Cuando la película comestible es depositada sobre la superficie del fruto se empieza a reducir procesos metabólicos, facilitando la distribución y comercialización del producto alimentario. Dentro de la reducción de procesos metabólicos esta la pérdida de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aromas, entre otros. Además, una película comestible retarda el crecimiento microbiano y sirve como barrera de protección reduciendo la tasa de respiración. En consecuencia, se retarda el proceso de senescencia y preserva la calidad del fruto durante la poscosecha (Fernández et al., 2017).

## **2.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE PELÍCULAS COMESTIBLES**

La aplicación de películas comestibles en alimentos o frutos presenta diversas ventajas significativas. Las películas comestibles pueden ser ingeridos por los consumidores y regulan el intercambio de gases, como oxígeno, dióxido de carbono, y vapor de agua, mejorando las propiedades mecánicas y preservando la textura del fruto. Además, prolongan la vida útil de los frutos al controlar el desarrollo de microorganismos y cambios fisiológicos, mejorando simultáneamente las características nutricionales y organolépticas. Asimismo, tienen la capacidad de regular distintas condiciones superficiales del alimento mediante la adición de aditivos como antioxidantes, agentes antimicrobianos y nutrientes (Zamudio, 2014). Además, la mayor desventaja de las películas comestibles es el fuerte sabor, que en algunos casos puede cambiar el sabor original de los productos (Ramos et al., 2018), seguido que dependiendo de la estructura son hidrofóbicos constituyendo una pobre barrera a la pérdida de agua (Fernández, 2015).

## **2.7 IMPORTANCIA DEL USO DE PELÍCULAS COMESTIBLES EN *Cucurbita pepo* L.**

El fruto de *Cucurbita pepo* L. debido a su cosecha temprana tiene una elevada tasa metabólica, una alta transpiración y es susceptible a daños mecánicos en el momento de la cosecha. Por ello, cuando se realiza la cosecha del fruto con un escaso desarrollo de cutícula en un estado temprano de crecimiento (inmaduro), este es susceptible al daño de cortes y una transpiración elevada. Por otro lado, la producción de CO<sub>2</sub> depende de la temperatura de almacenamiento, por ejemplo de 17 a 18 mLkg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> a 10°C y de 42 a 48 mLkg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> a 20°C, por ello se recomienda almacenar a una temperatura de 5 a 10°C, las temperaturas superiores o inferiores a lo mencionado anteriormente genera daño por frío (Martínez et al., 2017; Urías Orona et al., 2012). Por eso, se conoce que el factor que más incide en la vida poscosecha de los frutos es la transpiración, debido a que es cosechado en un estado inmaduro, el fruto

se deshidrata aún más fácil porque la piel no ha sido formada completamente (Romojaro, 2016).

En el manejo de poscosecha se debe tener un manejo de los factores extrínsecos e intrínsecos. Los factores extrínsecos son elementos externos que inciden directamente en la calidad y vida útil del fruto, entre ellos se encuentran la temperatura, la composición atmosférica, la humedad relativa y la velocidad de flujo de aire. Por ejemplo, al aumentar 10°C la temperatura se puede triplicar la velocidad de respiración, reduciendo la vida útil del fruto. (Kader, 2007). Por otro lado, los factores intrínsecos son los factores internos del fruto que también influyen en su calidad y vida útil, aquí se tiene a la transpiración como un factor importante, debido a que si el fruto es cosechado inmaduro su transpiración será mayor, lo que sería propenso a la deshidratación. En conclusión, todos estos factores hacen que un fruto se le aplique una película comestible para una mejor protección (Romojaro, 2016; Zitter et al., 1996).

Las propiedades físicas y químicas que cumplen las películas comestibles en el fruto depende de la formulación de estas. Una película comestible funciona como una barrera de gases y depende de las condiciones de humedad que esté expuesto el fruto, el objetivo principal es el control del intercambio de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y vapor de agua. Además, ayuda en la permeabilidad del vapor de agua, ya que el movimiento del vapor de agua es menor en los polímeros de las películas comestibles y en consecuencia existe un control de la transferencia de humedad hacia el medio ambiente. Por otro lado, una película comestible sirve como barrera en la pérdida de color, esto dependerá de la cantidad de vitamina E presente en la película, mientras más vitamina E presenta una película comestible más transparente será y de esta manera el paso de la luz será mayor, por ello se recomienda utilizar extractos de plantas para disminuir su opacidad (Solano et al., 2018).

## **2.8 MATERIALES DE PELÍCULAS COMESTIBLES Y SUS PROPIEDADES**

### **2.8.1. Almidón**

Dentro de los mayores usos de películas comestibles a base de almidón se tienen al maíz, seguido del trigo, papa, yuca y arroz. La función principal del almidón es la producción de una cobertura de protección biodegradable en el fruto, donde la amilosa se responsabiliza de la formación de la película. En consecuencia se forma películas de consistencia fuerte, mejorando las propiedades mecánicas en el fruto (Ayquipa Cuellar, 2018).

### **2.8.2. Flavonoides**

Los flavonoides pertenecen a los metabolitos secundarios más importantes en las plantas. Molecularmente se caracterizan por tener en su estructura de esqueleto tres anillos de carácter aromático. Los flavonoides se dividen en las clases de flavonoles, flavonas, isoflavonas, flavononas, flavones y antocianidinas (Piedrahita, 2017). Las cáscaras de las frutas son la principal fuente de ácidos fenólicos y flavonoides, entre ellas se encuentran las naranjas dulces y amargas, los limones y mandarinas. La principal función de los flavonoides es la capacidad antioxidante y la eficiencia en captar radicales para obtener glucósidos propios (Tenorio, 2016). También, la mayoría de flavonoides exhiben propiedades antimicrobianas contra bacterias Gram positivas, destacando un sinergismo en la inhibición a través del uso de películas comestibles. (Piedrahita, 2017)

### **2.8.3. Quitosano**

El quitosano es un carbohidrato con gran uso en las formulaciones de películas comestibles. Su uso permite reducir el crecimiento de hongos y bacterias en el fruto. Por ello, existen diferentes aditivos en las formulaciones de recubrimientos a base de quitosano, entre los más conocidos se encuentran a los aceites esenciales, evitando el desarrollo de microorganismos y en consecuencia prolongan la vida de anaquel de los productos hortícolas. (Ramos et al., 2010)

### **2.8.4. Aceite de ricino**

El uso de aceite de ricino en las películas comestible se realiza mayormente como aditivo con el fin de mejorar las propiedades hidrofóbicas del material o producto en la cual se aplicará (Herrera et al., 2013). La incorporación de aceite de ricino a una película comestible permite mejorar las propiedades térmicas, mecánicas y antioxidantes del recubrimiento. Se ha demostrado la eficiencia del aumento de CO<sub>2</sub> y la reducción de O<sub>2</sub> en el ambiente interno del fruto, tal es el caso de *Capsicum annuum* L. (Qambrani et al., 2022).

### **2.8.5. Cera de carnauba**

La cera de carnauba se encuentra entre uno de los lípidos más usados para las formulaciones de películas comestibles, mejorando la vida de poscosecha en muchas frutas y hortalizas. Esta cera es de origen vegetal extraída de las hojas de la palmera brasileña (*Copernicia prunifera*). También, se caracteriza por las propiedades de barrera contra el agua. Además, es la cera más dura con un punto de fusión elevado y baja solubilidad. (Devi et al., 2022).

## **2.9 APLICACIÓN DE PELÍCULAS COMESTIBLES.**

Una película comestible es una capa delgada de material comestible y se obtiene a través de materiales orgánicos comestibles. El principal objetivo es la protección a la fruta de diferentes riesgos físicos, químicos y biológicos. Por ello, es importante que una película comestible cumpla con regulaciones alimentarias, debe ser económico y de fácil aplicación para una mejor apariencia mecánica y nutricional del producto. Además, su clasificación depende del material estructural formado, por ejemplo hidrocoloides (polisacáridos y proteínas), lípidos o mezclas de combinaciones estructurales (Meral et al., 2022).

La aplicación de las películas comestibles en los frutos se ha realizado en tres formas diferentes. La primera es por inmersión, la cual se realiza a través del uso de tanques que contienen las formulaciones formadoras de cubiertas, después de realizar la aplicación se procede al escurrido y secado de la película. La segunda es por aspersión, es el método más convencional por el uso de la alta presión y el menor gasto de la película, la ventaja de esta aplicación es la uniformidad del producto en todo el fruto. La última es por frotación a través del uso de aire comprimido, siendo el más usado en las aplicaciones de empaque con el uso de rodillos para una mejor uniformidad y dispersión del producto sobre la fruta, el exceso de la película es removida con cepillos que se ubican debajo de los rodillos (Morales, 2011).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR**

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Poscosecha de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) ubicada en la provincia de Lima, región Lima. Los frutos de *Cucurbita pepo* L. cv. Modena se obtuvieron del Programa de Investigación y Proyección Social de Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria La Molina “El Huerto”. Para el almacenamiento se utilizó una refrigeradora con un control de temperatura y humedad ubicada en el mencionado laboratorio.

#### **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.2.1. Fruta**

Se utilizaron frutos de *Cucurbita pepo* L. cv. Modena (126 frutos) con un rango de calibre de longitud y diámetro entre 10 a 12.5 cm y 2 a 3 cm, respectivamente.

##### **3.2.2. Películas comestibles**

###### **a. Película comestible a base de flavonoides naturales de frutos tropicales**

Esta película comestible fabricada por Bionatural Solutions S.A.C., y especialmente formulado para su uso en frutos no climatéricos, es una solución ecológica acuosa a base de flavonoides naturales de frutas tropicales con un fin comercial. Actualmente se encuentra en ensayos, por ello aún no ha tenido un nombre comercial propio. Esta película comestible ayuda a mantener la estética de la fruta, reducir la pérdida de humedad, prevenir el envejecimiento acelerado y la descomposición protegiendo a la fruta de fitopatógenos.

###### **b. Película comestible Ecowax Export MG-UE**

Esta película comestible fabricada por Ecoproa E.I.R.L. es una emulsión de aceite en agua a base de 100% de cera carnauba, ha sido utilizada principalmente para la comercialización de mangos. El objetivo es proteger, abrillantar, evitar la pérdida de peso y conservar a las frutas frescas. La fabricación han sido con insumos que cumplen los más altos estándares internacionales. Tiene un porcentaje de sólidos solubles entre 17.5 a 18%. Para más especificaciones revisar la ficha técnica en anexo 1.

### **c. Película comestible Ecowax Fresh PE**

Esta película comestible fabricada por Ecoproa E.I.R.L. es una solución patentada, compuesta de quitosano y aditivos alimentarios autorizados. También, es usado para recubrir frutos y hortalizas de exportación, la cual requieren un alto control de la deshidratación, máximo brillo después de un tiempo prolongado en frío, normal respiración para evitar cambios de sabor por fermentación y buena apariencia del fruto exigida por el mercado. Tiene un porcentaje de sólidos solubles de 2 a 3%. Para más especificaciones revisar la ficha técnica en anexo 2.

### **d. Película comestible a base de aceite de ricino y almidón de arroz**

Esta película comestible ha sido de elaboración propia, la cual se ha realizado ciertas modificaciones. Primero se vertió 20 gr de aceite de ricino comercial, 5 gr de tween 80, 30 gr de almidón de arroz, 20 gr de sorbitol y 20 gr de agar en un litro de agua destilada. Posteriormente la solución fue sometida en agitación magnética a 100°C con una frecuencia de 1200 r.p.m. para una correcta homogenización por el tiempo de una hora. Cuando la mezcla se enfrió a temperatura ambiente fue guardada bajo refrigerio hasta el uso de la aplicación en los frutos.

### **e. Película comestible a base de almidón de arroz**

Esta película ha sido de elaboración propia, la cual se ha tenido ciertas modificaciones, siendo fabricada a través de dos diferentes mezclas. En la primera mezcla se añadió 30 gr de almidón de arroz comercial en un litro de agua destilada, luego se añadió 6 gr de sorbitol en solución y la suspensión formada se calentó a 85°C por un tiempo de tres minutos en baño maría. Luego, la segunda mezcla se solubilizó 5 gr de agar en 100 ml de agua destilada por 60 minutos, esta mezcla se calentó por 10 minutos y luego se añadió 1 gr de sorbitol para aumentar la plastificación de la película, por último, la solución fue sometida en agitación magnética para una mejor homogenización. Al final, teniendo las dos soluciones, se añadió 50 gr de la segunda mezcla hacia la primera. Cuando la mezcla enfrió a temperatura ambiente fue guardada bajo refrigerio para su aplicación en los frutos.

### **3.2.3. Equipos y materiales de almacenamiento**

- Refrigerador con control de temperatura
- Bandejas
- Plumón indeleble
- Frascos de plástico



#### **3.2.4. Instrumental e insumos de evaluación**

- Papel toalla
- Balanza electrónica AE ACB 3000.
- Colorímetro triestímulo portátil CR-410 Konica Minolta
- Penetrómetro digital para frutas GY-4
- Medidor portátil para oxígeno disuelto 550<sup>a</sup>
- Agua destilada
- Probetas
- Buretas
- Vasos de precipitación
- Agitador magnético
- Alcohol
- Estufa de laboratorio
- Baño María
- Placas Petri

### **3.3 PROCEDIMIENTO**

#### **3.3.1. Traslado y recepción de fruta**

Una vez cosechada la fruta se trasladó al laboratorio de poscosecha de la UNALM en jabas de plástico en una movilidad debidamente dispuesta. Al llegar la fruta fue descargada por el personal del laboratorio (Figura 1a).

#### **3.3.2. Volcado de la fruta y retiro de desechos**

Luego sigue el volcado de la fruta, en la cual se pasa a retirar los desechos traídos desde el campo, por ejemplo, algunas ramas, hojas, frutas podridas, etc.

#### **3.3.3. Selección y lavado**

Se realizó la selección, aquí se desechó algunas frutas con daños físicos traídos de la cosecha, posteriormente se realizó el lavado con lejía a una solución del 0.1%, luego se procedió con el secado en temperatura ambiente y por último se aplicó las diferentes películas comestibles (Figura 1b, 1c y 1d).

### 3.3.4. Aplicación de las películas comestibles y secado

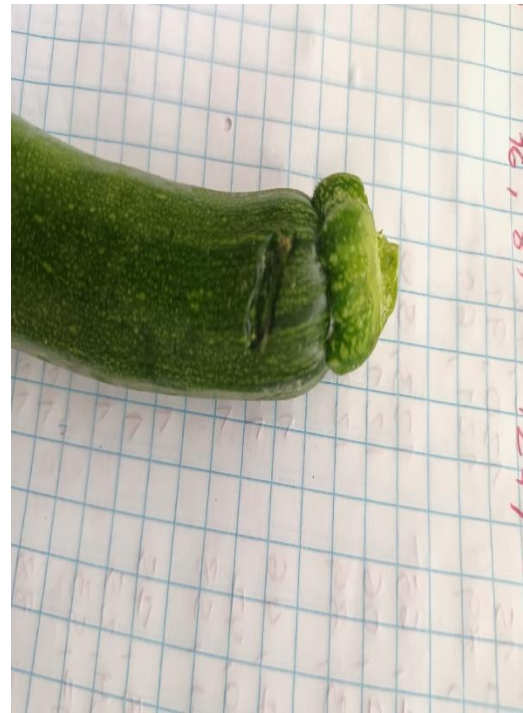
Se realizaron las aplicaciones de todas las películas a cada fruto por aspersión a una dosis de 2 ml por fruto. Después de las correctas aplicaciones, se esperó que los frutos sean secados a temperatura ambiente por el tiempo de una hora (Figura 1e).

### 3.3.5. Etiqueta

Después de una correcta selección, los frutos fueron etiquetados según el tratamiento de película comestible aplicado. Luego, una vez obtenidas todas las muestras se registró el peso inicial de todos los frutos. Finalmente, todas las muestras fueron almacenadas en refrigerio bajo una temperatura de 9 a 10 °C (Figura 1f).



a.



b.



c.



d.



e.



f.

**Figura 1:** Procedimiento del experimento desde la cosecha de los frutos hasta la aplicación de las películas comestibles

**Nota:** (a) recepción de fruta, (b) y (c) presencia de frutos defectuosos por arañones durante la cosecha, (d) primera selección de frutos, (e) aplicación de película comestible en la fruta, (f) etiquetado de los frutos.

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño completamente al azar dispuesto con 6 tratamientos (Comercial Bionatural Solutions, Ecowax Export MG UE, Ecowax Fresh PE, aceite de ricino con almidón de arroz, almidón de arroz y sin película) (Tabla 1) con tres repeticiones, cada repetición contó con 7 frutos.

**Tabla 1:** Tratamientos evaluados

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
<b>T0</b>	Testigo, sin aplicación de película comestible
<b>T1</b>	Aplicación de Bionatural Solutions
<b>T2</b>	Aplicación de Ecowax Export MG-UE
<b>T3</b>	Aplicación de Ecowax Fresh PE
<b>T4</b>	Aplicación almidón de arroz + aceite de ricino
<b>T5</b>	Aplicación de almidón de arroz

Para el procesamiento de los datos recolectados se realizó el análisis de varianza, y en caso de resultar con diferencias significativas se utilizó la prueba de comparación múltiple Tukey ( $p \leq 0,05$ ), a parte se utilizó la prueba Dunnett ( $p \leq 0,05$ ) para comparar el comportamiento del tratamiento control contra el resto de tratamientos. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete Agricolae del software para cómputo estadístico R studio versión 4.2.0 (De Mendiburu, 2021).

Además, se empezó a evaluar los frutos a partir de los 2 días después de haber salido de su respectivo periodo de almacenamiento, así se colocó el fruto a condición medioambiental ( $19 + 2^{\circ}\text{C}$  y  $80 + 5\%$  de humedad relativa), para sus respectivas evaluaciones.

Adicionalmente se realizó un pre ensayo con una muestra de 18 frutos con 9 películas comestibles de elaboración propia (1 película aplicada en 2 frutos) con la finalidad de saber la respuesta de las películas comestibles en la pérdida de peso del fruto, los dos mejores resultados fueron escogidos para el ensayo, siendo las películas comestibles a base de aceite de ricino y almidón de arroz.

El modelo aditivo lineal para el diseño estadístico será:

$$y_{ij} = \mu. + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$y_{ij}$ : Observación de la  $i$  – *ésima* película comestible *Cucurbita pepo* L. en la  $j$  – *ésima* repetición

$\mu$ : Media general

$\tau_i$ : Efecto de la  $i$  – *ésima* película comestible

$\varepsilon_{ij}$ : Error de las observaciones

### **3.5 EVALUACIONES REALIZADAS**

#### **3.5.1. Evaluaciones antes de la aplicación de los tratamientos**

##### **a. Longitud**

Se tomó la longitud de todos los frutos en grupos de 7 correspondiente a cada tratamiento (3 repeticiones por tratamiento). La medida evaluada fue en cm.

##### **b. Peso**

Se tomó el peso de todos los frutos en grupos de 7 correspondiente a cada tratamiento (3 repeticiones por tratamiento). La medida evaluada fue en gramos.

##### **c. Diámetro**

Se tomó el diámetro de todos los frutos en grupos de 7 correspondiente a cada tratamiento (3 repeticiones por tratamiento). La medida evaluada fue en cm.

##### **d. Peso seco**

Se tomó 3 frutos por cada tratamiento (un fruto por cada unidad experimental, teniendo 3 repeticiones), cada fruto se cortó en pequeños trozos y fue colocado en placas Petri. Posteriormente, los frutos fueron llevados a una estufa de secado (POL-EKO Perfect Environment) por un tiempo de 72 horas. Por último, al retirar la materia seca, los frutos fueron pesados en una balanza analítica (TBH Máxima). El peso seco de los frutos fue evaluado en porcentaje.

### **3.5.2. Evaluaciones de la calidad del fruto luego de la aplicación de los tratamientos**

#### **a. Pérdida de peso**

Se tomó el peso de 3 frutos en cada repetición, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Por lo tanto, fueron 9 frutos evaluados en total por cada tratamiento (esta metodología fue aplicada tanto en la variable pérdida de peso como el índice de daño y color).

Los cálculos fueron realizados en una balanza analítica a través de la diferencia del peso de la fruta después del tratamiento con respecto al peso inicial. Esta metodología permitió evaluar de forma objetiva y cuantitativa la pérdida de peso de los frutos de *Cucurbita pepo* L. a través del tiempo durante el manejo de poscosecha. La unidad evaluada fue en gramos.

#### **b. Firmeza**

Se realizó a través de la técnica de fruto destructible en cada evaluación, siendo en total 4 evaluaciones en toda la fase experimental. Es decir, se eliminaron 4 frutos por cada repetición, siendo 3 repeticiones por tratamiento. En conclusión, fueron 12 frutos eliminados en toda la fase experimental por tratamiento. La técnica realizada en cada fruto fue aplicada tanto para la variable firmeza y tasa de respiración, siendo el mismo fruto evaluado para ambas variables y posteriormente eliminado.

Para la evaluación de la firmeza se utilizó un penetrómetro digital para frutas GY-4. Las mediciones de firmeza se llevaron a cabo en tres puntos de la fruta: cerca del ápice, en la parte media y la parte extrema al ápice. Los puntos representativos evaluados fueron promediados con lo cual se obtuvo una visión completa de la firmeza en el fruto. Los resultados obtenidos fueron expresados en unidades Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **c. Tasa de respiración**

Se determinó a través de un medidor portátil para oxígeno disuelto (550A) en un tiempo de 60 minutos. El fruto fue depositado dentro de un recipiente de plástico hermético calculando el porcentaje de CO<sub>2</sub> inicial y final. Los resultados fueron expresados en mLCO<sub>2</sub>Kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>.

#### **d. Índice de daño**

Se determinó a través de escalas de síntomas visuales del fruto, en la tabla 2 se describe los diferentes valores, categorías y porcentaje de daño observable sobre la superficie del fruto.

**Tabla 2:** Índice de daño en el fruto de *C. pepo* L

<b>Valor</b>	<b>Categoría</b>	<b>Porcentaje de daño observable sobre la superficie del fruto</b>
<b>0</b>	Sin daño	0
<b>1</b>	Daño leve	1 - 4.9
<b>3</b>	Daño moderado	5 – 49
<b>5</b>	Daño grave	>50

**e. Color**

Siendo el color del fruto una variable cualitativa, se determinó a través del uso de un colorímetro triestímulo portátil, obteniéndose los datos de luminosidad (L), saturación (C) y tonalidad del fruto (h). Luego estos datos fueron procesados en la página de Conversor de RGB a LCH - Convertir RGB a LCH en línea ([aspose.app](https://aspose.app)) con el fin de obtener el color visible de forma digital. Esta variable fue evaluada en el segundo, séptimo y catorceavo día.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 VARIABLES DE LA CALIDAD DEL FRUTO

Los resultados en todas las variables de la calidad del fruto al inicio del ensayo antes de la aplicación de los tratamientos no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 3). El promedio de longitud máxima y mínima se mostró en los tratamientos testigo con 11.52 cm y T1 con 10.97 cm, respectivamente. El promedio de peso máximo y mínimo se mostró en los tratamientos T3 con 56.87 gr y T1 con 48.22 gr, respectivamente. El promedio de diámetro máximo y mínimo se mostró en los tratamientos T3 con 2.58 cm y T1 con 2.43 cm, respectivamente. Por último, los porcentajes de pesos secos de los frutos se obtuvieron a las 72 horas después de la instalación en estufa, y se mostró que el promedio máximo y mínimo fueron los tratamientos T4 con 5.94% y T1 con 5.62%, respectivamente (Tabla 3). Por lo tanto, previo a la instalación del experimento se comprueba que los frutos repartidos en los diferentes tratamientos presentaron las mismas características considerándose como una muestra homogénea.

**Tabla 3:** Promedio de longitud (cm), peso (gr), diámetro (cm) y porcentaje (%) de peso seco en frutos de *Cucurbita pepo* L. sin las aplicaciones de películas comestibles.

Tratamientos	Longitud del fruto (cm)	Peso del fruto (gr)	Diámetro del fruto (cm)	Porcentaje de peso seco (%)
<b>Testigo</b>	11.52 a	55.07 a	2.56 a	5.65 a
<b>T1: Sin aplicación de Bionatural Solutions</b>	10.97 a	48.22 a	2.43 a	5.62 a
<b>T2: Sin aplicación de Ecowax Export MG-UE</b>	11.16 a	51.45 a	2.53 a	5.88 a
<b>T3: Sin aplicación de Ecowax Fresh PE</b>	11.42 a	56.87 a	2.58 a	5.70 a
<b>T4: Sin aplicación almidón de arroz y aceite de ricino</b>	11.36 a	55.39 a	2.56 a	5.94 a
<b>T5: Sin aplicación de almidón de arroz</b>	11.14 a	55.41 a	2.56 a	5.83 a

**Nota:** Letras iguales implican diferencias no significativas a un  $\alpha=0.05$  del test no paramétrico Kruskal Wallis

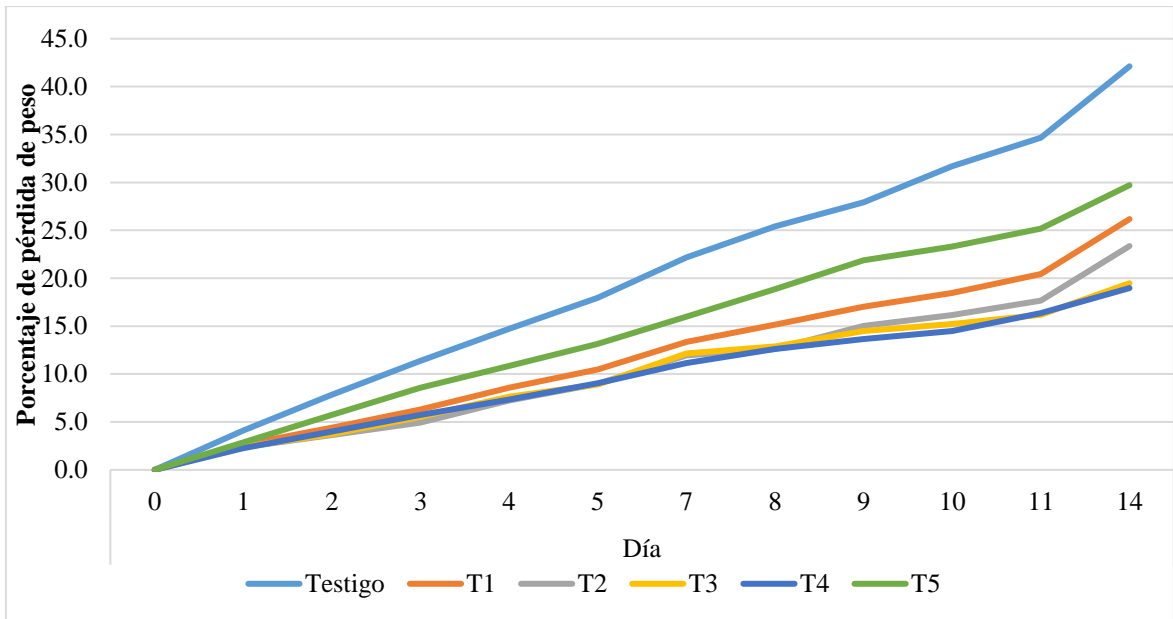


Castagnino (2008) menciona que un fruto de *Cucurbita pepo* al llegar a una madurez media (sin producción de semilla), siendo la cosecha del fruto tres semanas después de la floración, este ya puede ser almacenado por un periodo de tiempo en anaquel conservando sus propiedades y sabor dependiendo del manejo poscosecha. Por otro lado, Bascur (2006) menciona que el tamaño comercial de los frutos de *Cucurbita pepo* L. son de 10 a 15 cm. Por ende, en este rango de tamaño se comprueba la ausencia de las semillas en el fruto (Velázquez, 2011). Por otro lado, también se comprueba el mismo índice de madurez en todos los frutos a través del porcentaje del peso seco en el fruto.

## **4.2. VARIABLES DE CALIDAD LUEGO DE APLICADO LOS TRATAMIENTOS**

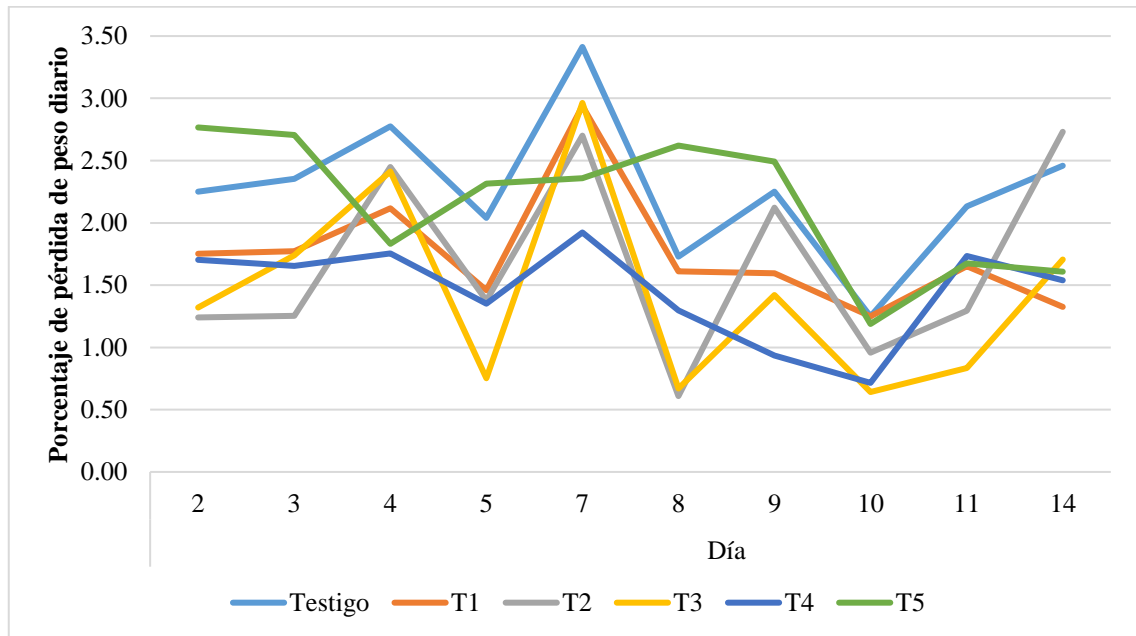
### **4.2.1. Porcentaje y tasa de pérdida de peso diario en frutos**

Los resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos en todas las evaluaciones realizadas con excepción del catorceavo día, lo cual el efecto de las películas comestibles sobre el peso de los frutos actuó hasta el día 11 (Anexo 4). Luego, los valores en promedio expresan una mayor pérdida de peso acumulado con el tratamiento testigo, en comparación a los tratamientos con aplicaciones de películas comestibles. Por lo tanto, se observa que el menor porcentaje de pérdida de peso se obtuvo con los tratamientos T4 con 19% de la pérdida del peso del fruto, seguido de T3 con 19.5% y T2 con 23.4% (Figura 2). Por otro lado, la curva de la tasa de pérdida de peso no es similar para todos los tratamientos, mostrándose en la figura 3 comportamientos diferentes de los tratamientos a través del tiempo. En el segundo día, el tratamiento 6 tuvo la mayor pérdida de peso, similar al tratamiento 1, mientras que el tratamiento 3 mostró la menor pérdida, similar a los tratamientos 2,4 y 5. Estas diferencias persistió hasta el tercer día. Sin embargo, en el cuarto día, el tratamiento testigo tuvo la mayor pérdida, en comparación con el tratamiento 5 el cual tuvo la menor pérdida. En el séptimo día, el tratamiento 1 nuevamente lideró en la pérdida de peso, en el octavo día, el tratamiento 6 destacó. En el décimo día, el tratamiento 2 tuvo la mayor pérdida y el tratamiento 4 la menor. Por lo tanto, se observan fluctuaciones en las tasas de pérdida de peso entre los tratamientos, con algunas diferencias estadísticamente significativas en varios días de evaluación. Por último, en el catorceavo día, no hubo diferencias significativas, pero el tratamiento 3 tuvo la mayor pérdida y el tratamiento 2 la menor.



**Figura 2:** Porcentaje promedio de la pérdida de peso acumulado en frutos de *C. pepo* L. cv. Modena bajo diferentes tratamientos de películas comestibles.

**Nota:** T0 (tratamiento testigo), T1 (tratamiento con película comestible comercial de Bionatural Solutions), T2 (tratamiento con película comestible comercial Ecowax Export MG-UE), T3 (tratamiento con película comestible comercial Ecowax Fresh PE), T4 (tratamiento con película comestible a base de almidón de arroz y aceite de ricino), T5 (tratamiento con película comestible a base de almidón de arroz).



**Figura 3:** Tasa de pérdida de peso diario en frutos de *C. pepo* L. cv. Modena bajo diferentes tratamientos de películas comestibles

**Nota:** T0 (tratamiento testigo), T1 (tratamiento con película comestible comercial de Bionatural Solutions), T2 (tratamiento con película comestible comercial Ecowax Export MG-UE), T3 (tratamiento con película comestible comercial Ecowax Fresh PE), T4 (tratamiento con película comestible a base de almidón de arroz y aceite de ricino), T5 (tratamiento con película comestible a base de almidón de arroz).

Se ha reportado que en frutos no climatéricos sometidos a períodos prolongados de almacenamiento en frío, la pérdida de peso tiende a aumentar a medida que la temperatura de almacenamiento se incrementa (Aquilino et al., 2014). La respuesta del fruto a la pérdida de peso se debe a la difusión del agua, causada por la formación de la gradiente de presión que va desde el interior hacia el exterior del fruto, esto se debe principalmente a la transpiración y respiración del fruto (Aguilar, 2005). Por ello, lo anterior explica los resultados obtenidos en la pérdida de peso del fruto a través del tiempo.

En este estudio, se colocó diferentes películas comestibles en los frutos de *Cucurbita pepo* L. para evitar la pérdida de peso debido a la transpiración y la respiración. Esto funcionó reduciendo la cantidad de agua que se evaporaba de los frutos en su vida en anaquel.

La transpiración del fruto es la principal causa de pérdida de agua en los frutos (Arias et al., 2000). Por lo tanto, el uso de películas comestibles se presenta como una excelente opción para mejorar y mantener la calidad de los frutos durante su manejo de poscosecha. Estas películas ayudan a reducir la pérdida de humedad y fortalecen la cutícula, lo que dificulta la pérdida de agua. Por otro lado, una película comestible varía de otra principalmente de su propiedad hidrofóbica. Esta propiedad controla la velocidad de transferencia de humedad desde el fruto hacia el ambiente, ya que regula el movimiento de vapor de agua y gases en los polímeros. En consecuencia, se busca que esta transferencia sea lo más lento posible. (Solano et al., 2018).

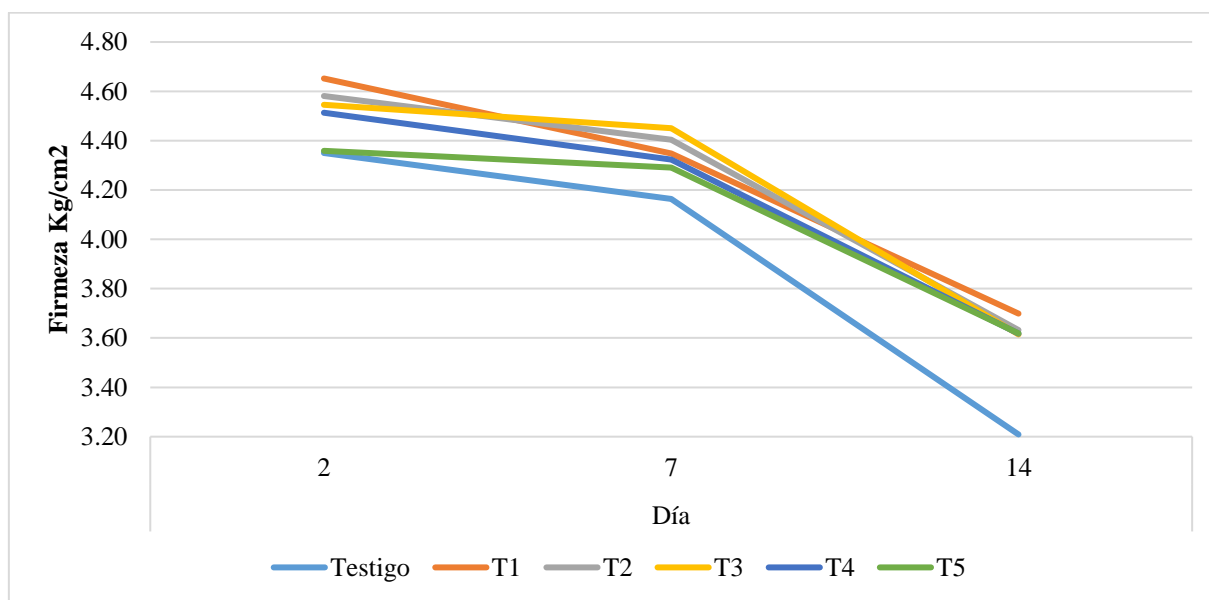
Según Maldonado (2010), se investigó el uso de películas comestibles en *Cucurbita pepo* L. elaboradas a partir del extracto de nopal y cera de candelilla en diversas concentraciones. Los frutos tratados con estas películas demostraron una notable disminución en la pérdida de peso en comparación con el testigo, ya que, en promedio, los tratamientos con películas lograron reducir la pérdida de peso en un 43%, según las evaluaciones realizadas.

Así se logró resultados significativamente mejores en cuanto a la pérdida de peso al utilizar las cinco películas comestibles en comparación con el grupo control. Además, se puede apreciar que las mejores respuestas a la pérdida de peso en los frutos se dieron con los tratamientos T4 y T3. Esto posiblemente se deba a la cantidad de sólidos solubles presentes en su composición, ya que, a medida que una película contiene una mayor cantidad de sólidos solubles, la pérdida de peso en el fruto tiende a ser menor.

#### 4.2.2. Evaluación de la firmeza del fruto

Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en las todas las evaluaciones realizadas, confirmando el efecto de las películas comestibles sobre la firmeza del fruto (Anexo 5). Por otro lado, en la figura 4 se muestra que el comportamiento de la firmeza fue casi similar en los tratamientos a través del tiempo.

A los dos días, los tratamientos T1 (4.65 Kg/cm<sup>2</sup>), T2 (4.58 Kg/cm<sup>2</sup>), T3 (4.55 Kg/cm<sup>2</sup>) y T4 (4.51 Kg/cm<sup>2</sup>) mostraron niveles de firmeza estadísticamente similares, pero superiores a los tratamientos testigo (4.35 Kg/cm<sup>2</sup>) y T5 (4.36 Kg/cm<sup>2</sup>), que tuvieron valores más bajos. En el séptimo día, el tratamiento T3 (4.45 Kg/cm<sup>2</sup>) tuvo la firmeza más alta, siendo similar a los tratamientos T1 (4.35 Kg/cm<sup>2</sup>), T2 (4.40 Kg/cm<sup>2</sup>), T4 (4.32 Kg/cm<sup>2</sup>) y T5 (4.29 Kg/cm<sup>2</sup>), pero diferente del tratamiento testigo (4.16 Kg/cm<sup>2</sup>), que tuvo la firmeza más baja. Finalmente, a los catorce días, el tratamiento T1 (3.70) tuvo la firmeza más alta, similar a los tratamientos T2 (3.63 Kg/cm<sup>2</sup>), T3 (3.61 Kg/cm<sup>2</sup>), T4 (3.62 Kg/cm<sup>2</sup>) y T5 (3.62 Kg/cm<sup>2</sup>), pero diferentes del tratamiento testigo (3.21 Kg/cm<sup>2</sup>), que mantuvo la firmeza más baja y fue estadísticamente diferente de todos los demás tratamientos. Por lo tanto, se observaron variaciones en la firmeza de los diferentes tratamientos a lo largo del tiempo, con diferencias significativas entre ellos en varios puntos de evaluación.



**Figura 4:** Firmeza promedio en frutos de *C. pepo* L. cv. Modena al segundo, séptimo y catorceavo día después del tratamiento con películas comestibles.

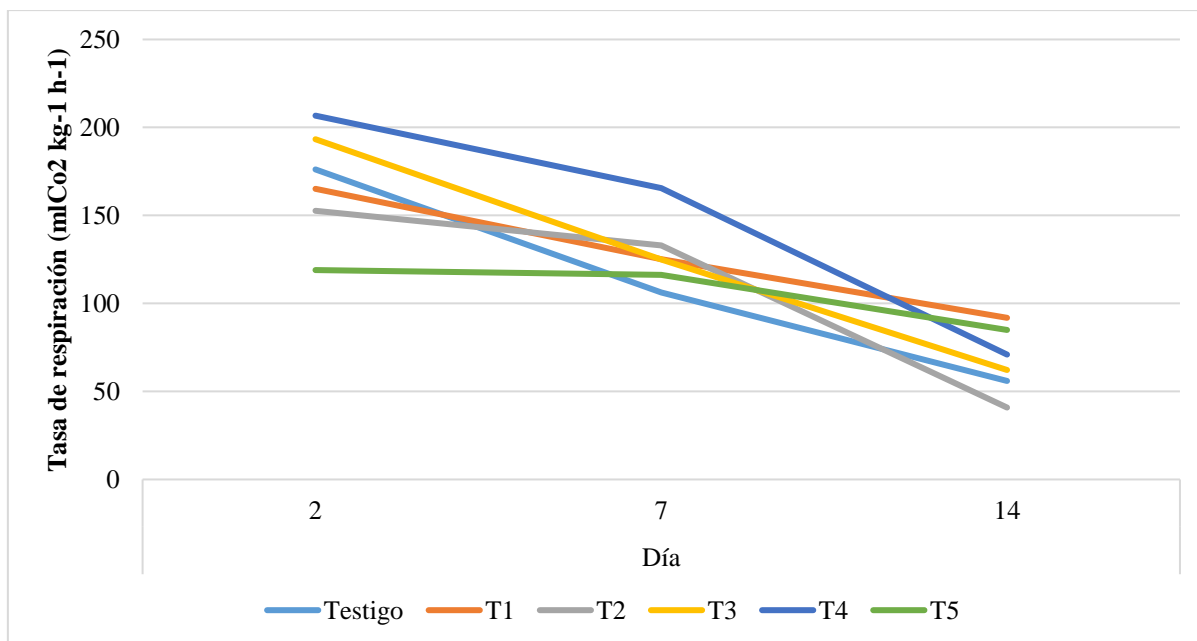
**Nota:** T0 (tratamiento testigo), T1 (tratamiento con película comestible comercial de Bionatural Solutions), T2 (tratamiento con película comestible comercial Ecowax Export MG-UE), T3 (tratamiento con película comestible comercial Ecowax Fresh PE), T4 (tratamiento con película comestible a base de almidón de arroz y aceite de ricino), T5 (tratamiento con película comestible a base de almidón de arroz).

Las películas comestibles tienen la capacidad de mantener la firmeza de los frutos durante un período prolongado después de la cosecha. Esto se evidenció claramente en el caso de los frutos de *Cucurbita pepo* L. tratados con películas, ya que la pérdida de firmeza fue significativamente menor en los tratamientos con películas comestibles en comparación con los frutos no tratados (tratamiento testigo). Además, el promedio de la firmeza de los frutos al inicio de la instalación fue aproximadamente 4.67 Kg/cm<sup>2</sup>, permitiendo que las películas comestibles en los frutos mantengan casi el 80% de su firmeza hasta el catorceavo día. Por lo tanto, se observa que todos los tratamientos con películas comestibles dieron buenos resultados, esto debido, posiblemente, a una menor pérdida de humedad en la superficie de los frutos en comparación con el tratamiento testigo que tuvo una mayor pérdida de humedad.

Este resultado se alinea con las conclusiones de Fernández (2015), quien destacó que el uso de películas comestibles elaboradas con almidón y quitosano contribuye a preservar la firmeza de los tejidos del fruto. Por otro lado, es importante señalar que con el tiempo, la firmeza del fruto tiende a disminuir debido a las modificaciones en los polímeros que conforman la pared celular primaria del fruto, lo que conlleva al ablandamiento y cambios en la textura, tal como se menciona en el estudio de (Martínez et al., 2017).

#### **4.2.3. Evaluación de la tasa de respiración del fruto**

Los resultados muestran diferencias no significativas entre los tratamientos en todas las evaluaciones realizadas (Anexo 6). Por lo tanto, no hubo un efecto de las películas comestibles en la tasa de respiración de los frutos. El promedio de los valores de la tasa de respiración en todos los tratamientos muestra un comportamiento de disminución a través del tiempo, siendo la curva de la tasa de respiración casi similar en todos los tratamientos. Por otro lado, en el segundo día los tratamientos T4 (207mlCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) y T5 (119mlCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) presentaron los valores promedios más alto y bajo respectivamente. Luego, en el séptimo día el tratamiento T4 (166mlCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) siguió presentando el valor promedio más alto mientras que el tratamiento testigo (106mlCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) el más bajo. Por último, en el catorceavo día los tratamientos T1 (92mlCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) y T2 (41mlCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) presentaron los valores más alto y bajo respectivamente (Figura 5).



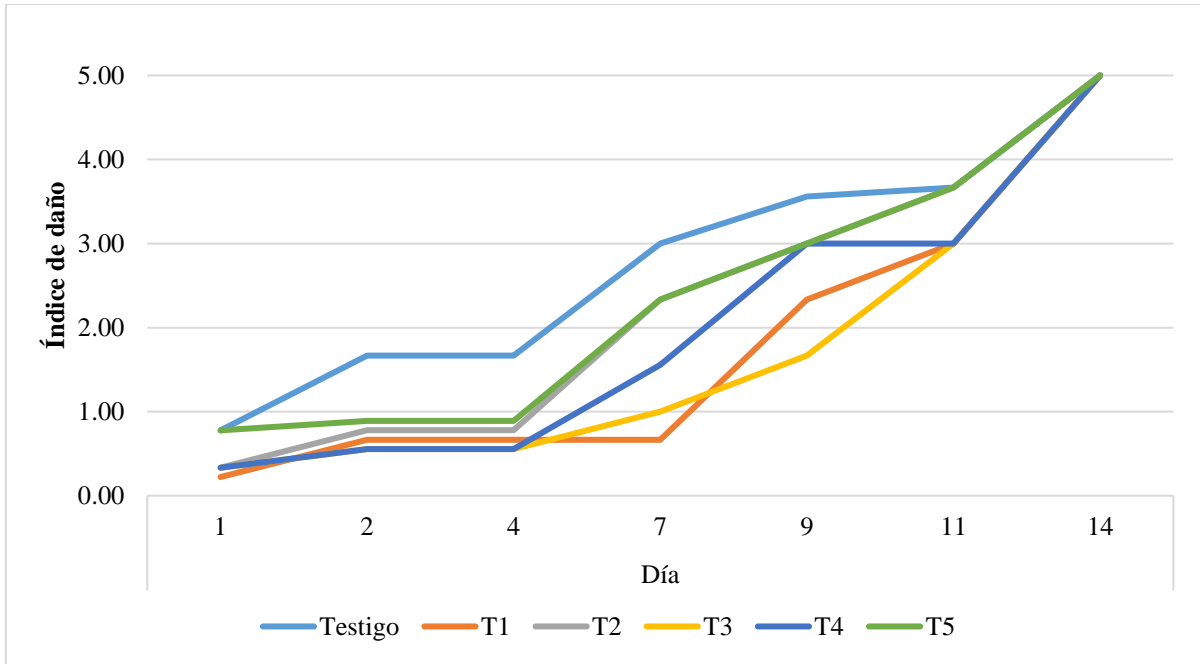
**Figura 5:** Tasa de la respiración en frutos de *C. pepo* L. cv. Modena a través del tiempo bajo diferentes tratamientos de películas comestibles

**Nota:** T0 (tratamiento testigo), T1 (tratamiento con película comestible comercial de Bionatural Solutions), T2 (tratamiento con película comestible comercial Ecowax Export MG-UE), T3 (tratamiento con película comestible comercial Ecowax Fresh PE), T4 (tratamiento con película comestible a base de almidón de arroz y aceite de ricino), T5 (tratamiento con película comestible a base de almidón de arroz).

Los frutos no climatéricos, como los de *Cucurbita pepo* L, no muestran un aumento en su tasa de respiración ni en la producción de etileno después de ser cosechados de la planta. Esto significa que no siguen patrones climatéricos, tal como se describe en el estudio realizado por Martínez et al. (2017). Además, al aplicar películas en los frutos, no solo se reduce la pérdida de agua, sino que también se logra un control sobre el proceso de respiración de la fruta. Esto genera un efecto de no acelerar rápidamente el envejecimiento del fruto (Fernández, 2015). Por otro lado, no se pudo evidenciar claramente el mejor resultado en la comparación de los frutos aplicados con películas y los frutos testigos para la tasa de respiración a través del tiempo, a pesar de su disminución continua. Esto pudo haberse debido a la evaluación de frutos destructibles, ya que cada fruto pudo haber tenido una tasa de respiración diferente. Aparte, los pequeños golpes en el fruto también pueden afectar la respiración a través de un estrés físico ya que se genera heridas en las frutas ocasionando cambios en la tasa de respiración.

#### **4.2.4. Índice de daño externo del fruto**

Los resultados de la evaluación del daño externo de los frutos, que incluye aspectos como la deshidratación, machas, cambio de color visible, ablandamiento, etc. a lo largo del tiempo con la aplicación de películas comestibles mostraron diferencias significativas entre los tratamientos solo en la cuarta evaluación realizada en el séptimo día. Para las demás evaluaciones no existió diferencias significativas (Anexo 7). Por lo tanto, el impacto de las películas comestibles en el índice de daño puede ser temporal y no constante en un periodo de evaluación de catorce días. En la figura 6 se muestra que el comportamiento del índice de daño en los frutos durante los primeros cuatro días tuvo un bajo índice de daño, manteniendo una apariencia externa aceptable, sin diferencia significativa entre los tratamientos, esto también se observa en la Figura 7a. Sin embargo, en el séptimo día, se observó un cambio en el comportamiento del daño, ya que el tratamiento testigo mostró mayores daños con inicios de la presencia de deshidratación en el fruto, aunque aún se consideraron leves, y siendo estadísticamente igual a los tratamientos T2, T4 y T4, a pesar que estos no presentaron un daño visible (Figura 7b). El tratamiento T2, en ese punto, no mostró daños y fue estadísticamente igual a todos los tratamientos, con excepción del tratamiento testigo que aún empezaba a presentar más daños por deshidratación (Figura 7c). A partir del noveno hasta el decimocuarto día, no se encontraron diferencias significativas en el índice de daño entre los tratamientos, pero se empezó a observar inicios de ablandamiento en la parte terminal de los frutos (Figura 7d). En el undécimo día, todos los tratamientos mostraron daños moderados, con mayores grados de deshidratación y ablandamiento en los frutos (Figura 7e). Finalmente, en el decimocuarto día, todos los tratamientos presentaron daños graves en los frutos con un grado mucho mayor en la deshidratación, ablandamiento y ligero cambio de color debido al daño por frío (Figura 7f).



**Figura 6:** Índice de daño promedio en frutos de *C. pepo* L. cv. Modena a través del tiempo con la aplicación de tratamientos de películas comestibles.

**Nota:** T0 (tratamiento testigo), T1 (tratamiento con película comestible comercial de Bionatural Solutions), T2 (tratamiento con película comestible comercial Ecowax Export MG-UE), T3 (tratamiento con película comestible comercial Ecowax Fresh PE), T4 (tratamiento con película comestible a base de almidón de arroz y aceite de ricino), T5 (tratamiento con película comestible a base de almidón de arroz).



a.



b.





c.



d.



e.



f.

**Figura 7:** Índice de daño de los frutos de *C. pepo* L. cv. Modena empleando películas comestibles sobre los frutos

**Nota:** a. Tratamiento testigo en el segundo día sin presencia de daño externo; b. Tratamiento testigo en el séptimo día con un índice de daño muy leve (inicios en la presencia de deshidratación); c. Tratamiento T2 en el séptimo día con un índice de daño casi nulo (con inicio de presencia de deshidratación); d. Tratamiento T2 en el noveno día con daños leves al igual que el resto de tratamientos (con inicios de ablandamiento del fruto en la parte terminal); e. Tratamiento T2 con daños moderados al igual que el resto de tratamientos (presencia de mayor deshidratación y ablandamiento del fruto); f. Tratamiento T2 con daños graves al igual que el resto de tratamientos (mayor ablandamiento y deshidratación debido al daño por frío).

Cuando el fruto es cosechado su tiempo de conservación en anaquel es limitado, debido a que el fruto ya no recibe nutrientes y agua de la planta, iniciando así su proceso de senescencia. Este proceso genera tejidos más blandos y la pérdida de sustancias naturales que lo protegen de microorganismos. En consecuencia, la calidad del fruto disminuirá a través del tiempo (Mahovic et al., 2002).

En la actualidad, las películas comestibles más populares para proteger contra microorganismos se elaboran principalmente a partir de polisacáridos derivados de celulosa, almidón y quitosano. Estas películas no solo son resistentes, sino también transparentes, y poseen una permeabilidad al vapor de agua y gases como O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> (Ancos et al., 2015).


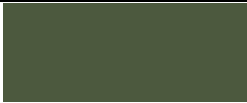
















Se ha reportado que exponer los frutos de *Cucurbita pepo* L. a temperaturas por debajo de 5°C durante un período de dos a tres días induce el daño por frío, en consecuencia, conlleva a la pérdida total de su calidad. Esto se traduce en la aparición de marchitamiento y una notable disminución del contenido de agua en el fruto (Urías et al., 2012).

Hasta el séptimo día, todos los frutos tratados con películas comestibles mostraron un índice de daño mucho menor en comparación con el grupo control, lo cual respalda por lo citado anteriormente. Sin embargo, a partir del noveno día, se observó un aumento del índice de daño en todos los frutos. Esto podría haber sido ocasionado por el daño por frío, ya que durante esos días se detectó un incremento en el marchitamiento y se registraron temperaturas por debajo de los 7°C debido a una falla técnica en el refrigerador que almacenaba las frutas. Esto finalmente condujo a una pérdida total de calidad en los frutos. Hasta el séptimo día todos los frutos con películas comestibles mostraron mejores resultados en comparación con el tratamiento control, por este lado se evidencia lo citado anteriormente. A partir del noveno día el índice de daño aumentó en todos los frutos, esto pudo haberse debido al daño en frío debido que en esos días se observó el aumento de marchitamiento y se registró temperaturas menores a 7°C por una falla técnica del refrigerador que conservaba las frutas, comprobándose así la pérdida total de la calidad del fruto al catorceavo día.

#### **4.2.5. Evaluación del color del fruto**

En la figura 4 se presentan las imágenes del color medio de los frutos en todos los tratamientos a través del tiempo, por lo que no se observó diferencias notables en el color para todos los tratamientos en el día de evaluación.

**Tabla 4:** Caracterización del color medio de los frutos de *C. pepo* L. empleando películas comestibles sobre los frutos

Tratamientos	Color medio		
	Día 2	Día 7	Día 14
Tratamiento testigo			
T1: Aplicación de Bionatural Solutions			
T2: Aplicación de Ecowax Export MG-UE			
T3: Aplicación de Ecowax Fresh PE			
T4: Aplicación almidón de arroz y aceite de ricino			
T5: Aplicación de almidón de arroz			

**Nota:** El color resultante de cada tratamiento se obtuvo a través de la intersección de los parámetros de luminosidad (L), saturación (C) y tonalidad (h) en: Conversor de RGB a LCH - Convertir RGB a LCH en línea (aspose.app)

El color es una de las características fundamentales que influyen en la calidad del fruto, ya que está directamente relacionado con la intensidad del sabor y la dulzura. Además, desempeña un papel crucial en la aceptación del fruto en el mercado (García et al., 2011). El daño por frío durante el almacenamiento del fruto en poscosecha provoca la aparición de manchas oscuras en la superficie del fruto generando un aspecto grisáceo y un sabor pobre. La intensidad de cambios en el color aumenta cuando la temperatura y el tiempo de almacenamiento sea mayor (Facultad de Agonomía de la Universidad de Buenos Aires, 2023).

La descripción anterior ayuda a entender por qué el color promedio de los frutos se mantuvo constante en las dos primeras evaluaciones (segundo y séptimo día), descritas en la tabla 4. No obstante, se observó un ligero cambio de color debido al daño de frío en los frutos, por lo que los frutos pasaron a tener un color verde a un tono verdoso un poco más oscuro en el catorceavo día, sin importar el tratamiento de película comestible.

## V. CONCLUSIONES

- Los frutos sin recubrimientos mostraron una mayor pérdida de peso.
- Los frutos recubiertos con las películas comestibles a base de almidón de arroz + aceite de ricino y Ecowax Fresh PE obtuvieron una menor pérdida de peso (23,1% y 22.6% menos) en comparación al testigo, respectivamente.
- Los tratamientos con la aplicación de almidón de arroz + aceite de ricino y Ecowax Fresh PE lograron los mejores resultados.
- Se obtiene una mayor firmeza con los tratamientos de películas comestibles respecto con el testigo, siendo el tratamiento con la película comestible de Bionatural Solutions quien obtuvo mejores resultados.
- Se muestra un descenso en la tasa de respiración conforme pasa el tiempo de almacenamiento en todos los tratamientos, observándose que no hubo efecto de las películas comestibles sobre la tasa de respiración.
- Con las películas comestibles y el testigo no se observó un efecto en el cambio del color, manteniendo el mismo color del fruto entre el segundo y séptimo día.
- Los tratamientos con mejores resultados fueron obtenidos con las películas comestibles comerciales Ecowax Fresh PE con 2% de sólidos solubles y formulado principalmente a base de quitosano; también con Bionatural Solutions formulado con flavonoides naturales de frutos tropicales; por último, la película de elaboración propia a base de almidón de arroz + aceite de ricino.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Evaluar el efecto de diferentes las películas comestibles como goma laca, polietileno, otros tipos de almidones, etc. en frutos de *Cucurbita pepo* L. cv. Modena
- Realizar pruebas con otros tipos de películas comestibles en otras variedades de películas comestibles.
- Considerar el uso de análisis físicos y químicos apropiados que aseguren una respuesta más rápida del comportamiento de frutos de *Cucurbita pepo* L. en poscosecha, y de esta manera no haya mucha manipulación del fruto.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Mendez, M. A. (2005). *Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate*.
- Alma Vásquez, L., Santiago, M., Rivadeneyra Dominguez, E., & Díaz Sobac, R. (2019). Películas comestibles a base de almidón nanoestructurado como material de barrera a la humedad. *CienciaUAT*, 13(2), 152–164.
- Amaya, A. (2021). *Diversidad y usos de especies de cucurbitáceas (Cucurbitaceae) silvestres y cultivadas en el departamento de Casanare Orinoquia Colombiana*. 61. <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia>
- Ancos, B., González Peña, D., Colina Coca, C., & Sánchez Moreno, C. (2015). USO DE PELÍCULAS/RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LOS PRODUCTOS DE IV Y V GAMA. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(1), 8–17.
- Aquilino, A., Pérez, M., Franco-mora, O., Castañeda-, Á., & Morales-rosales, E. J. (2014). *El efecto antisenescente del resveratrol reduce la tasa de ablandamiento poscosecha de chirimoya*. 5, 35–44.
- Arias, J., & Toledo, J. (2000). *Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales*. FAO (p. 136).
- Ayquipa Cuellar, E. (2018). *CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE PELÍCULAS COMESTIBLES OBTENIDAS DE MUCÍLAGO DE CÁSCARA DE TUNA (Opuntia spp) Y ALMIDÓN DE CÁSCARA DE PAPA (Solanum tuberosum)*.
- Bascur B., G. (2006). Curital INIA: Nueva Variedad de Zapallo Italiano (Cucurbita pepo L.) del Tipo Negro Chileno. *Agricultura Técnica*, 66(4), 420–424.
- Bejo Zaden B. V. (2023). *Modena fl*. <https://www.bejogt.com/zucchini/modena-fl>

- Bleoanca, I., Lanciu, A., Patraşcu, L., Ceoromila, A., & Borda, D. (2022). Efficacy of Two Stabilizers in Nanoemulsions with Whey Proteins and Thyme Essential Oil as Edible Coatings for Zucchini. In *Membranes* (Vol. 12, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/membranes12030326>
- Calucho Pucha, E. M. (2017). *Producción de zucchini (Cucurbita pepo L.) con la aplicación de abonos orgánicos.*
- Castagnino, A. M., Díaz, K. E., Menet, A., Sastre Vázquez, P., Sasale, S., & Navarro Dujmovich, M. (2008). *Adaptación de una nueva hortaliza (Cucurbita pepo var. vegetable spaghetti) a diferentes condiciones de cultivo.* 14(3), 281–287.
- Castagnino, A. M., Sastre Vázquez, P., Díaz, K. E., Menet, A., Sasale, S., & Navarro Dujmovich, M. (2008). ADAPTACIÓN DE UNA NUEVA HORTALIZA (Cucurbita pepo var. vegetable spaghetti) A DIFERENTES CONDICIONES DE CULTIVO. *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA*, 14(3), 281–287.
- Devi, L. S., Kalita, S., Mukherjee, A., & Kumar, S. (2022). Carnauba wax-based composite films and coatings: recent advancement in prolonging postharvest shelf-life of fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technol*, 129(1), 296–305.
- Facultad de Agonomía de la Universidad de Buenos Aires. (2023). *Daño por frío en Mango.* Herbario Virtual. [https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page\\_id=1022#:~:text=El da\u00f1o por fr\u00edo%28DF%29 se observa cuando,y un pobre sabor y desarrollo de color.](https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=1022#:~:text=El da\u00f1o por fr\u00edo%28DF%29 se observa cuando,y un pobre sabor y desarrollo de color.)
- Fernández, N. M., Echevarria, D. C., Mosquera, S. A., & Paz, S. P. (2017). ESTADO ACTUAL DEL USO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN FRUTAS Y HORTALIZAS. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 134–141. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(15\)134-141](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(15)134-141)
- Fernández Valdes, D. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3), 52–57.
- Fornaris Rullán, G. J. (2012). COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA. *Conjunto Tecnológico Para La Producción de Calabaza*, 1–9.

- García Galiano, J. M. (2014). *EFEECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA CALIDAD EN LA VIDA POSCOSECHA DE FRUTOS DE CALABACÍN (Cucurbita pepo ssp. pepo L.)*.
- García Taín, Y., García Pereira, A., Hernández Gómez, A., & Pérez Padrón, J. (2011). Estudio de la variación del Índice de Color durante la conservación de la piña variedad Cayena Lisa a temperatura ambiente. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(4), 12–16.
- Gualle Lema, A. A. (2015). *Evaluación agronómica de dos híbridos de zucchini (Cucurbita pepo L.) con dos tipos de fertilizantes orgánicos en la parroquia Licto, provincia de Chimborazo*.
- Herrera Vázquez, A. D., Hernández Ahuactzi, I. F., Gerrero Hernández, M., & Guevara García, J. A. (2013). PELÍCULAS BIODEGRADABLES A PARTIR DE HIDROXIPROPILMETILCELULOSA (HPMC), CASEINA, GLICEROL, Y ACEITE DE RICINO. *Laboratory of Research in Bioinorganic and Biotechnology*, 2(1), 15.
- Kader, A. (2007). Biología y tecnología postcosecha: un panorama. En A. Kader (Ed.). *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*, 43–53.
- Mahovic, M. J., Sargent, S. A., Bartz, J. A., & Kan, E. L. (2002). *Identificación y Control Postcosecha de las Enfermedades del Tomate en la Florida*. 1–11.
- Makule, E., Dimoso, N., & Tassou, S. A. (2022). Precooling and Cold Storage Methods for Fruits and Vegetables in Sub-Saharan Africa—A Review. *Horticulturae*, 8(9), 776. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8090776>
- Maldonado Guillén, V. (2010). *Uso de ceras orgánicas como recubrimiento en la vida de postcosecha de la calabacita zucchini (Cucurbita pepo L.)*.
- Martínez, M., Balois, R., Alia, I., Alberto, M., Apatzingan-Hermosillo, Y., & Gúzman, G. (2017). Postharvest fruits: maturation and biochemical changes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(12), 2–11. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8nspe19/2007-0934-remexca-8-spe19-4075-en.pdf>



- Meral, Y. Y., Tornuk, F., & Said Toker, O. (2022). Recent advances in the improvement of carboxymethyl cellulose-based edible films. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 179–193.
- Ministerio de Ambiente. (2020). *Línea de base de la diversidad de la calabaza y el zapallo peruano con fines de bioseguridad*.
- Ministerio de Desarrollo Agrario Y Riego. (2021). *PRODUCCIÓN AGRÍCOLA*. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola>
- Montenegro Rojas, H. (2018). *EL AZUFRE Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO DE Golovinomyces cichoracearum EN ZAPALLITO ITALIANO (Cucurbita pepo L.) cv. GREY ZUCCHINI*.
- Morales Reyes, M. A. (2011). *GENERALIDADES Y APLICACIÓN DE PELÍCULAS Y RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LA CADENA HORTOFRUTÍCOLA*.
- Pérez, M., Remón, S., Díaz, A., Redondo, D., & Val, J. (2016). Tratamientos físicos de bajo impacto para mitigar alteraciones fisiológicas de las manzanas. *IX Simpósio Ibérico de Maturação e Pós Colheita*, 1–7.
- Piedrahita Márquez, D. G. (2017a). *Utilización de flavonoides en recubrimientos comestibles para la conservación de productos acuícolas*.
- Piedrahita Márquez, D. G. (2017b). *UTILIZACIÓN DE FLAVONOIDES EN RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES PARA LA CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS ACUÍCOLAS*.
- Qambrani, S., Naz Talpur, F., Akbar Panhwar, A., Imran Afridi, H., Kanwal Talpur, M., Khan, A., & Ahmed Hab, S. (2022). Development of guar gum-based coating with castor oil for improved postharvest quality of fresh mangoes using response surface methodology. *Applied Food Research*, 2(1), 10.
- Ramos García, M. de L., Bautista Baños, S., Barrera Necha, L. L., Bosquez Molina, E., Alía Tejacal, I., & Estrada Carrillo, M. (2010). Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28(1), 44–57.

- Ramos García, M. de L., Romero Bastida, C., & Bautista Baños, S. (2018). Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(1), 16.
- Rodríguez R, R., Valdés R, M., & Ortiz G, S. (2018). Características agronómicas y calidad nutricional de los frutos y semillas de zapallo Cucurbita sp. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 10(1), 86–97. <https://doi.org/10.24188/recia.v10.n1.2018.636>
- Romero, M. del C. (2016). Tratamientos Poscosecha para el Control de los Daños por Frío en Frutos Climatéricos y No Climatéricos. In *Universidad De Murcia* (Vol. 281, Issue 4). <http://nadir.uc3m.es/alejandro/phd/thesisFinal.pdf%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Universidad+de+murcia#0>
- Rossi Marquez, G., Di Pierro, P., Mariniello, L., Esposito, M., V.L. Giosafatto, C., & Porta, R. (2017). Fresh-cut fruit and vegetable coatings by transglutaminasecrosslinked whey protein/pectin edible films. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 124–130.
- Silva, V. (2017). El cultivo de hortalizas. *Manual Para El Productor*, 28.
- Solano Doblado, L. G., Alamilla Beltrán, L., & Jiménez Martínez, C. (2018). Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 21(2), 30–42.
- Suquilanda V., M. B. (2003). Agricultura orgánica, alternativa tecnológica para el futuro. *UPS-FUNDAGRO*, 654.
- Tenorio Domínguez, M. (2016). Flavonoides extraídos de la cascara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*) y su aplicación como antioxidante natural en el aceite vegetal sachá inchi (*Plukenetia volubilis*). *Scientia Agropecuaria*, 7(4), 419–431.
- Universidad de California. (1996). La conservación de alimentos. *Manual de Prácticas de Manejo Poscosecha de Los Productos Hortofrutícolas a Pequeña Escala*, 29.

- Urías Orona, V., Muy Rangel, D., Osuna Enciso, T., Sañudo Barajas, A., Báez Sañudo, M., Valdez Torres, B., Siller Cepeda, J., & Campos Saucedo, J. (2012). Estado hídrico y cambios anatómicos en la calabacita (*cucurbita pepo* L.) Almacenada. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(3), 221–228.
- Veladez Lopez, A. (1998). *Producción de hortalizas. Octava imp.*
- Velázquez Luna, C. (2011). *EVALUACIÓN DE UNA CERA DE CANDELILLA Y CARNAUBA EN LA POSTCOSECHA DE CALABACITA ZUCCHINI (Cucurbita pepo L.)*.  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/478/61824s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zamudio Castellanos, G. A. (2014). *Aplicaciones de las biopelículas comestibles en la industria alimenticia.*
- Zitter, T. A., Hopkins, D. L., & Thomas, C. E. (1996). *Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, EE. UU.: American Phytopathological Society.*

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Ficha técnica de la película comestible comercial “ECOWAX EXPORT MG-UE”

#### Información Técnica (TDS)



#### ECOWAX EXPORT MG-UE

#### Recubrimiento Orgánico para Mangos y otros frutos tropicales

EXCELENTE BRILLO – EXCELENTE CONTROL DE DESHIDRATACIÓN Y ALTA RESISTENCIA A LA HUMEDAD

#### Descripción:

Emulsión de aceite en agua a base de 100% Cera Carnauba, que se emplea principalmente para el recubrimiento de mangos para su comercialización en el **Mercado de Exportación**.

Nuestros productos han sido desarrollados con la más avanzada tecnología europea para la aplicación en tratamientos postcosecha de la fruta. Su objetivo es el de proteger, abrillantar, evitar las pérdidas de peso y conservar las frutas frescas. Nuestras ceras son fabricadas localmente con insumos de última generación que cumplen con los más altos estándares internacionales.

BgVV: recommendations I, II, V, VI, XXXIV.

EC: list.of.additives.

FDA: §§172.260, 175.105, 177.1620.

The product fulfils the requirements of EU-Directive 94/62/EC and the CONEG legislation that means the cumulative content of Cd, Pb, Hg and Cr (VI) does not exceed 100 ppm.

#### Aplicaciones:

Es el producto más indicado para el recubrimiento de mangos de exportación, que requieren un alto control de la deshidratación, máximo brillo preferido por el consumidor, así como maximizar la retención de sabor y textura.

Presenta un eficiente secado en línea de Packing y compatibilidad con fungicidas post cosecha, a fin de obtener la protección y apariencia exigidas por el mercado.

#### Especificaciones técnicas:

ECOWAX EXPORT MG-UE	
Características / Método	Estándar
<b>Coloración</b> ECOP003 – Aspecto General	Beige Oscuro
<b>Estado físico (20°C)</b> ECOP003 – Aspecto General	Fluido
<b>pH (Directo)</b> ECOP005 – Determinación de pH	9.0 – 12.0
<b>Materia Seca (1-1.5 g/0.5 h/150°C)</b> ECOP001 – Residuo Seco	17.5 – 18.0%
<b>Viscosidad (Visc. Brookf. LVT 25°C/SP1/60 RPM)</b> ECOP004 – Viscosidad Brookfield	3.0 – 7.0 cps
<b>Brillo</b> ECOP006 – Brillómetro Byk Gardner 20°, 60° y 85°	95 – 100

## Información Técnica (TDS)



### ECOWAX EXPORT MG-UE

ECOWAX EXPORT MG-UE	
Características / Método	Estándar
Punto de inflamación	No es inflamable
Contenido de solventes	No contiene
Duración del producto	1 año

#### Instrucciones de uso:

Es una emulsión acuosa de viscosidad estandarizada, fácilmente aplicable para una variedad de métodos de dispersión, como pulverizadores a presión, tubos de goteo, sistemas atomizadores con aire comprimido o rotatorio de gota controlada. Posee un rápido secado, evitándose los problemas de fruto pegajoso (“tacking”), pegado de los rodillos enceradores, manchas en la fruta e ineficiencia en el rendimiento.

El proceso de aplicación de **Ecowax Export MG-UE**, en los diferentes frutos está compuesto básicamente de cuatro etapas:

**Lavado de la fruta:** con frutos muy sucios es recomendable utilizar detergentes neutros o algún desinfectante, siendo aplicados en pozos de vaciado o en línea (duchas por aspersión).

**Pre secado de la fruta:** debe eliminarse el máximo posible de agua, pues esta diluye la cera, reduce el poder de humectación y nivelación, reduce la adherencia y el auto brillo. El producto acepta un cierto nivel bajo de humedad en la superficie a encerar.

**Aplicación del recubrimiento:** el sistema de dosificación del producto por goteo o aspersión, más un lecho de 6 a 8 rodillos de escobilla de pelo natural girando a 80 – 100 r.p.m. permite distribuir homogéneamente la película sobre el fruto con un rendimiento aproximado de 1,000 a 1,500 Kg. de fruta por litro de **Ecowax Export MG-UE** en 120 a 180 segundos.

**Secado final del recubrimiento:** debe realizarse en un túnel con una temperatura y aire en contracorriente. La temperatura del túnel debe ser entre 40 – 50 °C y el tiempo de residencia.

#### Notas:

- Es importante limpiar cuidadosamente con agua y detergente alcalino los rodillos aplicadores y el sistema de aplicación, después de terminar el proceso de encerado de la fruta.
- En caso de mezclar con fungicidas, la cera debe ser agitada permanentemente en el recipiente.

Recubrimiento a base de cera carnauba, **LISTO PARA SER USADO.**

#### Almacenamiento:

El **Ecowax Export MG-UE** debe almacenarse en su envase cerrado en lugar fresco y seco, evitando la exposición al sol directo y a temperaturas extremas fuera del rango de 4 a 40°C. **No congelar.**

## Información Técnica (TDS)



### ECOWAX EXPORT MG-UE

#### Seguridad en el trabajo y protección del medio ambiente:

La manipulación del **Ecowax Export MG-UE**, no presenta ningún riesgo para la salud, ni en almacenamiento, ni en su aplicación normal. No obstante, las normas habituales para productos químicos deberán ser respetadas.

*Estas informaciones corresponden al estado actual de nuestros conocimientos y pretenden instruirles acerca de nuestros productos y sus posibles aplicaciones. Con ello no quedan garantizadas las propiedades especificadas de los mismos o su aptitud para un uso concreto. Se habrán de tener en cuenta posibles derechos de propiedad industrial. Se garantiza la buena calidad de los productos según nuestras Condiciones Generales de Venta.*

## Anexo 2: Ficha técnica de la película comestible comercial “ECOWAX FRESH PE”

### Información Técnica (TDS)



# ECOWAX FRESH PE

## Recubrimiento Protector para Frutas y Hortalizas

EXCELENTE BRILLO – EXCELENTE CONTROL DE DESHIDRATACIÓN Y ALTA RESISTENCIA A LA HUMEDAD

### Descripción

**ECOWAX FRESH PE**, es una solución patentada, que alarga la vida útil de productos hortofrutícolas frescos, sin el empleo de pesticidas y/o agentes químicos tóxicos y nocivos para la salud, con destino al **Mercado de Exportación**.

Nuestros productos han sido desarrollados con la más avanzada tecnología europea para la aplicación en tratamientos postcosecha de la fruta. Su objetivo es el de proteger, abrillantar y conservar la fruta fresca. Nuestras ceras son fabricadas localmente con insumos de última generación que cumplen con los más altos estándares internacionales.

BgVV: recommendations I,II,V,VI,XXXIV

EC:list.of.additives

FDA:§§172.260,175.105,177.1620.

The product fulfils the requirements of EU-Directive 94/62/EC and the CONEG legislation that means the cumulative content of Cd, Pb, Hg and Cr (VI) does not exceed 100ppm.

### Composición

Quitosano y aditivos alimentarios autorizados ..... 2% p/v.

### Aplicaciones

Es el producto más indicado para el recubrimiento de fruta y hortalizas para exportación, que requieren un alto control de la deshidratación, máximo brillo después de un tiempo prolongado en frío, normal respiración para evitar los cambios de sabor por fermentación, eficiente secado en línea de Packing y compatibilidad con fungicidas postcosecha, a fin de obtener la protección y apariencia exigidas por el mercado.

### Valores fisicoquímicos:

UNIDAD	VALOR
<b>Color – Aspecto General</b> ECOP003	beige claro Transparente
<b>Materia Seca (1-1.5g/0.5h/150°C)</b> ECOP001- Residuo seco	2.0 -3.0 %
<b>Viscosidad (Visc Brookf LVT/ Sp. 1, 60 RPM 25°C)</b> ECOP004	6 - 25 cps
<b>pH -Directo</b> ECOP005	4.0 – 12.0
<b>Brillo</b> ECOP006-Brillometro ByK Gardner 20°, 60° y 85°	95 - 100
<b>Contenido de Shellac, Procolaz, Aminas y Morfolina</b>	No contiene
<b>Duración del Producto</b>	6 meses

# ECOWAX FRESH PE

## Instrucciones de uso:

Es una emulsión de viscosidad estandarizada, fácilmente aplicable por una variedad de métodos de dispersión, como pulverizadores a presión, tubos de goteo, sistemas atomizadores con aire comprimido o rotatorio de gota controlada. Posee un rápido secado, evitándose los problemas de fruto pegajoso (“tacking”), pegado de los rodillos enceradores, manchas en la fruta e ineficiencia en el PLU.

El proceso de aplicación de **Ecowax Fresh PE** en los diferentes frutos está compuesto básicamente de cuatro etapas:

**Lavado de la fruta:** con frutos muy sucios es recomendable utilizar detergentes neutros o algún desinfectante, siendo aplicados en pozos de vaciado o en línea (sección lavada en duchas por aspersión).

**Pre secado de la fruta:** debe eliminarse el máximo posible de agua, pues esta diluye la cera, reduce el poder de humectación y nivelación, reduce la adherencia y el auto brillo. El producto acepta un cierto nivel bajo de humedad en la superficie a encerar.

**Aplicación del recubrimiento:** el sistema de dosificación del producto por goteo o aspersión, más un lecho de 6 a 8 rodillos de escobilla de pelo natural girando a 80-100 r.p.m. permite distribuir homogéneamente la película sobre el fruto con un rendimiento aproximado de 1,000 a 1,500 Kg. de fruta por litro de Ecowax.

**Secado final del recubrimiento:** debe realizarse en un túnel con una temperatura y aire en contracorriente. La temperatura del túnel debe ser entre 38 –42 °C y el tiempo de residencia de la fruta entre 120 a 180 segundos.

Notas:

- Es importante limpiar cuidadosamente con agua y detergente alcalino los rodillos aplicadores y el sistema de aplicación, después de terminar el proceso de encerado de la fruta.
- No es necesario mezclar con fungicidas, la cera ya tiene en su composición un agente antifúngico, el cual es aceite esencial de mandarina.

Emulsión Acuosa. **LISTO PARA SER USADO**

## Almacenamiento

El **ECOWAX FRESH PE**. Debe almacenarse en su envase cerrado en lugar fresco y seco, evitando la exposición al sol directo y a temperaturas extremas fuera del rango 20°C.

## Seguridad en el trabajo y protección del medio ambiente

La manipulación del **ECOWAX FRESH PE**, no presenta ningún riesgo para la salud, ni en almacenamiento, ni en su aplicación normal. No obstante, las normas habituales para productos químicos deberán ser respetadas.

*Estas informaciones corresponden al estado actual de nuestros conocimientos y pretenden instruirles acerca de nuestros productos y sus posibles aplicaciones. Con ello no quedan garantizadas las propiedades especificadas de los mismos o su aptitud para un uso concreto. Se habrán de tener en cuenta posibles derechos de propiedad industrial. Se garantiza la buena calidad de los productos según nuestras Condiciones Generales de Venta.*



### Anexo 3: Análisis estadístico de los parámetros de calidad del fruto

#### PESO

NO SE CUMPLE EL SUPUESTO DE NORMALIDAD Y EL SUPUESTO DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, NO SE PUEDE REALIZAR EL ANOVA. EN CONSECUENCIA, SE REALIZA LA PRUEBA DE TEST NO PARAMÉTRICO KRUSKALL-WALLIS.

Kruskal-Wallis rank sum test					
data: peso by tratamiento					
Kruskal-Wallis chi-squared = 6.286, df = 5, p-value = 0.279					
Pairwise comparisons using Wilcoxon rank sum exact test					
data: NUEVO_EXCEL\$peso and NUEVO_EXCEL\$tratamiento					
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Tratamiento 2	1.0	-	-	-	-
Tratamiento 3	1.0	1.0	-	-	-
Tratamiento 4	0.3	1.0	1.0	-	-
Tratamiento 5	1.0	1.0	1.0	1.0	-
Tratamiento 6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
P value adjustment method: holm					

Nota: Los valores “1” en la intersección de cada tratamiento indica que no se encontraron diferencias significativas en las comparaciones de esos tratamientos. Los valores “-” en la tabla representa las comparaciones que no se realizaron.

#### DIÁMETRO

SE CUMPLE EL SUPUESTO DE HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, PERO NO SE CUMPLE EL SUPUESTO DE NORMALIDAD, POR LO TANTO, NO SE PUEDE REALIZAR EL ANOVA. EN CONSECUENCIA, SE REALIZA LA PRUEBA DE TEST NO PARAMÉTRICO KRUSKALL-WALLIS.

Kruskal-Wallis rank sum test					
data: diámetro by tratamiento					
Kruskal-Wallis chi-squared = 3.845, df = 5, p-value = 0.572					
Pairwise comparisons using Wilcoxon rank sum test with continuity correction					
data: NUEVO_EXCEL\$diametro and NUEVO_EXCEL\$tratamiento					
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Tratamiento 2	1	-	-	-	-
Tratamiento 3	1	1	-	-	-
Tratamiento 4	1	1	1	-	-
Tratamiento 5	1	1	1	1	-
Tratamiento 6	1	1	1	1	1
P value adjustment method: holm					

Nota: Los valores “1” en la intersección de cada tratamiento indica que no se encontraron diferencias significativas en las comparaciones de esos tratamientos. Los valores “-” en la tabla representa las comparaciones que no se realizaron.

LONGITUD

SE CUMPLE EL SUPUESTO DE HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, PERO NO SE CUMPLE EL SUPUESTO DE NORMALIDAD, POR LO TANTO, NO SE PUEDE REALIZAR EL ANOVA. EN CONSECUENCIA, SE REALIZA LA PRUEBA DE TEST NO PARAMÉTRICO KRUSKALL-WALLIS.

Kruskal-Wallis rank sum test					
data: longitud by tratamiento					
Kruskal-Wallis chi-squared = 5.617, df = 5, p-value = 0.345					
Pairwise comparisons using Wilcoxon rank sum test with continuity correction					
data: NUEVO_EXCEL\$longitud and NUEVO_EXCEL\$tratamiento					
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Tratamiento 2	0.9	-	-	-	-
Tratamiento 3	1.0	1.0	-	-	-
Tratamiento 4	1.0	1.0	1.0	-	-
Tratamiento 5	1.0	1.0	1.0	1.0	-
Tratamiento 6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
P value adjustment method: holm					

Nota: Los valores “1” en la intersección de cada tratamiento indica que no se encontraron diferencias significativas en las comparaciones de esos tratamientos. Los valores “-” en la tabla representa las comparaciones que no se realizaron.

PESO SECO

SE CUMPLE EL SUPUESTO DE NORMALIDAD, PERO NO SE CUMPLE EL SUPUESTO DE HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, NO SE PUEDE REALIZAR EL ANOVA. EN CONSECUENCIA, SE REALIZA LA PRUEBA DE TEST NO PARAMÉTRICO KRUSKALL-WALLIS.

Kruskal-Wallis rank sum test					
data: pseco by tratamiento					
Kruskal-Wallis chi-squared = 3.384, df = 5, p-value = 0.641					
Pairwise comparisons using Wilcoxon rank sum test with continuity correction					
data: NUEVO_EXCEL\$pseco and NUEVO_EXCEL\$tratamiento					
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Tratamiento 2	1	-	-	-	-
Tratamiento 3	1	1	-	-	-
Tratamiento 4	1	1	1	-	-
Tratamiento 5	1	1	1	1	-
Tratamiento 6	1	1	1	1	1
P value adjustment method: holm					

Nota: Los valores “1” en la intersección de cada tratamiento indica que no se encontraron diferencias significativas en las comparaciones de esos tratamientos. Los valores “-” en la tabla representa las comparaciones que no se realizaron.

## Anexo 4: Análisis estadístico del porcentaje y tasa de pérdida de peso diario en frutos

### PÉRDIDA DE PESO

DIA 2

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	5.040	1.0079	13.7	0.000131
Residuals	12	0.883	0.0736		

Como Pvalue=0.000131 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 14.75069
--------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: peso ~ tratamiento				
HSD Test for peso				
Mean Square Error: 0.0736				
tratamiento, means				
	peso	std r	Min	Max
Tratamiento 1	2.249489	1.857758e-15	3 2.2494888	2.249489
Tratamiento 2	1.752082	2.629292e-01	3 1.5839406	2.055078
Tratamiento 3	1.240867	4.073449e-01	3 0.9641936	1.708625
Tratamiento 4	1.321420	1.920145e-01	3 1.1031032	1.464089
Tratamiento 5	1.703516	1.856383e-01	3 1.5548439	1.911583
Tratamiento 6	2.766270	3.675426e-01	3 2.3843871	3.117560
Alpha: 0.05 ; DF Error: 12				
Critical Value of Studentized Range: 4.750231				
Minimum Significant Difference: 0.7440345				
Treatments with the same letter are not significantly different.				
peso groups				
Tratamiento 6	2.766270		a	
Tratamiento 1	2.249489		ab	
Tratamiento 2	1.752082		bc	
Tratamiento 5	1.703516		bc	
Tratamiento 4	1.321420		c	
Tratamiento 3	1.240867		c	

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

```

Dunnett's test for comparing several treatments with a control :
  95% family-wise confidence level
$`Tratamiento 1`
      diff   lwr.ci   upr.ci  pval
Tratamiento 2-Tratamiento 1 -0.4974067 -1.1401325  0.14531911 0.1530
Tratamiento 3-Tratamiento 1 -1.0086219 -1.6513477 -0.36589609 0.0028 **
Tratamiento 4-Tratamiento 1 -0.9280691 -1.5707949 -0.28534328 0.0051 **
Tratamiento 5-Tratamiento 1 -0.5459725 -1.1886984  0.09675327 0.1060
Tratamiento 6-Tratamiento 1  0.5167814 -0.1259444  1.15950722 0.1327
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DIA 3

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

```

      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
tratamiento  5  4.122  0.8244   9.265 0.000832
Residuals  12  1.068  0.0890
Como Pvalue=0.000832 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

```

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

```
[1] 15.5898
```

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

```

Study: peso ~ tratamiento
HSD Test for peso
Mean Square Error: 0.089
tratamiento, means
      peso   std r   Min   Max
Tratamiento 1 2.35415 6.21725e-15 3 2.354145 2.35415
Tratamiento 2 1.77295 2.27208e-01 3 1.592459 2.02809
Tratamiento 3 1.25351 4.86877e-01 3 0.926468 1.81305
Tratamiento 4 1.73986 1.58789e-01 3 1.577761 1.89512
Tratamiento 5 1.65457 2.64320e-01 3 1.424553 1.94332
Tratamiento 6 2.70551 3.87479e-01 3 2.352241 3.11993
Alpha: 0.05 ; DF Error: 12

```

Critical Value of Studentized Range: 4.75023  
 Minimum Significant Difference: 0.818181  
 Treatments with the same letter are not significantly different.

peso groups	
Tratamiento 6	2.70551 a
Tratamiento 1	2.35415 ab
Tratamiento 2	1.77295 bc
Tratamiento 4	1.73986 bc
Tratamiento 5	1.65457 bc
Tratamiento 3	1.25351 c

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnett's test for comparing several treatments with a control :  
 95% family-wise confidence level

Tratamiento 1`	diff	lwr.ci	upr.ci	pval
Tratamiento 2-Tratamiento 1	-0.581198	-1.287998	0.12560196	0.1210
Tratamiento 3-Tratamiento 1	-1.100632	-1.807432	-0.39383241	0.0030 **
Tratamiento 4-Tratamiento 1	-0.614287	-1.321087	0.09251304	0.0965 .
Tratamiento 5-Tratamiento 1	-0.699572	-1.406372	0.00722803	0.0528 .
Tratamiento 6-Tratamiento 1	0.351369	-0.355431	1.05816887	0.4926

---  
 Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DIA 4  
 SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA  
 PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$   
 H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás  
 $\alpha=0.05$

Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento 5	2.33	0.465	3.69	0.03
Residuals	12	1.51	0.126	

Como Pvalue=0.03 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 15.9619
-------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: peso ~ tratamiento

HSD Test for peso

Mean Square Error: 0.126

tratamiento, means

	peso	std r	Min	Max
Tratamiento 1	2.77492	2.68298e-15	3 2.77492	2.77492
Tratamiento 2	2.11663	2.67800e-01	3 1.93048	2.42355
Tratamiento 3	2.44920	6.45442e-01	3 1.77181	3.05706
Tratamiento 4	2.41147	1.62541e-01	3 2.23535	2.55571
Tratamiento 5	1.75377	3.85931e-01	3 1.51534	2.19903
Tratamiento 6	1.83260	3.03039e-01	3 1.56355	2.16088

Alpha: 0.05 ; DF Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.75023

Minimum Significant Difference: 0.973508

Treatments with the same letter are not significantly different.

peso groups

Tratamiento 1	2.77492	a
Tratamiento 3	2.44920	ab
Tratamiento 4	2.41147	ab
Tratamiento 2	2.11663	ab
Tratamiento 6	1.83260	ab
Tratamiento 5	1.75377	b

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnnett's test for comparing several treatments with a control :

95% family-wise confidence level

\$`Tratamiento 1`

	diff	lwr.ci	upr.ci	pval
Tratamiento 2-Tratamiento 1	-0.658290	-1.49908	0.182503	0.1464
Tratamiento 3-Tratamiento 1	-0.325726	-1.16652	0.515068	0.6960
Tratamiento 4-Tratamiento 1	-0.363449	-1.20424	0.477344	0.6113
Tratamiento 5-Tratamiento 1	-1.021157	-1.86195	-0.180364	0.0165 *
Tratamiento 6-Tratamiento 1	-0.942324	-1.78312	-0.101531	0.0270 *
---				

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DIA 5

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	4.62	0.923	14.8	8.8e-05
Residuals	12	0.75	0.062		

Como Pvalue=8.8e-05 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 16.0982
-------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: peso ~ tratamiento				
HSD Test for peso				
Mean Square Error: 0.062				
tratamiento, means				
	peso	std r	Min	Max
Tratamiento 1	2.040816	9.42055e-16	3 2.040816	2.040816
Tratamiento 2	1.460056	1.77870e-01	3 1.293788	1.647612
Tratamiento 3	1.376686	3.53955e-01	3 1.001897	1.705270
Tratamiento 4	0.752144	9.00803e-02	3 0.668102	0.847242
Tratamiento 5	1.352268	2.95624e-01	3 1.157647	1.692449
Tratamiento 6	2.314209	3.47609e-01	3 2.035898	2.703843
Alpha: 0.05 ; DF Error: 12				
Critical Value of Studentized Range: 4.75023				
Minimum Significant Difference: 0.682889				
Treatments with the same letter are not significantly different.				
peso groups				
Tratamiento 6	2.314209		a	
Tratamiento 1	2.040816		ab	
Tratamiento 2	1.460056		bc	
Tratamiento 3	1.376686		bcd	
Tratamiento 5	1.352268		cd	
Tratamiento 4	0.752144		d	

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnnett's test for comparing several treatments with a control :

95% family-wise confidence level

\$` Tratamiento 1`

	diff	lwr.ci	upr.ci	pval
Tratamiento 2-Tratamiento 1	-0.580760	-1.171746	0.0102259	0.05464 .
Tratamiento 3-Tratamiento 1	-0.664130	-1.255116	-0.0731437	0.02646 *
Tratamiento 4-Tratamiento 1	-1.288672	-1.879659	-0.6976863	0.00012 ***
Tratamiento 5-Tratamiento 1	-0.688548	-1.279534	-0.0975620	0.02112 *
Tratamiento 6-Tratamiento 1	0.273393	-0.317593	0.8643791	0.55464

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DIA 7

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento 5	4.06	0.812	4.99	0.011	
Residuals	12	1.95	0.163		

Como Pvalue=0.011 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 14.8529
-------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: peso ~ tratamiento

HSD Test for peso

Mean Square Error: 0.163

tratamiento, means

	peso	std r	Min	Max
Tratamiento 1	3.41262	5.11185e-15	3	3.41262 3.41262
Tratamiento 2	2.93769	2.02782e-01	3	2.72256 3.12531
Tratamiento 3	2.69933	7.74044e-01	3	1.97861 3.51747
Tratamiento 4	2.96303	3.02390e-01	3	2.71756 3.30082
Tratamiento 5	1.92302	3.98593e-01	3	1.56756 2.35396



Tratamiento 6	2.35766	2.92436e-01	3	2.08031	2.66315
Alpha: 0.05 ; DF Error: 12					
Critical Value of Studentized Range: 4.75023					
Minimum Significant Difference: 1.10726					
Treatments with the same letter are not significantly different.					
peso groups					
Tratamiento 1	3.41262			a	
Tratamiento 4	2.96303			ab	
Tratamiento 2	2.93769			ab	
Tratamiento 3	2.69933			ab	
Tratamiento 6	2.35766			ab	
Tratamiento 5	1.92302			b	

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnett's test for comparing several treatments with a control :					
95% family-wise confidence level					
\$`Tratamiento 1`					
	diff	lwr.ci	upr.ci	pval	
Tratamiento 2-Tratamiento 1	-0.474923	-1.43061	0.4807676	0.4929	
Tratamiento 3-Tratamiento 1	-0.713284	-1.66898	0.2424063	0.1738	
Tratamiento 4-Tratamiento 1	-0.449582	-1.40527	0.5061085	0.5403	
Tratamiento 5-Tratamiento 1	-1.489591	-2.44528	-0.5339008	0.0029	**
Tratamiento 6-Tratamiento 1	-1.054953	-2.01064	-0.0992623	0.0296	*

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

## DIA 8

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento 5	8.43	1.687	26.7	4.1e-06	
Residuals	12	0.76	0.063		
Como Pvalue=4.1e-06 < $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.					

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 17.6719
-------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: peso ~ tratamiento

HSD Test for peso

Mean Square Error: 0.063

tratamiento, means

	peso	std r	Min	Max
Tratamiento 1	1.729400	1.67640e-15	3 1.729400	1.729400
Tratamiento 2	1.609407	2.87534e-01	3 1.336631	1.909717
Tratamiento 3	0.609051	3.69563e-01	3 0.356074	1.033161
Tratamiento 4	0.668709	7.93096e-02	3 0.577991	0.724916
Tratamiento 5	1.297633	1.98337e-01	3 1.114318	1.508178
Tratamiento 6	2.621119	3.38096e-01	3 2.356700	3.002067

Alpha: 0.05 ; DF Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.75023

Minimum Significant Difference: 0.688374

Treatments with the same letter are not significantly different.

peso groups

Tratamiento 6	2.621119	a
Tratamiento 1	1.729400	b
Tratamiento 2	1.609407	b
Tratamiento 5	1.297633	bc
Tratamiento 4	0.668709	cd
Tratamiento 3	0.609051	d

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnnett's test for comparing several treatments with a control :

95% family-wise confidence level

\$` Tratamiento 1`

	diff	lwr.ci	upr.ci	pval
Tratamiento 2-Tratamiento 1	-0.119993	-0.715652	0.475667	0.96295
Tratamiento 3-Tratamiento 1	-1.120349	-1.716008	-0.524690	0.00053 ***
Tratamiento 4-Tratamiento 1	-1.060691	-1.656350	-0.465032	0.00090 ***
Tratamiento 5-Tratamiento 1	-0.431767	-1.027426	0.163892	0.19183
Tratamiento 6-Tratamiento 1	0.891719	0.296060	1.487378	0.00403 **

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DIA 9

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	5.16	1.033	8.43	0.0013
Residuals	12	1.47	0.122		

Como Pvalue=0.0013 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 19.4212
-------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: peso ~ tratamiento				
HSD Test for peso				
Mean Square Error: 0.122				
tratamiento, means				
	peso	std r	Min	Max
Tratamiento 1	2.249489	2.96244e-15	3	2.249489 2.24949
Tratamiento 2	1.595389	1.66478e-01	3	1.450847 1.77741
Tratamiento 3	2.120870	6.48008e-01	3	1.473406 2.76942
Tratamiento 4	1.419786	1.04980e-01	3	1.346630 1.54007
Tratamiento 5	0.934094	2.78266e-01	3	0.616998 1.13758
Tratamiento 6	2.492770	4.45923e-01	3	2.105371 2.98022
Alpha: 0.05 ; DF Error: 12				
Critical Value of Studentized Range: 4.75023				
Minimum Significant Difference: 0.957931				
Treatments with the same letter are not significantly different.				
peso groups				
Tratamiento 6	2.492770		a	
Tratamiento 1	2.249489		ab	
Tratamiento 3	2.120870		ab	
Tratamiento 2	1.595389		abc	
Tratamiento 4	1.419786		bc	
Tratamiento 5	0.934094		c	

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnett's test for comparing several treatments with a control :  
 95% family-wise confidence level

\$`Tratamiento 1`

	diff	lwr.ci	upr.ci	pval
Tratamiento 2-Tratamiento 1	-0.654100	-1.483364	0.175163946	0.1424
Tratamiento 3-Tratamiento 1	-0.128618	-0.957882	0.700645590	0.9874
Tratamiento 4-Tratamiento 1	-0.829703	-1.658967	-0.000439157	0.0497 *
Tratamiento 5-Tratamiento 1	-1.315394	-2.144658	-0.486130575	0.0025 **
Tratamiento 6-Tratamiento 1	0.243282	-0.585982	1.072545468	0.8593

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DIA 10

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento 5	1.113	0.2227	10.1	0.00057
Residuals	12	0.266	0.0221	

Como Pvalue=0.00057 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 14.8725
-------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: peso ~ tratamiento

HSD Test for peso

Mean Square Error: 0.0221

tratamiento, means

	peso	std r	Min	Max
Tratamiento 1	1.248827	0.0593262	3 1.214575	1.317331
Tratamiento 2	1.249824	0.0748240	3 1.164818	1.305709
Tratamiento 3	0.958237	0.2516052	3 0.698491	1.200822
Tratamiento 4	0.641598	0.0635695	3 0.572253	0.697115
Tratamiento 5	0.715077	0.1441377	3 0.611385	0.879669
Tratamiento 6	1.188267	0.1885639	3 1.074969	1.405941

Alpha: 0.05 ; DF Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.75023  
 Minimum Significant Difference: 0.407709  
 Treatments with the same letter are not significantly different.

Tratamiento	Mean	Group
Tratamiento 2	1.249824	a
Tratamiento 1	1.248827	a
Tratamiento 6	1.188267	a
Tratamiento 3	0.958237	ab
Tratamiento 5	0.715077	b
Tratamiento 4	0.641598	b

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnett's test for comparing several treatments with a control :  
 95% family-wise confidence level

Tratamiento 1`	diff	lwr.ci	upr.ci	pval
Tratamiento 2-Tratamiento 1	0.000996951	-0.351506	0.353500	1.0000
Tratamiento 3-Tratamiento 1	-0.290589398	-0.643093	0.061914	0.1201
Tratamiento 4-Tratamiento 1	-0.607228721	-0.959732	-0.254725	0.0014 **
Tratamiento 5-Tratamiento 1	-0.533750138	-0.886254	-0.181247	0.0036 **
Tratamiento 6-Tratamiento 1	-0.060559832	-0.413063	0.291944	0.9806

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DIA 11  
 SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA  
 PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$   
 H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás  
 $\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento 5	2.936	0.587	10.7	0.00043	
Residuals	12	0.657	0.055		

Como Pvalue=0.00043 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD  
 [1] 15.0599

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: peso ~ tratamiento

HSD Test for peso

Mean Square Error: 0.055

tratamiento, means

	peso	std r	Min	Max
Tratamiento 1	2.13346	0.020059	3 2.110303	2.145046
Tratamiento 2	1.65274	0.170154	3 1.460188	1.782853
Tratamiento 3	1.29541	0.386835	3 0.955845	1.716516
Tratamiento 4	0.83368	0.097803	3 0.725366	0.915524
Tratamiento 5	1.73456	0.320694	3 1.433738	2.071984
Tratamiento 6	1.67578	0.193218	3 1.465355	1.845214

Alpha: 0.05 ; DF Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.75023

Minimum Significant Difference: 0.643184

Treatments with the same letter are not significantly different.

peso groups

Tratamiento 1	2.13346	a
Tratamiento 5	1.73456	ab
Tratamiento 6	1.67578	ab
Tratamiento 2	1.65274	ab
Tratamiento 3	1.29541	bc
Tratamiento 4	0.83368	c

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnnett's test for comparing several treatments with a control :

95% family-wise confidence level

\$` Tratamiento 1`

	diff	lwr.ci	upr.ci	pval
Tratamiento 2-Tratamiento 1	-0.480723	-1.035344	0.0738974	0.09748 .
Tratamiento 3-Tratamiento 1	-0.838055	-1.392675	-0.2834342	0.00378 **
Tratamiento 4-Tratamiento 1	-1.299785	-1.854406	-0.7451649	0.00013 ***
Tratamiento 5-Tratamiento 1	-0.398906	-0.953526	0.1557149	0.19672
Tratamiento 6-Tratamiento 1	-0.457688	-1.012309	0.0969322	0.11934

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DIA 14

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	4.76	0.952	2.78	0.068
Residuals	12	4.11	0.343		

Como Pvalue=0.068 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 30.8965
-------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: peso ~ tratamiento				
HSD Test for peso				
Mean Square Error: 0.343				
tratamiento, means				
	peso	std r	Min	Max
Tratamiento 1	2.45902	4.66822e-15	3 2.459016	2.45902
Tratamiento 2	1.32508	5.94746e-01	3 0.936758	2.00978
Tratamiento 3	2.73129	8.87708e-01	3 2.005943	3.72120
Tratamiento 4	1.70543	5.34258e-01	3 1.247805	2.29253
Tratamiento 5	1.53975	6.15473e-01	3 0.957120	2.18350
Tratamiento 6	1.60773	5.00175e-01	3 1.084321	2.08088
Alpha: 0.05 ; DF Error: 12				
Critical Value of Studentized Range: 4.75023				
Minimum Significant Difference: 1.60621				
Treatments with the same letter are not significantly different.				
peso groups				
Tratamiento 3	2.73129	a		
Tratamiento 1	2.45902	a		
Tratamiento 4	1.70543	a		
Tratamiento 6	1.60773	a		
Tratamiento 5	1.53975	a		
Tratamiento 2	1.32508	a		

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnett's test for comparing several treatments with a control :				
95% family-wise confidence level				
`Tratamiento 1`				
	diff	lwr.ci	upr.ci	pval
Tratamiento 2-Tratamiento 1	-1.133939	-2.52101	0.253132	0.1241
Tratamiento 3-Tratamiento 1	0.272270	-1.11480	1.659342	0.9665
Tratamiento 4-Tratamiento 1	-0.753585	-2.14066	0.633486	0.4152
Tratamiento 5-Tratamiento 1	-0.919268	-2.30634	0.467803	0.2539
Tratamiento 6-Tratamiento 1	-0.851288	-2.23836	0.535783	0.3131

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

## Anexo 5: Análisis estadístico de la evaluación de la firmeza del fruto

FIRMEZA

DIA 2

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento 5	0.230	0.0460	12.8	0.00018
Residuals	12	0.043	0.0036	

Como Pvalue=0.00018 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 1.3309
------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: firmeza ~ tratamiento				
HSD Test for firmeza				
Mean Square Error: 0.0036				
tratamiento, means				
	firmeza	std r	Min	Max
Tratamiento 1	4.35000	0.0360555	3 4.32	4.39
Tratamiento 2	4.64000	0.0458258	3 4.59	4.68
Tratamiento 3	4.58667	0.0650641	3 4.52	4.65
Tratamiento 4	4.54667	0.0709460	3 4.47	4.61
Tratamiento 5	4.52000	0.0871780	3 4.42	4.58



Tratamiento 6	4.34333	0.0351188	3	4.31	4.38
Alpha: 0.05 ; DF Error: 12					
Critical Value of Studentized Range: 4.75023					
Minimum Significant Difference: 0.164553					
Treatments with the same letter are not significantly different.					
firmeza groups					
Tratamiento 2	4.64000		a		
Tratamiento 3	4.58667		a		
Tratamiento 4	4.54667		a		
Tratamiento 5	4.52000		a		
Tratamiento 1	4.35000		b		
Tratamiento 6	4.34333		b		

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnett's test for comparing several treatments with a control :					
95% family-wise confidence level					
\$`Tratamiento 1`					
	diff	lwr.ci	upr.ci	pval	
Tratamiento 2-Tratamiento 1	0.29000000	0.1481631	0.431837	0.0003	***
Tratamiento 3-Tratamiento 1	0.23666667	0.0948298	0.378504	0.0016	**
Tratamiento 4-Tratamiento 1	0.19666667	0.0548298	0.338504	0.0069	**
Tratamiento 5-Tratamiento 1	0.17000000	0.0281631	0.311837	0.0180	*
Tratamiento 6-Tratamiento 1	-0.00666667	-0.1485036	0.135170	1.0000	

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DIA 7

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA  
PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
tratamiento	5	0.1390	0.02780	5.44	0.0076
Residuals	12	0.0613	0.00511		
Como Pvalue=0.0076< $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.					

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 1.6485
------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: firmeza ~ tratamiento

HSD Test for firmeza

Mean Square Error: 0.00511

tratamiento, means

	firmeza	std r	Min	Max
Tratamiento 1	4.18000	0.0721110	3 4.12	4.26
Tratamiento 2	4.36000	0.0173205	3 4.35	4.38
Tratamiento 3	4.39667	0.0776745	3 4.31	4.46
Tratamiento 4	4.46000	0.0624500	3 4.39	4.51
Tratamiento 5	4.32000	0.0700000	3 4.25	4.39
Tratamiento 6	4.29000	0.1014889	3 4.18	4.38

Alpha: 0.05 ; DF Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.75023

Minimum Significant Difference: 0.196049

Treatments with the same letter are not significantly different.

firmeza groups

Tratamiento 4	4.46000	a
Tratamiento 3	4.39667	a
Tratamiento 2	4.36000	ab
Tratamiento 5	4.32000	ab
Tratamiento 6	4.29000	ab
Tratamiento 1	4.18000	b

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnett's test for comparing several treatments with a control :

95% family-wise confidence level

\$` Tratamiento 1`

	diff	lwr.ci	upr.ci	pval
Tratamiento 2-Tratamiento 1	0.180000	0.0106960	0.349304	0.0359 *
Tratamiento 3-Tratamiento 1	0.216667	0.0473627	0.385971	0.0117 *
Tratamiento 4-Tratamiento 1	0.280000	0.1106960	0.449304	0.0019 **
Tratamiento 5-Tratamiento 1	0.140000	-0.0293040	0.309304	0.1183
Tratamiento 6-Tratamiento 1	0.110000	-0.0593040	0.279304	0.2684

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DIA 14

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	0.429	0.0859	39.7	4.6e-07
Residuals	12	0.026	0.0022		

Como Pvalue=4.6e-07 <  $\alpha=0.05$ ; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 1.3038
------------

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: firmeza ~ tratamiento				
HSD Test for peso				
Mean Square Error: 0.0022				
tratamiento, means				
	firmeza	std r	Min	Max
Tratamiento 1	3.22667	0.0416333	3 3.18	3.26
Tratamiento 2	3.69667	0.0404145	3 3.65	3.72
Tratamiento 3	3.62000	0.0500000	3 3.57	3.67
Tratamiento 4	3.62333	0.0251661	3 3.60	3.65
Tratamiento 5	3.60333	0.0450925	3 3.56	3.65
Tratamiento 6	3.62333	0.0665833	3 3.58	3.70
Alpha: 0.05 ; DF Error: 12				
Critical Value of Studentized Range: 4.75023				
Minimum Significant Difference: 0.128637				
Treatments with the same letter are not significantly different.				
peso groups				
Tratamiento 2	3.69667		a	
Tratamiento 4	3.62333		a	
Tratamiento 6	3.62333		a	
Tratamiento 3	3.62000		a	
Tratamiento 5	3.60333		a	
Tratamiento 1	3.22667		b	

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

## Anexo 6: Análisis estadístico de la evolución en la tasa de respiración del fruto

TASA DE RESPIRACIÓN

DÍA 2

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	14545	2909	1.72	0.2
Residuals	12	20319	1693		

Como Pvalue=0.2 >  $\alpha=0.05$ ; No se rechaza H0, es decir que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 24.3756

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY

DÍA 7

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	6184	1237	0.36	0.87
Residuals	12	41066	3422		

Como Pvalue=0.87 >  $\alpha=0.05$ ; No se rechaza H0, es decir que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 45.5161

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY

DÍA 14

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	5338	1068	1.81	0.18
Residuals	12	7070	589		

Como Pvalue=0.18 >  $\alpha=0.05$ ; No se rechaza H0, es decir que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 35.806
------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY

### Anexo 7: Análisis estadístico del índice de daño

ÍNDICE DE DAÑO

DIA 1

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	0.92	0.1840	1.99	0.15
Residuals	12	1.11	0.0926		

Como Pvalue=0.15 >  $\alpha=0.05$ ; No se rechaza H0, es decir que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 65.7267
-------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY

DÍA 2

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	0.963	0.193	1.2	0.37
Residuals	12	1.926	0.160		

Como Pvalue=0.37 >  $\alpha=0.05$ ; No se rechaza H0, es decir que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 51.5079
-------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY

DÍA 4

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	0.963	0.193	1.2	0.37
Residuals	12	1.926	0.160		

Como Pvalue=0.37 >  $\alpha=0.05$ ; No se rechaza H0, es decir que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 51.5079
-------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY

DÍA 7

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento	5	6.3	1.259	4.08	0.021
Residuals	12	3.7	0.309		

Como Pvalue=0.021 <  $\alpha$ =0.05; Se rechaza H0, es decir que existe diferencias significativas entre los tratamientos.

#### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 38.4615

COMO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY Y DUNNETT

Study: daño ~ tratamiento

HSD Test for daño

Mean Square Error: 0.309

tratamiento, means

	daño	std r	Min	Max
Tratamiento 1	2.555556	0.384900	3.233333	3.000000
Tratamiento 2	0.666667	0.577350	3.000000	1.000000
Tratamiento 3	1.444444	0.384900	3.100000	1.666667
Tratamiento 4	1.000000	0.000000	3.100000	1.000000
Tratamiento 5	1.333333	0.881917	3.066667	2.333333
Tratamiento 6	1.666667	0.666667	3.100000	2.333333

Alpha: 0.05 ; DF Error: 12

Critical Value of Studentized Range: 4.75023

Minimum Significant Difference: 1.52452

Treatments with the same letter are not significantly different.

daño groups

Tratamiento 1	2.555556	a
Tratamiento 6	1.666667	ab
Tratamiento 3	1.444444	ab
Tratamiento 5	1.333333	ab
Tratamiento 4	1.000000	b
Tratamiento 2	0.666667	b

Nota: Letras diferentes implican diferencias significativas al 0.05 de Tukey

Dunnett's test for comparing several treatments with a control :

95% family-wise confidence level

\$` Tratamiento 1`

diff lwr.ci upr.ci pval

Tratamiento 2-Tratamiento 1 -1.888889 -3.20524 -0.5725335 0.0054 \*\*

Tratamiento 3-Tratamiento 1 -1.111111 -2.42747 0.2052443 0.1087

Tratamiento 4-Tratamiento 1 -1.555556 -2.87191 -0.2392002 0.0195 \*

Tratamiento 5-Tratamiento 1 -1.222222 -2.53858 0.0941331 0.0718 .

Tratamiento 6-Tratamiento 1 -0.888889 -2.20524 0.4274665 0.2399

Nota: ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad\*= significativo al 0.05 de probabilidad; \*\*= significativo al 0.01 de probabilidad; \*\*\*=significativo al 0.001 de probabilidad

DÍA 9

SE CUMPLE EL SUPUESTO DE HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, PERO NO SE CUMPLE EL SUPUESTO DE NORMALIDAD, POR LO TANTO, NO SE PUEDE REALIZAR EL ANOVA. EN CONSECUENCIA, SE REALIZA LA PRUEBA DE TEST NO PARAMÉTRICO KRUSKALL-WALLIS.

Kruskal-Wallis rank sum test

data: daño by tratamiento

Kruskal-Wallis chi-squared = 8.651, df = 5, p-value = 0.124

Pairwise comparisons using Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: NUEVO\_EXCEL\$daño and NUEVO\_EXCEL\$tratamiento

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Tratamiento 2 1	-	-	-	-	-
Tratamiento 3 1	1	-	-	-	-
Tratamiento 4 1	1	1	-	-	-
Tratamiento 5 1	1	1	1	-	-
Tratamiento 6 1	1	1	1	1	1

P value adjustment method: holm

Nota: Los valores "1" en la intersección de cada tratamiento indica que no se encontraron diferencias significativas en las comparaciones de esos tratamientos. Los valores "-" en la tabla representa las comparaciones que no se realizaron.

DÍA 11

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, POR LO TANTO, SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

H0:  $\mu_1=\mu_2=\mu_3=\mu_4=\mu_5=\mu_6$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
tratamiento 5	2.49	0.499	1.68	0.21	
Residuals	12	3.56	0.296		

Como Pvalue=0.21 >  $\alpha=0.05$ ; No se rechaza H0, es decir que no existe diferencias significativas entre los tratamientos.



COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 19.3381

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE LA COMPARACIÓN DE TUKEY

DÍA 14

SE CUMPLE EL SUPUESTO DE HOMOGENIDAD DE VARIANZAS, PERO NO SE CUMPLE EL SUPUESTO DE NORMALIDAD, POR LO TANTO, NO SE PUEDE REALIZAR EL ANOVA. EN CONSECUENCIA, SE REALIZA LA PRUEBA DE TEST NO PARAMÉTRICO KRUSKALL-WALLIS.

Kruskal-Wallis rank sum test					
data: daño by tratamiento					
Kruskal-Wallis chi-squared = 11.33, df = 5, p-value = 0.0452					
Pairwise comparisons using Wilcoxon rank sum test with continuity correction					
data: NUEVO_EXCEL\$daño and NUEVO_EXCEL\$tratamiento					
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5
Tratamiento 2 0.6	-	-	-	-	-
Tratamiento 3 -	0.6	-	-	-	-
Tratamiento 4 1.0	1.0	1.0	-	-	-
Tratamiento 5 -	0.6	-	1.0	-	-
Tratamiento 6 1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
P value adjustment method: holm					

Nota: Los valores "0.6" y "1" en la intersección de cada tratamiento indica que no se encontraron diferencias significativas en las comparaciones de esos tratamientos. Los valores "-" en la tabla representa las comparaciones que no se realizaron.